



Documento de soporte ancestral y técnico para la declaración de la *Reserva de Recursos Naturales Renovables de carácter definitivo ‘Corazón del Mundo, Sierra Nevada de Santa Marta – Gonawindua’.*

Formulado en coordinación con el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible

Consejo Territorial de Cabildos de la SNSM Gonwindua - CTC
ORGANIZACIÓN GONAWINDÚA TAYRONA OGT (PUEBLO KOGUI)
CONFEDERACIÓN INDIGENA TAYRONA CIT (PUEBLO ARHUACO)
ORGANIZACIÓN INDIGENA KANKUAMA OIK (PUEBLO KANKUAMO)
ORGANIZACIÓN WIWA YUGUMAIUN BUNKWANARUA TAYRONA (PUEBLO WIWA)



TABLA DE CONTENIDO

1. INTRODUCCIÓN	21

2. DELIMITACIÓN ÁREA DE ESTUDIO.....	23
3. TERRITORIO ANCESTRAL GONAWINDUA DE LA SIERRA NEVADA DE SANTA MARTA	25
3.1. Delimitación Territorio Ancestral Gonawindua de la Sierra Nevada de Santa Marta25	
3.1.1. El Territorio Ancestral Gonawindua de los Cuatro pueblos de la Sierra Nevada de Santa Marta.	28
3.1.2. Principio de cuido de la Sierra Nevada de Santa desde la Ley de Origen.	33
3.1.3. Principios de conectividad ancestral en el territorio y sus manifestaciones.	35
3.1.4. El Ordenamiento Ancestral del territorio como mecanismo de cuido y sus usos ancestrales.....	37
3.1.5. Autoridad y Gobierno Propio de los 4 pueblos de la SNSM y representación legítima.....	42
3.1.6. Afectaciones ancestrales, ambientales y la interconectividad del territorio ancestral.	44
3.1.7. La defensa del territorio ancestral.....	55
3.2. Descripción de los cuatro pueblos de la SNSM.....	56
3.2.1. Pueblo Arhuaco - Iku	56
3.2.2. El Pueblo Indígena Kogui – Kággaba	59
3.2.3. El Pueblo Indígena Kankuamo	62
3.2.4. El Pueblo Indígena Wiwa.....	67
4. MARCO JURÍDICO SOBRE LOS DERECHOS DE LOS PUEBLOS INDÍGENAS, CON ÉNFASIS EN LA PROTECCIÓN DE SUS TERRITORIOS ANCESTRALES.....	74
4.1.1. El derecho al territorio como derecho fundamental y su interdependencia con otros derechos de los pueblos indígenas.	76
4.1.2. Criterios y elementos básicos para la interpretación sobre el contenido y alcance de los derechos de los pueblos indígenas y pilares fundamentales.	77
4.1.3. “Derechos pilares” del derecho al territorio.	79

Relación del derecho al territorio y de la protección territorial con otros derechos de los pueblos indígenas	82
4.2. Marco jurídico de la protección del territorio ancestral del Territorio Ancestral Gonawindua de la SNSM y los cuatro pueblos.	86
4.2.1. Instrumentos de Ordenamiento Ambiental y Territorial.....	97
4.2.2. Principios y criterios jurídicos aplicables para la protección integral ambiental y ancestral y que justifican la medida administrativa de la reserva	100
4.3. Elementos para el Plan de Trabajo y medidas complementarias a la Reserva	109
5. CARACTERIZACIÓN BIOFÍSICA Y SOCIOECONÓMICA	112
5.1. MEDIO ABIÓTICO	112
5.1.1. Clima	112
5.1.2. Sistema hídrico superficial: Hidrología y calidad del agua	139
5.1.3. Hidrogeología	191
5.2. MEDIO BIÓTICO.....	258
5.2.1. Características biogeográficas.....	258
5.2.2. Biomas y zonas de vida	265
5.2.3. Coberturas de la tierra y dinámica de transformación	273
5.2.4. Flora	279
5.2.5. Fauna	288
5.2.6. Conectividad ecológica	321
5.2.7. Ecosistemas acuáticos continentales	342
5.2.8. Ecosistemas marinos.....	358
5.2.9. Ecosistemas estratégicos y en amenaza	368
5.3. MEDIO SOCIOECONÓMICO.....	383
5.3.1. Población y dinámica de poblamiento.....	384
5.3.2. Organización social y territorial.....	396
5.3.3. Acceso a derechos y necesidades básicas: estadísticas de NBI. ...	401
5.3.4. Condiciones y medio de vida	403

5.3.5. Vulnerabilidades Socioculturales	412
6. SERVICIOS ECOSISTÉMICOS	419
6.1. Regulación climática local y regional	419
6.1.1. Comportamiento de la humedad, evaporación y vientos en atmosfera y su efecto en el clima.	427
6.1.2. Condiciones de ciclo diurno y nocturno de vientos en montaña (Mountain–valley circulation).....	427
6.2. Regulación hídrica y aprovisionamiento regional	429
6.3. Regulación atmosférica y calidad del aire	445
6.4. Compuestos Orgánicos Volátiles Biogénicos (BVOC) y aerosoles biológicos.	448
6.5. Sumideros de carbono	451
6.6. Carbono azul.....	455
6.7. Servicios asociados a los Bosques de niebla	455
6.8. Soporte a biodiversidad, endemismo y regulación ecosistémica	457
6.9. Control de erosión y estabilidad de laderas.....	463
6.9.1. Modelo cuantitativo de erosión en la Sierra Nevada de Santa Marta	468
6.9.2. Resultados de la modelación.....	469
6.9.3. Modelo cualitativo de erosión en la Sierra Nevada de Santa Marta	472
6.9.4. Relación y correlación conceptual entre el modelo cuantitativo de erosión y el modelo cualitativo de amenaza.....	478
6.9.5. Influencia de eventos de precipitación de alta y baja intensidad en los modelos	479
6.9.6. Comparación temporal entre el modelo de erosión y el modelo de amenaza bajo escenarios de cambio climático	480
6.9.7. Observaciones y limitaciones de las modelaciones	483
6.10. Servicios culturales y espirituales Conectividades Bioculturales ambientales-Ancestrales	484
7. ANÁLISIS DE PRESIONES Y AMENAZAS.....	487
7.1. Frontera agropecuaria.....	487

7.2. Cambio de uso del suelo	492
7.3. Infraestructura	495
7.4. Energía	498
7.5. Turismo no regulado	499
7.6. Deforestación y fragmentación	501
7.7. Análisis temporal de la deforestación en resguardos indígenas y áreas protegidas.....	504
7.8. Minería	508
7.8.1. Minería Legal.....	508
7.8.2. Minería Illegal.....	513
7.8.3. Impactos de la minería	517
7.9. Hidrocarburos	520
7.9.1. Impactos de los hidrocarburos.....	522
7.10. Incendios Forestales.....	526
7.11. Cambio climático	529
7.11.1. Proyecciones climáticas (SSP) de temperatura y precipitación para Sierra Nevada de Santa Marta al 2100	529
7.11.2. Sensibilidad frente al cambio climático Escenario SSP5-8.5: recurso hídrico y biodiversidad/servicios ecosistémicos	533
7.11.3. Sensibilidad al cambio climático en la dimensión del recurso hídrico	534
7.11.4. Sensibilidad al cambio climático en la dimensión de biodiversidad y servicios ecosistémicos.....	535
7.12. Ascenso del nivel del mar	536
7.13. Aumento temperatura del mar	538
7.14. Análisis espacial de presiones y amenazas	540
8. ANÁLISIS DE IMPACTOS AMBIENTALES ACUMULATIVOS	541
9. MODELO DE CONECTIVIDADES BIOCULTURALES DEL TERRITORIO ANCESTRAL DE LOS CUATRO PUEBLOS DE LA SNSM.	549
9.1.1. Antecedentes: Modelo de conectividades Socio-Ecológicas de la Región Caribe y SNSM.....	549

9.2.	Lineamientos de conectividades ancestrales del territorio.....	551
9.2.1.	Descripción de los espacios sagrados y a nivel energético, físico, ambiental y ancestral.	551
9.2.2.	Agua como conectividad madre: ríos, quebradas y nacimientos como ejes vitales y el mar.....	552
9.2.3.	Conectividades de cerros, cadenas montañosas, rocas, tierra y el subsuelo.	553
9.3.	Descripciones Bioculturales de la importancia ambiental y conectividad del territorio ancestral.....	557
9.3.1.	Caracterización biofísica integral de la región SNSM, y conectividades.	557
9.3.2.	El Agua, como fundamento principal de conectividad biocultural y ambiental en la SNSM.	563
9.4.	Modelo preliminar cartográfica de conectividad bio-cultural ancestral. ...	572
9.4.1.	Principio mayor de modelo: El agua es vida, se transforma en pensamiento, memoria y camino.	572
9.4.2.	Metodología modelo de conectividad	573
9.5.	Resultados del modelo bio-ancestral de Conectividades.	575
9.5.1.	Conectividad bio ancestral: territorio de especial protección y manejo.	575
9.5.2.	Afectaciones, o resistencia, riesgos, amenazas y necesidad para implementar las figuras de protección.	578
10.	IDENTIFICACIÓN DE RIESGOS AMBIENTALES	580
10.1.	Alteración de la oferta y calidad hídrica regional	580
10.1.1.	Disponibilidad de agua superficial	580
10.1.2.	Disponibilidad del agua subterránea.....	586
10.1.3.	Riesgo en la alteración de la calidad del recurso hídrico superficial	593
10.1.4.	Riesgo en la alteración de la calidad del recurso hídrico subterráneo	597
10.2.	Incremento en la Pérdida de biodiversidad y conectividad del paisaje	601

10.2.1.	Pérdida de conectividad ecológica y ruptura del gradiente altitudinal	601
10.2.2.	Pérdida de biodiversidad y endemismo	605
10.2.3.	Riesgo de Alteración de procesos ecológicos y reducción de resiliencia ecológica	617
10.2.4.	Riesgo de pérdida y/o disminución de ecosistemas marinos	618
10.3.	Aumento de riesgos geomorfológicos	620
10.3.1.	Riesgo de afectación a comunidades y pueblos indígenas por degradación del suelo	620
10.3.2.	Riesgo de afectación a comunidades y pueblos indígenas por movimiento en masa	625
11.	CONCLUSIONES.....	630
11.1.	En el marco del Principio de Prevención.....	630
11.2.	En el marco del Principio de Precaución.....	640
12.	PROPUESTA GEOGRÁFICA DE RESERVA.....	647
12.1.	Descripción del Polígono de la “Reserva de recursos naturales renovables como zona de protección y desarrollo de los recursos naturales renovables y del medio ambiente “Corazón del Mundo, Sierra Nevada de Santa Marta – Gonawindua.””.....	647
12.2.	Síntesis de la propuesta de reserva	653
12.2.1.	Áreas protegidas	654
12.2.2.	Resguardos y comunidades	655
12.2.3.	Actividades Mineras	656
12.2.4.	Actividades Hidrocarburos.....	658
12.2.0.	Estado de Licenciamiento ANLA	660
13.	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	664
14.	ANEXOS	680
14.1.	Limite cartográfico Polígono Propuesta de Reserva SNSM	680
14.2.	Listado de sitios Sagrados	680
14.3.	Listado de Ecosistemas-coberturas de la zona Sierra Nevada de Santa Marta (SNSM)	680



14.4. Metodología de modelación del servicio ecosistémico de control de erosión y estabilización de laderas	680
14.5. Matriz de Impactos.....	680

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Impactos y afectaciones en el Territorio Ancestral Gonawindua de la Sierra Nevada de Santa Marta	49
Tabla 2. Contenido y alcance de los derechos	80
Tabla 3. Áreas Protegidas declaradas en categorías del Sistema de PNN	89
Tabla 4. Relación de los POMCAS y su estado	99
Tabla 5 Clases climáticas identificadas en el Área de la Reserva de la Sierra Nevada de Santa Marta según la zonificación de Caldas-Lang (IDEAM, 2015) ..	114
Tabla 6. Comportamiento estacional	127
Tabla 7. Unidades hidrográficas dentro del área de estudio	144
Tabla 8 Indicadores hídricos ENA 2022 por SZH.....	149
Tabla 9 Estaciones Hidrológicas por subcuenca	162
Tabla 10 Caudales medios mensuales – Estaciones Hidrológicas por subcuenca	167
Tabla 11 Caudales mínimos mensuales – Estaciones Hidrológicas por subcuenca	169
Tabla 12 Caudales máximos mensuales – Estaciones Hidrológicas por subcuenca	170
Tabla 13. Requerimientos de agua por tipo de material de extracción.....	181
Tabla 14 Correlación de unidades cronolitoestratigráficas definidas en el Mapa Geológico de Colombia (SGC, 2020) con unidades geológicas delimitadas en planchas locales	203
Tabla 15 Sistemas acuíferos definidos en el departamento del Cesar.....	211
Tabla 16 Unidades hidrogeológicas definidas en el departamento de La Guajira	213
Tabla 17 Acuíferos definidos en el departamento del Magdalena	214
Tabla 18 Inventario de puntos de agua subterránea en el área de análisis	216
Tabla 19 Puntos de agua subterránea por municipio en el departamento de la Guajira	220
Tabla 20 Puntos de agua subterránea por unidad geológica en el departamento de la Guajira	224
Tabla 21 Inventario de puntos de agua subterránea tomado de la BDC de la ANLA	225
Tabla 22 Parámetros hidráulicos determinados en los acuíferos del departamento del Cesar	235
Tabla 23 Grado de vulnerabilidad de los acuíferos de acuerdo con el Atlas de Aguas Subterráneas de Colombia.....	257
Tabla 24 Distritos biogeográficos dentro de la Provincia de la Sierra Nevada de Santa Marta	260

Tabla 25 Descripción de biomas presentes en el área de estudio	266
Tabla 26. Resguardos indígenas y áreas protegidas	267
Tabla 27 Principales zonas de vida de Holdridge en el área de estudio	271
Tabla 28 Dinámica de transformación de coberturas para el periodo 2018 y 2022	275
Tabla 29 Familias con mayor número de especies registradas	280
Tabla 30 Principales familias con mayor endemismo	284
Tabla 31 Principales familias con mayor endemismo	284
Tabla 32 Familias con más especies amenazadas en el área de estudio.....	286
Tabla 33 Especies en Peligro Crítico (CR) en el área de estudio	288
Tabla 34. Artrópoda amenazada en el área de estudio.....	294
Tabla 35. Anfibios endémicos presentes en el área de reserva de la Sierra Nevada de Santa Marta	298
Tabla 36. Anfibios amenazados en el área de reserva de la Sierra Nevada de Santa Marta	300
Tabla 37. Reptiles endémicos presentes en el área de reserva de la Sierra Nevada de Santa Marta	304
Tabla 38. Aves endémicas presentes en el área de estudio	310
Tabla 39. Avifauna amenazada en el área de reserva de la Sierra Nevada de Santa Marta.....	313
Tabla 40. Mamíferos endémicos presentes en el área de estudio	317
Tabla 41. Mastofauna amenazada en el área de la Sierra Nevada de Santa Marta	320
Tabla 42 Estudios revisados de conectividad ecológica en la SNSM	323
Tabla 43 Variables utilizadas para cuantificar la selección de recursos del jaguar en respuesta a la heterogeneidad del paisaje en el área de estudio (Caribe colombiano).	335
Tabla 44 . Rangos por variables y valores usados para describir la integridad del paisaje y resistencia para el Jaguar	336
Tabla 45 Especies ícticas de la SNSM	344
Tabla 46 Especies endémicas presentes en el Área de Reserva de la SNSM ...	347
Tabla 47 Especies en categoría de Amenaza de acuerdo con la Resolución 0126 de 2024	349
Tabla 48 Composición y abundancia total de los órdenes recolectados en los ríos de la Sierra Nevada de Santa Marta.	352
Tabla 49. Lista de morfoespecies de microalgas epilíticas en la parte alta (San Lorenzo) y media (La Victoria) del río Gaira SNSM.....	355

Tabla 50 Caracterización de microcrustáceos zooplanctónicos en la parte norte de la Ciénaga Grande de Santa Marta	358
Tabla 51 Especies de peces asociadas a ambientes marinos profundos	368
Tabla 52. Tipo de ecosistemas y fisionomía en categoría de amenaza Etter en la SNSM	382
Tabla 53. Dinámicas de población departamentos dentro del área de estudio ...	385
Tabla 54. Porcentaje de cada departamento en el área de estudio	386
Tabla 55. Distribución de la población indígena por departamento en la SNSM, (DANE-CNPV 2018).....	390
Tabla 56. Población censada en el resguardo Arhuaco de la Sierra por grupo étnico, según municipio.....	391
Tabla 57. Población censada por grupo étnico en el resguardo Kogui-Malayo-Arhuaco, según municipio	392
Tabla 58. Población censada por grupo étnico en el resguardo Kankuamo, según municipio.....	393
Tabla 59. Población indígena censada en el resguardo Arhuaco de la Sierra, según municipio.....	394
Tabla 60. Población indígena censada en el resguardo Kogui-Malayo-Arhuaco, según municipio	394
Tabla 61. Población indígena censada en el resguardo Kankuamo, según municipio.....	395
Tabla 62. Consejos Comunitarios de Comunidades Negras en el en el área de estudio	400
Tabla 63 Selección puntos de modelación HYSPLIT	421
Tabla 64. Puntos y alturas definidos para el análisis de trayectorias y retrotrayectorias de viento mediante HYSPLIT.....	422
Tabla 65 Modelo HYSPLIT Sotavento	423
Tabla 66 Modelo HYSPLIT Barlovento	424
Tabla 67 Modelo HYSPLIT Núcleo orográfico	425
Tabla 68 Modelo HYSPLIT día/noche sobre núcleo orográfico.....	426
Tabla 69. Demanda de agua por subzona hidrográfica	434
Tabla 70. Demanda de agua por subzona hidrográfica y tipo de escenario	437
Tabla 71. Estimación de oferta y demanda por subzona hidrográfica	438
Tabla 72. Distribución porcentual de categorías de erosión en escenarios modelados	471
Tabla 73. Porcentajes de amenaza multitemporales.	477
Tabla 74. Análisis de categorías.	478
Tabla 75. Comparación multitemporal con los modelos empleados.	481

Tabla 76. Aptitud de carne y leche bovina en pastoreo.....	492
Tabla 77. Áreas que han sufrido un cambio de uso del suelo del año 2012 al 2022	494
Tabla 78. Deforestación año 2022	502
Tabla 79. Títulos vigentes que se cruzan con resguardos indígenas.	509
Tabla 80. Solicitudes vigentes que se cruzan con resguardos indígenas.	510
Tabla 81. Listado de proyectos licenciados del sector de hidrocarburos por la ANLA a 2025.....	521
En este sentido, en la siguiente tabla se relacionan las principales actividades asoc que podrían generar cambios ambientales, socioeconómicos y culturales	
Tabla 82. Principales actividades del sector de hidrocarburos a 2025.....	¡Error!
Marcador no definido.	
Tabla 83. Principales actividades del sector de hidrocarburos.....	523
Tabla 84. Importancia cultural y ecológica	564
Tabla 85 Ficha del modelo de conectividad biocultural (Teoría de Circuitos)	576
Tabla 86. Categorías de riesgo de afectación a comunidades indígenas por degradación del suelo	621
Tabla 87. Categorías de riesgo de afectación a comunidades indígenas por degradación del suelo	624
Tabla 88. Tabla de afectación a comunidades indígenas de la SNSM por movimientos de remoción en masa	626
Tabla 89. Categoría y nombre de las áreas protegidas localizadas en la zona de reserva propuesta.	654
Tabla 90. Información de los resguardos indígenas localizados en la zona de reserva propuesta.	656
Tabla 91. Títulos mineros vigentes con cruce en área de propuesta de Reserva	657
Tabla 92. Solicitudes mineras vigentes con cruce en área de propuesta de Reserva	657
Tabla 93. Títulos y solicitudes vigentes de ANM localizados en la zona de reserva propuesta.	657
Tabla 94. Relación de Mapa de Tierra de ANH con cruce en el área propuesta de reserva.....	658
Tabla 95. Relación de Bloques de Hidrocarburos en Exploración que se cruzan con la propuesta de reserva definitiva.....	660
Tabla 96. Listado de proyectos licenciados por la ANLA en propuesta de reserva	662

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Delimitación Área de Estudio	24
Figura 2. Sello de Mamo Sushi	33
Figura 3. Representación de la interconectividad invisible energética de Seshiza del territorio ancestral de los 4 pueblos indígenas de la SNSM y con el mar.	36
Figura 4. Mapa de Orden ancestral de Cerros y espacios sagrados en la cuenca Kogui de Rio Cañas	38
Figura 5. Ejemplo de Ordenamiento Ancestral, usos ancestrales, ecosistemas y espacios sagrados. Jurisdicción del Ezuama Kogui de Sugulu	40
Figura 6. Fundamentos y principios de vida del pueblo Kankuamo	64
Figura 7. Localización espacial del Resguardo Kankuamo.	65
Figura 8. Distribución de la población por rango de edad	66
Figura 9. Distribución de la población	67
Figura 10. Principios de la identidad cultural del ordenamiento natural territorial del ser WIWA.....	68
Figura 11. SHEMBUTA SHEMAMASIGA - ABU SHEIUMUN WIWANZHE	68
Figura 12. Delimitación de Reservas Forestal de Ley 2da de 1959.....	88
Figura 13. Áreas protegidas dentro del área del Territorio Ancestral Gonawindua de la SNSM.....	89
Figura 14 Distribución de Áreas de Distinción Internacional.....	93
Figura 15. Plan de Ordenación y Manejo de Cuencas Hidrográficas – POMCAS 2025.....	98
Figura 16 Clasificación Climática de Caldas – Lang 2015.....	116
Figura 17 Mapa de localización de estaciones meteorológicas IDEAM.....	117
Figura 18 Distribución de Estaciones por categoría (IDEAM).....	118
Figura 19. Dirección media del viento (región Caribe / norte de Colombia) tomada de los atlas institucionales de viento.	120
Figura 20. Velocidad media anual multianual del Viento 10 Metros De Altura	121
Figura 21. Rosas de viento de estaciones de referencia regional (Santa Marta – Simón Bolívar; Valledupar – Alfonso López; Riohacha – Almirante Padilla; Prado Sevilla).	122
Figura 22. Distribución de la cobertura de la red de estaciones del IDEAM por franja Altitudinal.....	124
Figura 23. Precipitación Media Anual Multianual (1975-2020).....	125
Figura 24 Media mensual multianual de precipitación por franjas altitudinales (mm/mes).....	126
Figura 25 Media mensual multianual de Temperatura Media por franjas altitudinales (mm/mes).	129

Figura 26 Distribución De La Temperatura Media Anual (°C). Promedio Multianual 1981 - 2010.....	129
Figura 27 Media mensual multianual de Temperatura Máxima por franjas altitudinales (mm/mes).	130
Figura 280 Distribución De La Temperatura Máxima Anual (°C). Promedio Multianual 1981 - 2010.....	131
Figura 291 Media mensual multianual de Temperatura mínima por franjas altitudinales (mm/mes).	132
Figura 302 Distribución De La Temperatura Mínima Anual (°C). Promedio Multianual 1981 – 2010.....	132
Figura 31. Humedad Relativa Anual (%) Media Multianual (1981 - 2010).....	135
Figura 324 Humedad relativa media mensual multianual (%) registrada por estaciones meteorológicas del IDEAM en el área de estudio (serie mensual). ...	136
Figura 33 Radiación solar global promedio multianual (kWh/m ²) en el área de estudio (Sierra Nevada de Santa Marta) y su zona de influencia.	137
Figura 34. Promedio mensual de radiación global en estaciones seleccionadas del área de estudio y su entorno regional: (a) Riohacha (La Guajira), (b) Santa Marta (Magdalena), (c) Valledupar (Cesar).	138
Figura 35 Subzonas hidrográficas dentro del área de estudio.....	145
Figura 36 Esquema conceptual del ciclo del agua y de la conectividad hidrológica.....	151
Figura 37 Ubicación estaciones Hidrométricas.....	163
Figura 38 Caudales Medios estimados por SZH.....	176
Figura 39 Caudales Mínimos estimados por SZH.....	176
Figura 40 Caudales Máximos estimados por SZH.....	176
Figura 41 Demanda estimada y proyectada por municipio según población (2018–2042).....	178
Figura 42. Demanda de agua del sector agrícola en el área de estudio.....	179
Figura 43. Gráfica de demanda de agua del sector minero en el área de estudio.....	182
Figura 44 Vertimientos estimados y proyectados por municipio según población (2018–2042).....	189
Figura 45 Unidades cronolito estratigráficas en el área de interés.....	193
Figura 46 Unidades lito estratigráficas con permeabilidades y sistemas acuíferos ENA.....	197
Figura 47 Unidades hidrogeológicas de acuerdo con el Atlas de Aguas Subterráneas de Colombia.....	198
Figura 48 Unidades hidrogeológicas definidas en estudios departamentales.....	210

Figura 49 Distribución espacial del inventario de puntos de agua subterránea en el área de análisis	217
Figura 50 Corte Geoeléctrico paralelo a la dirección de la península (NE 3)	230
Figura 51 Corte Geo eléctrico paralelo a la dirección de la península (NE 4)	231
Figura 52 Corte Geoeléctrico perpendicular a la línea de costa (SE 6)	232
Figura 53 Localización de los puntos de agua subterránea cuyas pruebas de bombeo fueron empleadas para la caracterización hidráulica	233
Figura 54 Mapa regional de los tipos de agua subterránea presentes en el área de interés	236
Figura 55 Diagrama de Stiff - Formación La Luna	244
Figura 56 Diagrama de Stiff - Formación Colón	244
Figura 57 Diagrama de Stiff - Formación Castilletes	245
Figura 58 Diagrama de Stiff - Formación Monguí	245
Figura 59 Diagrama de Stiff - Mezclas de agua.....	246
Figura 60 Diagrama de Stiff - Depósitos cuaternarios	246
Figura 61 Direcciones de flujo subterráneo a nivel regional	249
Figura 62 Potencial de recarga de acuerdo con el Estudio Nacional del Agua – ENA y su relación con los sistemas acuíferos	251
Figura 63 Áreas de recarga definidas en el Atlas de Aguas Subterráneas de Colombia y su relación con los sistemas acuíferos	252
Figura 64 Mapa de recarga estimada total anual determinada en la parte NE y NW del área de estudio.....	253
Figura 65 Zonas de priorización y manejo especial definidas en el POMCA de los Río Piedras – Río Manzanares y otros directos al Caribe	254
Figura 66 Vulnerabilidad intrínseca de los acuíferos a la contaminación	256
Figura 67. Distritos biogeográficos dentro del Territorio Ancestral	262
Figura 68 Mapa de la velocidad de cambio climático se presenta RCP 4.5.....	263
Figura 69 Mapa de la velocidad de cambio climático se presenta RCP 8.5.....	264
Figura 70. Biomas presentes en el área de reserva de la Sierra Nevada de Santa Marta.....	265
Figura 71. Resguardos indígenas y biomas presentes en el área de estudio	269
Figura 72. Ecosistemas (bioma/cobertura) seminaturales en el área de estudio	274
Figura 73. Dinámica de transformación de coberturas para el periodo 2018 y 2022	275
Figura 74 Cambios de la cobertura vegetal en la zona Sierra Nevada de Santa Marta (SNSM) periodo: 2000-2002; 2008-2010; 2014-2015; 2018-2019; 2023-2024	277

Figura 75. Área de Cambio de las coberturas vegetales (SNSM) periodo: 2000-2002; 2008-2010; 2014-2015; 2018-2019; 2023-2024	278
Figura 76 Riqueza botánica en el área de estudio.	280
Figura 77. Riqueza de flora en el área de estudio.	282
Figura 78. Riqueza y endemismo de flora por rango altitudinal	286
Figura 79 Número de especies amenazadas en el área estudio	287
Figura 80 Riqueza de especies de insectos	292
Figura 81. Riqueza de insectos por rango altitudinal de la Sierra Nevada de Santa Marta.....	293
Figura 82 Riqueza de especies de Anfibios.....	295
Figura 83. Riqueza y endemismo de anfibios por rango altitudinal	299
Figura 84 Riqueza de especies de Reptiles	302
Figura 85. Riqueza y endemismo de reptiles por rango altitudinal.....	305
Figura 86 Riqueza de especies de Aves	308
Figura 87. Riqueza y endemismo de aves por rango altitudinal de la Sierra Nevada de Santa Marta	311
Figura 88 Riqueza de especies de mamíferos	315
Figura 89. Riqueza y endemismo de mamíferos por rango altitudinal de la SNSM	318
Figura 90 Red de corredores potenciales identificados para conectar áreas protegidas en Colombia	325
Figura 91 Corredores de conectividad priorizados entre áreas protegidas en Colombia mediante un enfoque funcional para las aves	326
Figura 92 Corredores de conectividad priorizados para el jaguar (<i>Panthera onca</i>)	328
Figura 93 Bio-modelo y registros en el área de estudio del jaguar (<i>Panthera onca</i>)	332
Figura 94 Áreas nodo (núcleos) y contribución a la conectividad del paisaje (dPC) para el jaguar (<i>Panthera onca</i>) en el Caribe colombiano.....	333
Figura 95 Mapa de resistencia del paisaje para el jaguar (<i>Panthera onca</i>) en el Caribe colombiano (Magdalena, Cesar y La Guajira)	338
Figura 96 Conectividad funcional del jaguar (<i>Panthera onca</i>) en el Caribe colombiano: áreas núcleo, rutas de menor costo (CWD) y densidad de corriente (corredores probables).....	340
Figura 97 Áreas núcleo y fragmentos de hábitat de la especie <i>Panthera onca</i> ..	341
Figura 98 Riqueza de especies de ictiofauna	343
Figura 99 Riqueza y endemismo de especies ícticas vs altitud	347
Figura 100 Formaciones coralinas	361

Figura 101 Unidades ecológicas de las áreas coralinas.....	363
Figura 102 Ubicación de los pastos marinos	366
Figura 103 Manglares en la reserva de la Sierra Nevada de Santa Marta.....	370
Figura 104. Humedales continentales en la en la reserva de la Sierra Nevada de Santa Marta	372
Figura 105. Bosque seco tropical en la reserva de la Sierra Nevada de Santa Marta.....	374
Figura 106. Límite de bosque de niebla en la Sierra Nevada de Santa Marta	375
Figura 107 Límite de paramo en la Sierra Nevada de Santa Marta	378
Figura 108. Ecosistemas en categoría de amenaza Etter	382
Figura 109. Participación pueblos indígenas en el conjunto de pueblos de la Sierra Nevada de Santa Marta	387
Figura 110. Pueblos indígenas en la SNSM	388
Figura 111. Comportamiento de los vientos anabáticos y catabáticos en zonas de ladera.....	428
Figura 112. Ilustración del comportamiento del fenómeno de los vientos anabáticos y catabáticos (respiración de montaña).....	429
Figura 113. Demanda hídrica estimada del escenario actual	433
Figura 114. Demanda de agua en el área de estudio	435
Figura 115. Demanda hídrica estimada del escenario prospectivo	437
Figura 116. Demanda de agua sectorial en año seco.....	439
Figura 117. Demanda de agua sectorial en año medio	439
Figura 118. Vulnerabilidad hídrica al desabastecimiento por subzona hidrográfica	440
Figura 119. Vulnerabilidad a la alteración en la calidad del agua superficial por subzona hidrográfica	442
Figura 120. Condición regional atmosférica Calidad de aire 2024 de PM ₁₀	447
Figura 121. Condición regional atmosférica Calidad de aire 2024 de PM _{2,5}	447
Figura 122. Emisión anual de BVOC -2024.....	450
Figura 123. correlación entre la temperatura y el Dióxido de Carbono - 2017	452
Figura 124. Comportamiento histórico del CO2 en miles de años y el comportamiento de este en el ciclo anual 2025.....	453
Figura 125. Amenaza Relativa por Movimientos en Masa en la SNSM	464
Figura 126. Erosión del suelo en las laderas deforestadas en Sierra Nevada de Santa Marta	465
Figura 127. Sedimentación en Río Frío (arriba) y Río Sevilla (abajo)	467
Figura 128. Pérdida de suelo - Escenario actual	469

Figura 129. Escenarios de modelación a) 2031 - 2040; b) 2041 - 2060; c) 2061 - 2080; d) 2081 - 2100	470
Figura 130. Pérdida potencial de suelo en escenarios modelados	471
Figura 131. Pérdida de suelo total y promedio en escenarios modelados	472
Figura 132. Mapa de Amenaza.	473
Figura 133. Mapa de Amenaza 2040.	474
Figura 134. Mapa de Amenaza 2060.	475
Figura 135. Mapa de Amenaza 2080.	475
Figura 136. Mapa de Amenaza 2100.	476
Figura 137. Frontera Agrícola dentro del área de estudio.....	488
Figura 138. Frontera Agrícola dentro del área de estudio condicionada y no condicionada.....	489
Figura 139. Restricciones al desarrollo de actividades agropecuarias	490
Figura 140. Aptitud ganadería bovina.....	492
Figura 141. Cambio de uso del suelo del año 2012 al 2022	494
Figura 142. Listado de proyectos del sector de infraestructura licenciados por la ANLA	496
Figura 143. Vías en la Zona de reserva de la Sierra Nevada de Santa Marta (SNSM).....	497
Figura 144. Listado de proyectos del sector de energía licenciados por la ANLA.....	499
Figura 145. Fragmentación y relación sitios sagrados de la Sierra Nevada año 2022.....	502
Figura 146. Núcleos de deforestación y deforestación año 2023, 2024 en la Zona de Reserva Sierra Nevada Santa Marta (SNSM).	504
Figura 147. Cambios por deforestación con respecto a resguardos indígenas y áreas protegidas en la zona Sierra Nevada de Santa Marta (SNSM) periodo: 2000-2002; 2018-2019; 2023-2024.	504
Figura 148. Ecosistemas-coberturas seminaturales de la zona (SNSM)	507
Figura 149. Títulos y Solicitudes mineras vigentes, Áreas Indígenas en 2025	511
Figura 150. Localización de Bloques de Hidrocarburos a 2025.....	520
Figura 151. Proyectos del sector de hidrocarburos licenciados por la ANLA	522
Figura 152. Proyecciones al 2100 del escenario SSP5-8.5: cambio porcentual de la precipitación y variaciones en la temperatura máxima, media y mínima	531
Figura 153. Índice de Amenaza por Cambio Climático. Escenario SSP5-5.8	532
Figura 154. Índice de Sensibilidad al cambio climático en la dimensión del recurso hídrico	534
Figura 155. Sensibilidad al cambio climático en la dimensión de biodiversidad y servicios ecosistémicos.....	536

Figura 156 Escenarios de ascenso del nivel medio del mar (ANM) en el área de estudio: +18 cm (2040), +29 cm (2070) y +40 cm (2100)- INVEMAR – CLIMARES (amenazas TCNCC).....	537
Figura 157. Anomalía promedio de la temperatura superficial del mar para Colombia.....	539
Figura 158. Superposición de presiones, amenazas y deforestación en el territorio.	540
Figura 159. Diagrama de relaciones de causalidad – Modelación de Sistemas Complejos - 2026	544
Figura 160. Diagrama de relaciones de causalidad por atributos ambientales y sectores económicos a 2026.....	547
Figura 161. Interconectividad de los bloques espaciales de Dulishihkawa (Serranía del Perijá), Abu Shinchana(Desierto), Zhanazhiwa (Área marina), Gega (Sierra Nevada de Gonawindua)	555
Figura 162. Caracterización de los nacimientos y microcuencas de alta montaña	565
Figura 163. Dinámica del complejo lagunar	567
Figura 164. Interpretación técnica y cultural de los resultados del modelo de conectividad biocultural	575
Figura 165 Incremento de la demanda de agua por subzona hidrográfica	582
Figura 166 Demanda de agua escenario actual	583
Figura 167 Demanda de agua escenario prospectivo	583
Figura 168 Índice de riesgo climático en la dimensión del recurso hídrico SSP5	586
Figura 169 Factores de amenaza y condición vulnerable para la definición del riesgo a la alteración potencial de la oferta del recurso hídrico subterráneo	590
Figura 170 Sensibilidad a la alteración potencial de la oferta del recurso hídrico subterráneo.....	591
Figura 171. Vertimientos autorizados en el área de estudio	594
Figura 172. presiones asociadas a posibles vertimientos.....	595
Figura 173 Sensibilidad a la alteración de la calidad del recurso hídrico subterráneo.....	599
Figura 174. Relación entre la localización de las áreas prospectivas de proyectos de minería e hidrocarburos y la sensibilidad a la alteración de la calidad del recurso hídrico subterráneo	600
Figura 175. Conectividad funcional del jaguar (<i>Panthera onca</i>) en el Caribe colombiano: áreas núcleo, rutas de menor costo (CWD) y densidad de corriente (corredores probables) en el escenario prospectivo	603

Figura 176 Índice de riesgo climático en la dimensión de biodiversidad y servicios ecosistémicos	611
Figura 177 . Distribución del porcentaje promedio de especies que podrían perder su distribución actual en los biomas de Colombia bajo cinco escenarios de cambio climático.....	613
Figura 178. Riesgo de afectación a comunidades indígenas de la SNSM por erosión pluvia o hídrica	621
Figura 179. Riesgo de afectación a comunidades y pueblos indígenas por degradación del suelo - Cambio climático SSP5–8.5 2041–2060.....	623
Figura 180. Riesgo de afectación a comunidades indígenas de la SNSM por movimientos de remoción en masa	625
Figura 181. Riesgo de afectación a comunidades y pueblos indígenas por movimientos en masa – Cambio climático Escenario SSP5–8.5 2041–2060 .	628
Figura 182. Categorías de riesgo de afectación a comunidades y pueblos indígenas por movimientos en masa – Cambio climático Escenario SSP5–8.5 2041–2060	628
Figura 183 Delimitación final de la propuesta de Reserva <i>Corazón del Mundo, Sierra Nevada de Santa Marta – Gonawindua.</i> ”	651
Figura 184. Pueblos indígenas y comunidades en el área de estudio	653
Figura 185. Áreas protegidas localizadas en la zona de reserva propuesta.	654
Figura 186. Resguardos indígenas localizados en la zona de reserva propuesta.	656
Figura 187. Polígonos de la ANH localizados en la zona de reserva propuesta.	659
Figura 188. Estado de licenciamiento ANLA en la zona de reserva.....	661
Figura 189. Distribución por sector y subsector de los proyectos licenciados por ANLA.	662

PROPUESTA DE RESERVA DE RECURSOS NATURALES RENOVABLES DE CARÁCTER DEFINITIVO ‘CORAZÓN DEL MUNDO, SIERRA NEVADA DE SANTA MARTA – GONAWINDUA’.

1. INTRODUCCIÓN

La Sierra Nevada de Santa Marta (SNSM) constituye el macizo montañoso litoral más alto del mundo, elevándose desde el nivel del mar hasta los 5.776 m s. n. m., en un gradiente altitudinal excepcional que integra todos los pisos térmicos del país en un espacio compacto. Esta condición configura una “isla biogeográfica” de altísima diversidad, donde convergen ecosistemas áridos, bosques secos y húmedos tropicales, bosques nublados, páramos y zonas nivales, con elevado endemismo y especialización ecológica. Asimismo, cumple una función estratégica de regulación climática e hídrica regional: actúa como barrera orográfica, organiza la distribución de humedad en el norte del país y sustenta una red radial de ríos que abastece centros urbanos, sistemas productivos y ecosistemas estratégicos. Sus ecosistemas de alta montaña almacenan y liberan agua de manera gradual, amortiguan extremos climáticos y mantienen la conectividad ecológica entre la montaña y el mar, lo que la posiciona como un territorio de relevancia nacional e internacional para la seguridad hídrica y la conservación de la biodiversidad.

Para los pueblos Arhuaco, Kogui, Wiwa y Kankuamo, constituye el “Corazón del Mundo”: un cuerpo vivo en el que territorio, naturaleza, cultura y espiritualidad conforman un tejido interconectado e indivisible, delimitado como el Territorio Ancestral Gonawindua de la SNSM. Su ordenamiento ancestral, fundamentado en la Ley de Origen, ordena los ecosistemas, los usos del suelo la autoridad y la gobernanza propia de los cuatro pueblos, mediante espacios sagrados, jurisdicciones tradicionales y prácticas de “cuido”, entendidas como una forma de conservación integral de la Madre Tierra, principios y derechos progresivos que también sustentan esta declaración

A pesar de las figuras de protección existentes, amplias zonas del territorio ancestral —especialmente fuera de los parques nacionales— continúan expuestas a presiones derivadas de actividades extractivas, expansión de la frontera agropecuaria, habilitación de nuevas áreas para ganadería y cultivos, turismo no

regulado y otros procesos antrópicos que disminuyen su resiliencia frente al cambio climático y comprometen sus funciones ecológicas y espirituales. Estas dinámicas, al generar impactos acumulativos y de difícil reversibilidad, demandan respuestas integrales desde la política pública y el ordenamiento jurídico.

En este contexto, el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, en coordinación con el Consejo Territorial de Cabildos Indígenas de la SNSM Gonawindua – CTC, como representante de los cuatro pueblos, elabora el presente Documento Técnico de Soporte (DTS) que sustenta la declaratoria de una Reserva de Recursos Naturales Renovables de carácter definitivo como zona de protección y desarrollo de los recursos naturales renovables y del medio ambiente de la Sierra Nevada de Santa Marta (Resguardo Indígena Kogui Malayo Arhuaco, 2025).

Esta declaratoria consolida un marco de protección integral que garantiza la conservación de los ecosistemas estratégicos, la regulación hídrica y climática regional, la conectividad ecológica y la pervivencia cultural de los pueblos indígenas, asegurando que las decisiones sobre el territorio respondan a su carácter biocultural, a su importancia ecológica nacional e internacional y a la obligación del Estado de protegerlo de manera efectiva y permanente.

La presente declaratoria parte de la zona de reserva temporal declarada mediante Resolución 504 de 2018, y sus prórrogas. Plantea su ampliación, con base en criterios ambientales, ancestrales y socioeconómicos hasta cubrir sectores desprovistos de protección del territorio ancestral de la Sierra Nevada de Santa Marta Gonawindua. Igualmente, sustenta su carácter definitivo desde las dimensiones ambiental, cultural y jurídica para otorgar estabilidad y seguridad a los mecanismos de protección y a las garantías para la pervivencia de los pueblos ancestrales.

La figura de reserva tiene fundamento en el artículo 47 del Decreto Ley 2811 de 1974 y en el deber constitucional del Estado de proteger las áreas de especial importancia ecológica, la diversidad e integridad del ambiente y prevenir su deterioro, conforme a los artículos 79 y 80 de la Constitución Política. La Corte Constitucional ha reiterado que el Estado puede establecer reservas para el manejo, conservación y restauración de los recursos naturales con fines de interés público y social, en armonía con el ordenamiento ancestral ejercido por los cuatro pueblos de la Sierra.

A nivel de contenido, el DTS presenta los principios de interconectividad ancestrales y ambientales, que convierten a la Sierra en un territorio de alto valor biocultural como “Corazón del mundo” y patrimonio de la humanidad. Esta relación biocultural hace que el territorio sea especialmente vulnerable a las afectaciones generadas por la minería y la explotación de hidrocarburos.

El DTS se estructura en torno a la identificación de vulnerabilidades, amenazas y riesgos, abordados desde las dimensiones técnicas, ambientales, sociales, culturales, jurídicas y territoriales, con el propósito de consolidar la base científica, biocultural y normativa que justifique la adopción de esta figura de protección.

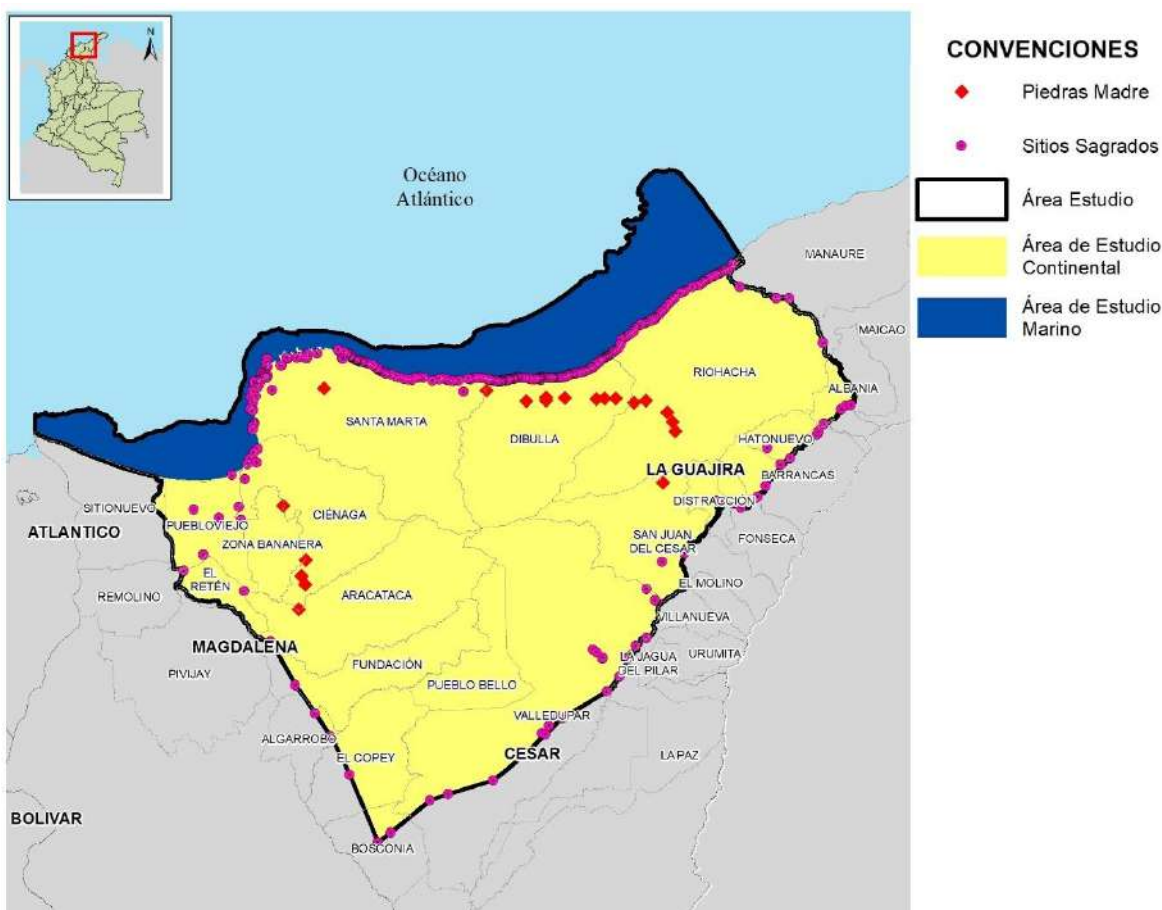
Finalmente, presenta la propuesta cartográfica del polígono correspondiente a la zona de declaración como zona de protección y desarrollo de los recursos naturales renovables y del medio ambiente de la Sierra Nevada de Santa Marta (Anexo 14.1).

2. DELIMITACIÓN ÁREA DE ESTUDIO

El área de estudio del presente Documento Técnico de Soporte (DTS) se localiza en la región Caribe colombiana, con énfasis en la Sierra Nevada de Santa Marta (SNSM), sistema socio ecológico de carácter estratégico que abarca territorios de los departamentos de Magdalena, Cesar y La Guajira, con una extensión aproximada de 2.265.380,57 ha, de los cuales el 66,5% corresponde a superficie continental y 16,2% a superficie marina.

La delimitación adoptada responde a un enfoque biocultural y ecosistémico, tomando como referencia la estructura territorial ancestral de la SNSM, en la cual el cerro Gonawindúa (Pico Bolívar) constituye el punto central del ordenamiento territorial tradicional. A partir de este referente, los 348 sitios sagrados reconocidos (Anexo 14.2) delimitan el contorno espacial del área de estudio, el cual corresponde al territorio ancestral de los cuatro pueblos de la SNSM, al estar distribuidos a lo largo de la red y el tejido de los demás espacios sagrados y de los elementos ambientales estructurantes, tales como nacimientos hídricos, desembocaduras fluviales, sistemas costero-marinos, divisorias de cuenca y zonas de alta sensibilidad ecológica. En consecuencia, dichos sitios no corresponden a localizaciones aisladas, sino una red territorial continua asociada al funcionamiento ecológico e hidrológico del sistema, cuya distribución permite reconocer límites funcionales del territorio desde una perspectiva ambiental y ancestral integral.

Figura 1. Delimitación Área de Estudio



Fuente: Cuatro pueblos de la SNSM- CTC (2025)

Se aclara que, si bien el territorio ancestral de los pueblos de la Sierra Nevada de Santa Marta tiene una dimensión integral que trasciende el ámbito terrestre e involucra espacios marinos, en razón de la continuidad hidrológica, sedimentológica, ecológica y climática entre las cuencas continentales y el mar Caribe, así como de la conectividad biológica y la dependencia funcional de los ecosistemas costeros, el análisis desarrollado en el presente Documento Técnico de Soporte se concentra primordialmente en el área terrestre o continental del territorio ancestral.

Esta aproximación reconoce la convergencia entre el conocimiento ecológico tradicional indígena y la ciencia ecológica contemporánea, entendidos como sistemas complementarios de comprensión del territorio. Conforme a lo planteado por Berkes (2018), el conocimiento indígena, construido a partir de procesos históricos de observación, adaptación y relación espiritual con el entorno, aporta una visión holística de los ecosistemas que fortalece los enfoques científicos de

análisis ambiental, particularmente en territorios de alta complejidad socio ecológica.

La articulación entre ambos sistemas permite integrar escalas ecológicas, culturales y temporales amplios, contribuyendo a una gestión ambiental más efectiva, al fortalecimiento de la conservación de la biodiversidad y a la adaptación frente a escenarios de variabilidad y cambio climático.

Desde el punto de vista político-administrativo, el territorio ancestral de la SNSM comprende parcialmente los departamentos de La Guajira, Magdalena y Cesar, involucrando veintiún (21) municipios y cuatro resguardos indígenas correspondientes a los pueblos Arhuaco, Wiwa, Kankuamo y Kogui, así como la presencia de la comunidad indígena Ette Ennaka (Chimila) y sectores asociados a resguardos Wayuu. Adicionalmente, se identifican diez (10) consejos comunitarios de comunidades negras y afrocolombianas y la presencia de asentamientos campesinos, sin registro de zonas de reserva campesina formalmente constituidas (IGAC, 2023; ANT, 2025).

El área de análisis se encuentra bajo la jurisdicción ambiental de tres Corporaciones Autónomas Regionales: la Corporación Autónoma Regional del Magdalena – CORPAMAG (33,2 %), la Corporación Autónoma Regional del Cesar – CORPOCESAR (20,6 %) y la Corporación Autónoma Regional de La Guajira – CORPOGUAJIRA (32,4 %).

3. TERRITORIO ANCESTRAL GONAWINDUA DE LA SIERRA NEVADA DE SANTA MARTA

3.1. Delimitación Territorio Ancestral Gonawindua de la Sierra Nevada de Santa Marta

La declaración de la reserva de recursos naturales renovables de carácter definitivo en la SNSM, así como su eventual ampliación hacia la totalidad del Territorio Ancestral Gonawindua, responde a la necesidad urgente de implementar medidas de protección efectivas por ser considerada una zona de vida de especial cuidado para la estabilidad ecológica y territorial de la región caribe colombiana y del mundo. Representa una especial importancia a nivel de la interconectividad ambiental y ancestral, posicionándola como una prioridad frente los impactos ambientales causados por la minería.

El reconocimiento de la SNSM como un cuerpo vivo, ambiental y ancestralmente entrelazado, se ha reflejado en la implementación de diversas figuras de protección

desde la década de 1950. Entre ellas se destacan la Zona de Reserva Forestal establecida por la Ley 2ª de 1959; su declaración en 1964 como Parque Nacional Natural Sierra Nevada de Santa Marta y Tayrona; su designación como Reserva de la Biosfera en 1979; así como otras figuras como los Santuarios de Flora y Fauna Los Flamencos y Ciénaga Grande, áreas IBAs, sitios Ramsar, territorios TICCAs y, más recientemente, la ampliación del Parque Nacional Natural Sierra Nevada de Santa Marta - PNNSNSM en 2023.

A pesar de estos avances, aún no se han declarado una figura que garantice una protección integral del territorio, especialmente en las zonas medias y bajas que quedan por fuera de áreas protegidas como el PNN SNSM, PNN Tayrona los Santuarios de Fauna y Flora Flamencos y Ciénaga Grande y la Vía Parque Isla Salamanca VIPIS. Esta situación deja amplios sectores del territorio ancestral expuestos a actividades extractivas como la minería, generando impactos significativos sobre el equilibrio ecológico y cultural de toda la SNSM. En este contexto, la declaración de una reserva definitiva de recursos naturales se presenta como una medida clave para proteger de manera amplia y efectiva gran parte del Territorio Ancestral Gonawindua frente a estas actividades.

La SNSM ha sido protegida durante milenios como el “Corazón del Mundo”, conforme a los principios espirituales, la autoridad tradicional y las prácticas de conservación de los pueblos indígenas Arhuaco, Kankuamo, Kogui y Wiwa que se rigen por la Ley de Origen, entendida como el sistema de normas, principios y relaciones que ordenan la vida, el territorio y las responsabilidades de los pueblos indígenas, orientando la relación con la naturaleza y el equilibrio del mundo. Este reconocimiento ancestral fue validado por el Estado colombiano mediante la Resolución 002 de 1972 y la Resolución 837 de 1995, que declararon este territorio como “de especial protección por su valor espiritual, cultural y ambiental”, estableciendo la necesidad de adoptar medidas para su resguardo. La creación de la presente reserva definitiva representa un avance significativo en la implementación de dichas medidas.

La Confederación Indígena Tayrona — CIT, (2026) determina que la protección de su territorio es esencial para la preservación de los pueblos, su cultura, gobierno propio, la autonomía y los sistemas ecológicos que sustentan la vida para todos:

“Para los pueblos indígenas de la SNSM el territorio constituye la base de la existencia en todo sentido. El territorio es la Madre Tierra y contiene la vida. Es permanencia de la identidad cultural, nos permite el desarrollo entre lo material y lo espiritual. Lo espiritual es un tejido de relaciones vitales de todos los seres con el territorio y con él se sostiene el equilibrio de dichas relaciones. Por ello, el Territorio es el elemento principal que mantiene un

orden en nuestra existencia, en él se establecen las leyes que nos rigen. El Territorio es un código, es el espacio que contiene la normatividad que permite a cada elemento de la naturaleza existir y que garantiza la permanencia de la vida. Con el conocimiento de las normas contenidas en el Territorio se establece su uso y manejo” (p.13)

De esta manera, la protección territorial debe comprenderse desde tres dimensiones fundamentales: el marco legal y constitucional, las acciones concretas de cuidado y manejo, y el sistema normativo espiritual (Ley de Origen) que orienta a los pueblos indígenas. Estas dimensiones, al integrarse, fortalecen los procesos de protección y conservación del territorio ancestral.

En concordancia con la integralidad, los cuatro pueblos de la SNSM en su calidad de autoridades ancestrales del territorio han armonizado junto con la autoridad ambiental nacional la propuesta de declaración de reserva, con el propósito de prevenir los efectos irreversibles de la minería. Durante años, estas comunidades han advertido sobre los graves impactos de dichas actividades, que afectan de manera profunda el tejido ambiental y espiritual de la Madre Tierra. Si bien la figura de reserva representa un avance importante, han señalado la necesidad de extender esta protección a la totalidad del territorio ancestral.

Tal y como lo afirma Organización Wiwa Yugumaiun Bunkuanarrua Tayrona – OWYBT, (2026): la designación de Reserva en el Territorio Ancestral Gonawindua de la SNSM, obedece “no sólo a criterios técnicos, sino principalmente a los principios espirituales y culturales de los cuatro pueblos, garantizando su participación plena y el respeto por su visión del territorio como espacio sagrado. Este proceso contribuirá a la defensa de la vida, la biodiversidad y la identidad de los pueblos de la Sierra Nevada de Santa Marta” (p.1)

El presente documento expone los principios que sustentan la creación de una reserva definitiva y la ampliación de la actual figura temporal. Para los cuatro pueblos Arhuaco, Kogui, Wiwa y Kankuamo, el Territorio Ancestral Gonawindua debe ser entendido y gestionado como un todo integral, donde lo ambiental y lo ancestral conforman un tejido interconectado por medio del sistema los sitios sagrados y los espacios territoriales que rigen el saber y cultura. La salud del territorio —y lo que los pueblos denominan su “cuido” como mecanismo de conservación y protección ambiental y convivencia con la naturaleza— depende de la articulación entre el manejo ancestral y la protección ambiental, concebidos como un solo corazón:

Para nosotros lo ambiental, la gente y el espíritu son inseparables, así presentamos las formas que toman las afectaciones este cuerpo interconectado que es el territorio y como la minería genera daños irreversibles al territorio y la ley de origen (OWYBT, 2026).

3.1.1. El Territorio Ancestral Gonawindua de los Cuatro pueblos de la Sierra Nevada de Santa Marta.

- La delimitación del Territorio Ancestral Gonawindua de los cuatro pueblos de la SNSM.

El concepto de Territorio Ancestral Gonawindua corresponde al sentido de interconectividad de la Línea Negra conformada por espacios sagrados que delimitan el territorio ancestral como el área en la que los cuatro pueblos de la SNSM tienen la responsabilidad de cuidar el territorio y la naturaleza, conforme a los principios de la Ley de Origen a través de sus autoridades tradicionales que han mantenido el orden y la protección de los espacios sagrados durante milenios.

El Territorio Ancestral Gonawindua fue reconocido por primera vez mediante la Resolución 002 de 1973 sobre la Línea Negra, la cual delimitó el territorio a partir de 17 sitios de importancia ancestral para los pueblos indígenas. Posteriormente, la Resolución 837 de 1995 amplió esta delimitación al definir el territorio tradicional de relación especial y espiritual de los cuatro pueblos con base en 54 espacios sagrados, aunque sin una georreferenciación precisa. En este marco, el territorio se concibe como una “línea divisoria”, conocida en idioma iku del pueblo Arhuaco como *Seykutukunumaku* y en kogui como *Seshizha*, reconocida como Línea Negra. A partir de estos espacios sagrados, el territorio adquiere una configuración tanto geográfica como ambiental, constituyéndose a la vez como un sistema de interconectividad ancestral.

Entre la desembocadura del río Ranchería y la Ciénaga Grande, el principio de integridad de este territorio, se expresa a través de ecosistemas marino-costeros que incluyen ríos, lagunas de manglar, bahías y cerros costeros. Desde el río Fundación hasta la zona de Valledupar, esta integridad se materializa en una red de espacios sagrados asociados a cerros, humedales y otros elementos del paisaje. A su vez, el *Seykutukunumaku* o *Seshizha* sigue el curso del río Cesar y desciende por el río Ranchería hasta el mar, integrando estos cuerpos de agua como parte de su configuración territorial y simbólica.

En este contexto, el territorio ancestral se extiende desde el nivel del mar en la costa Caribe hasta los picos nevados, alcanzando los 5.600 msnm; hacia el oriente abarca la Ciénaga Grande de Santa Marta y, hacia el sur, los ríos Cesar y Ranchería, configurando un espacio de alta diversidad de ecosistemas y especies de flora y fauna. Su interconectividad trasciende el ámbito local y se extiende hacia regiones como la Serranía de Perijá, el río Magdalena y el mar, así como hacia otros espacios sagrados del planeta y el universo. En este sentido, el cuidado que ejercen los pueblos indígenas busca mantener el equilibrio del mundo (OWYBT, 2026^a).

Este territorio es compartido geográficamente entre diversas poblaciones y comunidades. En su interior se ubican los resguardos indígenas —Arhuaco de la Sierra, Businchama, Kogui Malayo Arhuaco y Kankuamo—, de propiedad colectiva de los pueblos de la Sierra Nevada de Santa Marta (SNSM), en gran medida superpuestos con el Parque Nacional Natural Sierra Nevada de Santa Marta. Por fuera de estos, y hasta los límites del territorio ancestral, habitan comunidades campesinas, afrodescendientes e indígenas, así como existen centros urbanos siendo los principales Santa Marta, Riohacha y Valledupar. En este marco, Gonawindua, como territorio ancestral, cuenta con los derechos reconocidos en la Constitución de 1991 y el derecho nacional e internacional; en virtud del pluralismo jurídico, las autoridades ancestrales ejercen funciones territoriales y ambientales dentro del territorio; fuera de los resguardos, dichas funciones se ejercen en coordinación con otros actores y regímenes jurídicos.

El Territorio Ancestral Gonawindua y los principios de la Ley de Origen.

El Territorio Ancestral Gonawindua de la SNSM trasciende la idea de un espacio delimitado por sitios sagrados o fronteras físicas. Se concibe como un sistema de interconectividad espiritual y material, expresado en el concepto de Seykutukunumaku o Seshizha: un entramado de relaciones que no solo vincula los elementos naturales entre sí —montañas, ríos, lagunas, mares y nacimientos de agua—, sino que también se proyecta hacia otros territorios, el planeta y el universo, integrando todo en una red viva. Por ello, este territorio es concebido como el “Corazón del mundo”, donde convergen y se articulan las leyes de origen de la vida.

Esta interconexión se manifiesta como un tejido de “canales energéticos” por donde circulan flujos permanentes (como el agua), que dan vida y sentido al territorio. Las nueve franjas del mar, las lagunas glaciares y costeras, los páramos, los ríos y sus desembocaduras, junto con los espacios sagrados, conforman una red cuya armonía depende del equilibrio de estas conexiones. Así, el territorio no es un conjunto de elementos aislados, sino una unidad dinámica que organiza la vida

ambiental, cultural, social, política y económica de la Sierra Nevada y su relación con el mundo (CIT, 2026).

La Ley de Origen —denominada *Shembuta en Dumuana*, o *Ley de Se* o ley natural—, orienta el comportamiento, la organización social y el gobierno del territorio. Esta ley regula las relaciones entre los seres humanos, la naturaleza y el mundo espiritual, y establece los principios para la protección, conservación y armonización de los sistemas de vida. A través de estos principios, se estructuran las prácticas culturales, la gobernanza territorial en el desarrollo de Gaiama, Dumburru, Gon, Isakesh, garantizando la continuidad del equilibrio natural.

Desde esta perspectiva, los guías espirituales (Mamú) afirman que lo espiritual y lo material no son dimensiones separadas, sino una unidad indivisible, como un solo ser. Todo lo existente posee un fundamento espiritual que le da sentido y funcionamiento. Así, el bienestar colectivo depende de la armonía entre las distintas formas de vida y de la relación respetuosa entre las culturas y la naturaleza (CIT, 2026).

Estos principios tienen su origen en *Aluna*, el mundo del pensamiento y del espíritu, también es llamado Sé (Kogui), She (Wiwa) o Seyn Zare (Arhuaco). El mundo a nivel espiritual también se llama Jaba Sénenulang la Madre Tierra. Cuando se crea el mundo físico, de la Madre Espiritual, van naciendo todos sus hijas e hijos, como las madres y los padres espirituales de todo elemento en la naturaleza, la humanidad y el pensamiento y se manifiestan en el mundo como los espacios sagrados.

El mundo físico se originó desde los principios espirituales cuando el Padre espiritual Sezhankua, el padre de la tierra, “sembró” cada principio en la forma de los espacios sagrados del territorio. Para dar origen al mundo, el padre *Sezhankua* comenzó a dar vuelta, círculos alrededor del centro del territorio ancestral, desde la montaña de *Kabusankua*, a partir de un hilo invisible infinito desde donde las madres y padres iban marcando y dejando organizado todos los espacios sagrados del territorio ancestral. El mundo físico del Territorio Ancestral Gonawindua tiene su origen en estos principios y es la manifestación actual y viva de esos mismos principios de origen.

La interconexión con los principios de origen y los cuatro puntos cardinales. - Shikwakala.

El territorio ancestral se concibe como un plano infinito organizado desde los cuatro puntos cardinales, tanto en lo espiritual como en lo material. Este orden, llamado **Shikwakala** por el pueblo Kogui, está guiado por padres espirituales que sostienen el equilibrio del mundo: **Seokukwi** (Norte, principio de la noche), **Mulkueke** (Sur, enseñanza y cumplimiento), **Alduawiku** (Este, origen de la vida) y **Serankwa** (Oeste, orden del territorio). Estos principios, emanados de la Ley de Origen, establecen las normas, mandatos y formas de gobierno propio que orientan la vida y el lugar de cada elemento en el universo. Para el pueblo arhuaco, este orden se expresa en los **cuatro jwisimunus**, hilos de oro que entrecruzan y sostienen el mundo.

En el centro de este entramado se encuentra la Sierra Nevada como corazón del mundo, la Casa Sagrada dentro del **U'mununkunu**. Allí habita el **ánugwe**, energía original que anima toda existencia: aire, luz, calor, vida. Este espíritu se manifiesta en la materia —en piedras, ríos, árboles y seres vivos—, recordando que el mundo material (*Tina na'ba*) se sostiene en el mundo espiritual (*Tikuriguna*). Así, cada elemento del territorio existe dentro de un mismo tejido de relaciones entre lo visible y lo invisible (CIT, 2026).

Desde esta comprensión, el ser humano es reflejo del territorio y del universo. No es una metáfora, sino una relación real de reciprocidad: el equilibrio de uno depende del otro. El pueblo Arhuaco explica esta correspondencia al comparar el cuerpo humano con la Sierra Nevada, donde cada nivel —desde el mar hasta los nevados— tiene su equivalente en el cuerpo:

El cuerpo humano representa al territorio ancestral donde la planta de los pies hasta los tobillos representan desde el fondo del mar hasta 200 msnm que es la parte baja de la sierra donde se encuentran los primeros cerros-clima caliente; desde los tobillos hasta las rodillas representan los cerros de la parte media que oscila entre los 201 hasta los 1.000 msnm- clima templado; desde las rodillas hasta la cintura pélvica representa los cerros de clima frío que sería entre los 1001 hasta los 2500 msnm; desde la cintura pélvica hasta la cabeza representan los cerros del páramo que serían desde los 2.501 hasta 5.000 msnm y el tutusoma que es el gorro que usan los hombres representan los nevados o nieves perpetuas que sería desde los 5001 hasta 5.775 msnm” (CTC, 2015).

Por ello, cualquier afectación al territorio repercute en la vida misma, así como una herida en el cuerpo afecta la salud integral. Por eso, los pueblos del Corazón del mundo dicen:

“En nuestras culturas asumimos que cada uno de nosotros como personas somos un calco o réplica de la tierra y del mismo Universo, y esto se debe entender no sólo como representación simbólica sino como manifestación real de reciprocidad, donde la salud, equilibrio y protección se dependen mutuamente del cumplimiento del orden, función y manejo de cada uno” (CTC, 2015, p. 18).

Cuidar el Territorio Ancestral Gonawindua es, entonces, cuidar ese corazón compartido. Toda alteración —como la explotación minera, la desviación de ríos o la destrucción de los bosques— rompe el equilibrio del sistema y afecta la vida en su conjunto.

El territorio, al igual que el cuerpo, exige respeto, equilibrio y armonía. Los espacios sagrados de los bosques manejan su respectivo bosque en cada cuenca o zona, los del agua manejan cada aspecto del agua, aguas superficiales, subterráneas y el clima; indicando el uso, manejo, y cuidado responsable tanto a nivel espiritual como físico.

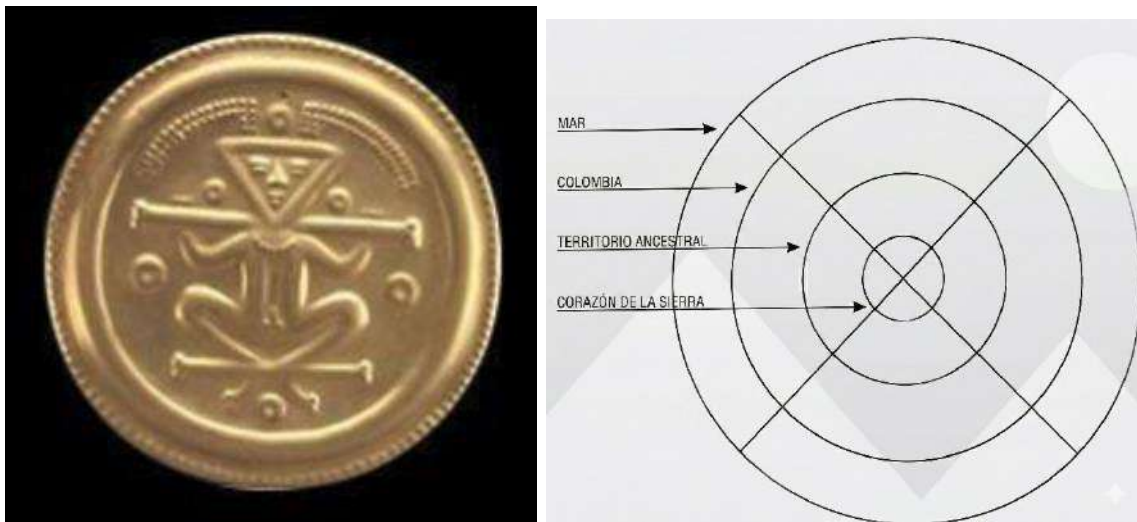
Los espacios sagrados constituyen los códigos que ordenan la vida en el territorio, regulando la relación entre los elementos naturales —agua, aves, árboles, cerros y cuencas— y los ciclos de equilibrio, uso y manejo. Estos códigos ancestrales, que orientan también los deberes de las comunidades, se encuentran registrados en “documentos” propios: piedras, figuras y otros elementos naturales y culturales que guardan la memoria del orden espiritual y material (OWYBT, 2026a).

Los cuatro pueblos de la SNSM representan esta interconectividad mediante mapas ancestrales, expresados en objetos como el oro “Tayrona”. Estos no son solo piezas simbólicas, sino herramientas vivas que los Mamos y autoridades utilizan para mantener la conexión con el mundo espiritual. Entre ellos, destacan los **“sellos de Mamo Sushi”**, que integran el orden del Territorio Ancestral Gonawindua y su red de relaciones.

Estos sellos representan la interconectividad del territorio: los espacios sagrados se disponen como puntos en un círculo, enlazados entre sí, mientras en el centro se sitúa Gonawindua con el padre **Sezhankua**, articulando el conjunto. A su vez, integran los cuatro puntos cardinales y la relación permanente entre la persona, la

naturaleza y la Ley de Origen. Así, se configuran como mapas de conocimiento y de manejo territorial, donde se expresa la unidad entre el mundo espiritual y material que sustenta la vida.

Figura 2. Sello de Mamo Sushi



Fuente: Banco de la República de Colombia (2001)

SEQ Ilustración * ARABIC 1 "Pectoral" en Oro Tayrona del Mamo Sushi. Representa la relación entre la persona, los espacios sagrados y los cuatro horcones del territorio ancestral de los cuatro pueblos de la SNSM Foto. <https://enciclopedia.banrepcultural.org/index.php>

Por eso, el Territorio Ancestral Gonawindua de la SNSM es especialmente sensible frente a las afectaciones generadas en sus espacios sagrados, elementos ambientales y sus conectividades desde los picos nevados hasta el mar. La importancia de declarar el Territorio Ancestral Gonawindua de la SNSM como "Reserva Definitiva", frente a la minería se adopta con urgencia teniendo en cuenta el carácter ancestral interconectado del territorio en donde una afectación aparentemente localizada tiene ramificaciones amplias territoriales, ambientales, espirituales y ancestrales.

3.1.2. Principio de cuido de la Sierra Nevada de Santa desde la Ley de Origen.

Los cuatro pueblos de la SNSM se rigen por los principios de origen que se fundamentan en el concepto de "cuido", entendido como una práctica que integra el uso, el equilibrio y la responsabilidad espiritual y material sobre el territorio.

El **cuido** es la manifestación real de la reciprocidad con la Madre Tierra: un principio de dar y recibir que interconecta a la persona, la naturaleza y el espíritu. Este principio, conocido en kogian como **Zhuidluka** o **Yuluka**, se expresa en prácticas ancestrales como los pagos, el uso de **sewa**, la meditación, la música y la danza, mediante las cuales se mantiene la comunicación con **Se Aluna**, el espíritu de origen. Asimismo, implica sanar y equilibrar las energías mediante conocimientos guiados por los mamos, quienes interpretan la Ley de Origen para restaurar la armonía.

Desde esta visión, el territorio y la cultura son indivisibles: la Sierra Nevada es el hábitat esencial que sustenta la vida, el conocimiento y la continuidad de los pueblos. Para el pueblo Kankuamo, por ejemplo, la Madre Tierra es origen y destino, y el vínculo con ella se establece desde el nacimiento, asumiendo la responsabilidad de cuidar la vida en todas sus formas.

El **cuido** exige la integridad del territorio y el mantenimiento de sus interconexiones espirituales y materiales, que se tejen a través de los espacios sagrados y sostienen la vitalidad del mundo. Estas conexiones, guiadas por la Ley de Origen y el gobierno propio **She mamasiga**, garantizan el flujo de energía entre dimensiones visibles e invisibles. Así lo expresan los pueblos indígenas de la SNSM:

“Nuestro gobierno **She mamasiga** es el gobierno de la naturaleza soberana porque tiene como propósito i) mantener la calidad de ese flujo o energía vital y ii) garantizar la conectividad biocultural entre los espacios sagrados para que ese flujo ocurra y transcurra” (OWYBT, 2026a).

Es por eso, que el concepto de **cuido** trasciende las nociones de “conservación” o “protección” empleadas en el lenguaje institucional para el manejo de los recursos naturales. Para los pueblos indígenas de la SNSM, el **cuido** es la expresión más cercana en castellano a su forma de relacionarse con la naturaleza, al punto de que la idea de “conservación” como tal no existe en su pensamiento. Este concepto se constituye, además, en el pilar de instrumentos como el Parque Nacional Natural Sierra Nevada de Santa Marta y el PNN Tayrona, orientando el manejo territorial desde la Ley de Origen (CTC, PNNC, 2020).

En este sentido, actividades como la minería representan una ruptura profunda de ese equilibrio, al destruir de manera irreversible e irreparable las interconexiones del territorio, afectando la vida en todas sus dimensiones. Los minerales, el agua y los demás elementos no son recursos aislados, sino componentes esenciales del

orden de origen; su extracción altera la armonía y debilita la relación espiritual que sostiene el mundo. Al respecto, los pueblos indígenas expresan:

“Toda nuestra existencia se basa en las prácticas del cuido. Por eso no podemos destruir la naturaleza, sino utilizarla de manera que la cuidemos, de manera que la naturaleza se fortalece y nosotros también. Eso es el cuido. Aunque la minería puede generar un beneficio económico temporal, se destruye la tierra y sus interconexiones de manera permanente, no devuelve nada a la tierra ni sus principios. La minería no tiene un significado de cuido del territorio” (CIT,2026).

3.1.3. Principios de conectividad ancestral en el territorio y sus manifestaciones.

El principio de conectividad ancestral del Territorio Ancestral Gonawindua se comprende como un tejido energético que une los espacios sagrados, la naturaleza, los seres humanos y el espíritu en una sola estructura de vida. Esta red, conocida como **Séshizha** en lengua Kogui, **Seykutukunumaku** en Iku lengua del pueblo Arhuaco y **Shetana Zhiwa** en lengua Damana del pueblo Wiwa, expresa las conexiones con los principios de **Se**, es decir, con las madres y padres de origen que sostienen la vida. Aunque estas interconexiones son invisibles, se sienten, se viven y se manejan como un lenguaje espiritual que articula el “Corazón del mundo”, del cual cada ser forma parte.

Según las autoridades del pueblo Arhuaco, el territorio funciona como un sistema de espacios sagrados interconectados —terrestres, aéreos y subterráneos— que operan como campos energéticos, similares al cuerpo humano. Cada punto cumple una función específica dentro de un orden mayor influenciado por los ciclos del cosmos, los puntos cardinales y las energías del entorno. De este modo, la energía que circula en el territorio incide directamente en la vida, la biodiversidad y el comportamiento de los seres, quienes a su vez transforman y reconfiguran esas energías.

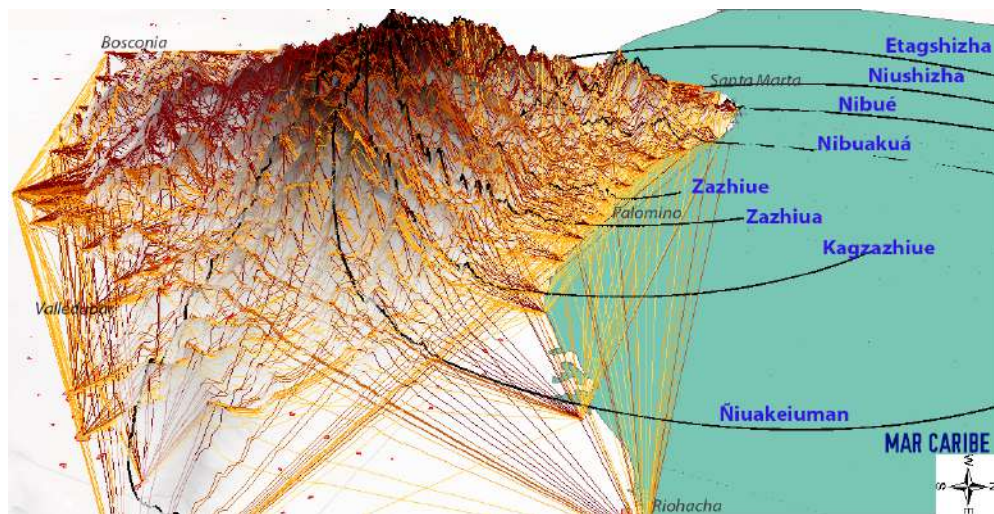
Estas conectividades, aunque espirituales, se manifiestan materialmente en el agua, los vientos, la tierra, el fuego y la biodiversidad, a través de flujos que enlazan todos los espacios sagrados, desde los nevados hasta el mar y más allá. Estos elementos son el canal que permiten llevar alimento de la parte alta de la SNSM hasta el mar, y desde el mar hasta los nevados. El alimento se acompaña de los pensamientos y **a'buru** (materiales utilizados en pagos) para trabajos tradicionales que se realizan en cumplimiento de la ley de origen, y en conjunto

representan el mantenimiento de las condiciones para la existencia de la vida y balance (CIT, 2026).

Desde el conocimiento ancestral, estas redes constituyen un **corazón** que, aunque invisible, se encuentra presente en todo y cuyo equilibrio depende del **cuido**. De su armonía surgen respuestas que se expresan en el agua, las cosechas y la vitalidad de los ecosistemas. Por ello, las autoridades espirituales pueden sentir, interpretar y actuar sobre estas conexiones para mantener el balance.

En este sentido, el territorio es un organismo integral, donde lo material y lo espiritual son interdependientes. Nada está separado: montañas, ríos, minerales, flora, fauna y seres humanos hacen parte de un mismo tejido. Esta compleja red de interconexiones, difícil de representar de manera convencional, constituye la base de la vida, el orden y la permanencia del Territorio Ancestral Gonawindua y la supervivencia de los pueblos que lo habitan (OWYBT; ABF, 2020).

Figura 3. Representación de la interconectividad invisible energética de Seshiza del territorio ancestral de los 4 pueblos indígenas de la SNSM y con el mar.



Fuente: Montaño (2017).

Las conexiones espirituales del Territorio Ancestral Gonawindua se manifiestan en el plano físico, permitiendo que parte de esta interconectividad pueda representarse en la cartografía a través de espacios sagrados, elementos naturales y relaciones ambientales. En las montañas y cerros —especialmente desde Gonawindua— estas conexiones recorren las cumbres, laderas y bases, extendiéndose a través de la vegetación, los cursos de agua, las rocas y los minerales, como expresiones visibles de su funcionalidad energética.

En el agua, esta interconectividad se hace aún más evidente: la red de drenaje integra el territorio mediante cuencas, divisorias, lechos y cruces de ríos, formando una “telaraña” de relaciones que permite leer el territorio como un sistema vivo de conexiones entre espacios sagrados. Así, cerros y ríos estructuran conjuntamente el flujo de energías que sostiene la vida (CTC, 2015, p. 27).

Desde esta visión, los ecosistemas —montañas, bosques, desiertos y mares— están ancestralmente conectados, garantizando la continuidad de las especies y comunidades. Esta conectividad biocultural depende no solo de las condiciones naturales, sino también de las prácticas culturales y espirituales de los pueblos, como el **pagamento**, que permiten mantener la vitalidad del territorio. Elementos como el agua, la luz, el aire y el fuego son indivisibles y existen gracias a estas relaciones, que se tejen desde la Sierra Nevada hasta los nueve colores del mar (OWYBT, 2026a).

3.1.4. El Ordenamiento Ancestral del territorio como mecanismo de cuido y sus usos ancestrales.

- Ordenamiento ancestral del territorio por competencia de gobierno propio.

El Territorio Ancestral Gonawindua se concibe como un mapa espiritual donde los espacios sagrados orientan cómo cuidar la naturaleza. Esta relación entre lo espiritual, lo material y la organización del territorio es lo que los pueblos indígenas denominan **Ordenamiento Ancestral del Territorio**, basado en la Ley de Origen y representado en códigos como el **Mamo Sushi**. En este orden, cada elemento —animal, vegetal, mineral, agua, aire, fuego y tierra— cumple una función y posee un mandato que define su propio sistema de gobierno, dado por la naturaleza misma (CIT, 2017).

El ordenamiento ancestral organiza el territorio en zonas de manejo vinculadas a espacios sagrados, donde cada ámbito de la naturaleza tiene una función específica y una jurisdicción propia. Así, bosques, aguas y demás ecosistemas se gestionan desde su dimensión espiritual y material, integrando el cuido, uso y equilibrio dentro de un mismo sistema.

A su vez, este ordenamiento estructura la vida social y cultural mediante sistemas de gobierno propio sustentados en normas, mandatos y códigos ancestrales, que garantizan el cumplimiento, la disciplina colectiva y la armonía entre naturaleza y sociedad. Estas formas de gobierno se articulan en amplias jurisdicciones

territoriales interconectadas —como la Sierra Nevada, la Serranía del Perijá, el desierto y el mar—, donde se preservan los ciclos de vida y el equilibrio de los elementos mediante prácticas como los pagos y saneamientos espirituales (OWYBT, 2026a).

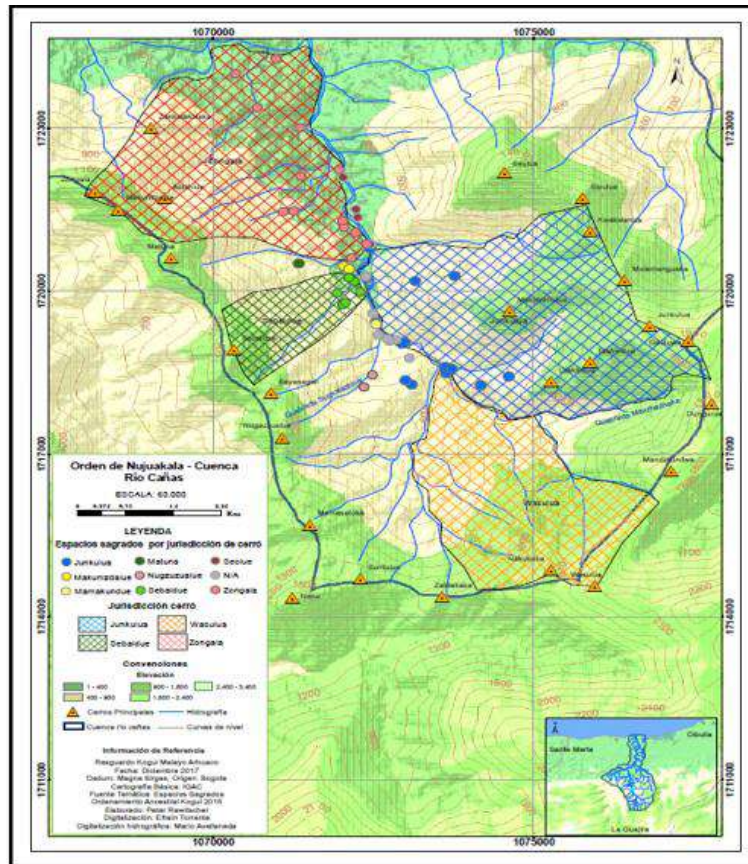
El gobierno ancestral se ejerce desde espacios propios de cada pueblo: los **Ezuamas** (Kogui), **Kadukuwe** (Arhuaco), **Mamanua** (Wiwa) y **Shentuan** (Kankuamo), donde los mamos y autoridades organizan el manejo del territorio desde los picos nevados hasta sus límites. Este sistema se fundamenta en los linajes, que responden a un orden espiritual heredado y cumplen funciones específicas para mantener la armonía, la unidad y el equilibrio con la naturaleza; su incumplimiento puede generar desequilibrios como enfermedad o ruptura del orden colectivo (OWYBT, 2026a).

En cada jurisdicción, el territorio se organiza mediante paisajes definidos por los cerros tutelares (**Nujuakala**, padres) y las aguas (**Tukuwashizha**, madres), que delimitan espacios de manejo y concentran los códigos de la Ley de Origen. En estos sitios sagrados se encuentran las normas que orientan la protección de la naturaleza y el orden del territorio (CTC, 2015).

En el siguiente mapa se representan aspectos del Ordenamiento Ancestral organizado por espacios de manejo de cerros y ríos. A modo de ejemplo, se toma la cuenca del Río Cañas en territorio Kogui donde las autoridades ancestrales del pueblo Kogui indican los nombres de cada cerro padre principal en la divisoria de aguas que demarca la cuenca. Cada cerro padre tiene su jurisdicción ancestral de manejo de todos los ecosistemas que comprende el área del cerro, jurisdicciones divididas entre los ríos y las quebradas que son las madres espirituales de origen.

Aunque éste es un ejemplo a escala local, el Territorio Ancestral de la Sierra Nevada se organiza de manera similar en su conjunto: cada cerro y río no funcionan de forma aislada, sino que se interconectan a una escala más amplia, trascendiendo las jurisdicciones y espacios de manejo, e integrándose simultáneamente en la red integral del territorio ancestral.

Figura 4. Mapa de Orden ancestral de Cerros y espacios sagrados en la cuenca Kogui de Río Cañas



Fuente: CINEP & RKMA (2013)

Usos y manejo del territorio ancestral.

Cada cerro y río se organiza a partir de espacios sagrados ubicados en sus “cuerpos”, los cuales estructuran el manejo de ecosistemas como bosques, sabanas, humedales, páramos, glaciares y demás ambientes. Cada uno corresponde a funciones específicas que orientan sus usos, manejo y equilibrio ambiental y espiritual del territorio.

El ordenamiento ancestral define distintos niveles de uso: existen bosques intocables o exclusivos para la fauna, otros destinados a usos espirituales y tradicionales —como recolección o caza regulada—, y zonas para actividades humanas como agricultura o manejo de coberturas vegetales en ciclos de regeneración. Asimismo, la fauna (como son los jaguares, dantas, zainos, entre otros) tiene su propia zonificación dentro de este orden, de acuerdo con las características ecológicas y culturales de cada espacio. Este sistema garantiza la

conservación del territorio, la Ley de Origen y la pervivencia de las comunidades (Mestre & Rawitscher, 2018).

La siguiente figura explica mediante una representación cartográfica realizada por el Pueblo Kogui, del ordenamiento ancestral en la jurisdicción territorial del ezuama Kogui de Sugulu, ubicado en el alto Rio Ancho, llegando al páramo. El mapa presenta algunas zonas de manejo y uso con relación a sus conjuntos de espacios sagrados.

Figura 5. Ejemplo de Ordenamiento Ancestral, usos ancestrales, ecosistemas y espacios sagrados. Jurisdicción del Ezuama Kogui de Sugulu



Fuente: Mestre & Rawitscher (2018).

La biodiversidad de la Sierra Nevada se sostiene en espacios sagrados, donde habitan especies únicas y ecosistemas estratégicos. Su preservación depende del **cuido** integral y del mantenimiento de las interconexiones espirituales y materiales. El ordenamiento ancestral es, así, una expresión del territorio como un cuerpo vivo; cualquier afectación —especialmente la minería— rompe estas conexiones, altera el equilibrio y amenaza la vida en todas sus dimensiones. Por ello, los pueblos indígenas sostienen que la minería es incompatible con la Ley de Origen y el

Territorio Ancestral, y que figuras como la declaración de Reserva son fundamentales para garantizar su protección (CIT, 2026).

El Capítulo 3.0, sobre el modelo de conectividades bioculturales o ambientales–ancestrales, desarrolla con mayor detalle las manifestaciones físicas de la conectividad ancestral que configuran a la Sierra Nevada de Santa Marta como un territorio vivo en sus dimensiones espiritual, ancestral y ambiental. Esta integralidad resalta su condición de espacio de especial **cuido**, así como su alta vulnerabilidad frente a las afectaciones derivadas de grandes proyectos de desarrollo, especialmente la minería.

- El ordenamiento ancestral como política pública de manejo territorial.

Este sistema de ordenamiento también constituye una forma de gobernanza y una política pública ancestral, basada en la Ley de Origen, que regula el uso del territorio y la relación entre los seres humanos y la naturaleza. En la actualidad, este sistema enfrenta múltiples presiones: el desarrollo agropecuario, las actividades industriales y turísticas, las conexiones eléctricas, la minería, el transporte de hidrocarburos, apertura de vías, las creencias religiosas, entre otros factores como el narcotráfico y el conflicto armado que dificultan su implementación y afectan la integridad física y espiritual del territorio. Frente a ello, los pueblos indígenas articulan esfuerzos con el Estado para incorporar el ordenamiento ancestral en instrumentos de planificación y protección ambiental.

Esto se ha logrado porque los pueblos indígenas han insistido en que los hermanos menores (sociedad no indígena) deben reconocer la visión de ordenamiento territorial ancestral, determinada por los espacios y sitios sagrados, los cuales funcionan bajo los parámetros mandados en la Ley de Origen. Este ordenamiento tiene un objetivo claro de preservación, protección y cuidado de la Madre Tierra, pero a la vez, de garantizar que todo lo que allí existe genere bienestar para la humanidad (CIT, 2026).

De hecho, parte de la materialización de la articulación con el Estado, se refleja en el PNN Sierra Nevada de Santa Marta y el PNN Tayrona, en cuyo manejo se reconoce que el ordenamiento ancestral y la Ley de Origen son fundamentos para la gestión territorial, promoviendo un diálogo intercultural que fortalezca el **cuido** del territorio. En este sentido, el ordenamiento ancestral no solo orienta la vida de los



pueblos indígenas, sino que también se consolida como una base clave para la conservación ambiental y la protección integral de la SNSM (CTC, PNNC, 2020).

3.1.5. Autoridad y Gobierno Propio de los 4 pueblos de la SNSM y representación legítima.

Cada uno de los cuatro pueblos indígenas de la SNSM se representan a través de sus propias organizaciones. El Pueblo Arhuaco, a través de la Confederación Indígena Tayrona - CIT, el Pueblo Kogui a través de la Organización Gonawindua Tayrona OGT y el Resguardo Kogui Malayo Arhauco – RKMA, el pueblo Wiwa a través de la Organización Wiwa Yugumaiun Bunkuanarrua Tayrona OWYBT y el pueblo Kankuamo a través de la Organización Indígena Kankuama. Cada una de estas organizaciones es encabezada por su cabildo, gobernador y la estructura de autoridades ancestrales de cada pueblo.

Los espacios de gobierno ancestral de cada pueblo indígena, (Ezuama, Kadukwu, Mamanua y Shentuan) y las autoridades ancestrales (Mamos y Sagas). orientan las instancias legítimas de representación de su pueblo para todo propósito ancestral e institucional ante el estado colombiano y demás instancias. Todo proceso institucional debe ser acordado y validado a través de la organización respectiva de su pueblo para así gozar de legitimidad.

El Consejo Territorial de Cabildos Indígenas de la Sierra Nevada de Gonawindua (CTC SNG) es el espacio político que representa a los cuatro pueblos y sus organizaciones. Son las autoridades de carácter especial, cuyas funciones y competencias se encaminan a la representatividad del gobierno interno, el ordenamiento territorial ancestral, la pervivencia étnica y la interlocución política y decisoria ante las autoridades del Estado y los particulares.

Las autoridades ancestrales de los cuatro pueblos indígenas Arhuaco, Kogui, Wiwa y Kankuam están reconocidas con competencia de ejercicio dentro del Territorio Ancestral Gonawindua de la SNSM y otras de gobernabilidad a nivel nacional, como es la Mesa Permanente de Concertación Indígena. Las autoridades ancestrales a través de sus cuatro comunidades, ejercen autoridades directas dentro de sus resguardos indígenas y tierras de propiedad colectiva o privada.

Existen cuatro resguardos indígenas de los pueblos indígenas de la Sierra Nevada de Santa Marta, siendo el Resguardo Arhuaco y Resguardo Businchama para el

Pueblo Arhuaco, el Resguardo indígena Kankuamo para el pueblo Kankuamo, y el Resguardo Kogui Malayo Arhuaco para los pueblos Kogui y Wiwa, y compartido con varias comunidades Arhuacas. Dentro de sus territorios colectivos, las autoridades ancestrales ejercen su gobernanza propia.

Fuera de los resguardos y territorios de propiedad colectiva, las autoridades ancestrales ejercen su gobernabilidad a través de mecanismos de coordinación y el principio de pluralismo jurídico, con las otras autoridades estatales en el territorio para llegar a acuerdos para proteger la integridad del territorio ancestral según la visión del ordenamiento y los derechos ancestrales.

El ejercicio de gobierno ancestral implica un conjunto de relaciones entre los espacios sagrados: los Kaku y Zaku jina, Kadukwu (Lugar de consulta espiritual), Ezuama en idioma Kaggaba, Shentuan (Kankuamo) y Mananua (Wiwa) las Kankurwas principales de cada pueblo y los instrumentos de la consulta ancestral (Marunsama). Asimismo, los espacios sagrados de gobierno poseen un mandato cada uno por separado, ejercen jurisdicción y gobierno acorde al calendario original o tradicional.

El Territorio Ancestral se gobierna a partir de jurisdicciones definidas por espacios de autoridad como **Kankurwa**, **Ezuama** y **Mamanua**, que estructuran el ordenamiento territorial y el ejercicio del gobierno ancestral, asumiendo la responsabilidad de cuidar el tejido del territorio desde los espacios sagrados. Desde estos lugares, los **Mamos** y autoridades consultan la Ley de Origen mediante sus propios procedimientos, orientando acciones como los pagamentos a la lluvia, el agua, el viento, los animales, los bosques y los alimentos, con el fin de mantener el equilibrio y el bienestar colectivo; de esta manera, la articulación entre estas jurisdicciones y el cumplimiento de sus funciones constituye la base del gobierno ancestral y del cuido integral del territorio en la Sierra Nevada.

Las personas encargadas de dar cumplimiento y orientar dicho mandato y directrices son los Mamos quienes tienen el conocimiento y la sabiduría para leer e interpretar las leyes naturales establecidas en la Ley de Origen las cuales reposan y están grabadas en todos y cada uno de los elementos del territorio mediante las consultas a los Bunkweykas o Marunsama. Desde esa perspectiva, las autoridades tradicionales del gobierno indígena de la SNSM son parte del desarrollo la cultura y mantienen una relación dialéctica entre las personas y los principios y fundamentos cosmogónicos en la puesta en práctica las reglas y las normas tradicionales, lo cual

- Las Afectaciones al territorio ancestral y sus conectividades como los principios de origen.

Las afectaciones al Territorio Ancestral Gonawindua de la SNSM deben entenderse desde su naturaleza integral: no son solo daños físicos o ambientales, sino alteraciones profundas al tejido espiritual, interconectado con los principios de origen y el “Se”. Así, cualquier impacto material —como los derivados de proyectos de desarrollo— genera también una ruptura en la dimensión espiritual del territorio, afectando la Ley de Origen, los espacios sagrados y la relación de los pueblos con el equilibrio de la vida. Estas afectaciones son acumulativas, diferenciales y, en muchos casos, invisibilizadas por enfoques técnicos que no reconocen el carácter espiritual del territorio (Auto 004, 2009).

Dado que todo está interrelacionado, las afectaciones espirituales repercuten a su vez en desequilibrios físicos, manifestados en crisis ambientales, pérdida de biodiversidad, agotamiento de fuentes de agua y alteraciones climáticas, así como en impactos culturales, sociales y económicos. Desde la visión ancestral, estos daños rompen el orden establecido por los padres y madres espirituales, debilitando el tejido de la vida en todas sus dimensiones.

Frente a ello, el principio de *cuido* orienta la prevención y la reparación. A través de la consulta ancestral “Shkizukaji” (Kaggaba), los Mamos interpretan la Ley de Origen para determinar las acciones de saneamiento espiritual y material, que incluyen pagos (Zasari, Unzasari) como actos de reciprocidad para restablecer el equilibrio. Sin embargo, existen afectaciones que, por su magnitud o naturaleza, son irreparables y no pueden ser armonizadas mediante el *cuido*. Entre ellas, la minería destaca como una de las más graves, al generar rupturas profundas e irreversibles en las conectividades del territorio, impidiendo la restauración del equilibrio y comprometiendo la pervivencia del territorio y de los pueblos indígenas.

Afectaciones y el principio del *cuido* y reparación. Hay afectaciones que se pueden reparar o restaurar, de acuerdo con el principio de *cuido* de la Ley de Origen. Para sanar una afectación a nivel espiritual y material, Los pueblos indígenas, realizan una consulta ancestral “Shkizukaji” (Kaggaba), para “Averiguar la norma” de la ley de origen para realizar el *cuido* y la reparación, al nivel espiritual de algo que fue afectado. La consulta ancestral es un procedimiento que emplean nuestros Mamos y autoridades tradicionales para expresar e interpretar la Ley de Origen, tal como fue concebida desde los padres y las madres, para proteger la integridad y

del territorio ancestral y mantener la conexión con cada uno de los principios de dicha ley.

La Ley de Origen se fundamenta en la prevención de afectaciones y en el saneamiento de las conectividades espirituales que sostienen la vida, mediante el manejo del territorio y los pagos (Zasari, Unzasari) definidos en la consulta ancestral. Dado que toda acción humana genera desequilibrios en el orden natural, el cuido implica actos de reciprocidad espiritual con los padres ancestrales —a través de ofrendas como alimentos, agua, aire o elementos rituales— para restaurar el equilibrio desde lo espiritual hacia lo material. No obstante, existen afectaciones que, por su magnitud o naturaleza, no pueden ser reparadas ni armonizadas mediante estos principios; la Ley de Origen no permite intervenciones de gran escala, y actividades como la minería provocan daños físicos y espirituales irreversibles, rompiendo el equilibrio del territorio e impidiendo el ejercicio del cuido al extraer sin posibilidad de restauración.

- **Tipos de afectaciones acumulativas generadas al Territorio Ancestral Gonawindua de la SNSM**

Las autoridades ancestrales de los pueblos de la SNSM reconocen que las afectaciones al Territorio Ancestral impactan de manera integral las dimensiones espiritual y material, al tratarse de un solo tejido interconectado donde territorio, espacios sagrados, cultura y Ley de Origen forman una unidad. Cualquier daño —ya sea sobre los espacios sagrados, las prácticas culturales o el entorno natural— interrumpe la función de estos espacios, el flujo de las interconexiones y la relación con los principios de “Se”, generando efectos sobre la naturaleza, la humanidad y el gobierno propio.

Los daños o impactos, tanto de origen humano (expansión agropecuaria, turismo no regulado, minería, infraestructura, gaudería) como de origen natural (sequías, incendios, inundaciones), actúan de manera acumulativa y afectan simultáneamente los sistemas ecológicos y espirituales. Desde una visión técnica, se expresan en degradación ambiental, pérdida de biodiversidad o contaminación; sin embargo, sus efectos más profundos se reflejan en el plano espiritual y cultural, como pérdida de identidad, enfermedades, fragmentación social y desequilibrio territorial, comprometiendo la continuidad de la vida y las comunidades.

A continuación, se presentan los principales daños físicos, ambientales y culturales que afectan el tejido ancestral del territorio, en gran parte derivados de acciones de la sociedad occidental que debilitan la pervivencia de las culturas de la SNSM:

Afectaciones Físicas a los espacios sagrados: Los daños físicos a los espacios sagrados comprenden su alteración, destrucción, excavación o el desplazamiento de piedras de pagamento, afectando directamente la conexión con los principios de origen. Entre las afectaciones más graves se encuentra la gvaquería y el saqueo de objetos rituales —como piezas tayrona— fundamentales para la relación espiritual con el territorio. Estas afectaciones suelen derivarse de obras de desarrollo, construcciones e intervenciones sobre cerros, ríos, lagunas y aguas subterráneas, generando rupturas profundas en la conectividad del territorio ancestral y en su equilibrio ambiental.

Un caso representativo es el del Cerro Inarwa, en la comunidad Arhuaca de Simonorwa, impactado por la instalación de infraestructura militar y antenas de comunicación, lo que ha afectado los ciclos culturales, el ejercicio del gobierno propio, la Ley de Origen y los sistemas naturales, además de interrumpir funciones esenciales como la regulación climática y la transmisión del conocimiento, motivo por el cual se solicitó el retiro de estas intervenciones (Sentencia T-005/16, 2016).

Afectaciones ambientales a los espacios sagrados y al tejido del territorio: Los espacios sagrados también se afectan a nivel ancestral por alteraciones e impactos a su dimensión ambiental como ecosistemas o elementos de la naturaleza que forman parte del espacio sagrado, tanto a nivel geofísico, al agua, aire y los ecosistemas de flora y fauna. La tala de bosques, el secamiento de los manglares y las lagunas costeras, la erosión, daño a los acuíferos, todos pueden alterar el carácter o el cuerpo del espacio sagrado. La pérdida de su funcionalidad ecológica y/o carácter ambiental afecta su capacidad de interconexión a nivel espiritual. La destrucción de cerros, barrancas, yacimientos de minerales abajo del suelo, todos generan este tipo de afectación al equilibrio y la interconectividad del tejido ancestral.

Existen afectaciones a la conectividad y a la Ley de Origen que no provienen únicamente de daños físicos al territorio, sino también de intervenciones históricas, normativas y modelos de desarrollo externos que han debilitado las formas propias de gobierno, justicia, salud y educación, así como la relación cultural con los espacios sagrados. Estas transformaciones, junto con los instrumentos de

ordenamiento territorial del Estado que desconocen la Ley de Origen, han limitado el manejo adecuado del territorio ancestral.

Otras afectaciones a la conectividad, territorio, la ley de origen y los pueblos indígenas de la SNSM:

Existen afectaciones a la conectividad y a la Ley de Origen que no provienen únicamente de daños físicos al territorio, sino también de intervenciones históricas, normativas y modelos de desarrollo externos que han debilitado las formas propias de gobierno, justicia, salud y educación, así como la relación cultural con los espacios sagrados. Estas transformaciones, junto con los instrumentos de ordenamiento territorial del Estado que desconocen la Ley de Origen, han limitado el manejo adecuado del territorio ancestral.

El **conflicto armado** ha profundizado estas afectaciones al territorio, la vida, gobierno propio, soberanía alimentaria y prácticas ancestrales, y la capacidad de pervivencia a los pueblos indígenas de la SNSM. (Auto 004, 2009). Esto ha generado un estado de **vulnerabilidad transversal**, cuyas afectaciones generadas por actividades como la minería ejercen impactos más severos y con **efectos “diferenciales”** sobre el territorio y los habitantes lo cual requiere la intervención del Estado para la toma de decisiones y medidas especiales de protección, mitigación y reparación de estas afectaciones diferenciales y cumulativas generadas a los pueblos indígenas.

Las bonanzas de la marihuana, de la coca, del banano, del café y más recientemente de la palma africana han hecho que la Sierra y su tierra negra se cubran de semillas, hábitos agrícolas, economías y pensamientos que le son ajenos. Estas transformaciones han hecho que el territorio a la vez que se relaciona con nuevas semillas y modos de producción comience a olvidar, así como sus gentes, aquello que sabe cómo crecer en el territorio y que guarda en su semilla la información para resistir a las sequías, a los inviernos. Estas semillas, también han aprendido y reconocen las características de los muy diversos tipos de suelos que existen en este territorio biocultural.

Las dinámicas de violencia generan profundas afectaciones espirituales en los espacios sagrados y en el tejido del territorio, alterando su equilibrio integral. Desde la visión de los pueblos indígenas de la SNSM, estas transformaciones han dado lugar a “catorce enfermedades del pensamiento” como la rabia, la envidia, el miedo,

la mentira, la arrogancia y la codicia que se reflejan tanto en las personas como en el territorio, producto de la adopción de valores y prácticas ajenas a sus culturas (OWYBT, 2026a). Este proceso se vuelve cíclico, ya que las afectaciones a la Ley de Origen y al territorio generan respuestas de la Madre Tierra manifestadas en desastres naturales, enfermedades y desequilibrios ambientales que profundizan aún más la ruptura del equilibrio.

Tabla 1. Impactos y afectaciones en el Territorio Ancestral Gonawindua de la Sierra Nevada de Santa Marta

Presión	Impacto	Afectaciones	Algunas áreas del territorio especialmente afectados
Deforestación y expansión agropecuaria	Pérdida de cobertura vegetal, erosión severa y fragmentación de ecosistemas (PNNC, 2022). Contaminación producto de la expansión agropecuaria.	Ruptura del ordenamiento ancestral del territorio y pérdida de conexión con las "Madres" de las plantas (PNNC & CTC, 2020).	Cuencas de los ríos Frío, Sevilla, Tucurín y sector de La Lengüeta (PNNC & CTC, 2020).
Megaproyectos (minería, represas y puertos)	Destrucción física de cerros, alteración de cauces hídricos y contaminación del aire por carbón, contaminación de aire/agua y desplazamiento de linajes protectores (MinCultura, 2017; . (PNNC & CTC, 2020).	La minería afecta toda la conectividad del territorio ancestral. ida a las convicciones filosóficas, abortos en mujeres por daños a cerros sagrados y alteración del equilibrio de vida (PNNC & CTC, 2020). Ruptura de la interconectividad esencial; los Mamos reportan abortos en mujeres por el daño a los cerros y desastres como "cobro, cerrejon" de la Madre (CTC & PNNC, 2020; MinCultura, 2017).	Cerro Jukulwa (Puerto Brisa), río Ranchería, Proyecto Los Besotes y Bahía de Taganga (PNNC & CTC, 2020).
Minería a gran escala (Carbón y Oro)	Arrasamiento de territorios con alteraciones profundas hídricas, forestales y de fauna, sumado a la contaminación del aire por partículas de carbón (PNNC & CTC, 2020).	Desconexión del territorio y desplazamiento de entes naturales de las "venas ancestrales de la Madre espiritual" (PES, 2016).	Complejo minero en La Loma, El Descanso (Cesar) y Cerrejón (La Guajira) (PNNC & CTC, 2020).
Exploración y solicitudes de títulos mineros	Fragmentación de la organización social y puesta en riesgo de la seguridad alimentaria por contaminación de fuentes de subsistencia (PNNC & CTC, 2020).	Herida a las convicciones espirituales profundas debido a la omisión de la Consulta Previa y el Consentimiento Informado (PNNC & CTC, 2020).	Territorio Ancestral de la SNSM donde existen 132 títulos y 244 solicitudes vigentes (PNNC & CTC, 2020).
Canteras y extracción de materiales (arrastre/grava)	Remoción masiva de tierras (calderas) en zonas de pendiente y pérdida de cobertura vegetal en colinas bajas (PNNC & CTC, 2020).	Destrucción de los códigos y normas contenidos en los espacios sagrados de las partes bajas, impidiendo el saneamiento espiritual (PNNC & CTC, 2020).	Colinas asociadas al proyecto Ruta del Sol (Bosconia-Santa Marta) y cuenca del río Guatapurí (PNNC & CTC, 2020).
Infraestructura minero-portuaria	Eutrofización de aguas marinas, alteración de cauces de ríos y daños en ecosistemas de manglares y pastos marinos (PNNC & CTC, 2020).	Profanación de sitios sagrados principales como Jukulwa, violando la integridad material y el "conocimiento vivo" del mar (PNNC & CTC, 2020).	Cerro Jukulwa (Puerto Brisa) en Dibulla y áreas entre el río Cañas y el río Mendiaguaca (PNNC, 2022).
Minería ilegal y de subsistencia	Contaminación por mercurio/agroquímicos, sedimentación de ríos y destrucción	Robo de los "comisarios" espirituales (tumas) que regulan el viento y el agua,	Zonas de Pueblito (Chairama), Teyuna y cuencas bajas de los ríos

Presión	Impacto	Afectaciones	Algunas áreas del territorio especialmente afectados
	de estructuras de piedra antiguas (PNNC, 2022).	provocando el silencio de la Madre ante las consultas (PES, 2016).	Jerez y Cañas (PNNC, 2022).
Turismo no regulado	Compactación de suelos, contaminación por residuos sólidos y vertimientos en ríos (PNNC & DTCA, 2020).	Mercantilización de la cultura, profanación de sitios de pago y transgresión del pensamiento propio (PNNC & CTC, 2020).	Teyuna (Ciudad Perdida), Pueblito (Teykú), Bahía Concha y Neguanje y los páramos y lagunas en la parte alta (PNNC & CTC, 2020).
Cultivos de uso ilícito	Contaminación por agroquímicos, violencia armada y deforestación para siembra (PNNC, 2022).	Violación de la planta sagrada (Ayu/Coca) y generación de zozobra y energía negativa en el territorio (PNNC & CTC, 2020).	Vertiente norte de la Sierra, cuenca del río Buritaca y La Lengüeta, zonas banerías y palmería (PNNC, 2022).
Cambio Climático	Retroceso de glaciares, disminución drástica de caudales y desecamiento de lagunas (PNNC & CTC, 2020).	Pérdida de comunicación con la Madre (quien deja de responder consultas) y alteración de los ciclos de renovación energética (PNNC & CTC, 2020).	Picos Colón y Bolívar, y lagunas del Páramo y los niveles climáticos y distribución de especies en todo el territorio y cambio en régimen de lluvias (PNNC & CTC, 2020).
Guaquería y saqueo arqueológico	Remoción de suelos y destrucción de estructuras de piedra antiguas (PNNC & CTC, 2020).	Robo de los "comisarios" espirituales (tumas) que regulan el viento y el agua, causando desastres naturales (PNNC & CTC, 2020).	Teyuna, Pueblito (Chairama) y cuencas bajas de los ríos Cañas y Jerez y toda la Sierra Nevada (PNNC & CTC, 2020).
Ganadería extensiva y sobrepastoreo	Compactación del suelo y aparición de especies indicadoras de degradación (PNNC & CTC, 2020).	Desequilibrio en los pagos a la tierra y afectación a los "Padres" de la fauna silvestre desplazada (PNNC & CTC, 2020).	Sectores de Nabusímake, Mamunkuna y zonas de páramo (PNNC & CTC, 2020).
Infraestructura y telecomunicaciones	Fragmentación por vías y presencia de antenas y bases militares (PNNC & CTC, 2020).	Interferencia en las "antenas espirituales" de los cerros y restricción al acceso de sitios de pago (PNNC & CTC, 2020).	Cerro Alguacil (Inarwa), cerro Kennedy (Gonaballwe) y Ruta del Sol (PNNC & CTC, 2020).
Evangelización y creencias externas	Debilitamiento del sistema de justicia propio e imposición de ideologías contrarias a la identidad (MinCultura, 2017).	Cambio en las responsabilidades de la Ley de Origen; la gente acude a la iglesia en lugar de al sitio sagrado (Kadukwu) (MinCultura, 2017).	Comunidad de Tezumake (Wiwa) y cabeceras de los Resguardos y en general todos los 4 pueblos (MinCultura, 2017; PNNC, 2022).
Conflicto Armado y Desplazamiento	Restricción de la movilidad, asesinatos de autoridades (Mamos/Sagas) y pérdida de la cohesión comunitaria (MinCultura, 2017).	Imposibilidad de realizar pagos en los momentos y lugares designados por la Ley de Origen; silencio de la Madre ante la violencia (MinCultura, 2017).	Cuencas de los ríos Ranchería, Badillo y Tapias (MinCultura, 2017; CTC & PNNC, 2020).
Educación Escolarizada Externa	Inducción a conocimientos ajenos que reemplazan la transmisión oral tradicional de abuelos a nietos (MinCultura, 2017).	Distanciamiento de las "escuelas ancestrales" (Nujé); pérdida de la lengua como conducto primario de la Ley de Origen (MinCultura, 2017).	Internados y escuelas en comunidades como Atánquez y Nabusímake (MinCultura, 2017; CTC & PNNC, 2020).
Mercantilización de la Cultura	Transformación de objetos sagrados (mochilas, poporos) en bienes con carácter meramente lucrativo (MinCultura, 2017).	Debilitamiento del Sewá (títulos de conocimiento); uso indebido del poporo por personas no iniciadas espiritualmente (MinCultura, 2017).	Centros turísticos y mercados en Santa Marta, Taganga y Palomino (MinCultura, 2017; PNNC, 2022).
Infraestructura de Telecomunicaciones	Instalación de antenas, torres y bases militares en las cimas de los	Interferencia en la conexión energética de los cerros;	Cerro Alguacil (Inarwa) y Cerro Kennedy

Presión	Impacto	Afectaciones	Algunas áreas del territorio especialmente afectados
	cerros (MinCultura, 2017; CTC & PNNC, 2020).	restricción física para que las autoridades cumplan su misión espiritual (MinCultura, 2017).	(Gonabalwe) (MinCultura, 2017; PNNC, 2022).

Fuente: Elaboración propia (2025).

Afectaciones a la producción propia, y soberanía alimentaria de los pueblos indígenas.

Las afectaciones al territorio ancestral y la Ley de Origen, impactan directamente la soberanía alimentaria y la producción propia de los pueblos indígenas, debilitando el sustento de la vida tanto de estas comunidades como de poblaciones campesinas y no indígenas que dependen de la integralidad del territorio como fuente de agua, aire y demás recursos esenciales...

A nivel jurídico, la relación entre la minería y las afectaciones a la soberanía alimentaria es ampliamente reconocida, y la jurisprudencia ha establecido la garantía de este derecho; sin embargo, los impactos sobre los sistemas alimentarios indígenas revisten una mayor gravedad, al comprometer su integridad física y cultural. La Corte Constitucional en la sentencia T 106 de 2025, se refirió al **principio de no sustitución alimentaria o de los sistemas alimentarios indígenas**, según el cual, se reconoce que *“los sistemas alimentarios de los pueblos accionantes son resultado de milenios de conocimiento y adaptación”* y *“Por tanto (i) no pueden ser reemplazados por alternativas externas, (iii) deben protegerse en su integralidad, (iv) su preservación es fundamental para la conservación ambiental y (v) son indispensables para la soberanía alimentaria”*.

En esta sentencia, la Corte estudió los impactos generados por la minería en el macroterritorio de los Jaguares del Yuruparí en la Amazonía oriental colombiana, entre ellos los causados en los sistemas alimentarios, el agua y la salud. Esto condujo a una serie de órdenes y “remedios” entre las que figura la orden 4:

*“Declarar la necesidad urgente de (i) **proteger el conocimiento ancestral de la Gente de Afinidad del Yuruparí**, (ii) **garantizar la conformación de las entidades territoriales indígenas**; (iii) **reconocer las competencias de sus autoridades**; y (iii) **reconocer al macroterritorio de la Gente de Afinidad del Yuruparí como espacio de coordinación para la gestión territorial y ambiental conjunta propia de los consejos accionantes** y (iv) **ordenar su***

protección inmediata e integral, al menos, a partir de las medidas que siguen”.

Otra sentencia de la Corte Constitucional insiste en que la “autonomía alimentaria” es un derecho y se refiere al “Derecho de las comunidades a decidir con independencia y libertad sobre su proceso alimenticio” (Sentencia T-247, 2023). En la sentencia T 248 de 2024 la Corte Constitucional explicó la relación entre el derecho a la libre determinación y la protección de los sistemas alimentarios recordando que *“Un número importante de decisiones de la Corte Constitucional, dispuestas bajo estándares internacionales, han indicado la protección del derecho fundamental a la libre determinación, a la autonomía y el autogobierno. La libre determinación incluye el respeto por sus formas de vida propias, de su relación tradicional con el territorio, de las maneras en que conciben su desarrollo o economía tradicional y, más recientemente, de la protección a su soberanía alimentaria”*.

De manera conectada, la sentencia también ha explicado el deber del Estado y de los particulares de proteger la identidad integridad física y cultural de los pueblos, indicando que *“La identidad e integridad étnica y cultural ha sido entendida como un derecho autónomo de los pueblos indígenas que les permite fortalecer el conjunto de rasgos distintivos, espirituales y materiales que los caracterizan y, al mismo tiempo, representan sus modos de vida y de desarrollo propio, maneras de concebir el mundo, los sistemas de valores, tradiciones y sus creencias aprendidas por siglos. La jurisprudencia constitucional ha indicado que esta prerrogativa se proyecta en una doble dimensión colectiva e individual. La primera, se trata de la protección que se le otorga a la comunidad como sujeto de derechos, y la segunda la protección que se le otorga al individuo para preservar sus conocimientos y prácticas tradicionales que lo identifican* (Sentencia T-778, 2005).

No solo se trata de proteger la identidad de un grupo, sino además su subsistencia cultural y física, ampliándose a la defensa del patrimonio cultural material que corresponde a los bienes muebles e inmuebles, especialmente las tierras y territorios, así como con los productos que derivan de esa relación tierra-cultura y del patrimonio inmaterial, como las manifestaciones, prácticas, usos, representaciones, expresiones, conocimientos, técnicas y espacios culturales, que las comunidades y los grupos reconocen como parte integrante de su patrimonio

cultural, transmitido y recreado a lo largo del tiempo en función de su entorno, su interacción con la naturaleza y su historia.

La Corte explica que en esta doble dimensión del deber de protección involucra especialmente *“su derecho al desarrollo propio y con ello sus prácticas de alimentación y soberanía”,* pues *“De acuerdo con directrices internacionales y la jurisprudencia constitucional, los pueblos indígenas tienen el derecho a la soberanía alimentaria, que incluye la producción de alimentos saludables y culturalmente apropiados. Este derecho les permite decidir sobre sus sistemas de alimentación y agricultura y conservar conocimientos locales y escoger sus métodos y tecnologías que aplicaran. Al mismo tiempo, deriva una obligación estatal de establecer y ejecutar los programas de asistencia a los pueblos ancestrales, con el objeto de asegurar la conservación y protección de su capacidad productiva y el ambiente”* (Sentencia T-247, 2023).

La Corte concluye en esta sentencia que los cualquier proyecto o actividad que se pretenda proponer o implementar en los territorios indígenas *“no pueden ser ajenos a la protección de estos derechos, por cuanto deben asegurar que los pueblos y comunidades indígenas puedan conversar y fortalecer su identidad e integridad física y cultural, al ser ejecutados en sus territorios, lo que incluye la comprensión y la decisión sobre sus modos de vida o la manera como conciben o quieren asegurar la pervivencia con el entorno natural. Además, este enfoque obliga a quienes participen de sus actividades a apoyar la conversación de su entorno y su capacidad productiva”*.

Por su parte, la FAO ha señalado que las garantías al derecho a la alimentación se relacionan con cuatro atributos o dimensiones que debe tener el alimento (FAO, 2025):

- *“El derecho a la alimentación adecuada implica la participación activa de las comunidades en la definición de sus políticas alimentarias y nutricionales, considerando cuatro dimensiones esenciales:*
- *Disponibilidad: que existan alimentos suficientes, producidos de forma sostenible.*
- *Accesibilidad: que sean asequibles y estén al alcance físico de todas las personas.*
- *Adecuación: que respeten la cultura, tradiciones e identidad de los pueblos.*
- *Sostenibilidad: que aseguren la alimentación también para las generaciones futuras”*.

De acuerdo con la Oficina del Alto Comisionado de las Naciones Unidas para los Derechos Humanos y la FAO (2010), el derecho a la alimentación adecuada establece que la “disponibilidad” de los alimentos implica que éstos puedan obtenerse directamente de los recursos naturales —mediante la producción, el cultivo, la ganadería, la pesca, la caza o la recolección—, así como estar accesibles en mercados y espacios de intercambio, considerando siempre los contextos y particularidades de cada población.

Para los pueblos indígenas, el derecho a la alimentación es inseparable del territorio, el ambiente y los recursos naturales que garantizan su producción propia, en virtud del principio de no sustitución alimentaria; por ello, resulta constitucionalmente inviable reemplazar la salud del territorio, como fuente de agua y alimento por el acceso a productos en mercados. Este enfoque se ve reforzado por el Acto Legislativo 001 de 2025, que reconoce el derecho humano a la alimentación adecuada, así como por los estándares internacionales que incorporan el principio de “adecuación cultural”. Asimismo, la Ley 2294 de 2023 integra este **derecho humano a la alimentación** como eje fundamental, reconociendo su vínculo con la protección territorial y cultural.

Afectaciones por la minería al territorio ancestral y sus conectividades.

Las afectaciones al subsuelo, particularmente las derivadas de la minería, son las más críticas para los pueblos indígenas de la SNSM, alterando las relaciones internas entre los elementos naturales que sostienen el equilibrio del territorio. La intervención sobre el agua, los minerales y demás componentes del subsuelo afecta no solo los ecosistemas, sino también las bases espirituales que orientan las prácticas culturales, generando pérdida de biodiversidad, alteración de ciclos naturales y debilitamiento de los procesos tradicionales; el agua, como madre espiritual, cumple una función esencial en la articulación del sistema natural, por lo que su deterioro impacta directamente la vida en todas sus formas.

La minería, al modificar las corrientes y estructuras del subsuelo, produce transformaciones profundas que afectan simultáneamente los sistemas ecológicos y culturales, limitando las prácticas de manejo y cuidado del territorio.

El territorio abarca de manera integral el suelo, el subsuelo y el espacio aéreo, constituyéndose en la base de la vida y de la organización social y cultural, cuya conservación garantiza la continuidad de los pueblos y de los sistemas naturales (CIT, 2026). No obstante, las intervenciones externas, especialmente las asociadas

a proyectos mineros han intensificado las afectaciones, comprometiendo el ordenamiento propio, la gobernabilidad y los sistemas de vida de las comunidades (OWYBT; ABF, 2020). Estudios recientes señalan que estas dinámicas generan una ruptura de la integralidad del territorio, debilitando las relaciones que sostienen su equilibrio (OWYBT; ABF, 2020).

En un contexto de afectaciones acumulativas, estas presiones incrementan la vulnerabilidad del Territorio Ancestral Gonawindua, al impactar de manera simultánea sus dimensiones ambientales y culturales. Por ello, los pueblos indígenas sostienen que la minería resulta incompatible con la protección del territorio y la garantía de su permanencia.

3.1.7. La defensa del territorio ancestral.

A continuación, se hará especial énfasis en el uso de la narrativa en primera persona, para destacar lo que expresan los cuatro pueblos indígenas de la SNSM: una voz colectiva que recoge memoria, resistencia y compromiso con la vida.

Nuestras comunidades han enfrentado históricamente múltiples formas de violencia (desde la Colonia hasta la actualidad), que han afectado nuestros territorios y culturas; sin embargo, hemos logrado pervivir gracias al arraigo en la Ley de Origen y a la orientación de nuestros mayores. Por eso, afirmamos que la garantía de nuestros derechos se fundamenta en el cuidado de la biodiversidad, el reconocimiento de nuestra autonomía territorial y nuestras formas propias de gobierno, donde prácticas como el pago hacen parte de un sistema integral que articula lo espiritual y lo material. Nuestro gobierno propio concibe la conectividad del territorio y la conservación de la biodiversidad como bases para nuestra pervivencia cultural y la garantía de los Derechos Humanos, expresadas en nuestro patrimonio biocultural vivo.

El territorio es sagrado, es el Corazón del Mundo, donde se originan nuestras normas, nuestra identidad colectiva y nuestra relación armónica con la naturaleza. Su defensa ha sido una misión permanente que ejercemos desde lo jurídico, lo político, lo cultural y lo espiritual, orientada a garantizar la integridad del territorio ancestral, la vigencia de nuestros derechos colectivos y el equilibrio ambiental. A pesar de los procesos de colonización, despojo, imposición cultural y economías extractivas, hemos mantenido nuestra organización, fortaleciendo figuras como los resguardos y avanzando en el reconocimiento de nuestros derechos, en coherencia

con los mandatos de la Ley de Origen, incluyendo hitos como la Resolución No. 002 de 1973 que reconoce la Línea Negra como delimitación ancestral del territorio.

Nuestra resistencia también se expresa en la experiencia del Pueblo Kankuamo, cuyo territorio ha sido afectado por múltiples dinámicas de violencia, colonización y explotación de recursos; sin embargo, ha sostenido procesos de recuperación cultural, defensa territorial y reconstrucción del tejido comunitario, reafirmando su compromiso con la protección de los sitios sagrados y el equilibrio del territorio (OIK, 2026). Como pueblos de la Sierra Nevada, mantenemos el propósito de preservar la vida en todas sus dimensiones, cumpliendo la misión ancestral de ser guardianes del equilibrio del mundo, conforme a los mandatos de los padres espirituales (OWYBT, 2026a).

3.2. Descripción de los cuatro pueblos de la SNSM

La caracterización demográfica y la descripción de los cuatro pueblos indígenas de la SNSM se construyen a partir de dos fuentes principales. En primer lugar, el Censo Nacional de Población y Vivienda del DANE (2018) y sus proyecciones, que constituyen la línea base oficial para fines estadísticos y comparativos; esta información será desarrollada con mayor detalle en el numeral 5.3 “medio socioeconómico”, en el marco del análisis realizado desde la autoridad ambiental profundizando en la caracterización de la población indígena y en el análisis de la dinámica de poblamiento a nivel municipal y departamental.

En segundo lugar, se incorporan los censos y auto censos elaborados por las autoridades tradicionales, los cuales permiten actualizar y complementar la información al incluir población residente en resguardos, población dispersa, desplazada y aquella asentada en centros urbanos. Dado que estas fuentes presentan diferencias en cobertura y metodología, es posible que sus cifras no coincidan plenamente; por ello, deben entenderse como complementarias y no contradictorias. El Pueblo Indígena Arhuaco - Iku de la SNSM.

3.2.1. Pueblo Arhuaco - Iku

El pueblo indígena Iku, (como se autodenomina en su lengua materna), es uno de los cuatro pueblos originarios de la SNSM, junto con los Kogui, Wiwa y Kankuamo. Reconocido como descendiente de la civilización Tayrona, mantiene vigente su legado cultural, espiritual y territorial, sustentado en la Ley de Origen y en una relación integral con el territorio ancestral.

Desde el origen, cuando todo existía en pensamiento (Sein Zare Zanu), el orden espiritual se materializó en el mundo físico, dando lugar a la existencia del pueblo Iku y al cumplimiento de las leyes naturales inscritas en el territorio y sus elementos: cerros, lagunas, ka'dukwus, jwikunumas, kankurwas, gwia'chunus, ríos, aire, fauna y flora. Este mandato se transmite de generación en generación a través de la lengua iku y la guía de los Mamos, quienes interpretan la Ley de Origen y orientan la pervivencia cultural en estrecha relación con la Sierra Nevada.

A cada pueblo se les fue dejado un territorio el cual deben cuidar, proteger y defender siempre siguiendo las orientaciones de los mamos desde las kankurwas y espacios sagrados. Para el pueblo Arhuaco el territorio ancestral está delimitado por los espacios sagrados desde Pozo Hurtado en el río Guatapurí hasta Mamatoco en la ciudad de Santa Marta. Esta delimitación no es solo geográfica, sino espiritual y simbólica.

Históricamente, el pueblo Arhuaco ha liderado procesos de defensa y reivindicación de los derechos territoriales y culturales, preservando sus prácticas, saberes y expresiones propias, como la mochila Iku, símbolo cultural de la Nación. Estas luchas han permitido mantener la vigencia de su identidad y fortalecer su organización frente a las presiones externas.

La estructura político-organizativa del pueblo Arhuaco se fundamenta en el siguiente nivel piramidal:

En primer lugar, se encuentra la organización política que representa al pueblo Arhuaco, las kankurwas donde se guardan los elementos propios del conocimiento, estos espacios son la máxima instancia cultural y de gobierno propio. Luego, están los Mamos como los máximos lectores e intérpretes del conocimiento y las leyes naturales de la Ley de Origen. Posteriormente está la asamblea como la máxima instancia de decisión política el cual legisla y ordena el cumplimiento, luego, la directiva general de la Confederación Indígena Tayrona CIT como organización política con asiento en la Mesa Permanente de Concertación MPC, y las diferentes comisiones y subcomisiones y las dependencias administrativas.

Posteriormente, se encuentran los cinco centros principales (Nabusimake, Gun Aruwun, Yewrwa, Simonurwa y Kankawarwa), los cuales cumplen funciones espirituales, políticas y administrativas dentro del territorio ancestral. Estos centros constituyen ejes fundamentales de orientación y articulación de la vida colectiva del pueblo Arhuaco, ya que en ellos se toman decisiones clave sobre el gobierno propio,

la organización social, la protección del territorio y la transmisión del conocimiento ancestral, siempre bajo la guía espiritual de los Mamos.

A su vez, existen alrededor de 60 comunidades distribuidas en el territorio ancestral, ubicadas en los departamentos del Cesar, Magdalena y La Guajira, que dependen política y organizativamente de estos centros. Estas comunidades cuentan con autoridades locales como Cabildos y Comisarios, quienes ejercen el gobierno en articulación con los centros principales. Finalmente, los Cabos y Semaneros cumplen funciones de cuidado, vigilancia y custodia de los bienes comunitarios, así como la ejecución de las disposiciones impartidas por las autoridades, garantizando el orden y la armonía comunitaria.

- **Población del Pueblo Arhuaco**

Según el Censo Nacional de Población y Vivienda del DANE (2018), la población del pueblo Arhuaco asciende a 34.711 personas, lo que representa un incremento del 56,8% frente al año 2005. Esta población se concentra principalmente en los departamentos del Cesar (60,2%), Magdalena (30,8%) y La Guajira (5,9%), con un 92,3% ubicado en municipios como Pueblo Bello y Valledupar (Cesar), Fundación, Aracataca y Santa Marta (Magdalena), y Dibulla (La Guajira).

Como información complementaria se tomó la registrada por entidad de salud DUSAKAWI EPSI, basada en listados censales para afiliación al régimen subsidiado, registra 46.850 personas Arhuacas entre Cesar y Magdalena; sin embargo, esta cifra no incluye población en régimen contributivo ni personas no carnetizadas. Por su parte, la Confederación Indígena Tayrona (CIT) estima que para 2026 la población supera las 50.000 personas, evidenciando un crecimiento sostenido (CIT, 2026).

La población se concentra principalmente en la vertiente sur y occidental de la Sierra Nevada, dentro del Resguardo, aunque también existen núcleos en la vertiente norte, especialmente en las cuencas de los ríos Don Diego y Mingueo. El territorio ancestral abarca desde los picos nevados hasta el piedemonte entre los ríos Guatapurí y Mamatoco; no obstante, pese a los procesos de recuperación territorial iniciados desde la década de 1970, actualmente solo se ocupa cerca del 38% del territorio ancestral y alrededor del 28% cuenta con reconocimiento formal. Asimismo, se registran procesos de movilidad hacia la Serranía del Perijá, zonas de La Guajira y centros urbanos como Valledupar, Santa Marta, Barranquilla y Bogotá, aunque sin cifras precisas disponibles (CIT, 2026).

3.2.2. El Pueblo Indígena Kogui – Kággaba

El Pueblo indígena Kogui, o Kággaba mantiene desde su espiritualidad y ancestralidad profunda los principios y mandatos de la Ley de Origen o Ley de Sé. Aunque la sociedad occidental lo denomina “Kogui”, el término propio es Kággaba, que significa “la gente que fundamenta su vida en la Ley de Origen”. Su existencia se orienta al cuidado de la Madre Tierra, sosteniendo prácticas ancestrales que garantizan la pervivencia cultural y el equilibrio del territorio. A lo largo del tiempo, el pueblo Kággaba ha resistido para preservar su identidad y su relación espiritual con el territorio ancestral.

- **Territorio y población**

El Pueblo Kogui ‘Kággaba está constituido por 54 pueblos o comunidades y 40 Ezuamas como espacios sagrados de centros de gobernanza propia, integrado a lo largo y ancho del territorio ancestral. Actualmente viven, principalmente en las cuencas de los ríos Tukurinca, río Frío, río Piedras, Parque Tayrona, Mendihuaca, Buritaca y Don Diego -en el Departamento del Magdalena. De los ríos Palomino, Ancho, Cañas, Garavito, San Miguel, Jerez, Tapias y Ranchería -en el Departamento de la Guajira. También en la cuenca del río Guatapurí -en el Departamento del Cesar. Ancestralmente su territorio abarca desde la cuenca del Río Ranchería hasta el Río Aracataca.

Los datos del censo actual realizado por el mismo pueblo Kogui y registrado en los bases de datos de nuestra IPS Ettenaka Gonawinuda indican un censo total de 28,401 integrantes del pueblo Kogui para el año 2025 distribuido en todo el territorio Kogui (IPS Ettenaka Gonawindua Tayrona, 2025).

Gobernanza del Pueblo Kogui

La gobernanza del pueblo Kogui se fundamenta en las decisiones de la asamblea general de autoridades ancestrales y mamos (sabedores hombres) y sakas (sabedoras mujeres) - que representan cada una de las comunidades Kogui. Nuestro territorio, población y manejo ancestral de todo se organiza por Ezuamas, como espacios ancestrales de gobierno propio que hemos manejado desde hace miles de años para garantizar el equilibrio del territorio. Los ezuamas principales del territorio son Guamaka, Makotama, Jukumeizhi y Surivaka. Cada uno tiene sus jurisdicciones territoriales ancestrales de manejo y responsabilidad, - De allí se divide en al menos 40 ezuamas menores a spirit de los cuales cuidamos todo el

territorio entre el río Rancheria al Río Aracataca, desde el páramo hasta el mar y todos los espacios sagrados. El pueblo Kogui maneja estos espacios con las prácticas ancestrales de bailes, música, y otras prácticas entrelazadas con la Ley de Origen.

El pueblo Kogui tiene la meta de recuperar los espacios sagrados del territorio, muchos de los cuales están afectados y despojados por la colonización y otros procesos de ocupación mencionados en párrafos anteriores.

El pueblo Kogui se representa a través La Organización Gonawindua Tayrona (OGT), es el consejo kogui de autogobierno como parte del Resguardo Kogui Malayo Arhuaco. Fue establecida por autoridades ancestrales Kogui, Arhuaco y Wiwa, Mamos y Sagas en el año 1986 con el objetivo de recuperar el territorio ancestral, respetar y fortalecer las prácticas culturales, y proteger los recursos naturales del territorio.

La OGT ahora está compuesta por las autoridades ancestrales de cada comunidad Kogui, la dirige el Gobernador del pueblo Kogui, el consejo ejecutivo, la asamblea de autoridades y un líder de cada comunidad Kogui, además de los servicios de salud y educación autogestionados. Mantiene oficinas administrativas en las ciudades de Santa Marta y Valledupar, donde diseña y ejecuta proyectos y políticas, y también incluye a algunos integrantes y profesionales no indígenas que también forman parte del equipo de la organización.

Resguardo Kogui Malayo Arhuaco (RKMA), es la entidad administrativa de representación propia del pueblo Kogui. La RKMA fue establecida en el año 1980 como un resguardo indígena con su respectivo consejo de gobierno, (más tarde establecido como la OGT), bajo la Resolución 0109 del 8 de octubre de 1980, emitida por el INCORA (Instituto Colombiano de Reforma Agraria), como una entidad sin fines de lucro responsable de la administración, el gobierno y la representación de sus propias comunidades y territorio. La misión del RKMA es implementar, directamente procesos que fortalecen el Pueblo Kogui y el ejercicio de la ley de origen a través de nuestras prácticas ancestrales, familias, territorio y el cuidado de la naturaleza, salud y educación propia.

El pueblo Kogui, a causa de la intromisión de los grupos armados al margen de la ley y grupos armados legales en el territorio, las dinámicas culturales, sociales, territoriales, político-organizativo y espirituales, se han visto afectadas por la consecución de hechos victimizantes como lo son el desplazamiento forzado colectivo, amenazas, homicidios, señalamientos, hostigamiento, violencia sexual, profanación de sitios o espacios sagrados entre otros.

Forma de vida y producción propia del pueblo Kogui

El pueblo Kogui (Kággaba) habita en comunidades tradicionales organizadas en torno a espacios colectivos y viviendas construidas con materiales locales. Su vida se desarrolla entre zonas bajas y altas de la Sierra, incluyendo los Ezuamas, ocupados desde tiempos anteriores a la colonización. La mayoría de la población mantiene su lengua propia y una fuerte permanencia en el territorio. La mayoría de las personas no hablan español y rara vez abandonan su territorio. Algunos niños asisten a la escuela, alcanzando el nivel de escolaridad secundaria, mientras que otros son entrenados en casa para convertirse en autoridades tradicionales, mamos y sagas.

El pueblo Kogui basa su relación con la tierra en el cumplimiento de la Ley de Origen, interpretada por los mamos y sagas a través de los sitios sagrados, los cuales regulan el uso del territorio según sus funciones espirituales y naturales. Así, algunos espacios se destinan a la conservación de la flora, fauna, agua, bosques y clima, mientras otros se orientan a usos humanos y agrícolas. En este marco, el aprovechamiento de los recursos naturales se realiza mediante prácticas ancestrales de auto-sustento, incluyendo la agricultura, el uso de recursos forestales, alimentos, medicinas y cacería limitada, siempre a pequeña escala y bajo principios de conservación, garantizando el equilibrio del territorio y la sostenibilidad de los ecosistemas.

Las formas ancestrales del pueblo Kaggaba de producción familiar están vinculadas al cuidado del territorio tanto a nivel físico como espiritual. Cada familia es autosuficiente y cultiva sus propios alimentos en cada nivel climático de la montaña, lo cual proporciona productos variados e intercambio de productos a pequeña escala. La agricultura tiende a ser policultivos para el consumo interno. Algunas familias producen café y cacao o venden algunos de sus productos agrícolas y artesanías para comprar suministros básicos en las ciudades. La mayoría de las familias también crían pollos, cerdos, ganado y ocasionalmente cabras (OGT 2012).

El Pueblo Kogui ha padecido graves afectaciones derivadas del conflicto armado colombiano, que han impactado su pervivencia física, cultural y espiritual. La Corte Constitucional lo ha reconocido como un pueblo en riesgo de extinción mediante el Auto 004 de 2009 y su seguimiento en el Auto 266 de 2017, así como sujeto de reparación colectiva en el marco del Decreto Ley 4633 de 2011. Estas decisiones evidencian la situación de vulnerabilidad generada por la violencia, el desconocimiento de sus derechos colectivos y las presiones sobre su territorio. En

este contexto, al igual que los demás pueblos de la SNSM, el pueblo Kogui se encuentra en condición de especial riesgo, lo que incrementa su exposición a afectaciones adicionales, particularmente aquellas derivadas de actividades como la minería en el territorio ancestral.

3.2.3. El Pueblo Indígena Kankuamo

El pueblo Indígena Kankuamo habita en el norte de Colombia compartiendo la cultura y tradición con los demás pueblos que cohabitan la Sierra Nevada de Santa Marta: Kággaba, Iku Wiwa. Desde la cosmogonía de los cuatro pueblos, cada uno de ellos representa un “horcón” indispensable en el sostenimiento del equilibrio y la armonía del universo.

El actual territorio se localiza en la vertiente suroriental de la Sierra Nevada, entre las cuencas de los ríos Guatapurí y Badillo en un área aproximada de 24.000 hectáreas.

Por su posición geográfica, el pueblo Kankuamo ha hecho las veces de barrera de contención frente a diversas y numerosas oleadas migratorias que, desde la conquista española, han invadido y saqueado el territorio. “Se vivía entonces según la tradición. Los cuatro hermanos trabajaban juntos, se reunían en el Boquete para hacer los pagamentos, para dar consejos, para alejar las enfermedades y atraer la lluvia. Fue entonces cuando los Mamos que conocían no sólo los caminos ya andados sino también los que vendrían, vieron que los kankuamos se acabarían, porque ellos serían los soldados de la Sierra, los que detendrían a los invasores, a los extraños. Kankuamo comenzaría a caminar solo, a mirar más hacia Valledupar, y en ese momento Koguis, Ikas y Wiwas quedarían como guardianes de la tradición” (Pumarejo & Morales, 2003).

Españoles, luego criollos, colonos, y en décadas recientes, las elites del poder local y regional y las dinámicas del conflicto armado, has despojado a los Kankuamos de su territorio, desplazado a cientos de personas, asesinado de manera selectiva a líderes y autoridades tradicionales e impactado y debilitado sus usos, costumbres e identidad.

Para finales del siglo XIX el pueblo Kankuamo se consideraba extinto. “En 1886 el padre Rafael Celedón, quien visitó la zona, nos hace una descripción de Atánquez, que evidencia ya un alto grado de aculturación. Allí describe cómo los indígenas de pura raza van adquiriendo nuevas costumbres y perdiendo las antiguas como el

vestido, las fiestas, el uso del ayo y el poporo, la música, danzas, las creencias en el mambo y abandono de la lengua” (IOK, 2010).

Al aniquilamiento físico se suma el no menos violento y acelerado proceso de mestizaje y aculturación, de la mano de modelos educativos impuestos y el de las “gestas evangelizadoras” de los grupos religiosos. “El proceso de asimilación de otros valores ajenos se acentúa en forma acelerada en la década de los cuarenta del siglo pasado a raíz de una cruzada civilizatoria que buscaba remover al indígena de su “ignorancia” y llevarlo a participar del modelo de desarrollo, así como a los alcances de la vida moderna” (Arias, 2005).

Sin embargo, desde finales de los años ochenta, apuestas organizativas en un escenario de resistencia, hicieron posible el desarrollo y avance de una dinámica de recuperación cultural que se fortalece paulatinamente y que ha contado con el acompañamiento de los otros pueblos de la SNSM, “particularmente los Kogui, que han hecho las veces de guardianes de la memoria y de las tradiciones Kankuamas. De esta manera se ha reapropiado la cultura y sus tradiciones, haciendo especial énfasis en el sentido colectivo, la ley de Origen, la cosmogonía y la proyección a futuro como pueblo indígena autónomo y soberano”. (Min. Cultura, 2010, p.154).

Ley de origen, constitución natural y territorio ancestral

El pueblo Kankuamo comparte con los pueblos Kogui, Wiwa y Arhuaco un origen común sustentado en la Ley de Origen, cuyos principios orientan un ordenamiento integral del mundo que se expresa en el territorio, el gobierno propio y el conocimiento ancestral. En este marco, su mandato es preservar ese ordenamiento y garantizar la continuidad cultural en armonía con la Madre Naturaleza.

El territorio es concebido como sagrado, al ser el lugar donde se materializa este orden ancestral y donde se ubican los espacios sagrados que sostienen la permanencia cultural. En él se desarrollan los principios, relaciones y saberes que configuran la identidad del pueblo y aseguran el equilibrio natural.

Gobierno propio a nivel interno

La gobernabilidad interna se materializa en el cumplimiento de los mandatos propios que, para el pueblo Kankuamo, fundamentados en los espacios y sitios sagrados como. la base y principio del orden ancestral y es allí donde están los cimientos de la organización natural y humana del pueblo.

A través del conocimiento ancestral, los Mamos, sagas y autoridades tienen la responsabilidad de interpretar, orientar y guiar al pueblo Kankuamo en el cumplimiento de los mandatos definidos por el legado de Origen. En estas autoridades se concreta la organización material del gobierno propio, incluyendo los estamentos y espacios destinados al ejercicio de la autoridad, la gestión de los procesos internos y la toma de decisiones colectivas en las comunidades y en el conjunto del pueblo.

Permanencia cultural

La permanencia cultural del pueblo Kankuamo, orientada al buen vivir comunitario, se fundamenta en el sostenimiento del orden natural, el cual integra tiempos, espacios y elementos culturales vinculados a los ciclos de vida de todo lo existente. Este orden se expresa en el calendario ancestral, en el uso de herramientas propias del conocimiento tradicional y en el ordenamiento territorial. Todo lo que existe tiene vida y está regido por Padres y Madres en el universo, lo que constituye el código ancestral que orienta el equilibrio personal, familiar y colectivo del territorio.

En este sentido, la permanencia se concibe como un proceso integral que involucra la preparación, protección, curación, cuidado, saneamiento y conservación de las semillas propias, los cultivos, los animales, la vida humana y el conjunto de la vida.

Figura 6. Fundamentos y principios de vida del pueblo Kankuamo

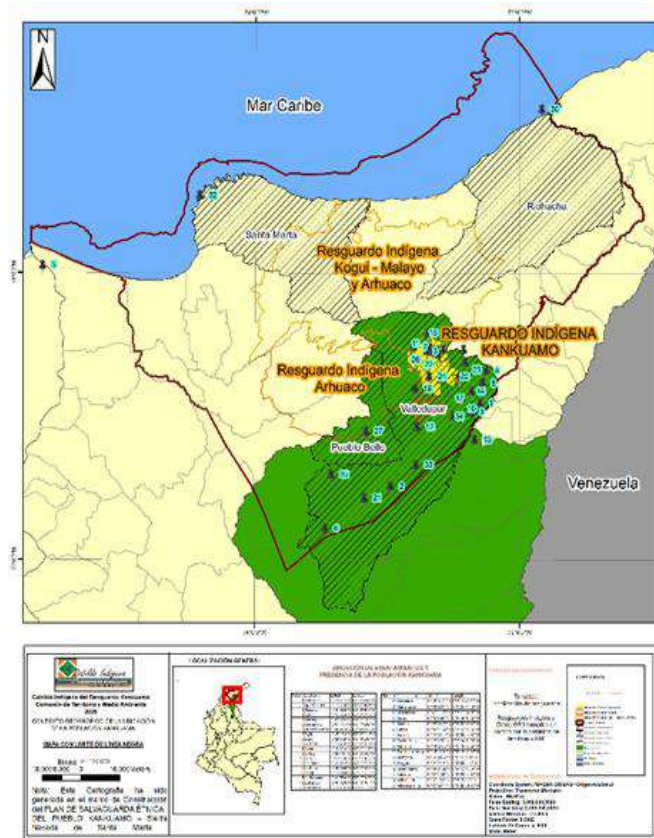


Fuente: CTC (2025).

Localización del Territorio Kankuamo

El Resguardo Indígena Kankuamo se encuentra localizado en la zona noroccidental del municipio de Valledupar, fue constituido por el Estado Colombiano a través de INCORA (2003), mediante Resolución No. 012 de abril 10 de 2003, tiene una extensión de 24.212 hectáreas, que comprenden los corregimientos de Atánquez, Guatapurí, La Mina, Chemesquemena, Los Haticos y Río Seco, y las veredas de Ramalito, El Mojao, Pontón, Murillo, Las Flores y Rancho de la Goya.

Figura 7. Localización espacial del Resguardo Kankuamo.



Fuente: CTC (2025).

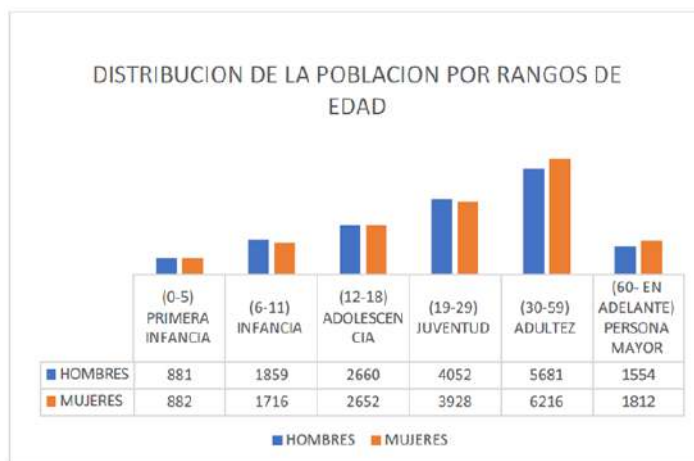
El Resguardo Kankuamo limita al oriente con el Resguardo Arhuaco, y al norte con el Resguardo Kogui-malayo-Arhuaco, al suroriente con poblaciones de colonos y grandes fincas de terratenientes de Valledupar, en las cuales se encuentran las tierras más fértiles y prometedoras para la agricultura.

Población.

La población Indígena Kankuama a corte de 21 de agosto del año 2025 se registran 33.893 personas de las cuales el 16.687 son mujeres y 17.206 hombres, se anexan

distribución por rangos de edad de la población y listado censal de dicha población que se encuentra en el Resguardo Indígena Kankuamo y también se representan franjas de población en situación de desplazamiento en Valledupar y diferentes ciudades del país.

Figura 8. Distribución de la población por rango de edad



Fuente: Resguardo Kankuamo (2025).

La población censada corresponde a miembros del pueblo Kankuamo, organizada según su lugar de residencia habitual. Esta incluye comunidades ubicadas en Atánquez, Chemesquemena, Guatapurí, La Mina, Las Flores, Los Haticos, Mojao, Murillo, Pontón, Ramalito, Rancho de la Goya, Río Seco, Los Laureles, Pueblo Bello y Valledupar; así como asentamientos en Aguas Blancas, Azúcar Buena, El Jabo, La Paz, La Vega, Las Raíces, Los Corazones, Mariangola, San Juan, Valencia y Villa Germania. También se reconoce población kankuama en otras ciudades del país, como Barranquilla, Bogotá, Cartagena, Riohacha y Santa Marta.

Figura 9. Distribución de la población



Fuente: Resguardo Kankuamo (2025).

3.2.4. El Pueblo Indígena Wiwa

Los principios Kunshama, Urruama, Sima, Kunchagua y Kuina constituyen las bases identitarias del origen de la vida y expresan la unidad espiritual y material de Gaiama, Dumburru, Gon e Isakeshi, dentro de la cosmovisión integral del ser Wiwa. En este marco, Guama orienta la misión del ordenamiento natural del territorio mediante sistemas como Aganguashi, Akushi, Isakubi, Isakeshi, Zhimashai, Zhiguntuzhi y Zhinguneshi Shinya, los cuales garantizan la armonización y el equilibrio espiritual y material que sustentan la autonomía cultural ancestral.

En este contexto, Shama representa el sistema de conocimiento que regula las normas, códigos y mandatos de la ley Shembuta, fundamentada en los elementos esenciales: Abu Sheiumun (tierra), Dzhiweta (agua), Gondoshui (aire) y Gerrua (fuego). Estos principios orientan el cuidado, uso y manejo de los espacios territoriales Yuikuhka (occidente), Sherrashuhka (norte), Dzhuindusha (oriente) y Gonguhka (sur). Este orden se articula mediante el Sewa, entendido como principio orientador de la permanencia y pervivencia, que guía la consulta espiritual y material, el calendario cultural y la disciplina social del ordenamiento territorial.



Figura 10. Principios de la identidad cultural del ordenamiento natural territorial del ser WIWA

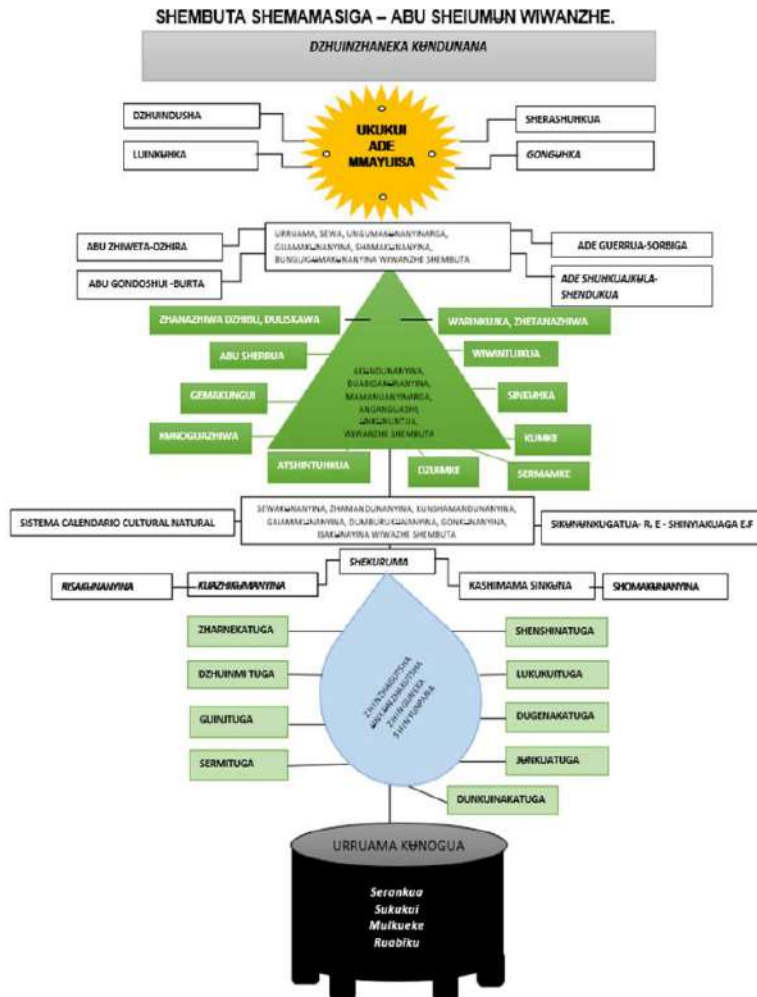


Fuente: Organización Wiwa Yugumaiun Bunkuanarrua Tayrona (OWYBT), 2025.

La estructura de gobierno territorial Shemamasiga Abu Sheiumun se fundamenta en los mandatos de la ley Shembuta y en los espacios de gobierno Mamanua, donde se definen las responsabilidades y competencias de los linajes, asegurando el ejercicio del ordenamiento territorial y la continuidad del ser Wiwa.

El ordenamiento territorial y la estructura de gobierno propio del pueblo Wiwa se sustentan en los mandatos establecidos por los constituyentes de origen Serankua, Sukukui, Mulkueke y Ruabiku, quienes organizaron el sistema de vida a partir de principios como Urruama, Kunshama, Guama, Shama y Sewa, junto con los elementos sagrados —aire, fuego, tierra y agua—, regulados por la Ley de Origen. Este orden orienta la protección, conservación y cuidado del territorio y de la vida, sustentado en los principios culturales, espirituales y materiales del pueblo Wiwa, tal y como se observa en la siguiente figura:

Figura 11. SHEMBUTA SHEMAMASIGA - ABU SHEIUMUN WIWANZHE



Fuente: CTC (2025).

La **Ley Shembuta** constituye el eje normativo que direcciona el comportamiento colectivo, el cumplimiento de los mandatos y la disciplina social, garantizando la armonización de los sistemas del ordenamiento territorial y el ejercicio de la gobernanza. A través de ella se asegura el cuidado de la Madre Tierra desde los centros y espacios sagrados, mediante el uso de herramientas y elementos tradicionales, en un ejercicio de corresponsabilidad orientado a mantener el equilibrio y la paz del territorio.

La estructura de gobierno territorial se organiza en centros y espacios de los Mamunua, donde se definen las responsabilidades y competencias de las instituciones propias, en coherencia con los mandatos de la Ley de Origen. Este sistema se materializa a través de los linajes, que constituyen la base organizativa del pueblo Wiwa. Desde su origen, estos linajes fueron distribuidos en el territorio

conforme a su función y misión, asumiendo la responsabilidad de ejecutar y dar cumplimiento a las normas ancestrales.

Cada linaje, vinculado a los antepasados espirituales, cumple funciones específicas dentro de un orden jerárquico y complementario, similar a una estructura institucional, garantizando la administración del territorio, la cohesión social y el equilibrio con la naturaleza. Su accionar, transmitido de generación en generación, asegura la permanencia de la identidad cultural, la convivencia entre los pueblos de la SNSM y la armonía con todos los sistemas de vida.

- **Principio de ordenamiento natural de la gobernabilidad desde los sitios, espacios y centros de Los Mamunua.**

El sistema de gobierno propio del pueblo Wiwa se organiza a partir de los centros y espacios de los Mamunua, los cuales orientan el ordenamiento natural territorial en tres niveles complementarios e interdependientes. La parte alta (Wiwintujkua, Kumke, Sermanke, Senua) concentra el direccionamiento de la gobernabilidad y la formación del ser Wiwa; la parte media (Sinkujka, Kalibuburrúa, Dujkaka, Warinjka) articula los códigos y mandatos de la Ley de Origen para la armonización y sostenimiento del conocimiento; y la parte baja (Dzhuimke, Gualabasa, Dzhuingega, Atshintujkua) materializa estos principios en la vida cotidiana mediante el orden, la educación, el conocimiento y la orientación, garantizando el cuidado de los ciclos del territorio.

La conexión entre estos niveles se establece a través de espacios como Kunoguashiwua, Buzhibungaga, Sherrua y Sibingaga, que interpretan las orientaciones espirituales, así como de centros como Abingue, Cherua, Dzhukuamke y Guamaka, desde donde se orienta el cumplimiento de las responsabilidades colectivas. Este sistema es sostenido por el Consejo de autoridades espirituales y materiales (Risakuna y Saga) y la Junta de autoridades tradicionales (Kuazhikuma, Kuazhinguzhi, Kashimama, Gunama), quienes garantizan la armonización, el saneamiento y el ejercicio efectivo del gobierno propio.

Todo este sistema se fundamenta en los principios Kunshama, Guama, Shama y Sewa, que orientan el orden de la vida, la identidad, la disciplina social y el cumplimiento de la Ley de Origen, asegurando la continuidad del equilibrio territorial y cultural del pueblo Wiwa.

- **Principio de identidad organizacional de la unidad de la vida social comunitaria del ser Wiwa.**

Los principios que orientan la identidad y el ordenamiento territorial del ser Wiwa se estructuran mediante cuatro fundamentos complementarios. Kunshama representa el orden natural de los ciclos de vida espiritual y material, guiando los procesos de renacer, crecer, vivir y trascender (zhinzhoma, shishoma) dentro del territorio. Guama expresa el comportamiento y la esencia de la vida, vinculando la identidad y el posicionamiento espiritual y material con el desarrollo del conocimiento propio.

Por su parte, Shama establece la disciplina social que sostiene la unidad espiritual y material, orientada al cuidado, saneamiento y armonización del territorio y de la semilla de vida representada en Gaiama, Dumburru, Gon e Isakeshi. Finalmente, Sewa corresponde al cumplimiento de la Ley de Origen mediante los trabajos tradicionales de saneamiento y armonización, a través del uso y manejo de los elementos sagrados, garantizando la protección, conservación y equilibrio del tejido social y cultural del pueblo Wiwa.

- **Ordenamiento natural del ámbito territorial del pueblo Wiwa**

El ámbito territorial del pueblo Wiwa se establece desde el Origen como un mandato de cuido, equilibrio y cumplimiento de la Ley de Origen, orientado a la protección espiritual, material y cultural del Territorio Ancestral Gonawindua de la SNSM, a partir de los elementos fundamentales de la vida: tierra, agua, aire y fuego. Este territorio se comprende a través de prácticas espirituales, sociales y organizativas que se desarrollan bajo un sistema propio de ordenamiento, sustentado en normas y jurisdicciones ancestrales, aplicadas mediante procesos de saneamiento, armonización y pago en los sitios sagrados.

En este marco, los pueblos indígenas han fortalecido procesos de diálogo intercultural para la defensa del territorio y la articulación con el Estado, reconociendo la “Resolución de Línea Negra” como referente para la protección de los espacios sagrados y sus interconexiones, así como la constitución del Resguardo Kogui–Malayo–Arhuaco mediante la Resolución 109 de 1980 y resolución 078 de 1983 abarca aproximadamente 412.871 hectáreas, comprendidas entre las cuencas de los ríos Tukurinca, en el Magdalena, y Ranchería, en La Guajira (Centro Nacional de Memoria Histórica, 2018).

Como parte del proceso organizativo del pueblo Wiwa, se consolidó la Organización Wiwa Yugumaiun Bunkuanarrua Tayrona (OWYBT) que ejerce como autoridad y gobierno propio de carácter colectivo, reconocida como la máxima autoridad de representación del pueblo Wiwa. Su función trasciende la interlocución con actores externos, al consolidarse como un espacio que recoge, resguarda y proyecta las

voces, necesidades, aspiraciones y principios ancestrales de las comunidades. Esta organización se origina en los acuerdos comunitarios y en la orientación de los mayores, sustentándose en los valores culturales, espirituales y territoriales que definen la identidad del pueblo Wiwa (Organización Wiwa Yugumaiun Bunkuanarrua Tayrona, s. f.). orientando el cumplimiento de la Ley de Origen mediante principios como Guamakunanyina, Shamakunanyina y Sewakunanyina, y articulando la implementación de derechos en relación con el ordenamiento territorial ancestral.

- **Territorio y población**

El pueblo Wiwa, también conocido como la gente que da origen al calor o como la gente del pájaro carpintero, se encuentra estrechamente vinculado a la espiritualidad de Abu y Ade, quienes asignaron la responsabilidad de custodiar los bloques espaciales Duliskawua, Abu Shinchana, Zhanashiwua y Guega. En términos demográficos, su población se estima en 18.202 personas según el DANE (2018) y en aproximadamente 26.000 de acuerdo con el autocenso de la OWYBT (2025).

En este contexto territorial, diversas comunidades del pueblo Wiwa se han organizado para fortalecer la lucha ancestral por la pervivencia cultural, espiritual y ambiental así, surge la Organización Wiwa Yugumaiun Bunkuanarrua Tayrona (OWYBT), perteneciente al Resguardo Kogui–malayo–Arhuaco. Esta organización articula comunidades ubicadas en las cuencas de los ríos Ranchería, Tapias, Jeréz y Guachaca. La mayoría de su población mantiene viva la lengua propia (d̩m̩na), el uso de la vestimenta tradicional y la práctica de sus usos y costumbres, especialmente en los ámbitos espiritual, productivo y organizativo, lo que evidencia la continuidad de su identidad cultural (Centro Nacional de Memoria Histórica, 2018). Desde el año 2013, la organización ha impulsado un proceso de reconstrucción de memoria histórica denominado Ruama Shama, orientado a comprender las afectaciones del conflicto armado sobre el territorio y sus dinámicas de vida. Este ejercicio colectivo, liderado principalmente por jóvenes Wiwa y acompañado por el Centro Nacional de Memoria Histórica CNMH y la Organización Internacional para las Migraciones OIM, se fundamenta en la orientación de los mayores Mamos y Sagas, quienes, desde su sabiduría ancestral, guían la interpretación espiritual y territorial de la memoria, consolidándose como pilares esenciales en la preservación y transmisión del conocimiento propio (Centro Nacional de Memoria Histórica, 2018).

En el marco de este proceso, la Dirección de Archivo de los Derechos Humanos (DADH) del CNMH inició en 2022 un acompañamiento a la comunidad El Encanto del pueblo Wiwa, orientado a fortalecer estrategias de preservación y registro audiovisual y sonoro, con el fin de proteger la memoria de las comunidades del río Guachaca. Este trabajo incluyó la realización de registros sobre narrativas, saberes y expresiones culturales, con un énfasis especial en el papel de las mujeres, previamente concertado con los Mamos, reconociendo su función en la transmisión del conocimiento y el cuidado del patrimonio cultural.

La iniciativa constituye el inicio de un proceso conjunto enfocado en la conservación de la memoria colectiva, mediante el intercambio de saberes y la incorporación de la información al Registro Especial de Archivos de Derechos Humanos, garantizando su protección, acceso público y preservación de los archivos como parte del Fondo Mamekún Shewuama (Hombre—mujer—madre tierra observadora de pensamiento ancestral) de las comunidades Wiwa del Río Guachaca (CNMH, 2022).

- **Forma de vida y producción propia del pueblo Wiwa**

El pueblo Wiwa habita en pequeñas comunidades asentadas en la Sierra Nevada de Santa Marta, donde la vida cotidiana se rige por los principios ancestrales establecidos en la Ley de Origen. La orientación y el cumplimiento de estos principios están a cargo de las autoridades tradicionales, como los Mamos y Sagas, aunque cada miembro de la comunidad posee conocimiento sobre estas normas y su aplicación.

La vida social del pueblo Wiwa está profundamente orientada por diversas expresiones de carácter espiritual que configuran un sistema propio de ritualidades y celebraciones, estrechamente vinculado al desarrollo de las actividades tradicionales y al equilibrio de la vida comunitaria. En este contexto, la hoja de coca ocupa un lugar central por su significado ceremonial y espiritual, así como por su uso en el tratamiento de dolencias y enfermedades complejas. Estas prácticas rituales se realizan de manera periódica en correspondencia con los ciclos naturales y los cambios climáticos, fortaleciendo la relación armónica entre el ser humano y el territorio.

En el ámbito productivo, la alimentación del pueblo Wiwa se sustenta principalmente en sistemas agrícolas autosostenibles. Cada familia dispone de una parcela dentro de las tierras comunitarias del resguardo, donde desarrolla cultivos que garantizan su sustento. Esta práctica se rige por el ordenamiento ancestral, orientado a

mantener el equilibrio con los ecosistemas, proteger los bosques, la flora y la fauna, las fuentes hídricas, los ciclos climáticos y los espacios sagrados. Entre los cultivos tradicionales se encuentran el maíz, la yuca, el plátano, la arracacha, el guineo, diversas hortalizas, el jengibre, el frijol guandúl y distintas variedades nativas de maíz y frijol propias de la SNSM, así como frutas y plantas recolectadas de manera respetuosa en los entornos naturales (OWBT, 2025).

Desde la Ley de Origen, la gobernanza territorial también reconoce a las plantas como agentes fundamentales de organización social, al orientar un conjunto de pensamientos y prácticas que armonizan la relación con la naturaleza. En este sentido, el pueblo Wiwa posee un profundo conocimiento de la fauna y la flora, destacándose especialmente en la interpretación del comportamiento de las aves, consideradas como comunicadoras.

De igual manera, la artesanía representa una actividad significativa dentro de la economía familiar. El pueblo Wiwa es reconocido por su tradición en el tejido de mochilas en lana y fique, así como en la elaboración de telas y sombreros, productos que en algunos casos son comercializados para fortalecer los ingresos del hogar.

Las viviendas son construidas mediante técnicas ancestrales de bajo impacto ambiental, utilizando materiales como barro, madera y caña flecha, unidos con bejucos. La organización espacial de las comunidades gira en torno a espacios fundamentales como la casa ceremonial de los hombres, el Umguma, y la casa de las mujeres, el Ushwi, donde se desarrollan reuniones comunitarias, se transmiten saberes y se fortalece el conocimiento ancestral (OWBT, 2025).

En el ámbito educativo, el pueblo Wiwa ha fortalecido en los últimos años sus procesos de formación mediante la creación de un Comité de Educación orientado a integrar las formas propias de enseñanza en el sistema escolar. Este esfuerzo ha permitido avanzar en la consolidación del *dəmuna* (lengua wiwa) como medio fundamental de comunicación y transmisión cultural. Como resultado, algunas instituciones educativas han incorporado en sus planes de estudio asignaturas específicas para la enseñanza y revitalización de este idioma (Organización Nacional Indígena de Colombia – ONIC, s. f.).

4. MARCO JURÍDICO SOBRE LOS DERECHOS DE LOS PUEBLOS INDÍGENAS, CON ÉNFASIS EN LA PROTECCIÓN DE SUS TERRITORIOS ANCESTRALES

Esta sección presenta la base jurídica que respalda la pertinencia de declarar la Reserva de recursos naturales renovables en el Territorio Ancestral Gonawindua de la SNSM, en coherencia con los derechos territoriales de los pueblos indígenas y su autoridad ancestral y ambiental. La medida se inscribe en la protección de los derechos culturales, espirituales, sociales y ambientales de los pueblos, fortaleciendo su autonomía y pervivencia.

La figura de reserva, de exclusión de la minería responde no solo a razones ambientales, sino también al desarrollo jurisprudencial de la Corte Constitucional, que reconoce el territorio indígena como espacio para la reproducción cultural, social y espiritual del pueblo. La afectación de este territorio compromete derechos fundamentales vida digna, identidad cultural, autonomía y supervivencia física y cultural, frente a riesgos graves, el Estado debe adoptar medidas de protección inmediata bajo el principio de precaución. Así, las reservas temporales o definitivas constituyen salvaguardas urgentes frente a amenazas que podrían generar etnocidio o ruptura irreversible del orden cultural indígena.

La Corte Interamericana de Derechos Humanos respalda la relación especial de los pueblos indígenas con sus territorios ancestrales, incluso sin títulos formales, obligando al Estado a proteger su integridad y adoptar medidas positivas para garantizar su efectividad. La reserva temporal o definitiva se alinea con estos estándares, asegurando delimitación, demarcación y protección del territorio como condición para la supervivencia cultural.

Históricamente, esta medida refleja la transición de un modelo integracionista y extractivista hacia uno que reconoce la plurinacionalidad, la diversidad étnica y la protección ambiental. La reserva no es una concesión del Estado, sino el cumplimiento de obligaciones constitucionales e internacionales, reconociendo el valor espiritual, cultural y ambiental del territorio.

En Colombia, los derechos territoriales indígenas se sustentan en la Constitución de 1991 (arts. 7, 63, 246, 329 y 330), el Convenio 169 de la OIT (Ley 21 de 1991) y la jurisprudencia, considerando el territorio como esencial para la pervivencia física, cultural y espiritual, incluyendo sitios sagrados y sistemas ecológicos asociados. Como antecedente, la Resolución 002 de 1973 delimitó la “Línea Negra” en la SNSM como espacio de especial significación cultural y espiritual.

Las Reservas Temporales y Definitivas en territorios ancestrales adquieren dimensión constitucional reforzada: no son meras limitaciones al uso del suelo, sino

instrumentos que protegen el territorio ancestral, la biodiversidad y los derechos culturales y espirituales, siempre con participación efectiva de las comunidades y respeto a sus sistemas de conocimiento y manejo tradicional.

La Corte Constitucional ha reafirmado que cualquier intervención estatal sobre territorios indígenas debe cumplir con la consulta previa y los principios de proporcionalidad, razonabilidad y no regresividad (Sentencias T-188 de 1993, SU-383 de 2003, T-547 de 2010, T-129 de 2011, T-849 de 2014, SU-123 de 2018). Las reservas deben garantizar compatibilidad entre conservación ambiental, gobierno propio, uso tradicional y protección de sitios sagrados.

Dada la biodiversidad de la Sierra Nevada, la implementación de estas reservas debe seguir un enfoque integral, intercultural e interdependiente, reconociendo que la conservación ambiental, el respeto por el Territorio Ancestral Gonawindua y la garantía de los derechos territoriales son objetivos complementarios e inseparables. Cumplir este enfoque constituye un deber constitucional del Estado y una condición indispensable para la pervivencia física, cultural y espiritual de los pueblos indígenas de la SNSM.

4.1.1. El derecho al territorio como derecho fundamental y su interdependencia con otros derechos de los pueblos indígenas.

En la normatividad y jurisprudencia, tanto en Colombia como a nivel internacional, existe un reconocimiento amplio de los derechos fundamentales de los pueblos indígenas, especialmente el derecho a la vida y a la integridad física y cultural. Para salvaguardar estos derechos, resulta fundamental garantizar el derecho al territorio, por dos razones principales:

1. Porque la vida protegida por la Constitución de 1991 no se limita a la mera subsistencia física, sino que comprende las condiciones necesarias para la pervivencia de sistemas colectivos de vida con dignidad e identidad cultural. Para que esto sea posible, se requiere el pleno ejercicio del derecho al territorio.
2. Porque el territorio, en sus distintas dimensiones y elementos constitutivos, no es solo el soporte físico de la existencia, sino un sistema vivo y dinámico que genera vínculos y relaciones que configuran la personalidad cultural de los pueblos. Por ello, la protección de la integridad del territorio es condición indispensable para la integridad física, cultural y social de los pueblos indígenas.

La Comisión Interamericana de Derechos Humanos (CIDH) ha señalado que “La falta de garantía por el Estado del derecho al territorio ancestral de las comunidades indígenas puede implicar incumplimiento del deber de garantizar la vida de sus miembros” (CIDH, Doc. 56/09, 2009). Además, indica que “La perpetuación de la identidad cultural de los pueblos indígenas y tribales también depende del reconocimiento de las tierras y territorios ancestrales. La estrecha relación entre los pueblos indígenas y tribales y sus territorios tradicionales y los recursos naturales que allí se encuentran es un elemento constitutivo de su cultura en tanto forma de vida particular” (CIDH, Doc. 56/09, 2009).

El deber de reconocimiento del territorio ancestral implica garantizar la posibilidad de ejercer control territorial. Esto requiere mecanismos, instrumentos y garantías que proporcionen seguridad jurídica y material para proteger las relaciones de uso, ordenamiento, cuidado y control del territorio, asegurando la reproducción del sistema de vida indígena en el tiempo, para las presentes y futuras generaciones.

En este sentido, la Corte Constitucional ha señalado que “...las obligaciones del Estado sobre protección y conservación de los modos de vida de los pueblos indígenas, las comunidades negras y campesinas implican garantizar las condiciones para que estas formas de ser, percibir y aprehender el mundo puedan pervivir” (Corte Constitucional, numeral 9.23 de la Sentencia T-622 de 2016). Entre estas condiciones se encuentra la protección del territorio frente a factores de deterioro, como el extractivismo de recursos naturales (por ejemplo, la minería), y la garantía de los derechos territoriales de los pueblos.

Asimismo, la protección integral del territorio debe incluir su dimensión político-administrativa, expresada en el ejercicio de los derechos políticos, la autodeterminación, la condición de autoridad, la aplicación de la jurisdicción especial y el reconocimiento del sistema propio de derecho y gobierno de los pueblos indígenas.

4.1.2. Criterios y elementos básicos para la interpretación sobre el contenido y alcance de los derechos de los pueblos indígenas y pilares fundamentales.

Los cuatro pueblos han enfatizado que su territorio ancestral debe protegerse como un todo integral. Su carácter sagrado no puede dividirse, zonificarse ni jerarquizarse en niveles. No se trata de bienes, objetos o recursos aislados, sino de las interconexiones e interdependencias de todas sus dimensiones y componentes, que conforman un sistema vivo y sagrado. Este enfoque se plasma en el principio de protección integral del derecho al territorio tradicional y ancestral del Territorio

Ancestral Gonawindua de la SNSM desde el cual se ve al territorio bajo un modelo ancestral que preserva la complementariedad y equilibrio entre tierra, litoral, aguas continentales y marinas, así como los recursos naturales renovables y no renovables asociados ambiental y culturalmente.

Reconocimiento internacional e interdependencia de derechos

La Corte Constitucional y la Comisión Interamericana de Derechos Humanos (CIDH) han señalado que la protección de territorios ancestrales debe ser integral, como respuesta a la fragmentación histórica que afecta el disfrute de los derechos de los pueblos indígenas. La CIDH observa que la titulación formal, como los resguardos en Colombia, no siempre refleja la concepción propia del territorio, reduciendo a los pueblos a “islas territoriales” y obstaculizando el ejercicio de su autonomía (CIDH, Doc. 56/09, 2009).

Los Estados deben reconocer que la propiedad comunal legalizada y la posesión ancestral constituyen un solo espacio territorial. Las estructuras coloniales heredadas generan fragmentación, desconociendo la organización político-cultural indígena y afectando el ejercicio de sus derechos. La CIDH recomienda abrir espacios para que los pueblos gestionen sus territorios, dialogando interculturalmente con el Estado, promoviendo mecanismos que permitan la salvaguarda de sus derechos y la conservación cultural y ambiental (OAS. Doc.413/21, 2021).

Derechos territoriales y alcance

Los derechos de los pueblos indígenas son **derechos vivientes**, en constante construcción social, sujetos a interpretación progresiva (“principio pro homine”) y deben entenderse en contextos específicos (“principio de realidad”). La interdependencia e indivisibilidad de los derechos humanos exige que la protección del territorio sea condición para el disfrute de otros derechos, incluidos derechos emergentes como el derecho al agua, al cuidado, a un clima sano y los derechos de la naturaleza.

La Corte Constitucional ha definido los componentes del derecho al territorio:

1. Constitución de resguardos en territorios ocupados tradicionalmente.
2. Protección de áreas sagradas o de especial importancia ritual y cultural, incluso fuera de los resguardos.
3. Disposición y administración del territorio.

4. Participación en la utilización, explotación y conservación de recursos naturales renovables.
5. Protección de áreas de importancia ecológica.
6. Autodeterminación y autogobierno en el territorio.
7. Participación, consulta previa y consentimiento informado previo sobre decisiones que afecten el territorio (Sentencias T-693 de 2011 y T-009 de 2013).

El territorio ancestral incluye las prácticas tradicionales, sociales, culturales, espirituales, económicas y políticas de los pueblos y no se reduce al espacio físico de los resguardos. La CIDH ha señalado que el respeto a estos derechos colectivos es una obligación internacional de los Estados (CIDH. Doc. 56/09, 2009).

Por eso, la identificación y demarcación de los territorios ancestrales es fundamental para la protección integral. Según la CIDH, las normas deben traducirse en restitución y protección efectiva, y cuando no sea posible, en indemnización justa, preferiblemente mediante tierras y territorios. La guía de la OIT para el Convenio 169 enfatiza la necesidad de medidas coordinadas, sistemáticas y efectivas que aseguren la integridad territorial, incluyendo autogobierno y regímenes de coadministración.

La Reserva de recursos naturales renovables

Desde 2018, la creación de la Reserva ha protegido el uso de los recursos naturales (Decreto Ley 2811 de 1974, art. 47) y se busca su ampliación y adecuación temporal. Esta medida, adoptada en **concertación con los cuatro pueblos**, contribuye a la protección del territorio ancestral y complementa las acciones de los sistemas propios y del derecho estatal, consolidando un modelo de **protección integral del Territorio Ancestral Gonawindua**, que respeta la autoridad indígena, la conservación ambiental y los derechos culturales y espirituales de los pueblos.

4.1.3. “Derechos pilares” del derecho al territorio.

En materia del derecho al territorio, existen varios derechos interrelacionados que constituyen pilares fundamentales para garantizar la protección integral de los pueblos indígenas. Los estándares internacionales y nacionales sobre derechos territoriales muestran que, aunque a veces es difícil establecer causalidad entre ellos, todos convergen en la realización de los siguientes derechos “pilares”:

- **Derecho de propiedad ancestral y/o tradicional:** Reconocimiento de la titularidad de los pueblos sobre los territorios que han ocupado históricamente.
- **Derecho de posesión ancestral y/o tradicional:** Protección de la posesión de los territorios ancestrales independientemente de la formalización estatal.
- **Derecho a la autodeterminación y gobierno propio en el territorio:** Capacidad de los pueblos para ejercer sus sistemas de autoridad y normas internas.
- **Derecho a la restitución territorial y a la reparación integral:** Reconocimiento de los vínculos históricos y reparación frente a despojos o afectaciones.
- **Derechos sobre los recursos naturales renovables y no renovables:** Participación en el uso, manejo y conservación de los recursos del territorio.
- **Derecho a la protección del territorio ancestral:** Salvaguarda de su integridad cultural, espiritual, ambiental y social frente a amenazas externas.

La declaración de esta Reserva y su decisión de excluir la minería y explotación de hidrocarburos dentro del Territorio Ancestral Gonawindua de la SNSM constituye una medida administrativa que contribuye directamente a la realización de estos derechos, al garantizar la protección integral del territorio, la conservación de sus recursos y la continuidad de los sistemas de vida y gobierno propio de los cuatro pueblos de la Sierra Nevada.

Tabla 2. Contenido y alcance de los derechos

Derecho de propiedad ancestral y/o tradicional
Los pueblos indígenas son titulares del derecho de propiedad y posesión ancestral sobre sus territorios por el mero hecho de su uso y ocupación histórica, incluso cuando esta haya sido interrumpida por desplazamiento o despojo, sin depender del reconocimiento estatal mediante títulos formales (CIDH. Doc. 56/09, párr. 69). La Corte y la Comisión Interamericana de Derechos Humanos han señalado que la titulación y reconocimiento oficiales no crean derechos nuevos, sino que validan derechos preexistentes derivados del uso consuetudinario y la ocupación histórica; tratar las tierras indígenas como estatales por carecer de título formal vulnera la Convención Americana (CIDH. Doc. 56/09, párr. 69). La Corte Constitucional, en la sentencia SU-123 de 2018, reafirma que la posesión tradicional reemplaza el título otorgado por el Estado, y que la visión cultural de la propiedad y ocupación de tierras tiene significación colectiva y cultural, protegida por el artículo 21 de la Convención Americana. Así, la propiedad y posesión ancestral constituyen un derecho integral que trasciende

la noción occidental de propiedad privada, garantizando la permanencia cultural y territorial de los pueblos indígenas (Corte Constitucional, SU-123 de 2018).

Derecho de posesión tradicional y/o ancestral

Los pueblos indígenas son titulares del derecho de propiedad y posesión ancestral sobre sus territorios por el uso y ocupación históricos, incluso si esta ha sido interrumpida por desplazamiento o despojo, sin depender del reconocimiento estatal ni de títulos de propiedad (CIDH, Doc. 56/09, párrs. 69, 111; Corte Constitucional SU 123 de 2018). La Corte y la CIDH han señalado que la propiedad territorial se funda en la ocupación histórica y los sistemas consuetudinarios, y que los actos de reconocimiento oficial constituyen únicamente procesos de “otorgamiento de prueba” y no de creación de derechos (CIDH, Doc. 56/09, párrs. 69, 111).

La posesión tradicional reemplaza el título estatal y constituye la base de la propiedad y de todos los derechos territoriales, mientras que el vínculo inmaterial y espiritual mantiene vigente este derecho (CIDH, Doc. 56/09, párr. 178). En términos geográficos y culturales, la posesión y la propiedad ancestral se consideran un solo derecho, cuya identificación y delimitación son esenciales para garantizar su ejercicio y protección efectiva (CIDH, Doc. 56/09, párr. 111).

Derecho a la autodeterminación y gobierno propio en el Territorio

En la sentencia T 009 de 2013 la Corte Constitucional explica que “... el ejercicio al derecho de la libre determinación de los pueblos incluye su derecho a la autonomía y autogobierno en lo que respecta a sus territorios”.

Derecho a la restitución territorial y reparación integral

Los pueblos indígenas que han perdido la posesión de sus territorios mantienen sus derechos plenos de propiedad y tienen derecho a la restitución efectiva; cuando esta no es posible, los Estados deben garantizar protección provisional del territorio, evitando deforestación, destrucción de sitios culturales, transferencia de tierras o explotación dañina de recursos (CIDH, Doc. 56/09, párr. 178).

En Colombia, el Decreto Ley 4633 de 2011 reconoce al territorio como víctima del conflicto y establece medidas de restitución integral, incluyendo restitución, indemnización, rehabilitación, satisfacción y garantías de no repetición, priorizando a las víctimas con vínculos especiales con la tierra (Decreto Ley 4633 de 2011, arts. 8, 45, 128 literal a). La Ley 1448 de 2011 y la Corte Constitucional (C-715 de 2012) complementan este enfoque, indicando que, de no ser posible la restitución jurídica o material, debe otorgarse compensación adecuada.

Se reconoce también la reparación de daños culturales, que comprende afectaciones a cosmovisión, rituales, ordenamiento territorial, sitios sagrados, idioma, gobierno propio, transmisión del conocimiento, sistemas productivos y patrimonio cultural (Decreto Ley 4633 de 2011, art. 45). Además, el Decreto obliga a garantizar acceso y protección de sitios sagrados y el saneamiento espiritual del territorio según las tradiciones culturales y ancestrales, como parte de la reparación integral del derecho al territorio (Decreto Ley 4633 de 2011, arts. 45, 128 literal a).

Derechos sobre los recursos naturales renovables y no renovables y derecho a la protección del ambiente

La Corte Interamericana de Derechos Humanos ha establecido que, en Colombia, el derecho de propiedad reconocido en el artículo 21 de la Convención Americana de Derechos Humanos incluye la propiedad ancestral indígena, protegiendo las formas de uso de los pueblos indígenas sobre los recursos naturales (CIDH, Doc. 56/09, párr. 72). Esto abarca el reconocimiento jurídico de sus formas de control, propiedad, uso y goce del territorio según su cultura, costumbres y cosmovisión, incluyendo lazos espirituales o ceremoniales, asentamientos, cultivos, caza, pesca, recolección y otros usos característicos de cada pueblo.

La propiedad colectiva comprende también los recursos naturales existentes en el territorio, esenciales para la supervivencia y preservación de la cultura y valores de las comunidades, y garantiza derechos sobre la formulación de políticas, ordenamiento, control, manejo y uso del territorio, así como la participación en decisiones sobre recursos naturales y la titularidad de dichas decisiones (CIDH, Doc. 56/09, párr. 72).

La Corte Constitucional, en la sentencia T-106 de 2025, explica que estos derechos incluyen la salud ambiental y la protección de los servicios ecosistémicos de la biodiversidad, especialmente en comunidades altamente dependientes de ellos y en escenarios de deterioro ambiental, consolidando así la obligación del Estado de garantizar la protección integral del territorio ancestral y sus recursos (Corte Constitucional, T-106 de 2025).

Derecho a la protección del territorio ancestral

El territorio ancestral debe ser reconocido y protegido en su integralidad e integridad, garantizando tanto el goce efectivo de los derechos territoriales de los pueblos como la protección del territorio en sí mismo, siempre salvaguardando los vínculos y relaciones culturales mediante un enfoque de derechos. El Artículo 11 del Decreto Ley 4633 de 2011 establece que “el Estado garantizará la protección de los territorios de ocupación histórica o ancestral de los pueblos o comunidades en los términos establecidos en los artículos 13, 14 y 15 del Convenio 169 y del artículo 63 de la Constitución Política”.

La Corte Constitucional ha señalado que los Territorios Indígenas son una realidad jurídico-política protegida por el derecho internacional y con carácter supralegal, incluso cuando no se han constituido formalmente en ETIs (Sentencia C 054 de 2023). Además, estos territorios confieren a los pueblos una autonomía especial que permite a las autoridades tradicionales administrar los territorios, salvaguardar la supervivencia y preservar las cosmovisiones, con garantías de autonomía y libre determinación (Sentencia C-047 de 2022).

La integridad territorial no es solo ambiental, sino también política, requiriendo respeto por la autodeterminación de los pueblos y su organización propia. La Corte explica que Territorios y Entidades Territoriales Indígenas (ETIs) no son sinónimos, aunque las ETIs constituyen la forma prevista por el Constituyente de 1991 para reconocer la representatividad político-administrativa de los pueblos y garantizar su autogobierno (Sentencia T 106 de 2025).

Fuente: Información jurídica nacional e internacional (2026)

Relación del derecho al territorio y de la protección territorial con otros derechos de los pueblos indígenas.

El derecho al territorio ancestral es esencial para la realización de otros derechos de los pueblos indígenas, incluyendo la vida, salud, agua, derechos económicos, sociales y culturales (DESC), identidad cultural, libertad religiosa, integridad física y psíquica, libre determinación, autogobierno, paz y un clima sano. La Corte Interamericana y la Corte Constitucional han reiterado que la garantía efectiva de los derechos territoriales es fundamental para proteger estos derechos conexos.

En particular, la Corte Constitucional en la sentencia T 106 de 2025 destacó cómo la minería afecta la salud integral de los pueblos indígenas, sus sistemas alimentarios, soberanía alimentaria, cultura y cosmovisión. Se enfatizó la necesidad de aplicar el principio de integralidad de la salud y de proteger los sistemas alimentarios propios sin sustitución externa, así como de asegurar la gobernanza del agua y la conservación de fuentes hídricas por su importancia biocultural.

La Opinión Consultiva OC-32 de 2025 de la Corte Interamericana reconoce el derecho autónomo a un clima sano, vinculándolo con los derechos de la naturaleza y estableciendo obligaciones estatales clave frente al cambio climático: no retroceso, debida diligencia reforzada, prevención, mitigación, adaptación y reparación, cooperación social e internacional, participación y justicia climática, protección diferenciada a grupos vulnerables como los pueblos indígenas y transición energética justa. Estos principios resultan pertinentes para iniciativas de conservación y manejo de recursos naturales dentro de territorios ancestrales, como la Reserva de recursos naturales renovables en el Territorio Ancestral Gonawindua de la SNSM.

A) Derechos sobre los recursos naturales y el ambiente.

Los pueblos indígenas tienen derechos sobre los recursos naturales de sus territorios, renovables o no, que deben respetarse independientemente del régimen legal nacional (CIDH, Doc. 56/09, 2009). Estos derechos incluyen el uso, control y goce de los recursos para mantener sus sistemas culturales, económicos y sociales (Convenio 169 OIT, art. 5.1; Corte Constitucional SU 123 de 2018). La CIDH aclara que, aunque el Estado pueda poseer formalmente minerales o aguas, debe respetar derechos de consulta, participación, consentimiento informado, acceso a la justicia y reparación ante proyectos de explotación (CIDH, Doc. 56/09).

En Colombia, la Corte Constitucional ha establecido límites claros a la minería en territorios indígenas (T 106 de 2025):

1. La explotación de recursos debe armonizarse con fines de protección de la diversidad natural y cultural, respetando el ambiente sano y los derechos colectivos de los pueblos.
2. La libertad económica y la iniciativa privada, incluida la minería, deben ejercerse dentro del bien común y respetar el interés general, el ambiente y el patrimonio cultural (C.P., art. 333).
3. La titularidad del subsuelo es estatal, pero debe entenderse incluyendo a las autoridades y pueblos indígenas, garantizando la protección de sus derechos y la participación en la gestión de los recursos.

La Corte ha insistido en la utilidad pública de proteger los derechos humanos y aplicar los principios de prevención y precaución ambiental, interpretados desde una perspectiva biocultural. Los impactos de la minería sobre territorios ancestrales afectan tanto el ecosistema como los usos, costumbres y salud de las comunidades, por lo que se requiere un análisis integral, sistémico y acumulativo de los efectos, aplicando el principio de precaución (T-614 de 2019).

B) Competencias ambientales de las comunidades indígenas.

El derecho al territorio de los pueblos indígenas incluye administrar sus territorios y decidir sobre el uso, explotación y conservación de sus recursos naturales, reconocidos históricamente por su ocupación ancestral, independientemente de títulos formales otorgados por el Estado (CIDH. Doc. 56/09, párrs. 69, 111, 178; Corte Constitucional, SU 123 de 2018; T 517 de 1992). Este derecho no se limita a participar como miembros de la sociedad civil, sino que se ejerce como autoridades territoriales, con capacidad de tomar decisiones directas sobre su territorio y recursos (T 106 de 2025). La Corte Constitucional aclara que el principio de coordinación entre autoridades implica participación eficaz en la toma de decisiones y no control o tutela por parte del Estado (T 106 de 2025).

La condición de autoridad ambiental de los pueblos indígenas es reconocida como integral y vinculante:

- Las autoridades indígenas son autoridades ambientales, cuyas decisiones deben ser respetadas en principio, aunque sujetas a razonabilidad y proporcionalidad respecto de otras autoridades (T 106 de 2025; T 517 de 1992).

- La protección ambiental está ligada a su identidad cultural y relación con el territorio (T 106 de 2025).
- Deben participar en decisiones sobre los recursos naturales y aplicar su conocimiento ancestral sobre biodiversidad y gestión sostenible (T 106 de 2025; T 517 de 1992).
- Sus competencias incluyen el desarrollo sostenible, uso responsable de recursos y concertación con autoridades no indígenas (T 106 de 2025).

El Decreto 1275 de 2025 establece que las autoridades indígenas pueden:

- Ejercer competencias en ordenamiento ambiental territorial y gestión de recursos naturales, incluyendo bosques, páramos, humedales, acuíferos, costas y biodiversidad, conforme a sus sistemas normativos propios (Decreto 1275 de 2025, arts. 5-6).
- Formular y ejecutar instrumentos de regulación y gestión ambiental que protejan la conectividad ecosistémica y la relación cultural y espiritual con los territorios (Decreto 1275 de 2025, arts. 5-6).
- Aplicar principios de precaución, interculturalidad, pluralismo, armonía, territorialidad y coordinación ambiental efectiva (T 106 de 2025; C 478 de 2025; Decreto 1275 de 2025).

Estos mecanismos respaldan decisiones como la restricción de concesiones mineras y bloques de hidrocarburos, entendidas como producto de coordinación entre autoridades indígenas y no indígenas, respetando autonomía, propiedad colectiva y función ambiental (T 106 de 2025; Decreto 1275 de 2025; T 517 de 1992).

La jurisprudencia internacional y nacional enfatiza que los pueblos indígenas son titulares de derechos sobre sus recursos naturales y territorios ancestrales, incluso ante la titularidad estatal de minerales o aguas subterráneas, debiendo respetarse:

- Derecho a medio ambiente seguro y sano, consulta previa y consentimiento informado según corresponda, participación en beneficios de proyectos, acceso a justicia y reparación (CIDH. Doc. 56/09, párrs. 69, 111, 178; SU 123 de 2018; T 517 de 1992).
- Protección de los sistemas alimentarios, agua y biodiversidad, inseparable de la salud integral del territorio y de la supervivencia cultural (T 106 de 2025).

Este enfoque asegura que el ejercicio de la minería y otras actividades económicas armonice con la protección de la diversidad natural y cultural, y respete la función pública de garantía de derechos y de prevención ambiental (T 106 de 2025; SU 123 de 2018; T 517 de 1992).

4.2. Marco jurídico de la protección del territorio ancestral del Territorio Ancestral Gonawindua de la SNSM y los cuatro pueblos.

El territorio ancestral de los cuatro pueblos indígenas constituye un espacio que soporta de vida no solo para estos pueblos, sino también para comunidades indígenas, afrodescendientes, campesinas y urbanas, especialmente en las estribaciones y centros poblados periféricos. El Estado colombiano reconoce y protege la coexistencia y desarrollo de los sistemas normativos indígenas, conforme a los artículos 330 y 246 de la Constitución Política, que garantizan la diversidad étnica y cultural y reconocen a los cabildos y autoridades tradicionales como entidades de derecho público especial (Constitución Política de Colombia, 1991, arts. 246, 330).

El deber de protección del territorio ancestral tiene respaldo legal en la Ley 165 de 1994, que aprueba el Convenio sobre la Diversidad Biológica de 1992, reconociendo la dependencia tradicional de los pueblos indígenas de los recursos biológicos. En sus artículos 8 y 10, la Ley establece que el Estado debe proteger, preservar y mantener los conocimientos, innovaciones y prácticas tradicionales de las comunidades indígenas y locales, así como el uso de los recursos biológicos compatibles con la conservación y el uso sostenible (Ley 165, 1994, arts. 8, 10).

En este marco, la Corte Constitucional ha señalado que el reconocimiento de la diversidad étnica y cultural armoniza con la conservación, preservación y restauración del ambiente y recursos naturales (Corte Constitucional, 1994, T-342). La SNSM ha sido objeto de figuras y estrategias de protección, sin embargo, no han garantizado la protección integral del territorio, particularmente frente a la explotación del subsuelo. En este contexto, la creación de reservas permanentes y temporales aporta significativamente a la prevención de impactos sobre el territorio y sus recursos (Corte Constitucional, 2010, T-547).

El Consejo Territorial de Cabildos Indígenas de la SNSM, reconocido por la Resolución No. 0621 de 2002 del Ministerio de Ambiente, funciona como el espacio principal de interlocución entre autoridades indígenas, entidades estatales y la sociedad, promoviendo la planificación, gestión ambiental y fortalecimiento del gobierno indígena en armonía con prácticas tradicionales. Además, es la instancia

legítima de consulta y coordinación sobre el Territorio Ancestral Gonawindua (Ministerio de Ambiente, 2002, Resolución 0621).

Los cuatro pueblos han liderado procesos de recuperación, protección y gobernanza del territorio basados en su Ley de Origen, generando impactos locales, regionales, nacionales e internacionales. Entre ellos se destacan:

1. El reconocimiento constitucional de los territorios ancestrales y sus derechos asociados, alimentado por el proceso de reivindicación del Territorio Ancestral Gonawindua y su sistema de espacios y sitios sagrados (Corte Constitucional, 2010, T-547).
2. La demarcación de la Línea Negra desde 1973, mediante la Resolución 02 de 1973, que reconoció la importancia espiritual y cultural de hitos geográficos y sitios sagrados. Posteriormente, la Resolución 837 de 1995 amplió el reconocimiento a 54 sitios sagrados periféricos.
3. La Sentencia T-547 de 2010, que abordó la violación de derechos a la consulta previa e integridad cultural por el proyecto Puerto Brisa, instando al Estado a revisar y actualizar las resoluciones sobre la Línea Negra y los sitios sagrados (Corte Constitucional, 2010, T-547).

Por último, es relevante destacar la interrelación de los pueblos con otras figuras de protección existentes en su territorio, así como su liderazgo en la gestión sostenible y preservación de los valores culturales, ambientales y espirituales del Territorio Ancestral Gonawindua.

A continuación, se hace una breve mención a algunas de dichas figuras:

Zona de Reserva Forestal de ley 2 de 1959

La Ley 2 de 1959 estableció siete grandes zonas de reserva forestal en Colombia, incluyendo la SNSM, con un área de 852.683 hectáreas, de las cuales alrededor de 313.468 hectáreas han sido sustraídas. Actualmente, la reserva cuenta con 539.215 hectáreas, cuya jurisdicción se distribuye entre los departamentos de Cesar, La Guajira y Magdalena (Parques Nacionales Naturales de Colombia, 2020).

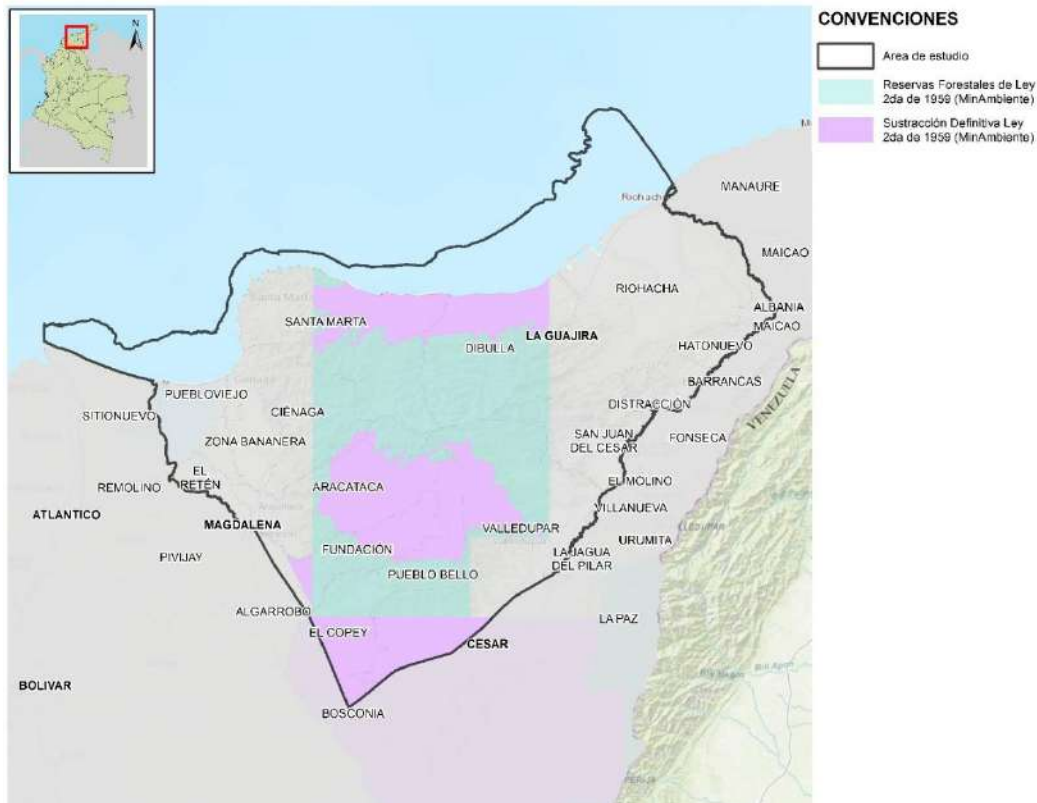
Según el Departamento Nacional de Planeación (2020), las reservas forestales creadas por la Ley 2 de 1959 tienen como finalidad el desarrollo de la economía forestal y la protección de suelos, aguas y vida silvestre, pero no constituyen áreas

protegidas del Sistema Nacional de Áreas Protegidas (SINAP). El Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible ha avanzado en procesos de zonificación y ordenamiento de estas áreas, que actualmente abarcan el 45 % del territorio nacional y concentran el 67 % de los bosques del país.

En Colombia, las siete reservas forestales se distribuyen así: Amazonía: 38 millones de ha de bosque (80 % del total del bosque del país; Pacífico: 8 millones de ha de bosque (14 %); Río Magdalena: 2,1 millones de ha; Central: 1,5 millones de ha; Cocuy: 731.000 ha; Serranía de los Motilones: 552.000 ha y Sierra Nevada de Santa Marta: 539.000 ha. Se estima que dentro de las reservas forestales viven aproximadamente 2,8 millones de personas (Victorino, 2012, citado en Departamento Nacional de Planeación, 2020).

Aunque la SNSM y las demás zonas de reserva forestal no forman parte del SINAP, estas áreas cuentan con un régimen de ordenamiento y protección de tierras y recursos naturales, destinado a salvaguardar suelos, aguas, bosques y vida silvestre, contribuyendo a la conservación de la biodiversidad y al equilibrio ecológico regional.

Figura 12. Delimitación de Reservas Forestal de Ley 2da de 1959

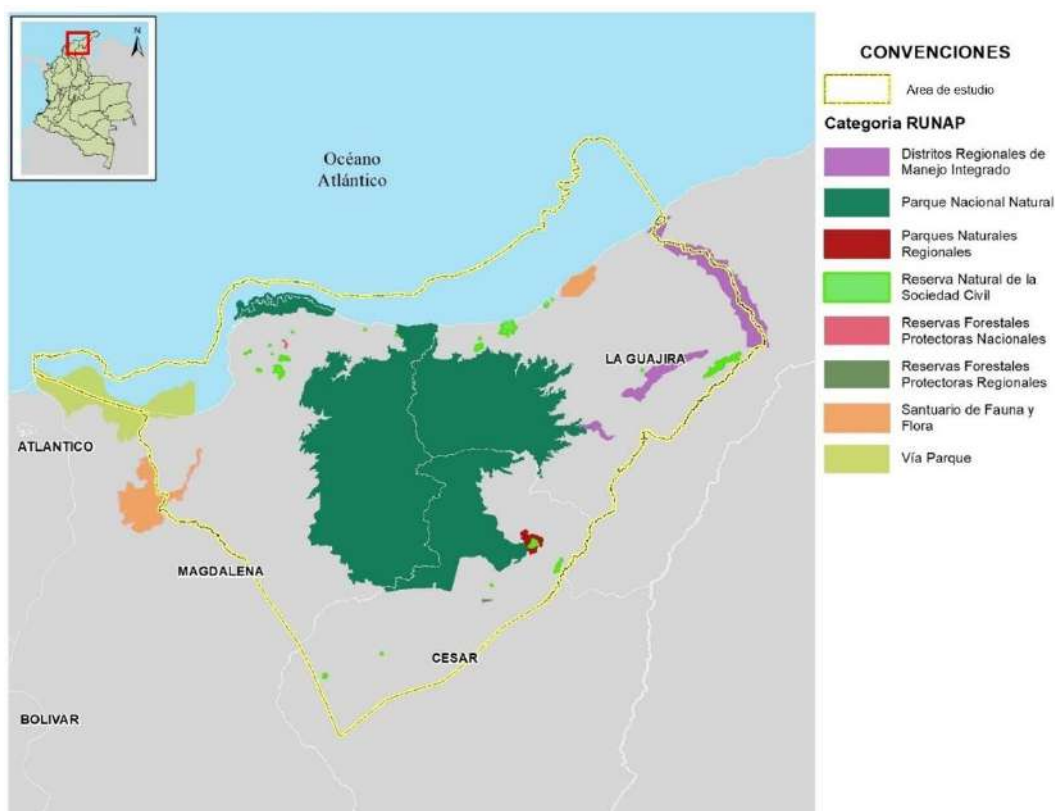


Fuente: Minambiente (2026).

Áreas Protegidas declaradas en categorías del Sistema de Parques Nacionales Naturales

En el ámbito del Territorio Ancestral Gonawindua de la SNSM se encuentran declaradas 38 áreas protegidas del Sistema de Parques Nacionales Naturales, entre las que se destaca el Parque Nacional Natural SNSM, que representa el 25,34 % del territorio ancestral; la Vía Parque Isla de Salamanca (1,37 %); los Distritos Regionales de Manejo Integrado de la cuenca baja del río Ranchería (0,91 %); el Parque Nacional Natural Tayrona (0,85 %); los Distritos Regionales de Manejo Integrado de Bañaderos—cuenca alta del río Camarones (0,48 %); los Santuarios de Flora y Fauna Los Flamencos (0,31 %) y Ciénaga Grande de Santa Marta (0,14 %); y, por último, el Parque Natural Regional Los Besotes (0,14 %).

Figura 13. Áreas protegidas dentro del área del Territorio Ancestral Gonawindua de la SNSM



Fuente: RUNAP (2025)

Tabla 3. Áreas Protegidas declaradas en categorías del Sistema de PNN

Parque	Descripción
Parque Nacional Natural Sierra Nevada de Santa Marta	Creado en 1964, cambiado en su denominación en 1971, modificado en sus límites en 1977, y finalmente ampliado mediante la Resolución 0136 del 17 de febrero de 2023 del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible para un total de 573.312,6 has. La ampliación fue resultado de un proceso de concertación entre los 4 pueblos y PNNC, en coordinación y articulación con otras entidades y actores, y fue sometida a consulta previa, tal y como consta en el Acta de Protocolización del 24 de mayo de 2022. Entre los acuerdos de consulta previa figura el acuerdo #17 según el cual: <i>“Las partes acuerdan elaborar e implementar un plan de trabajo para la gestión de otras estrategias o figuras de conservación y protección integral del territorio complementarias a la ampliación del PNN SNSM con los actores competentes, lo anterior de manera adicional a la Reserva Temporal establecida Resolución 504 del 2 de abril de 2018, prorrogada mediante Resolución 407, 320 y 0369 de 2022 del MADS. Este acuerdo se articulará al Plan de Manejo SNSM (Acuerdo 4)”</i>.
Parque Nacional Natural Tayrona	Creado en 1964 declaración que fue posteriormente refrendada por el Acuerdo No. 04 del 24 de abril de 1969 del INDERENA, aprobada por la Resolución ejecutiva No. 292 del 18 de agosto de 1969 del Ministerio de Agricultura.
Santuario de Flora y Fauna Ciénaga Grande de Santa Marta	Declarado en 1977 con una extensión total de 27.021, 11 has.
Santuario de Flora y Fauna Los Flamencos	Declarado en 1977, localizado en el Corregimiento de Camarones, Municipio de Riohacha – La Guajira, entre los límites de la baja y media Guajira, en la vertiente nororiental de la Sierra Nevada de Santa Marta y hacia el final de la cuenca del río Camarones.
Vía Parque Isla Salamanca	Declarada en 1964, realinderada en 1969, clarificados sus límites en 1985, y finalmente recategorizada, redelimitada y ampliada mediante Resolución 0472 de junio 8 de 1998 por el Ministerio de Ambiente. Declarada Sujeto de Derechos por la Sala Civil de la Corte Suprema de Justicia (Sentencia STC3872-2020).

Fuente: Elaboración propia (2025).

En el Territorio Ancestral Gonawindua de la SNSM, el Estado declaró primero el Parque Nacional Natural Sierra Nevada de Santa Marta y posteriormente constituyó

los resguardos indígenas, lo que evidencia que la creación de áreas protegidas no altera los derechos de propiedad y posesión ancestral ni constituye un obstáculo para el reconocimiento de los derechos territoriales y de autogobierno de los pueblos indígenas (Corte Constitucional, Sentencia T-517 de 1992).

En 2013, el Tribunal Administrativo del Magdalena identificó la violación del derecho a la consulta previa de los pueblos indígenas al adelantar PNNC un contrato de concesión de servicios ecoturísticos en el Parque Tayrona, que, aunque no coincide con los resguardos, forma parte de su territorio ancestral. El fallo ordenó medidas de compensación cultural y dio inicio a un proceso de adecuación de la gestión institucional en las áreas protegidas que abarcan el territorio de los cuatro pueblos indígenas: Kogui, Arhuaco, Wiwa y Kankuamo.

Actualmente, tanto PNNC como las autoridades indígenas han consolidado un reconocimiento mutuo como autoridades diferenciadas pero concurrentes, promoviendo mecanismos de coordinación que respetan y fortalecen los derechos territoriales indígenas. Entre los principales resultados de esta articulación se destacan:

1. Cierre temporal del Parque Tayrona para turismo desde 2015, concertado entre PNNC y las autoridades indígenas, con el objetivo de permitir el descanso de la naturaleza y la realización de prácticas culturales de pago, sustentado en los derechos de la Naturaleza y el principio de autoridad indígena sobre el territorio ancestral.
2. Resolución No. 0391 de 2018 de PNNC, que establece el cierre definitivo de actividades recreativas y turísticas en los espacios sagrados Chengue, Pueblito, Los Naranjos y Costado Oriental de Bahía Concha.
3. Elaboración de un único plan de manejo para los Parques Nacionales Naturales Sierra Nevada de Santa Marta y Tayrona, integrando el ordenamiento territorial ancestral en la zonificación y regulación de usos, como mecanismo de gestión integral regional (Cabildo Indígena Kankuamo, 2019).

Como resultado del proceso de consulta previa iniciado en 2018, se protocolizó el Acta de acuerdos del 22 de febrero de 2019, que sirvió de base para la expedición de la Resolución 0351 del 4 de noviembre de 2020 (Diario Oficial No. 51.503), mediante la cual PNNC adopta el Plan de Manejo de los Parques Nacionales Naturales Sierra Nevada de Santa Marta y Tayrona. Este plan reconoce que:

“La visión regional integral de los cuatro pueblos de la Sierra Nevada de Santa Marta es referente en la política pública regional. Se acuerda un objetivo estratégico regional para conservar y recuperar el territorio ancestral con base en el ordenamiento territorial ancestral de los pueblos indígenas Kággaba, Wiwa, Iku y Kankuamo, mediante una estrategia de integración, conectividad y ordenamiento ambiental, cultural y social del territorio” (PNNC, 2020, Art. 4).

Este proceso constituye un modelo de gobernanza territorial, donde los derechos de los pueblos indígenas sobre su territorio ancestral se articulan con la gestión de áreas protegidas, garantizando la coordinación entre autoridades indígenas y estatales y promoviendo un enfoque biocultural de conservación y uso sostenible del territorio.

Reservas de la Biósfera

- El Programa MAB de la UNESCO, busca mejorar la relación entre las personas y su entorno mediante la creación de reservas de biosfera, donde se combina la conservación de la biodiversidad con el uso sostenible de los recursos y el desarrollo de las comunidades locales (UNESCO-MAB, 1996). Estas reservas se ordenan considerando las características topográficas, biológicas, económicas y socioculturales de cada lugar. En Colombia destacan: La SNSM en los Departamentos de la Guajira, Magdalena y Cesar, designada en 1980, con una superficie de 2.115.800 ha.
- La Ciénaga Grande de Santa Marta, designada en el año 2000, ubicada en el Departamento del Magdalena (municipios: Ciénaga, Pueblo viejo, Sitio Nuevo, Remolino, Salamina, El Piñon, Cerro de San Antonio, Pivijay, El Retén y Aracataca), con una extensión de 493.150 ha.

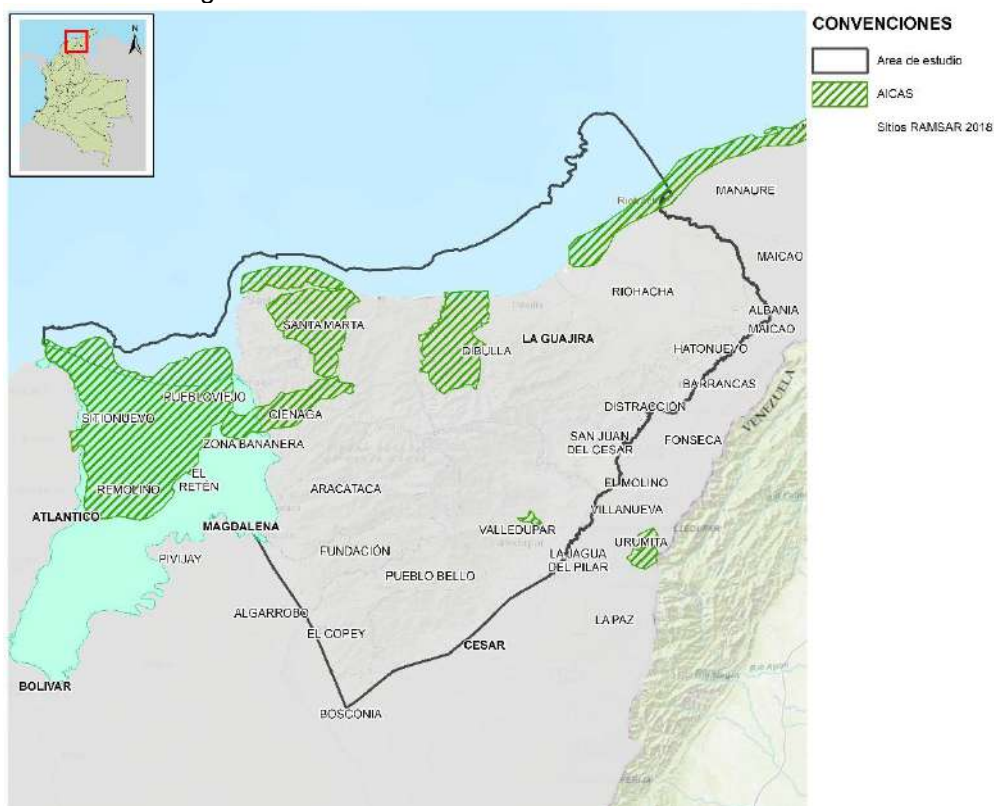
Sitio RAMSAR y AICAS

La Convención sobre los Humedales Ramsar (1971) establece que sus países miembros, entre ellos Colombia, asumen compromisos para mantener las características ecológicas de sus Humedales de Importancia Internacional y planificar el uso racional, o uso sostenible, de todos los humedales situados en sus territorios.

Bajo este marco, el año 18 de junio de 1998 fue designado como Sitio RAMSAR # 951 el Sistema Delta Estuarino del Río Magdalena, Ciénaga Grande de Santa Marta con una extensión de 400.000 ha, el cual abarca el 6,97% del área total.

En relación con las Áreas Importantes para la Conservación de las Aves (AICAS) presentes dentro del área (véase Figura 14) incluyen el Complejo de humedales costeros de la Guajira que representa el 1,26 % del área total; la Cuchilla de San Lorenzo (2,44%), Ecoparque los Besotes (0,07 %), el Parque Nacional Natural Tayrona (0,93%), Reserva de Biosfera y sitio RAMSAR Ciénaga Grande de Santa Marta, Isla de Salamanca y Sabanagrande (4,55 %), el Valle de San Salvador (2,62 %), y el Valle del Rio Frio (1,64%).

Figura 14 Distribución de Áreas de Distinción Internacional



Fuente: IAvH (2015) & MADS (2020)

Zona de protección y desarrollo de los recursos naturales renovables y del medio ambiente

El artículo 47 del Decreto Ley 2811 de 1974 o *Código Nacional de Recursos Naturales Renovables y de Protección al Medio Ambiente* establece que “Sin perjuicio de derechos legítimamente adquiridos por terceros o de las normas

especiales de este Código, podrá declararse reservada una porción determinada o la totalidad de recursos naturales renovables de una región o zona cuando sea necesario para organizar o facilitar la prestación de un servicio público, adelantar programas de restauración, conservación o preservación de esos recursos y del ambiente, o cuando el Estado resuelva explotarlos. Mientras la reserva esté vigente, los bienes afectados quedarán excluidos de concesión o autorización de uso a particulares”.

Tal como lo explica la Corte Constitucional de Colombia en la sentencia C 649 de 1997 “el Estado puede hacer reservas para el manejo, conservación, y restauración de los recursos naturales renovables, o de baldíos, con el fin de destinarlos a satisfacer diferentes necesidades de interés público y social”.

En este marco, amerita destacar la forma en que los cuatro pueblos de la Sierra han gestionado la protección de su territorio y el reconocimiento de su decisión de exclusión de actividades mineras, lo que llevó al gobierno nacional a la expedición de la **Resolución 504 de 2018** del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible “*Por la cual se declara y delimita una zona de protección y desarrollo de los recursos naturales renovables y del medio ambiente en inmediaciones del Parque Nacional Natural Sierra Nevada de Santa Marta*” soportada en la figura del artículo 47 del Código Nacional de Recursos Naturales Renovables.

La constitución de esta figura en el ámbito del Territorio Ancestral Gonawindua de la SNSM ha sido refrendada en el curso de los años a través de la expedición de las siguientes Resoluciones: 407 de 2019, 2020, 369 de 2022 y 363 de 2024.

Todo lo anterior, sustenta la necesidad de continuar y ampliar la protección que se viene dando en los últimos años mediante la declaratoria de la Reserva de recursos naturales renovables, según se detalla en el polígono propuesto en el numeral 12.

Protección y Salvaguardia del patrimonio cultural

Mediante la **Resolución 2873 de 2012** del Ministerio de Cultura se reconoció el sitio sagrado (Jaba Tañiwashkaka en la Guajira) como un bien de interés cultural de la Nación.

También se destaca el reconocimiento del sistema de conocimiento tradicional ancestral de los cuatro pueblos como una manifestación del patrimonio cultural inmaterial incluida en la Lista Representativa de PCI del ámbito nacional. Durante los años 2013 a 2016 se construyó participativamente el Plan Especial de Salvaguarda y finalmente el Ministerio de Cultura expidió la **Resolución No. 3760 de 2017**, *"por la cual se incluye la manifestación Sistema de conocimiento ancestral de los pueblos Arhuaco, Kankuamo, Kogui y Wiwa de la Sierra Nevada de Santa Marta"* en LRPCI del ámbito nacional y se aprueba su PES.

Este reconocimiento es muy significativo como medida que propende por la protección integral del territorio porque se reconoce y protege el conocimiento no como bienes o manifestaciones individualizadas sino como un sistema de diversas condiciones interrelacionadas que hay que salvaguardar en su conjunto, entre las cuales figura el territorio y su sistema de espacios sagrados.

Posteriormente, el sistema de conocimiento ancestral fue reconocido como patrimonio de la humanidad en el 2022 por la UNESCO.

Patrimonio arqueológico, parques y áreas arqueológicas protegidas

Existen referencias que dan cuenta de la existencia de más de 250 sitios de patrimonio arqueológico documentados en el ámbito del Territorio Ancestral Gonawindua de la Sierra Nevada de Santa Marta, entre ellos se destacan: Parque Arqueológico Teyuna – Ciudad Perdida (nacional). Pueblito Chairama, Bunkuany.

En 2012, Colombia inscribió en la Lista Indicativa de la UNESCO la postulación denominada “Parques Nacionales Tayrona y Sierra Nevada de Santa Marta y sus Sitios Arqueológicos” para aspirar a ser declarados Patrimonio Mundial.

Como ejemplo de la preocupación por “salvaguardar el conjunto” como principio de la ley de cultura 1185 de 2008, esta destaca que la declaratoria de interés cultural puede recaer sobre bienes materiales individualmente considerados o sobre “una determinada colección o conjunto, caso en el cual la declaratoria contendrá las

medidas pertinentes para conservarlos como una unidad indivisible” (Artículo 1 de la Ley 1185 de 2008 que modificó el artículo 4 de la Ley 397 de 1997).

En línea con este principio, la protección del patrimonio arqueológico en Colombia reconoce que dicho patrimonio no sólo está representado en los bienes o vestigios materiales de la actividad humana sino que también comprende el llamado “contexto arqueológico” entendido como los “datos y elementos de carácter inmaterial, científico e histórico sobre el origen, valores, tradiciones, costumbres y hábitos que dan valor no comercial y sentido cultural a los bienes muebles e inmuebles de carácter arqueológico” (Artículo 1 del Decreto 833 de 2002 incorporado en el Decreto Único Reglamentario del Sector Cultura Decreto 1080 de 2015), así como por el conjunto de significaciones que lo hacen un patrimonio vivo para muchos pueblos y comunidades, y todo este conjunto de elementos y significaciones constituyen un universo merecedor de protección integral.

En este sentido, el contexto arqueológico no sólo se refiere a ese conjunto de elementos, bienes o valores materiales e inmateriales que le dan significación a una pieza o elemento aislado, y que deben tener protección en su conjunto, sino que debe tener una expresión territorial. Es por esto por lo que la declaración de la reserva y la búsqueda de medidas complementarias en el ámbito restante del Territorio Ancestral Gonawindua de la SNSM, al albergar patrimonio arqueológico en un sinnúmero de sitios, constituye una medida que también aporta al reconocimiento, protección y salvaguarda integral de dicho patrimonio arqueológico.

Protección derivada de órdenes de la Corte Constitucional

Existen sentencias de tutela o de constitucionalidad de la Corte Constitucional sobre derechos de los pueblos indígenas en la Sierra Nevada de Santa Marta que han sido hitos para la protección de los 4 pueblos y de su territorio ancestral.

Se destacan: la sentencia T 428 de 1992 (construcción de obras y presencia de actores externos en territorio ancestral Arhuaco sin consulta); la SU 510 de 1998 sobre libertad de cultos, protección de identidad cultural y jurisdicción especial indígena; sentencia T 634 de 1999 (Pueblo Kogui intervenciones en espacios sagrados); la sentencia T 547 de 2010 (proyecto multipropósito Brisa); sentencia T 129 de 2011 (pueblo Kankuamo por desplazamiento, violencia y exterminio cultural); T 849 de 2014 (minería dentro del ámbito del territorio ancestral) sentencia T 606 de 2015 (plan maestro PNN Tayrona), T 005 de 2016 (instalación de batallón y antenas en Cerro Alguacil que es centro de pago) sobre el derecho a la consulta previa, entre otros derechos conculcados; la sentencia T 302 de 2017, entre otras. A lo anterior se suma el Auto 004 de 2009 (en seguimiento a la T-025

de 2004) en donde se aborda el impacto del conflicto armado en pueblos indígenas, incluidos los pueblos Arhuaco, Kogui, Wiwa y Kankuamo, se declaran en riesgo de exterminio físico y cultural y se ordena la construcción de un plan de salvaguarda étnica. En el marco de esta orden de la Corte se construyeron planes de salvaguarda para cada pueblo de la SNSM.

Órdenes de otras sentencias en virtud de la condición de los pueblos y del territorio como víctimas del conflicto

Existen varias sentencias de distintas jurisdicciones y tribunales en donde los jueces han ordenado medidas de reparación que involucran la protección del territorio ancestral y el sistema de espacios sagrados. Entre ellas están sentencias de restitución de tierras, de las Salas de Justicia y Paz y de la JEP. Entre ellas se destacan:

- Sentencia justicia y paz Hernán Giraldo y otros
- Sentencia de restitución de tierras pueblo kogui Tugueka
- Caso pueblo kankuamo contra el Randyz julio maestre y otros - justicia y paz)
- Fallo de la JEP

En estas sentencias se hace un llamado a la protección integral del territorio ancestral y también a ciertas áreas, espacios sagrados, cuencas y conectividades esenciales para una restauración y reparación integral de los derechos conculcados.

La Corte Constitucional advierte sobre la necesidad de dar aplicación a un enfoque diferencial en la forma en que se concreta la reparación, cuando ésta proceda: *“...Las medidas reparatorias deben realizarse con un enfoque diferencial que tome en cuenta las particularidades del pueblo afectado (etno-reparaciones)”* (Sentencia SU-123 de 2018).

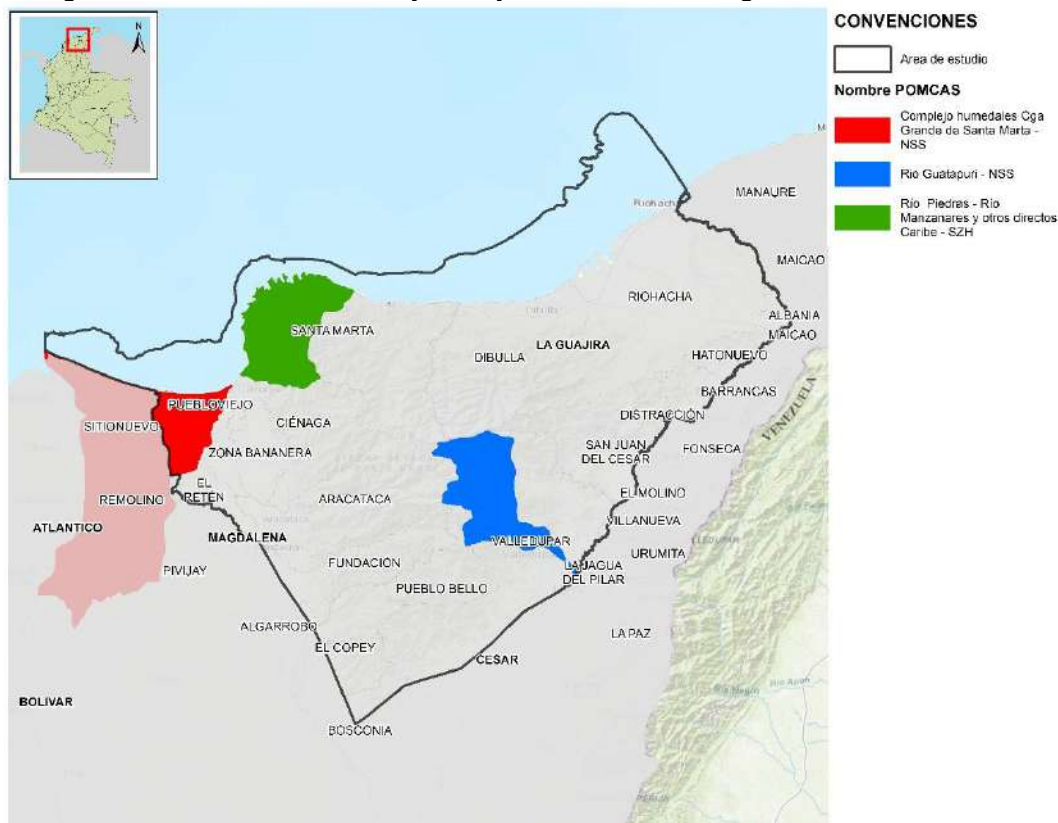
4.2.1. Instrumentos de Ordenamiento Ambiental y Territorial

Los Planes de Ordenación y Manejo de Cuencas Hidrográficas (POMCA) constituyen un instrumento clave de planificación ambiental y territorial en Colombia, en tanto integran la gestión del agua con el manejo del suelo, la biodiversidad y los servicios ecosistémicos a escala de cuenca. Su relevancia radica en que orientan decisiones de uso y ocupación del territorio desde determinantes ambientales, y permiten articular la gestión del recurso hídrico con la prevención de conflictos por uso del suelo, la reducción de la degradación ambiental y la priorización de medidas de manejo.

En términos normativos, el Decreto 1076 de 2015, en su artículo 2.2.3.1.5.1, establece que los POMCA son el instrumento mediante el cual la autoridad ambiental competente orienta el manejo de las cuencas hidrográficas y asegura la coordinación interinstitucional para su gestión. De igual manera, el artículo 2.2.3.1.5.6 del mismo decreto dispone que los POMCA son “norma de superior jerarquía y determinante ambiental para la elaboración y adopción de los planes de *ordenamiento territorial, de conformidad con lo dispuesto en el artículo 10 de la Ley 388 de 1997*”.

En el caso del territorio ancestral, se cuenta con un conjunto de Planes de Ordenación y Manejo de Cuencas Hidrográficas – POMCA que han sido debidamente aprobados por las autoridades ambientales competentes, en cumplimiento de lo dispuesto en el Decreto 1076 de 2015. Estos planes corresponden a Río Piedras–Río Manzanares y otros directos Caribe (CORPAMAG, Resolución 0690 de 2019), Río Guatapurí (Corpocesar, Resoluciones 1553 de 2019 y 098 de 2020) y Complejo de humedales Ciénaga Grande de Santa Marta (Corpomag, Resolución 0689 de 2019).

Figura 15. Plan de Ordenación y Manejo de Cuencas Hidrográficas – POMCAS 2025



Fuente: MADS (2025).

El resto de las unidades se distribuye principalmente entre estados de formulación y sin inicio, incluyendo cuencas de alta participación relativa dentro del área de estudio, como Río Ranchería (12,52 %), Río Aracataca (8,18 %), Río Ariguaní (7,84 %), Río Frío–Río Sevilla (7,54 %), Río Cesarito (7,52 %) y Río Fundación (6,83 %), es decir que las cuencas que concentran mayor proporción del área aún no cuentan con POMCA adoptado, lo que refuerza la necesidad de priorizar su formulación y posterior adopción.

Tabla 4. Relación de los POMCAS y su estado

Código	Nombre POMCA	Estado	Resolución	Área (Ha)	%
1501	Río Piedras - Río Manzanares y otros directos Caribe - SZH	Aprobado	CORPAMAG Resolución 0690 de 2019	92.555,42	0,05
1502	Río Don Diego - SZH	Sin Inicio		54.115,55	0,03
1504	Río Tapias - SZH	Formulación		107.692,00	0,06
1505	Río Camarones y otros directos Caribe - SZH	Formulación		89.218,34	0,05
1506	Río Ranchería - SZH	Sin Inicio		237.504,78	0,13
1509	Ríos Mendiguaca, Guachaca y Buriticá - SZH	Sin Inicio		68.270,70	0,04
2804	Río Ariguaní - SZH	Sin Inicio		148.743,16	0,08
1503-01	Río Palomino - NSS	Sin Inicio		77.943,54	0,04
1503-02	Río Ancho, Río Negro, Río Maluisa y otros directos - NSS	Formulación		117.325,24	0,06
1507-01	Arroyos Parajiramarahu y Jorotuy Alta Guajira - NSS	Sin Inicio		0,18	0,00
2801-01	Río Guatapuri - NSS	Aprobado	CORPOCESAR: Res. 1553 de 2019 y 098 de 2020	86.809,85	0,05
2801-02	Río Badillo y otros directos río Cesar (md) - NSS	Sin Inicio		101.494,56	0,05
2801-03	Río Alto Cesar - NSS	Sin Inicio		65.361,37	0,03
2802-01	Río Cesarito - NSS	Sin Inicio		142.694,93	0,08
2802-02	Río Medio Cesar - NSS	Actividades Previas		13.280,54	0,01

Código	Nombre POMCA	Estado	Resolución	Área (Ha)	%
2802-05	Rio Garupal - NSS	Sin Inicio		20.145,28	0,01
2906-01	Complejo humedales Cga Grande de Santa Marta - NSS	Aprobado	CORPAMAG: Resolución 0689 de 2019	46.915,13	0,02
2906-02	Rio Frio - Rio Sevilla - NSS	Sin Inicio		143.073,75	0,08
2906-03	Rio Aracataca - NSS	Sin Inicio		155.202,76	0,08
2906-04	Rio Fundación - NSS	Sin Inicio		129.640,85	0,07

Fuente: MADS (2025)

De acuerdo con la tabla de distribución por estado, la mayor proporción del área se encuentra en POMCA con estado “Sin inicio”, que representan aproximadamente 70,84 % del área total analizada. En segundo lugar, se ubican los POMCA en “Formulación” con cerca de 16,56 %, seguidos por los POMCA “Aprobados” con alrededor de 11,93 %, y una fracción menor en “Actividades previas” con cerca de 0,70 %; lo anterior indica que el estado de cubrimiento de los POMCAS es aún limitado frente a la magnitud de la SNSM y evidencia un bajo nivel de implementación.

La ausencia de instrumentos plenamente formulados y ejecutados impide establecer con certeza los usos permitidos y restringidos en las cuencas hidrográficas, lo que incrementa la vulnerabilidad frente a prácticas insostenibles.

4.2.2. Principios y criterios jurídicos aplicables para la protección integral ambiental y ancestral y que justifican la medida administrativa de la reserva

A) Bioculturalidad

La Corte Constitucional ha reiterado que los derechos bioculturales no constituyen una categoría autónoma de nuevos derechos, sino un enfoque integrador de protección de los derechos ambientales y culturales, de obligatoria aplicación en la garantía de los derechos de los pueblos étnicos (Corte Constitucional, 2016; 2025). En este sentido, la Corte ha señalado que el Estado colombiano tiene la obligación de salvaguardar el vínculo entre las comunidades étnicas, sus territorios, los organismos biológicos y los conocimientos asociados, como fundamento de la política pública y la legislación nacional (Corte Constitucional, 2025).

Desde esta perspectiva, en la Sentencia T-622 de 2016 se precisó que las políticas públicas de conservación deben centrarse en la preservación de la vida y de las condiciones que permiten la continuidad de la biodiversidad, reconociendo la interdependencia entre diversidad biológica y cultural. Así, la diversidad biocultural se configura como el enfoque más integral para la protección efectiva de la diversidad étnica y cultural, al incorporar también la preservación de los modos de vida y sistemas culturales que interactúan con los ecosistemas (Corte Constitucional, 2016).

De igual forma, la Corte ha establecido que la protección de la diversidad biológica y de los conocimientos tradicionales constituye un imperativo del Estado colombiano (Corte Constitucional, 2008). En consecuencia, el reconocimiento del sistema de conocimiento de los pueblos indígenas como ocurre con los pueblos de la SNSM, implica necesariamente la protección integral del territorio ancestral, dado que es en este dónde dichos sistemas se reproducen y adquieren sentido.

En síntesis, la jurisprudencia constitucional ha consolidado un enfoque biocultural según el cual la protección del territorio, la biodiversidad, los conocimientos tradicionales y los modos de vida de los pueblos indígenas es interdependiente, y debe abordarse de manera integral para garantizar su pervivencia cultural y la sostenibilidad ambiental.

B) Protección y prevalencia de lo sagrado.

Existe una íntima relación entre derechos culturales, derechos espirituales y a la libertad de conciencia y religiosa. Cuando un bien o conjunto de bienes o un espacio o el territorio como totalidad tiene un carácter sagrado para una comunidad, el Estado debe velar porque las decisiones que de él emanan respeten dicho sentido de lo sagrado.

Esta prelación se fundamenta en el artículo 2 de la Constitución Política, según el cual las autoridades están instituidas para proteger a todas las personas en su vida, bienes, creencias y demás derechos, así como para garantizar el cumplimiento de los deberes sociales del Estado y de los particulares.

Asimismo, la Ley 1185 de 2008 sustenta que al regular el patrimonio cultural incluido el de las iglesias y confesiones religiosas, establece que debe protegerse su naturaleza y finalidad religiosa, la cual no puede ser obstaculizada por su valor cultural. Esto evidencia que dicha naturaleza y finalidad gozan de prelación frente a otros valores concurrentes con los que pudieran entrar en tensión.

De igual manera, esta ley incorpora el principio de “protección del conjunto”, el cual resulta coherente con el deber de protección integral del territorio ancestral. La protección no se limita a los espacios sagrados de manera aislada, sino que comprende también sus interconexiones y relaciones, como elementos esenciales de su significado cultural y espiritual.

C) Deber de aplicación de los principios de prevención, precaución y planeación.

Los principios de prevención y precaución constituyen mandatos constitucionales que orientan la toma de decisiones ambientales hacia la evitación del daño, incluso en escenarios de incertidumbre científica. La Corte Constitucional ha señalado que la prevención prioriza anticipar y evitar impactos antes de que ocurran, mientras que la precaución opera cuando no existe certeza absoluta, exigiendo adoptar medidas eficaces frente a riesgos graves (Corte Constitucional, Sentencias T-1077 de 2012; C-449 de 2015; T-622 de 2016; Ley 99 de 1993, art. 1).

En esta línea, el principio de precaución establece que, ante la duda sobre posibles afectaciones, por ejemplo, derivadas de actividades mineras, la decisión debe favorecer la protección ambiental (“in dubio pro natura”), pues los daños pueden ser irreversibles (Corte Constitucional, Sentencia C-339 de 2002).

Estos principios se articulan con el deber de planeación ambiental (Constitución Política de Colombia, 1991, art. 80) y con la protección de la diversidad cultural (arts. 7 y 333), lo que exige una visión integral biocultural de las decisiones públicas. En este marco, la Corte ha desarrollado el principio de “acción sin daño”, que implica evaluar previamente impactos, coordinar con autoridades indígenas, incorporar salvaguardas y establecer mecanismos de seguimiento (Corte Constitucional, Sentencia T-106 de 2025).

Dichas salvaguardas incluyen, entre otras: el respeto a calendarios ecológico-culturales, la protección de sitios sagrados y sus interconexiones, sistemas alimentarios, la preservación de conocimientos tradicionales y la participación de autoridades y sabedores indígenas. En el plano ambiental, comprenden la protección de cuencas hídricas, especies clave, corredores biológicos y el monitoreo permanente de ecosistemas.

En conjunto, estos criterios sustentan la adopción de medidas restrictivas como la declaratoria de reservas de recursos naturales y la limitación de actividades extractivas, al constituir herramientas necesarias para garantizar la protección integral ambiental y cultural del territorio ancestral.

D) Derechos de la naturaleza.

La Opinión Consultiva OC-32 de 2025 de la Corte Interamericana de Derechos Humanos desarrolla el reconocimiento de la naturaleza como sujeto de derechos, destacando que los ecosistemas son sistemas interdependientes cuya degradación genera efectos en cascada que afectan tanto a otras especies como a los seres humanos. Reconocer el derecho de la naturaleza a mantener sus procesos ecológicos esenciales fortalece un modelo de desarrollo sostenible, previene daños irreversibles y supera visiones que la reducían a objeto de explotación (Corte IDH, Opinión Consultiva OC-32 de 2025).

Este enfoque, además, es compatible con las obligaciones internacionales de los Estados y con el principio de progresividad de los derechos económicos, sociales, culturales y ambientales, al tiempo que refuerza la interdependencia entre derechos humanos y ambiente bajo una interpretación evolutiva del derecho internacional (Corte IDH, Opinión Consultiva OC-32 de 2025, párrs. 281–282). Asimismo, reconoce y fortalece el papel de los pueblos indígenas como guardianes de los ecosistemas y portadores de conocimientos tradicionales fundamentales para su protección.

En consecuencia, la Corte establece que los Estados deben adoptar medidas estructurales para garantizar el derecho a un ambiente sano, incluyendo la identificación de riesgos ecosistémicos, la protección y restauración de ecosistemas, la ampliación de áreas protegidas y corredores biológicos, la cooperación internacional, la incorporación de conocimientos tradicionales y la implementación de sistemas de monitoreo y evaluación.

En el ámbito nacional, la Jurisdicción Especial para la Paz ha avanzado en esta misma dirección al reconocer al territorio ancestral de la SNSM como víctima colectiva del conflicto armado, junto con los pueblos Arhuaco, Kogui, Wiwa y Kankuamo. Este reconocimiento implica entender el territorio como sujeto de derechos a partir de la cosmovisión, los sistemas de conocimiento y los sistemas jurídicos propios de estos pueblos, y no desde enfoques externos (Jurisdicción Especial para la Paz, 2024).

De este modo, el reconocimiento del territorio ancestral como sujeto de derechos exige una interpretación y protección que parta de los sistemas propios de los pueblos indígenas, consolidando un enfoque biocultural y pluralista en la garantía de sus derechos.

E) Pluralismo jurídico.

La diversidad cultural en Colombia se expresa en un pluralismo jurídico, que reconoce la coexistencia de distintos sistemas normativos. En este marco, la Corte Constitucional ha afirmado que los pueblos indígenas son titulares de un derecho propio, entendido como la facultad de crear, modificar y conservar sus sistemas de regulación, lo cual resulta indispensable para garantizar la multiculturalidad y el pluralismo constitucional (Corte Constitucional, Sentencias T-236 de 2012; C-463 de 2014).

Este derecho se manifiesta en instrumentos como los planes de vida y otras formas de ordenamiento, cuya validez no depende exclusivamente de su carácter ancestral, sino de su origen autónomo dentro de las comunidades. En este sentido, la Corte ha evolucionado desde una concepción restringida ligada únicamente a usos y costumbres ancestrales hacia una visión amplia y dinámica, que reconoce el derecho propio como un sistema normativo en constante transformación, incluso con influencias externas (Corte Constitucional, Sentencia C-882 de 2011; T-254 de 1994).

El pluralismo jurídico implica, entonces, la coexistencia de órdenes normativos que pueden aplicarse a un mismo caso, lo que exige mecanismos de coordinación entre autoridades y criterios de interpretación que permitan resolver tensiones, ya sea mediante complementariedad o prevalencia, atendiendo al principio de maximización de la autonomía y a la protección de los derechos fundamentales (Corte Constitucional, Sentencia T-236 de 2012).

Como regla general, debe respetarse la aplicación de los sistemas normativos propios, salvo cuando entren en conflicto con derechos fundamentales o principios constitucionales superiores, lo cual debe analizarse en cada caso concreto (Corte Constitucional, Sentencia T-236 de 2012).

Para el Territorio Ancestral Gonawindua de la SNSM, el ordenamiento jurídico es plural en sus fuentes y manifestaciones; sin embargo, el derecho propio de los pueblos indígenas goza de prevalencia y protección constitucional y supralegal, al estar respaldado por el derecho internacional de los derechos humanos y el principio de autodeterminación (Corte Constitucional, Sentencia C-463 de 2014). En consecuencia, la protección integral del territorio ancestral exige como condición esencial la aplicación efectiva de este ordenamiento propio.

F) El Territorio ancestral como Territorio de paz.

El territorio ancestral de los pueblos de la Sierra Nevada de Santa Marta debe entenderse como un territorio de paz, dado su carácter sagrado y su importancia para la pervivencia cultural y espiritual. En este sentido, medidas de protección como la declaratoria de reservas contribuyen a la paz territorial y a la armonía con la naturaleza.

El artículo 62 del Decreto Ley 4633 de 2011 reconoce los sitios sagrados como bienes protegidos por el derecho internacional humanitario, excluidos de actos de guerra. A su vez, la Comisión Interamericana ha señalado que la relación espiritual con el territorio es esencial para la identidad e integridad cultural de los pueblos indígenas (CIDH, 2009, párr. 167).

La paz implica no solo ausencia de conflicto, sino condiciones de vida digna, autodeterminación y respeto por la integridad física, moral y espiritual (Corte Constitucional, Sentencias C-575 de 1992; T-622 de 2016). La afectación o pérdida del territorio ancestral genera sufrimientos que vulneran la integridad psíquica y moral de las comunidades (CIDH, 2009), por lo que las demoras en su reconocimiento constituyen una afectación al derecho a vivir en paz.

El Decreto Ley 4633 de 2011 establece que la protección de los pueblos indígenas se basa en su relación espiritual con el territorio y en el fortalecimiento de su autonomía y derecho propio (art. 33). En esta línea, la Jurisdicción Especial para la Paz JEP, ha reconocido el territorio ancestral como víctima del conflicto, lo que exige medidas de reparación orientadas a restablecer su equilibrio biocultural.

Así, la adopción de medidas como la creación de reservas y la restricción de actividades extractivas constituye no solo una acción ambiental, sino también una medida de reparación y garantía de no repetición, coherente con el principio de que la paz, el desarrollo y la protección del ambiente son interdependientes (Declaración de Río, principio 25).

G) Diálogo intercultural

La Corte Constitucional ha reconocido el diálogo intercultural como un bien inmaterial de especial valor constitucional, en tanto expresa los principios de pluralismo, participación e igualdad entre culturas, y constituye una condición esencial para el ejercicio efectivo de la autonomía de los pueblos indígenas en un marco de cooperación, coordinación y articulación con autoridades no indígenas (Corte Constitucional, Sentencia SU-121 de 2022).

En este sentido, la jurisprudencia ha establecido que, frente a problemas jurídicos complejos que involucren derechos de pueblos étnicamente diferenciados, el diálogo intercultural no es una opción sino un método obligatorio de gestión administrativa, articulación interinstitucional y solución de conflictos. A través de este, el Estado cumple su deber de garantizar la convivencia pacífica, reconociendo las particularidades culturales de los distintos grupos y absteniéndose de imponer visiones homogéneas que desconozcan la diversidad étnica y cultural (Corte Constitucional, Sentencia SU-121 de 2022).

La Corte ha precisado que, cuando las decisiones estatales puedan afectar a comunidades indígenas, deben generarse espacios efectivos de diálogo intercultural que materialicen los principios constitucionales de pluralismo (art. 1), diversidad étnica y cultural (arts. 7 y 70) e igualdad (art. 13), garantizando así el derecho a la autodeterminación (art. 330) y promoviendo escenarios de coordinación y cooperación entre autoridades (Corte Constitucional, Sentencia SU-121 de 2022).

Este enfoque ha sido reiterado en múltiples decisiones, entre ellas las sentencias T-188 de 2015, T-284 de 2014, C-370 de 2002 y T-523 de 1997, en las que se destaca que el Estado tiene la misión de permitir la coexistencia pacífica de distintas cosmovisiones, aun cuando estas puedan resultar tensionantes o incluso incompatibles con postulados universalistas. En particular, la Sentencia T-523 de 1997 subrayó que dichas tensiones son inherentes al reconocimiento del pluralismo jurídico y cultural, y deben ser gestionadas precisamente a través del diálogo intercultural como herramienta para armonizar derechos y visiones del mundo diversas.

H) Articulación.

En la sentencia T 106 de 2025 la Corte Constitucional explica que para la efectividad de los derechos y de las acciones u órdenes que llama “remedios” se requiere de una articulación real y permanente entre los distintos sistemas de autoridad y conocimiento.

Según la Corte, el principio de articulación implica:

- el reconocimiento pleno de las autoridades indígenas como autoridades ambientales,
- la coordinación horizontal entre instituciones estatales y autoridades tradicionales,
- la integración respetuosa entre el conocimiento científico-técnico y el conocimiento tradicional,

- la construcción conjunta de soluciones desde el diálogo intercultural.

La articulación no es un fin en sí mismo, sino un medio para garantizar la protección efectiva del territorio y sus habitantes.

I) Coordinación.

La coordinación es un principio y deber constitucional, no es una posibilidad discrecional.

Según el principio de coordinación las autoridades deben dialogar, articular, armonizar y compatibilizar el ejercicio de sus competencias con las de otras autoridades legítimas, sin desconocer su autonomía ni imponer relaciones jerárquicas indebidas.

Se debe señalar que el presente proceso de declaración de la Reserva con carácter en la SNSM responde a un proceso de coordinación entre autoridades y al cumplimiento del acuerdo de consulta previa pactado en el Plan Nacional de Desarrollo con los 4 pueblos indígenas de la SMSM IT 4 - 119.

J) La teoría del cambio.

En el marco del Marco Mundial sobre la Biodiversidad de Kunming–Montreal (MMB), la “teoría del cambio” constituye el enfoque que orienta la transición desde el actual escenario de pérdida de biodiversidad hacia la meta de vivir en armonía con la naturaleza en 2050. Esta se entiende como la descripción lógica de las transformaciones necesarias en políticas, comportamientos y sistemas económicos y sociales para detener y revertir dicha pérdida, identificando acciones, actores y resultados en distintos horizontes temporales.

Estas transformaciones implican, entre otros aspectos, replantear la forma en que los Estados gestionan el uso y la explotación de los recursos naturales, especialmente frente a actividades de alto impacto como la minería. En este punto, la Corte Constitucional ha precisado que el desarrollo sostenible debe integrar dimensiones ecológicas, sociales, culturales y económicas, garantizando tanto la conservación de la biodiversidad como el respeto por la identidad y el bienestar de las comunidades (Corte Constitucional, Sentencias T-445 de 2016; T-574 de 1996). Asimismo, ha señalado que la sostenibilidad exige la viabilidad ecológica de los sistemas, de modo que las actividades humanas respeten los límites de regeneración de los ecosistemas y no comprometan su disfrute por las generaciones futuras (Corte Constitucional, Sentencia SU-123 de 2018).

En este contexto, la teoría del cambio plantea metas concretas a 2030 como la protección de ecosistemas, la reducción de presiones y la transformación de incentivos que requieren el fortalecimiento de factores habilitadores, entre ellos: enfoques basados en derechos humanos, reconocimiento de pueblos indígenas, participación social, acceso a conocimiento científico y tradicional, e instrumentos de financiamiento y fortalecimiento institucional.

Los cambios o transformaciones necesarias en los modelos de uso y cuidado requieren estar soportadas en “los factores habilitadores”, que no sólo vienen de la conservación de la biodiversidad, sino que requieren complementariedad y coherencia con:

- Enfoques basados en derechos humanos
- Reconocimiento de pueblos indígenas y comunidades locales y de sus territorios indígenas y tradicionales
- Igualdad de género
- Participación social
- Acceso a información, ciencia y conocimientos tradicionales, con plenas garantías de los derechos
- Financiamiento, creación de capacidades y transferencia de tecnología

La teoría del cambio parte de que la pérdida de biodiversidad es sistémica, por lo que entre los supuestos de las transformaciones estructurales están:

- Cambios en patrones de producción y consumo
- Reformas de incentivos económicos perjudiciales
- Integración de la biodiversidad en todos los sectores

Si se observan cada uno de estos criterios conceptuales y herramientas, se encuentra que la constitución de la Reserva de recursos naturales tiene plena justificación y armonía frente a las necesidades de adecuación de modelos que plantea la teoría del cambio.

K) Acuerdos sociales.

Los acuerdos sociales constituyen mecanismos fundamentales para llenar vacíos que no pueden ser resueltos únicamente por el derecho estatal, permitiendo concretar y operacionalizar principios y normas en contextos específicos. En este sentido, no solo actúan como herramientas de gestión, sino también como verdaderas fuentes de derecho y de obligaciones.

Si bien, el territorio ancestral de los pueblos de la SNSM ha sido definido y reconocido, la garantía efectiva de los derechos territoriales requiere mecanismos adicionales que permitan materializar el respeto a la Ley de Origen. Entre estos se destacan los diálogos interculturales y los acuerdos sociales, que se expresan, por ejemplo, en protocolos de acceso, uso y cuidado de los espacios sagrados con actores locales, contribuyendo a su protección y a la armonización entre distintos sistemas normativos.

4.3. Elementos para el Plan de Trabajo y medidas complementarias a la Reserva

La Resolución 0363 de 2024 del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible incorpora el *“Plan de trabajo para el diseño e implementación de otras figuras, estrategias o medidas de conservación para la protección del territorio y el mantenimiento o recuperación de conectividades”*, elaborado por el Consejo Territorial de Cabildos Indígenas de la Sierra Nevada de Santa Marta (CTC) y Parques Nacionales Naturales de Colombia. Este instrumento orienta acciones para fortalecer la protección del territorio desde el ordenamiento ancestral y ambiental, promoviendo conectividad socio-ecosistémica y alianzas institucionales.

Se considera que el CTC ha avanzado en su implementación mediante la formulación de la presente propuesta de Reserva. No obstante, el Plan sigue siendo relevante para fases futuras de ampliación y para el desarrollo de otras medidas de conservación desde la visión del Territorio Ancestral Gonawindua.

Los ejercicios de evaluación intercultural evidencian la necesidad de actualizar este Plan, especialmente frente a un aspecto central: la insuficiente incorporación del ordenamiento propio indígena en los instrumentos formales de ordenamiento territorial. Esta situación genera riesgos ambientales y culturales, pues implica la adopción de decisiones sin considerar marcos propios de regulación territorial. Resulta necesario avanzar en procesos de diálogo, coordinación y concertación que permitan incorporar dicho ordenamiento en instrumentos concretos, en coherencia con lo dispuesto en el parágrafo 3 del artículo 32 de la Ley 2294 de 2023, según el cual *“los fundamentos definidos por los pueblos y comunidades indígenas serán vinculantes para todos los actores públicos y privados en sus territorios”*.

En el marco del pluralismo jurídico colombiano, se identifican algunos elementos clave:

1. Existe una diversidad de figuras e instrumentos orientados al ordenamiento y protección territorial, tanto desde el derecho propio como desde el sistema jurídico estatal.
2. En todos los casos, es indispensable el diálogo intercultural como mecanismo para garantizar que la protección territorial se fundamente en un enfoque de derechos y en los principios de la Ley de Origen, el Derecho Mayor y el Derecho Propio.
3. Las figuras de protección no constituyen actos aislados, sino procesos dinámicos que implican interpretación, toma de decisiones e implementación progresiva. En este sentido, su efectividad depende de procesos continuos de articulación entre actores y de ajustes institucionales. Como ha señalado la Comisión Interamericana de Derechos Humanos, es necesario *“la adopción de nuevos paradigmas para las áreas protegidas que restauren los derechos indígenas violados y los respeten en el futuro”* (CIDH, 2009).
4. Las herramientas de protección no son excluyentes entre sí. Por el contrario, el principio de pluralismo exige su articulación y armonización. En este contexto, la Corte Constitucional ha señalado que *“no son las comunidades indígenas las que deben ajustar su funcionamiento interno a la normatividad de la sociedad mayoritaria [...] es esta última la que debe respetar el derecho de los pueblos a autoidentificarse y reconocer la existencia y validez legal del sistema de derecho propio indígena”* (Corte Constitucional, Sentencia T-072 de 2021).

En consecuencia, la consolidación de la Reserva y de otras medidas complementarias requiere profundizar procesos de diálogo intercultural, adecuación institucional y articulación normativa, orientados a garantizar la protección integral del territorio ancestral desde una perspectiva biocultural.

Para orientar la gestión de estos desafíos en la SNSM, existen dos grandes marcos o escenarios de diálogo y articulación que, aunque no son excluyentes, requieren procesos permanentes de ajuste y adaptación. Como antecedente fundamental, se destaca el papel del Consejo Territorial de Cabildos Indígenas (CTC), reconocido como *“el espacio principal para la interlocución entre las autoridades públicas indígenas [...] y las demás del Estado [...] en torno al orden y manejo del territorio tradicional y ancestral”* (Resolución 0621 de 2002). Esta instancia ha permitido consolidar una articulación política y de gobernanza coherente con la Ley de Origen y la visión integral del territorio.

En este contexto, cobra especial relevancia la implementación del Decreto con fuerza de Ley 1275 de 2025, que, si bien no crea una nueva competencia, sí refuerza y hace explícita la condición de las autoridades indígenas como autoridades ambientales, inherente a su relación ancestral con el territorio. Este reconocimiento, reiterado por la Corte Constitucional y ratificado en la Sentencia C-478 de 2025, resulta hoy vinculante para todas las autoridades que actúan en el Territorio Ancestral Gonawindua.

Así, la eventual decisión sobre la continuidad o ampliación de la Reserva se enmarca en una coyuntura jurídica en la que es obligatorio aplicar este decreto, en armonía con los acuerdos de consulta previa suscritos con el CTC. No obstante, las herramientas de protección no se limitan a las previstas en dicha norma, pues el deber estatal de protección integral del territorio ancestral trasciende las figuras legales existentes.

En consecuencia, la evaluación de medidas complementarias debe considerar tanto las figuras actuales como aquellas posibles a futuro, reconociendo que, aunque existen áreas protegidas en el territorio, ello no garantiza por sí solo una protección integral. Por el contrario, resulta necesario fortalecer la conectividad socio-ecosistémica entre estas áreas, en coherencia con el ordenamiento ancestral articulado con los compromisos internacionales del Estado colombiano, los acuerdos con pueblos indígenas reforzando la necesidad de avanzar en estrategias que aseguren dicha conectividad como eje central de la protección territorial integral, tal y como se plantea en las metas del marco mundial de biodiversidad:

“Meta 3: Conseguir y hacer posible que, para 2030, al menos el 30 por ciento de las zonas terrestres, de aguas continentales y costeras y marinas, especialmente las zonas de particular importancia para la biodiversidad y las funciones y los servicios de los ecosistemas, se conserven y gestionen eficazmente mediante sistemas de áreas protegidas ecológicamente representativos, bien conectados y gobernados de forma equitativa, y otras medidas eficaces de conservación basadas en zonas geográficas específicas, el reconocimiento de los territorios indígenas y tradicionales, cuando proceda, integrados en paisajes terrestres, marinos y oceánicos más amplios, velando al mismo tiempo por que todo uso sostenible, cuando proceda en dichas zonas, sea plenamente coherente con los resultados de la conservación, reconociendo y respetando los derechos de los pueblos indígenas y las comunidades locales” (Secretaría del Convenio sobre la Diversidad Biológica, 2022, p.9).

Desde las metas del orden nacional a través del Plan de Acción de Biodiversidad Colombia adapta la meta global (30%) y plantea metas propias como el 34% de conservación del territorio, inclusión de áreas protegidas, Otras Medidas Eficaces de Conservación basadas en Áreas (OMEC) y territorios étnicos consolidando derechos territoriales y protección a defensores ambientales

5. CARACTERIZACIÓN BIOFÍSICA Y SOCIOECONÓMICA

5.1. MEDIO ABIÓTICO

5.1.1. Clima

El clima del área de estudio se aborda como un conjunto de condiciones atmosféricas que controlan la disponibilidad hídrica y la dinámica energética del territorio. En un sistema montañoso costero como la Sierra Nevada de Santa Marta, la interacción entre la circulación regional, la proximidad al mar Caribe y la orografía genera contrastes espaciales marcados en precipitación, nubosidad, humedad y demanda evaporativa, lo que se refleja tanto en los patrones cartográficos como en los registros de estaciones. En este sentido, el análisis presentado se fundamenta en información observacional proveniente de registros de estaciones meteorológicas y, como marco regional, en productos institucionales del IDEAM, entidad oficial encargada del monitoreo y la climatología del país, particularmente el Atlas Climatológico de Colombia y su cartografía asociada (IDEAM, 2017). Además de caracterizar la precipitación, se incorporan la humedad relativa y la radiación solar por su papel directo en la evapotranspiración y, por ende, en el balance hídrico y la regulación atmosférica local (Allen, Pereira, Raes, & Smith, 1998).

5.1.1.1. Zonificación climática Caldas – Lang

La zonificación climática Caldas–Lang permite sintetizar la variación espacial del clima en el Área de Reserva de la Sierra Nevada de Santa Marta (SNSM), integrando el gradiente altitudinal y la condición de humedad para delimitar clases climáticas comparables. Con base en la cartografía climatológica del IDEAM, se describe a continuación la distribución de pisos térmicos y clases climáticas en el territorio (IDEAM, 2017; INVEMAR, 2019).

De acuerdo con la información climatológica histórica, los análisis de variabilidad climática y los estudios de regionalización climática desarrollados por el Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM), el Área de Reserva de

la Sierra Nevada de Santa Marta presenta una sucesión casi completa de pisos térmicos y climáticos en un espacio geográfico reducido. Esta condición se traduce en una marcada heterogeneidad espacial de la temperatura, la precipitación y la humedad relativa, directamente asociada a la altitud, la exposición a los vientos dominantes y la cercanía al mar Caribe (IDEAM, 2017; IDEAM, 2017).

En las zonas más bajas del macizo, particularmente en sectores de sotavento y en áreas del flanco nororiental del Área de Reserva, predominan los climas cálidos áridos y cálidos semiáridos, que en conjunto representan aproximadamente el 51,0 % del área total (22,49 % y 28,52 %, respectivamente). Estos climas se caracterizan por temperaturas medias anuales superiores a 27 °C, precipitaciones escasas, elevada evapotranspiración potencial y déficits hídricos estructurales, con una marcada estacionalidad climática y periodos secos prolongados, condiciones ampliamente documentadas para la región Caribe colombiana (MADS, 2018)

En zonas adyacentes y de transición altitudinal se desarrollan climas cálidos subhúmedos, que ocupan cerca del 7,76 % del Área de Reserva. En estos sectores se registra un incremento progresivo de la precipitación y una distribución más regular de las lluvias a lo largo del año, aunque persisten periodos de déficit hídrico estacional. Estas condiciones climáticas permiten el desarrollo de ecosistemas de bosque seco y subhúmedo tropical, altamente sensibles a la variabilidad climática interanual (Instituto Humboldt, 2016).

En las vertientes expuestas directamente a los vientos alisios del noreste, especialmente en el flanco norte y noroccidental del Área de Reserva de la Sierra Nevada de Santa Marta, se identifican climas cálidos húmedos, los cuales representan una proporción reducida del territorio (0,15 %). A pesar de su baja extensión relativa, estos climas se caracterizan por altas temperaturas y precipitaciones elevadas, intensificadas por procesos de lluvia orográfica derivados de la interacción entre la humedad proveniente del mar Caribe y la topografía abrupta del macizo (INVEMAR, 2019; IDEAM, 2017).

Con el incremento de la altitud, el clima transita progresivamente hacia climas templados subhúmedos, templados húmedos y templados muy húmedos, característicos de los pisos sub-andinos y montanos. En conjunto, estos climas templados abarcan aproximadamente el 18,85 % del Área de Reserva (14,35 %, 4,29 % y 0,21 %, respectivamente). En estos sectores, las temperaturas medias disminuyen, la humedad relativa aumenta y la presencia de nubosidad orográfica y niebla es frecuente, condiciones que favorecen la regulación del microclima y la

estabilidad hidrológica de las cuencas abastecedoras de la región (Instituto Humboldt, 2016; IDEAM, 2017).

En los pisos altoandinos se desarrollan climas fríos subhúmedos, fríos húmedos y fríos muy húmedos, que en conjunto representan cerca del 9,77 % del Área de Reserva. Estos climas presentan temperaturas medias anuales inferiores a 12 °C, alta amplitud térmica diaria y precipitaciones frecuentes, y están asociados a ecosistemas de bosque altoandino y de transición hacia el páramo, los cuales desempeñan un papel fundamental en la regulación de caudales, el almacenamiento de agua en suelos y la estabilidad hidrológica regional (MADS, 2018).

Por encima de los 3.000 m s. n. m. predominan los climas de páramo húmedo y páramo muy húmedo, que ocupan aproximadamente el 8,08 % del Área de Reserva (1,49 % y 6,59 %, respectivamente). Estos climas se caracterizan por bajas temperaturas, alta humedad, frecuentes eventos de neblina y suelos con elevada capacidad de retención de agua, sustentando ecosistemas estratégicos reconocidos por su función esencial en la regulación y la seguridad hídricas regional. En las cumbres más elevadas del Área de Reserva de la Sierra Nevada de Santa Marta se presenta el clima nival, que representa aproximadamente el 0,44 % del territorio. Este clima, históricamente asociado a la presencia de glaciares tropicales, se caracteriza por temperaturas medias cercanas o inferiores a 0 °C y precipitaciones predominantemente sólidas. El Informe del Estado de los Glaciares Colombianos 2023 evidencia una reducción crítica y acelerada de la masa glaciar en la SNSM, consistente con las tendencias observadas en otros sistemas de alta montaña del país y asociada al calentamiento global (IPCC, 2021; IDEAM, 2018; IDEAM, 2023).

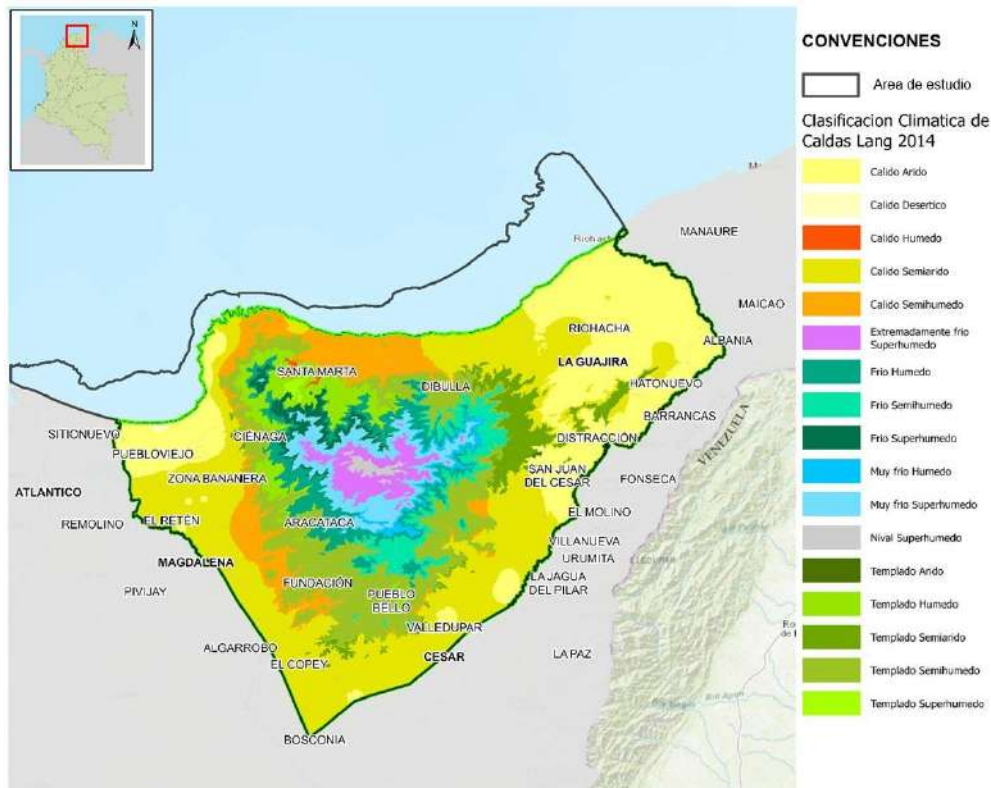
Según la zonificación climática de Caldas-Lang, sistematizada por el IDEAM (2015) a partir de la metodología de Aldaz-Kahn, en el Área de Reserva de la Sierra Nevada de Santa Marta se identifican trece (13) clases climáticas. La distribución espacial de estas clases responde a la interacción entre el gradiente altitudinal, la exposición a los vientos dominantes, la cercanía al mar Caribe y la dinámica atmosférica regional.

Tabla 5 Clases climáticas identificadas en el Área de la Reserva de la Sierra Nevada de Santa Marta según la zonificación de Caldas-Lang (IDEAM, 2015)

N°	Clase climática	Rango altitudinal (m s. n. m.)	Régimen térmico	Condición de humedad	Factores dominantes de distribución	% del área
1	Cálido árido	0 – 300	Muy cálido	Muy seco	Sombra orográfica, baja precipitación, alta evapotranspiración	22,49%
2	Cálido semiárido	150 – 400	Muy cálido	Seco	Déficit hídrico estacional, influencia de vientos alisios	28,52%
3	Cálido subhúmedo	200 – 800	Cálido	Moderadamente húmedo	Transición altitudinal, lluvias estacionales	7,76%
4	Cálido húmedo	300 – 900	Cálido	Húmedo	Exposición directa a vientos del Caribe, lluvia orográfica	0,15%
5	Templado subhúmedo	800 – 1.500	Templado	Moderadamente húmedo	Gradiente altitudinal, nubosidad parcial	14,35%
6	Templado húmedo	1.000 – 1.800	Templado	Húmedo	Alta humedad relativa, lluvias frecuentes	4,29%
7	Templado muy húmedo	1.200 – 2.000	Templado	Muy húmedo	Ascenso orográfico, niebla persistente	0,21%
8	Frío subhúmedo	1.800 – 2.500	Frío	Moderadamente húmedo	Alta montaña, amplitud térmica diaria	3,53%
9	Frío húmedo	2.200 – 3.000	Frío	Húmedo	Lluvias frecuentes, transición bosque-páramo	5,05%
10	Frío muy húmedo	2.500 – 3.500	Frío	Muy húmedo	Saturación atmosférica, nubosidad constante	1,19%
11	Páramo húmedo	3.000 – 4.000	Muy frío	Húmedo	Alta retención hídrica, baja temperatura	1,49%
12	Páramo muy húmedo	3.200 – 4.200	Muy frío	Muy húmedo	Suelos saturados, neblina persistente	6,59%
13	Nival	> 4.200	Nival	Precipitación sólida	Temperaturas $\leq 0^{\circ}\text{C}$, glaciares remanentes	0,44%

Fuente: IDEAM (2015)

Figura 16 Clasificación Climática de Caldas – Lang 2015



Fuente: IDEAM (2015)

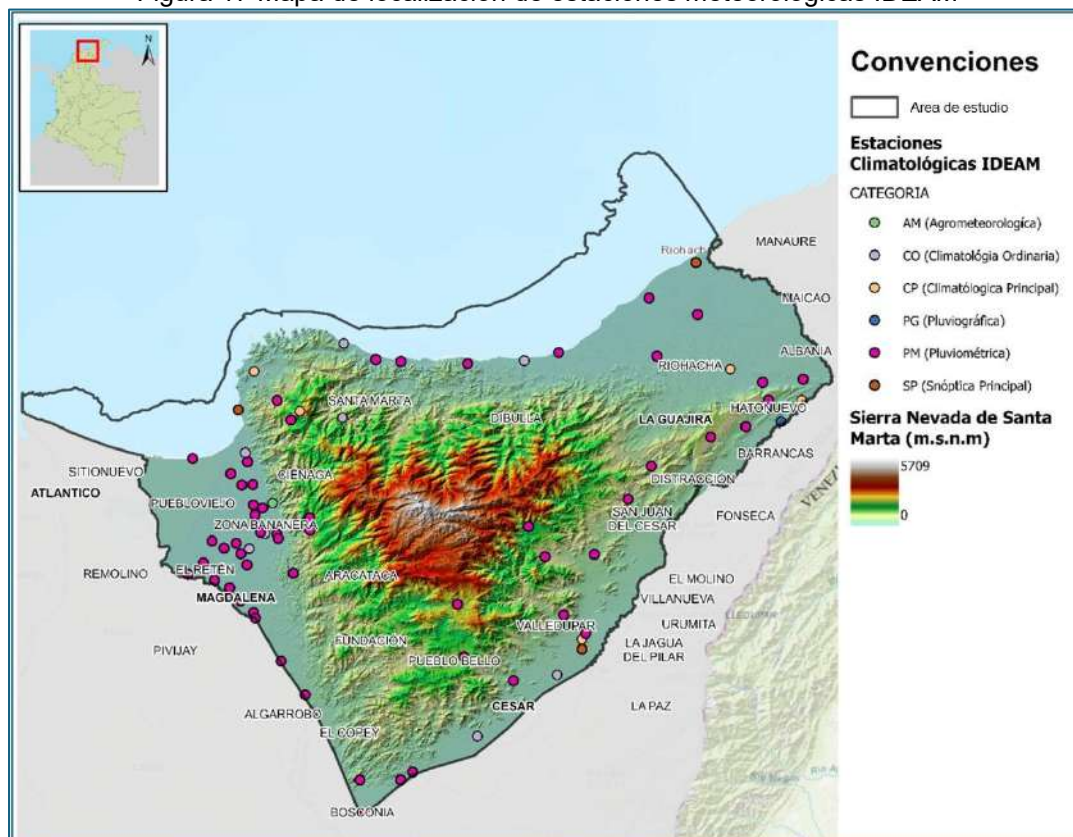
En síntesis, la zonificación Caldas–Lang evidencia un predominio de condiciones cálidas áridas y semiáridas en cotas bajas, asociadas a alta demanda evaporativa y déficits hídricos recurrentes, mientras que en la alta montaña se concentran climas fríos, de páramo y nival que sostienen la regulación hídrica regional. Esta transición altitudinal explica la coexistencia de escenarios de estrés hídrico en las partes bajas y de áreas estratégicas para provisión y almacenamiento de agua en las cotas altas (IDEAM, 2017) lo que explica además la marcada diferenciación bioclimática y morfoclimática en sentido vertical, en la que se desarrollan la totalidad de los pisos climáticos reconocidos para la región andina colombiana (PNNC, 2022).

En este contexto, el clima del Área de Reserva de la Sierra Nevada de Santa Marta constituye un componente estructural de la estabilidad ecológica y socioeconómica regional. Su alteración compromete directamente la provisión de servicios ecosistémicos estratégicos, en particular la regulación hídrica, la estabilidad climática regional y la conservación de la biodiversidad, aspectos clave para la sostenibilidad ambiental y el bienestar de las comunidades asociadas al macizo.

5.1.1.2. Red de estaciones meteorológicas

En Colombia, el seguimiento y la caracterización de variables meteorológicas se realiza principalmente mediante la Red Básica Nacional, operada por el IDEAM, la cual integra estaciones de distintos tipos (pluviométricas, climatológicas y sinópticas) y constituye la fuente oficial para análisis climáticos. Con base en esta información, en la región de la Sierra Nevada de Santa Marta y su entorno inmediato se identificaron 220 estaciones. No obstante, para la caracterización meteorológica del presente apartado se seleccionaron 77 estaciones que presentan calidad y continuidad suficientes para el análisis. La red disponible muestra un predominio de estaciones pluviométricas (PM), lo que favorece la cobertura espacial para precipitación, pero limita la representatividad de otras variables, especialmente en sectores de alta montaña.

Figura 17 Mapa de localización de estaciones meteorológicas IDEAM



Fuente: IDEAM (2026)

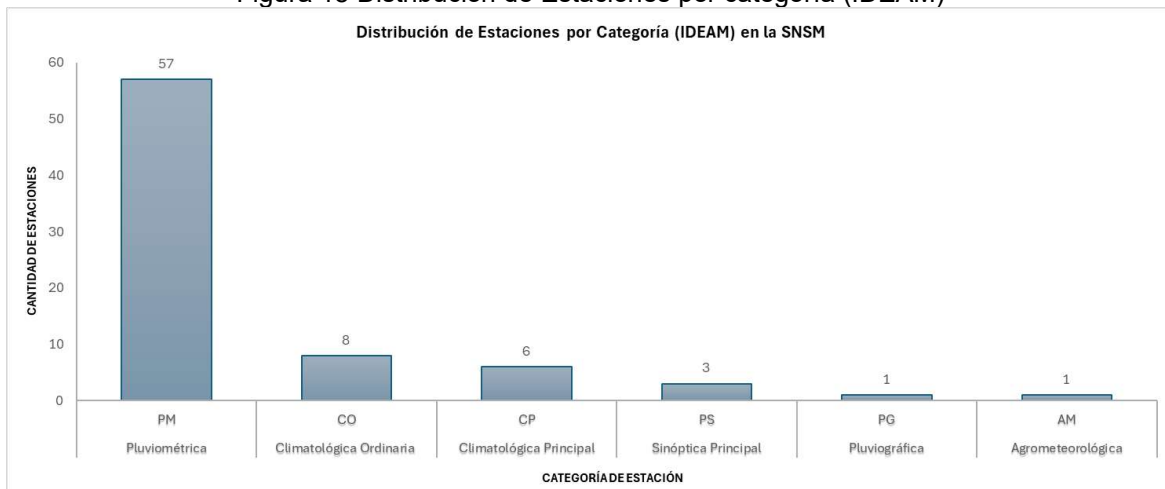
En términos espaciales y altitudinales, la cobertura de estaciones meteorológicas se concentra principalmente en cotas bajas, por debajo de los 500 m s. n. m., asociadas a sectores de piedemonte, planicies costeras y valles adyacentes. En el

rango altitudinal aproximado entre 500 y 1.000 m s. n. m., correspondiente a zonas de transición entre pisos cálido y templado, se observa una disminución progresiva en la densidad instrumental.

Por encima de los 1.000 m s. n. m., particularmente en sectores de montaña media y alta, la disponibilidad de estaciones es considerablemente menor. Las estaciones localizadas en cotas superiores a 2.000 m s. n. m. son escasas y puntuales, lo cual limita la capacidad de la red para representar de manera adecuada los gradientes altitudinales asociados a los pisos montano, altoandino y nival. En consecuencia, se evidencia una carencia importante de instrumentación en la parte alta del macizo (zona de cumbres o “punta” de la Sierra), donde se intensifican los procesos orográficos y se concentra una parte significativa de la regulación hídrica del sistema.

En cuanto a la composición por categorías, la red meteorológica seleccionada se caracteriza por una mayor proporción de estaciones pluviométricas (PM), seguidas por estaciones climatológicas (CO y CP), y una presencia reducida de estaciones sinópticas y especializadas. Esta configuración condiciona la resolución y el alcance de los análisis multivariados, especialmente para aquellas variables distintas a la precipitación.

Figura 18 Distribución de Estaciones por categoría (IDEAM)



Fuente: IDEAM (2025)

En este contexto, aunque la red meteorológica disponible permite caracterizar el comportamiento climático general del entorno de la Sierra Nevada de Santa Marta, la escasa representatividad en alta montaña constituye una limitación relevante para capturar con precisión la variabilidad espacial extrema. Por tanto, el análisis climático en los sectores superiores requiere complementar la información

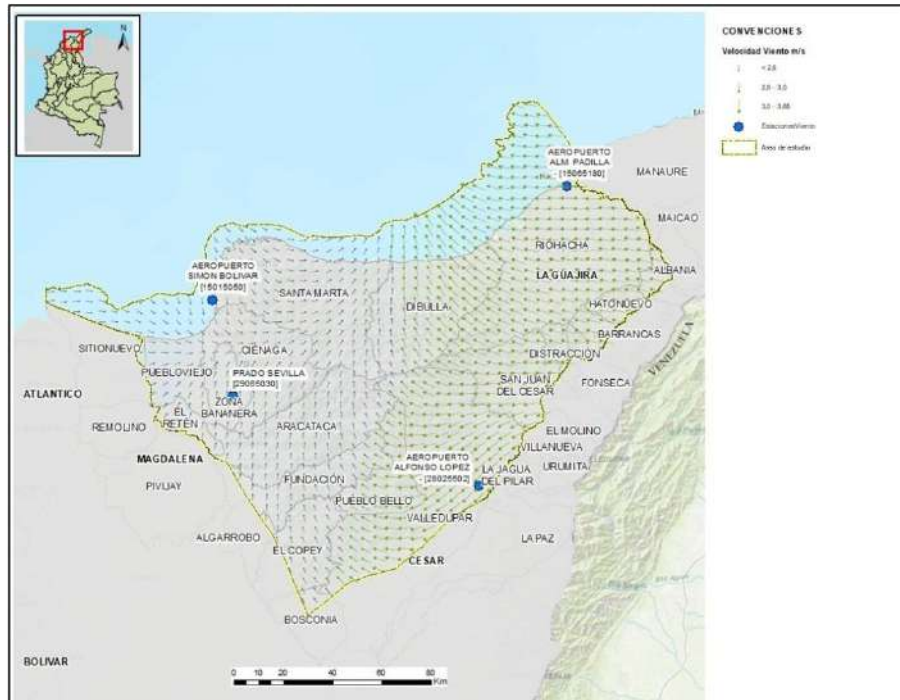
instrumental mediante enfoques de interpolación y estimación altitudinal, con el fin de fortalecer la representatividad espacial de las variables meteorológicas en el macizo.

5.1.1.3. Circulación y vientos dominantes

La circulación atmosférica y el régimen de vientos en el entorno de la Sierra Nevada de Santa Marta se entienden como el resultado del acoplamiento entre controles regionales del Caribe y procesos locales inducidos por el relieve. En el marco estacional, un elemento clave es la migración anual de la Zona de Confluencia Intertropical (ZCIT), definida como una franja de convección intensa asociada a convergencia de masas de aire y ascensos, que influye de forma determinante en la variabilidad espacio-temporal de variables climáticas en Colombia (Min Ambiente/IDEAM, 2010). Este desplazamiento estacional modifica gradientes de presión y la configuración general de la circulación en el norte del país, favoreciendo periodos con mayor persistencia del viento de fondo y otros con mayor variabilidad, en los que se fortalecen circulaciones locales y aumenta la dispersión direccional observada en superficie.

Bajo ese marco estacional, el control regional dominante sobre el litoral Caribe corresponde a la acción de los vientos alisios del noreste, los cuales sostienen un transporte relativamente persistente de aire y humedad desde el mar hacia el continente, configurando direcciones preferenciales entre el este y el noreste en la región Caribe. Este comportamiento se resume en los productos institucionales del IDEAM orientados a la caracterización espacial de variables meteorológicas, particularmente en los atlas climáticos y de viento que compilan la dirección y la velocidad del viento medio en superficie (IDEAM, 2018). Asimismo, el Atlas de Viento y Energía Eólica de Colombia consolida cartografía multianual y mensual del viento medio en superficie para el territorio nacional, constituyéndose en un documento de referencia que describe la distribución espacial de la velocidad y dirección del viento y su variación a lo largo del año (UPME & IDEAM, 2006).

Figura 19. Dirección media del viento (región Caribe / norte de Colombia) tomada de los atlas institucionales de viento.



Fuente: IDEAM (2026)

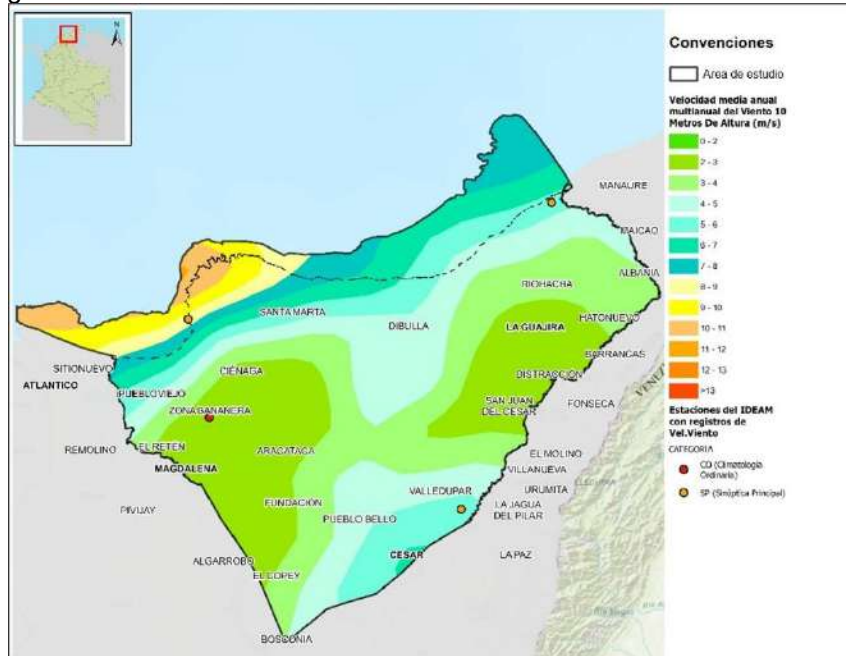
En el caso de la Sierra Nevada de Santa Marta, el efecto del flujo regional se complejiza por la topografía abrupta, que reorganiza el viento en escalas locales. La incidencia del viento de fondo sobre un macizo montañoso de gran altura promueve ajustes del flujo mediante canalización en valles y corredores, aceleraciones locales, y ascensos en laderas expuestas, con implicaciones directas sobre el transporte de humedad, la formación de nubosidad y la redistribución espacial de la precipitación. En consecuencia, aunque el patrón regional define un “marco dominante” (principalmente E–NE en la franja Caribe), la expresión local del viento puede variar por orientación de vertientes, geometría de valles y rugosidad del terreno, lo que es particularmente relevante en ambientes de piedemonte y zonas de transición costa–montaña.

A esta interacción regional–orográfica se suma una modulación diaria asociada a brisas locales. En el borde litoral, el contraste térmico tierra–mar favorece durante el día el ingreso de brisa marina hacia el continente y durante la noche el patrón inverso (brisa terrestre), mientras que en zonas de montaña y valles pueden presentarse circulaciones valle–montaña con componentes anabáticos (diurnos) y catabáticos (nocturnos). Estas circulaciones no sustituyen el viento de fondo, pero sí pueden reforzarlo o contrarrestarlo temporalmente y aumentar la variabilidad

direccional medida en estaciones puntuales, especialmente en sectores donde la topografía induce recirculaciones o canalizaciones específicas.

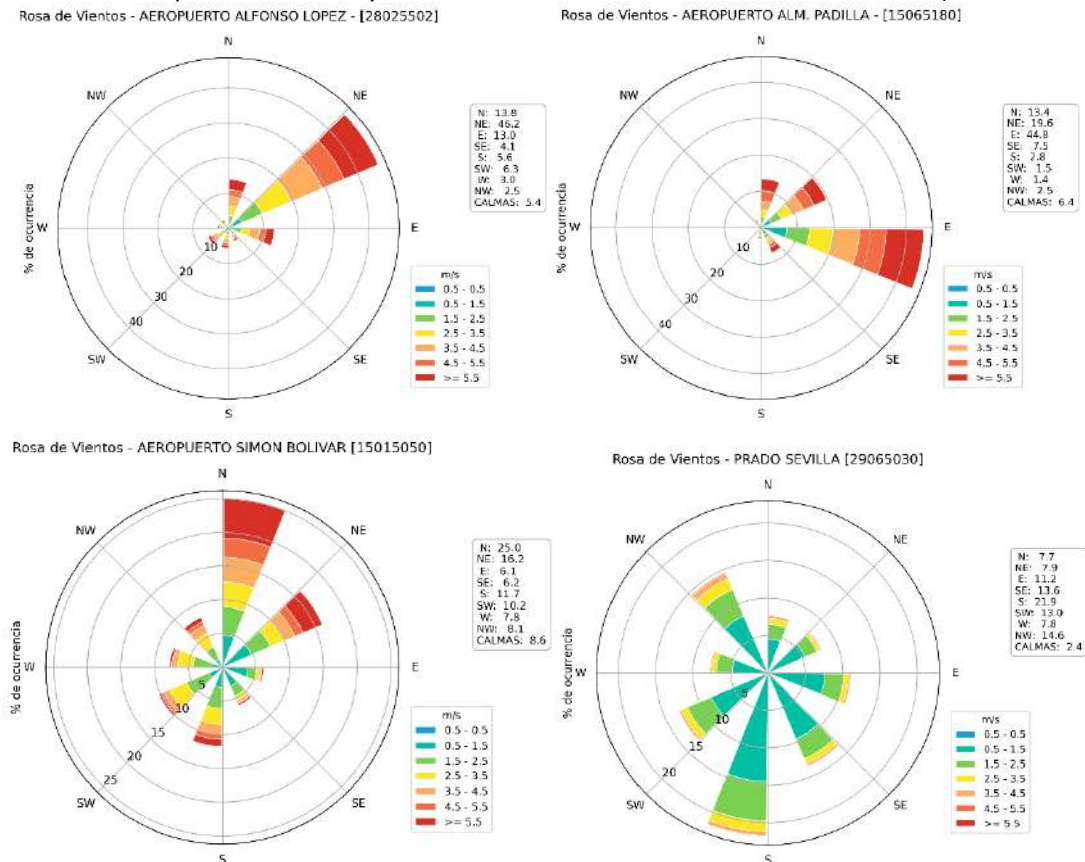
El comportamiento evidenciado en las rosas de viento analizadas es consistente con este marco conceptual. En estaciones costeras expuestas, como el Aeropuerto Almirante Padilla (Riohacha), se aprecia un predominio marcado de direcciones desde el este y el este–noreste, con participación importante de rangos de velocidad moderados a altos, lo cual es coherente con la persistencia del régimen de alisios sobre el Caribe y con lo reportado por atlas nacionales de viento (UPME & IDEAM, 2006; IDEAM, 2018). En estaciones donde la topografía favorece canalización y reorganización del flujo, como el Aeropuerto Alfonso López (Valledupar), se mantiene la señal de predominio del noreste, con un patrón compatible con el acoplamiento entre circulación regional y controles locales del relieve. Para el Aeropuerto Simón Bolívar (Santa Marta), la ocurrencia elevada de vientos desde el norte y noreste es coherente con el flujo costero Caribe y el acoplamiento con brisas y ajustes locales por el borde litoral y la influencia inmediata del macizo. En contraste, estaciones ubicadas hacia ambientes con mayor complejidad topográfica o menor exposición directa al flujo regional, como Prado Sevilla, pueden presentar una distribución direccional más dispersa, reflejando un mayor peso relativo de modulaciones locales (brisas y canalizaciones específicas) respecto al patrón regional dominante.

Figura 20. Velocidad media anual multianual del Viento 10 Metros De Altura



Fuente: IDEAM (2015)

Figura 21. Rosas de viento de estaciones de referencia regional (Santa Marta – Simón Bolívar; Valledupar – Alfonso López; Riohacha – Almirante Padilla; Prado Sevilla).



Fuente: IDEAM (2025)

En síntesis, el régimen de vientos dominante en el entorno de la Sierra Nevada de Santa Marta se explica por la acción regional de los alisios (componentes E–NE, con mayor persistencia en sectores costeros), modulada estacionalmente por la migración de la ZCIT, y ajustada localmente por el relieve y por circulaciones de brisa. Este marco es coherente con la caracterización institucional disponible en atlas de viento/clima para Colombia y sustenta la interpretación técnica del patrón de dirección y velocidad del viento como un control atmosférico relevante para la dinámica de humedad y, por extensión, para procesos hidro climáticos asociados. (IDEAM, 2018; UPME & IDEAM, 2006; MinAmbiente & IDEAM, 2010).

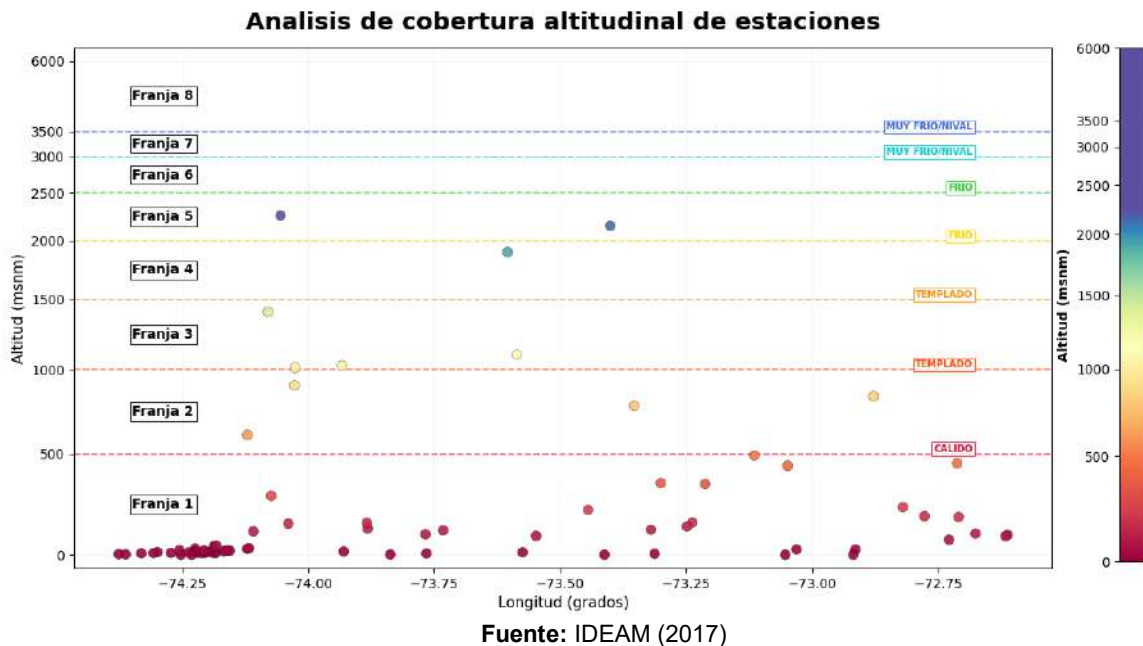
5.1.1.4. Precipitación: distribución espacial, gradiente altitudinal Régimen de lluvias y estacionalidad

La precipitación en la Sierra Nevada de Santa Marta presenta una alta variabilidad espacial y temporal, controlada en gran medida por el relieve abrupto del macizo y su interacción con la circulación atmosférica regional. En sistemas montañosos aislados como la SNSM, los acumulados pluviométricos pueden presentar cambios significativos en distancias cortas debido a procesos orográficos, donde el ascenso forzado de aire húmedo favorece la condensación y la formación de nubosidad. Esto genera contrastes marcados entre vertientes expuestas (barlovento) y sectores con menor aporte relativo (sotavento), así como máximos de precipitación asociados a intervalos altitudinales donde las condiciones de enfriamiento y saturación atmosférica son más eficientes. Este comportamiento es coherente con la caracterización climática regional descrita para el norte del país en el Atlas Climatológico de Colombia (IDEAM, 2017), donde se evidencia que la topografía constituye uno de los principales factores moduladores de la distribución de la lluvia.

Para el desarrollo del análisis, se consolidó una base de datos de precipitación a partir de estaciones meteorológicas del IDEAM con registros disponibles en el periodo 1975–2020, priorizando aquellas con continuidad y consistencia suficientes para representar el comportamiento multianual del área de estudio. Posteriormente, la información fue sometida a un proceso de control de calidad, en el cual se identificaron y depuraron registros atípicos, se evaluaron vacíos y discontinuidades, y se implementaron procedimientos de imputación con el fin de completar series con faltantes. Este procesamiento se realizó con el propósito de asegurar que los resultados multianuales fueran representativos del comportamiento climático real del territorio y no estuvieran dominados por periodos incompletos o información sesgada.

Dado que la precipitación presenta un fuerte componente altitudinal en la SNSM y considerando la escasez de estaciones en cotas altas, el área de estudio se organizó en ocho (8) franjas altitudinales, definidas con intervalos de aproximadamente 550 m s. n. m. Esta subdivisión permitió estructurar el análisis del gradiente vertical y desagregar el comportamiento de la lluvia en función de la altura. Sin embargo, en las franjas superiores se evidenció una disponibilidad limitada o nula de información instrumental, lo cual dificultaba la representación directa de la precipitación en la alta montaña. Por esta razón, se implementó un procedimiento de regresión altitudinal, con el objetivo de estimar los aportes de precipitación en zonas sin cobertura de estaciones y fortalecer la representatividad del patrón espacial en el macizo.

Figura 22. Distribución de la cobertura de la red de estaciones del IDEAM por franja Altitudinal



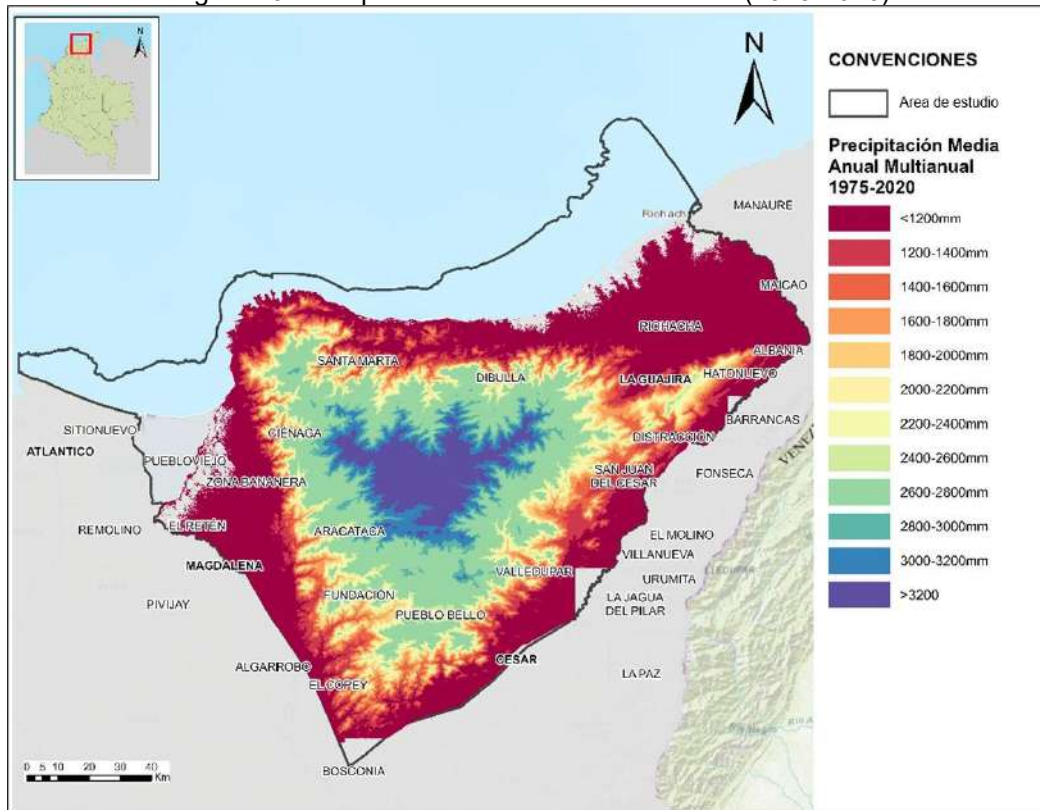
A partir de la integración entre la precipitación observada y la estimación altitudinal, se calcularon las medias areales por franja altitudinal, lo que permitió mejorar la interpretación del comportamiento espacial y vertical de la precipitación en el territorio. Este enfoque facilita identificar intervalos altitudinales con mayores acumulados y reconocer cambios en la tendencia del gradiente, asociados a la orientación del relieve, la distancia a las fuentes de humedad y el efecto orográfico. En consecuencia, el análisis por franjas no solo mejora la desagregación del comportamiento pluviométrico en el sistema montañoso, sino que además disminuye la incertidumbre en sectores de alta montaña donde la red instrumental es insuficiente.

La figura de cobertura altitudinal permite evidenciar la concentración de estaciones en cotas bajas y la escasez relativa en franjas superiores, lo cual justifica la aplicación de procedimientos que incorporen el gradiente altitudinal para representar adecuadamente la lluvia en las zonas de alta montaña.

Con el fin de representar la distribución espacial promedio de la lluvia en el área de estudio, se elaboró el mapa de precipitación multianual, integrando los resultados del procesamiento de estaciones y el ajuste altitudinal. Este producto cartográfico permite visualizar sectores con aportes relativamente mayores y menores, reflejando el control ejercido por la topografía sobre la lluvia. En términos generales, la distribución espacial no es homogénea, sino que responde a la configuración del

macizo y a la interacción de la humedad atmosférica con la montaña, generando patrones consistentes con el efecto orográfico característico de la SNSM.

Figura 23. Precipitación Media Anual Multianual (1975-2020)



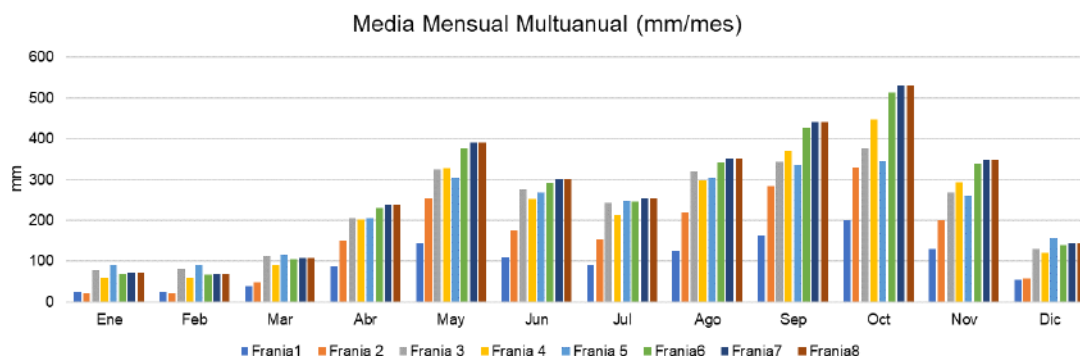
Fuente: IDEAM (2017)

El mapa evidencia un contraste espacial definido, donde la precipitación no se distribuye de forma homogénea: se distinguen zonas periféricas y bajas con menores acumulados y sectores asociados a mayor complejidad topográfica con valores superiores, lo cual es consistente con el efecto orográfico característico de la Sierra Nevada. Este comportamiento se articula con el régimen regional descrito para el Caribe norte colombiano, en el cual se reconocen patrones estacionales asociados a la dinámica atmosférica regional (IDEAM, 2017).

Finalmente, para describir el comportamiento temporal de la precipitación y su estacionalidad, se calcularon las medias mensuales multianuales (mm/mes), las cuales permiten identificar los periodos de mayor y menor acumulación de lluvia a lo largo del año. Este análisis evidencia un patrón estacional marcado, con incrementos durante los periodos húmedos y disminuciones durante los meses más secos o de transición. Adicionalmente, al organizar los resultados por franjas

altitudinales se fortalece la interpretación del gradiente vertical, mostrando diferencias en magnitud entre pisos climáticos y confirmando que el régimen de lluvias varía no solo en el tiempo, sino también en el espacio altitudinal del sistema montañoso.

Figura 24 Media mensual multianual de precipitación por franjas altitudinales (mm/mes).



Fuente: IDEAM (2017)

La media mensual multianual por franjas altitudinales permite comparar la estacionalidad de la precipitación a lo largo del gradiente de altura y evidenciar cómo la magnitud de la lluvia se incrementa hacia las franjas superiores, especialmente durante los meses más húmedos, lo cual es coherente con la influencia del relieve y el efecto orográfico sobre los acumulados de precipitación. A partir del ciclo anual representado en la Figura 24 se reconocen, de manera general, mínimos relativos durante enero–marzo, un aumento a partir de abril y un periodo de mayores acumulados hacia la segunda mitad del año, con máximos en septiembre–octubre.

Para sintetizar el régimen anual sin homogenizar las diferencias de magnitud entre franjas, se aplicó una clasificación relativa del ciclo anual basada en cuartiles (P25, P50 y P75) calculados independientemente para cada franja a partir de sus 12 valores de precipitación mensual multianual (mm/mes). Con ello, cada mes se asignó a una categoría: seco (S) cuando el valor mensual es $\leq P25$, transición a seco (TS) cuando se ubica entre P25–P50, transición a húmedo (TH) cuando se ubica entre P50–P75 y húmedo (H) cuando es $> P75$. Esta clasificación no corresponde a un esquema oficial; se emplea como herramienta descriptiva para identificar, dentro de cada piso altitudinal, los meses relativamente más secos, los meses de transición y los meses de mayor aporte pluviométrico en el régimen anual. En la tabla se reportan, para cada franja, los rangos mínimos–máximos (mm/mes) asociados a los meses agrupados en cada categoría.

Tabla 6. Comportamiento estacional

Clasificación	Seco (S)	Transición a seco (TS)	Transición a húmedo (TH)	Húmedo (H)
Meses	Ene–Mar	Abr, Jul, Dic	Jun, Ago, Nov	May, Sep–Oct
F1 (mm/mes)	23.9–37.7	53.1–90.7	109.5–129.8	143.7–199.8
F2 (mm/mes)	20.0–47.7	57.3–153.8	175.4–220.3	253.6–330.8
F3 (mm/mes)	77.4–112.6	129.2–242.2	268.5–320.5	325.2–377.4
F4 (mm/mes)	59.0–91.3	121.1–213.7	253.3–296.4	328.2–446.7
F5 (mm/mes)	90.8–116.5	157.4–249.4	259.7–304.9	306.0–345.7
F6 (mm/mes)	67.9–105.1	139.4–246.0	291.6–341.2	337.4–514.3
F7 (mm/mes)	70.2–108.7	144.1–254.4	301.5–352.7	390.7–531.6
F8 (mm/mes)	70.2–108.7	144.1–254.4	301.5–352.7	390.7–531.6

Fuente: IDEAM (2017)

El régimen anual de precipitación en el área de estudio se evaluó mediante el método de medias áreas altitudinales, agrupando las estaciones meteorológicas por franjas de altitud y calculando, para cada franja, la media mensual multianual y la media anual. Este enfoque permite describir la estacionalidad de la lluvia de forma integrada por niveles altitudinales, reduciendo el efecto de la dispersión espacial de las estaciones y destacando patrones regionales asociados al relieve.

Los resultados obtenidos evidencian un comportamiento estacional coherente con el patrón descrito por el Atlas Climatológico del IDEAM para el Caribe norte (IDEAM, 2017), el cual caracteriza un régimen bimodal, con dos periodos lluviosos y dos periodos relativamente secos durante el año. En efecto, las series por franjas altitudinales muestran: (1) un periodo seco principal entre diciembre y marzo, con mínimos en enero–febrero; (2) un primer periodo lluvioso durante abril–mayo, que se expresa como un incremento sostenido desde abril y un primer máximo relativo en mayo; (3) un descenso relativo de mitad de año entre junio y julio (veranillo), que corresponde a una disminución temporal respecto a los máximos, sin implicar ausencia total de lluvia; y (4) un segundo periodo lluvioso dominante entre agosto y noviembre, con el máximo principal concentrado en septiembre–octubre y disminución hacia diciembre.

En síntesis, el análisis por medias áreas altitudinales confirma que el área de estudio presenta un régimen bimodal, con un estiaje marcado al inicio del año (diciembre–marzo), un primer repunte lluvioso (abril–mayo), un descenso relativo a mitad de año (junio–julio) y un segundo periodo lluvioso más intenso (agosto–noviembre) con máximos en septiembre–octubre, en concordancia con la descripción del IDEAM para la región Caribe norte).

5.1.1.5. Temperatura y pisos térmicos

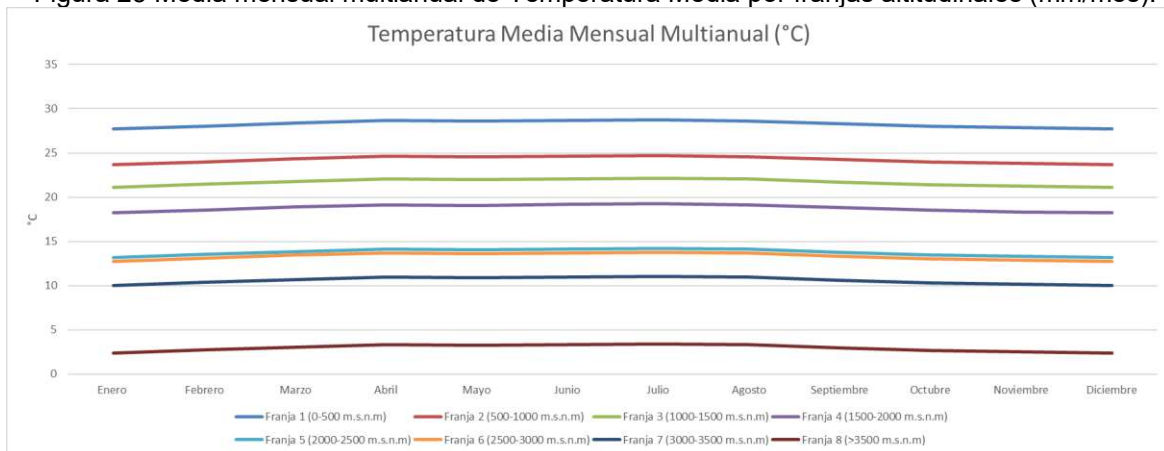
La Sierra Nevada de Santa Marta, debido a su carácter de macizo montañoso aislado y a su fuerte gradiente altitudinal desde el nivel del mar hasta zonas de alta montaña, presenta una diferenciación térmica vertical muy marcada. Esta variación espacial de la temperatura es un control fundamental del funcionamiento hidrológico del territorio, ya que regula la demanda atmosférica de agua por evapotranspiración y, en consecuencia, condiciona la disponibilidad hídrica efectiva en suelos, ecosistemas y corrientes superficiales.

Para la caracterización térmica del área de estudio se emplearon registros de estaciones meteorológicas con información de temperatura, identificándose 13 estaciones con series disponibles en el entorno de la Sierra Nevada de Santa Marta. Estas estaciones se distribuyen principalmente en sectores periféricos y alrededor del macizo, concentrándose en cotas bajas y medias, lo cual permite capturar de manera adecuada el comportamiento térmico general del área circundante. Sin embargo, se evidencia una limitación importante asociada a la escasa representatividad instrumental en el núcleo de alta montaña, especialmente hacia la zona de cumbres o “punta” de la Sierra, donde no se dispone de estaciones que registren directamente las condiciones térmicas. Esta condición restringe la observación directa del gradiente térmico en los rangos altitudinales superiores, precisamente donde ocurren procesos críticos de regulación hídrica.

En consideración a esta limitación, y siguiendo la misma lógica metodológica aplicada para precipitación, se generaron productos espaciales de temperatura a partir de los registros disponibles, incorporando el componente altitudinal mediante regresión altitudinal en los sectores sin información instrumental. Este enfoque permitió representar de forma continua la distribución térmica multianual dentro del área de estudio y mejorar la lectura del gradiente vertical del macizo, pese a la ausencia de observaciones directas en las cotas más elevadas.

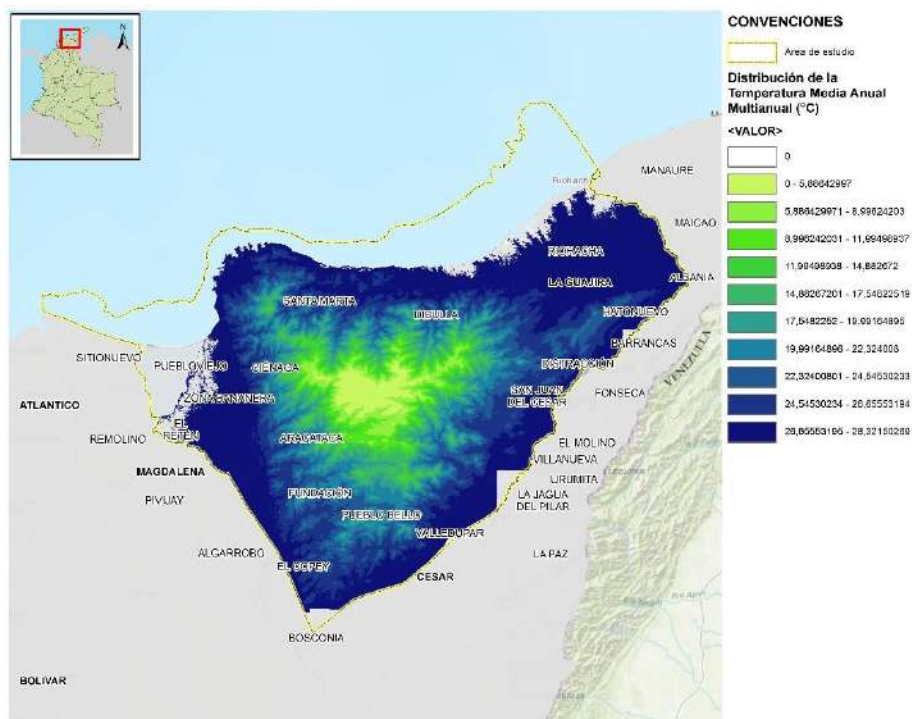
La temperatura media anual multianual muestra un rango amplio dentro del área de estudio, con valores aproximados desde condiciones frías en el interior montañoso, del orden de $<6^{\circ}\text{C}$, hasta condiciones cálidas periféricas que alcanzan aproximadamente $26\text{--}28^{\circ}\text{C}$, según la clasificación representada en el mapa. En términos espaciales, las temperaturas medias más elevadas se concentran en sectores externos de menor altitud y en áreas de transición hacia planicies y zonas bajas circundantes, mientras que los valores disminuyen progresivamente hacia el núcleo del macizo, reflejando de manera clara el gradiente térmico altitudinal.

Figura 25 Media mensual multianual de Temperatura Media por franjas altitudinales (mm/mes).



Fuente: IDEAM (2017)

Figura 26 Distribución De La Temperatura Media Anual (°C). Promedio Multianual 1981 - 2010.



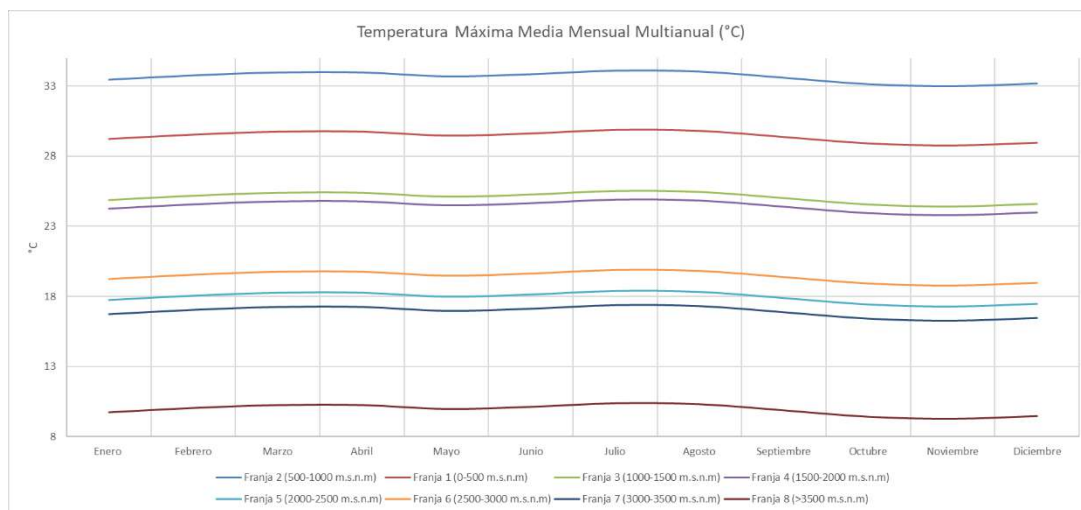
Fuente: IDEAM (2017)

De manera complementaria, la distribución espacial de la temperatura máxima media anual multianual permite reconocer los contrastes asociados al calentamiento diurno, destacando valores más elevados en las zonas de menor altitud y una reducción hacia las áreas de montaña. Por su parte, la temperatura mínima media

anual multianual representa el enfriamiento nocturno y evidencia mayor sensibilidad al gradiente altitudinal, mostrando condiciones significativamente más frías hacia sectores altos del macizo. En conjunto, estos productos permiten interpretar no solo la tendencia térmica general, sino también la magnitud del rango térmico espacial, fundamental para comprender la dinámica climática e hidrológica del territorio.

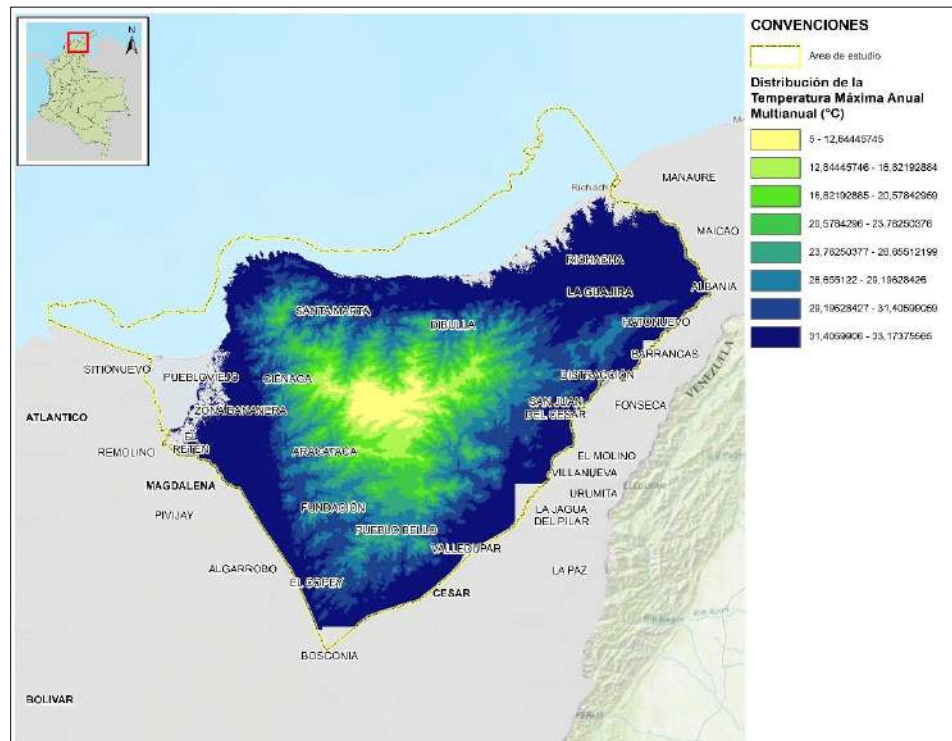
De forma complementaria, la temperatura máxima media anual multianual permite interpretar el calentamiento diurno, evidenciando máximos más intensos en los sectores de menor altitud, donde los valores se ubican aproximadamente en el rango de 31–33 °C, e incluso pueden superar este umbral en zonas particularmente cálidas del entorno. En contraste, hacia las cotas elevadas del macizo la temperatura máxima disminuye y se concentra en rangos considerablemente menores, típicamente entre 15–20 °C y, en sectores más altos, incluso por debajo de estos valores. Esta distribución confirma que el relieve modula no solo la temperatura media, sino también los extremos diurnos, afectando el balance energético del territorio.

Figura 27 Media mensual multianual de Temperatura Máxima por franjas altitudinales (mm/mes).



Fuente: IDEAM (2017)

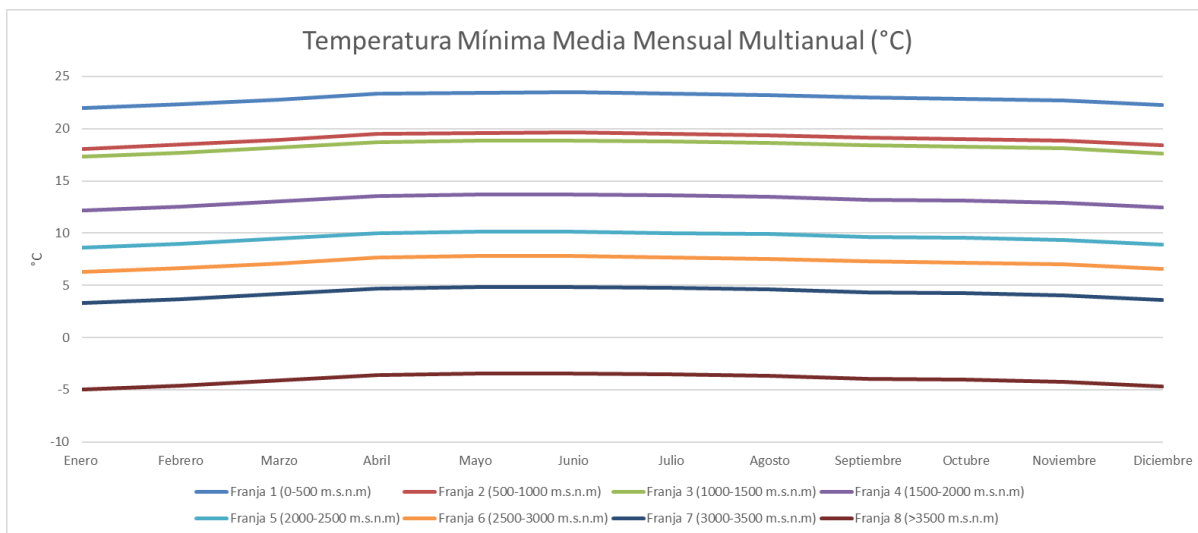
Figura 280 Distribución De La Temperatura Máxima Anual (°C). Promedio Multianual 1981 - 2010.



Fuente: IDEAM (2017)

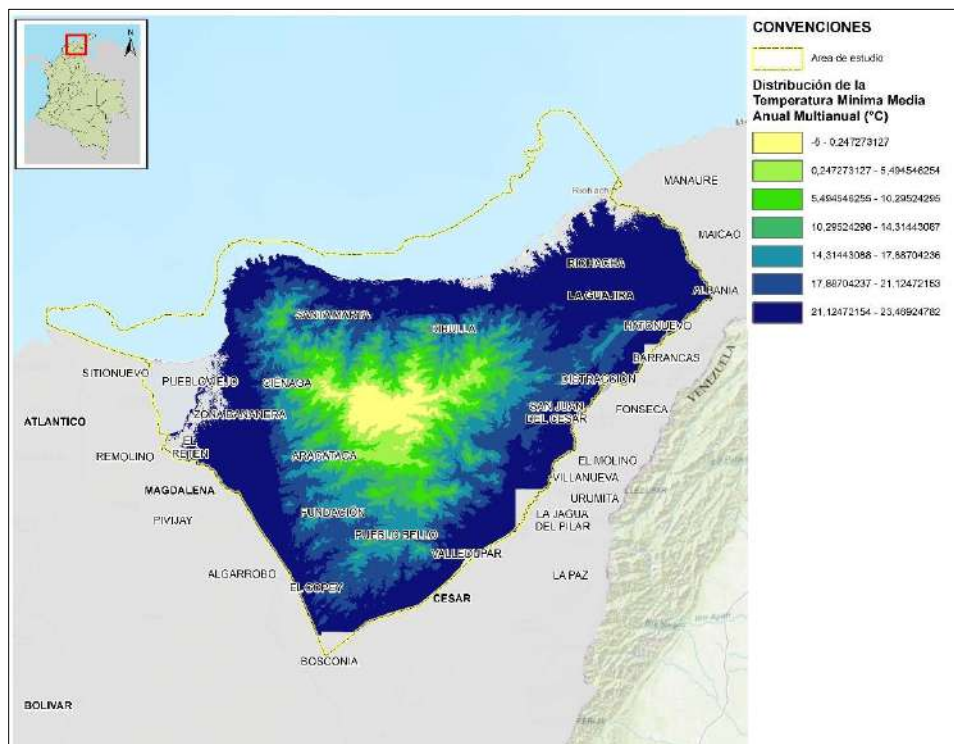
Por su parte, la temperatura mínima media anual multianual representa el enfriamiento nocturno y evidencia una sensibilidad aún mayor al gradiente altitudinal. En el área de estudio, los valores mínimos se aproximan a rangos fríos en la alta montaña, del orden de $<2^{\circ}\text{C}$, mientras que en sectores externos y de baja altitud las mínimas medias se ubican aproximadamente entre $17\text{--}21^{\circ}\text{C}$, e incluso pueden alcanzar $21\text{--}24^{\circ}\text{C}$ en zonas más cálidas. Este contraste evidencia que la Sierra Nevada presenta una transición térmica vertical muy marcada, donde las condiciones nocturnas frías se concentran hacia el interior del macizo y las mínimas relativamente altas dominan las periferias de baja altitud.

Figura 291 Media mensual multianual de Temperatura mínima por franjas altitudinales (mm/mes).



Fuente: IDEAM (2017)

Figura 302 Distribución De La Temperatura Mínima Anual (°C). Promedio Multianual 1981 – 2010



Fuente: IDEAM (2017).

Por su parte, la temperatura mínima media anual multianual representa el enfriamiento nocturno y evidencia una sensibilidad aún mayor al gradiente altitudinal. En el área de estudio, los valores mínimos se aproximan a rangos fríos en la alta montaña, del orden de $<2^{\circ}\text{C}$, mientras que en sectores externos y de baja altitud las mínimas medias se ubican aproximadamente entre $17\text{--}21^{\circ}\text{C}$, e incluso pueden alcanzar $21\text{--}24^{\circ}\text{C}$ en zonas más cálidas. Este contraste evidencia que la Sierra Nevada presenta una transición térmica vertical muy marcada, donde las condiciones nocturnas frías se concentran hacia el interior del macizo y las mínimas relativamente altas dominan las periferias de baja altitud.

La temperatura mínima media mensual multianual presenta un patrón estacional suave y consistente a lo largo del año: inicia con valores relativamente más bajos en enero–febrero, aumenta de manera gradual durante el primer trimestre y continúa ascendiendo hasta alcanzar sus máximos entre abril y junio (con el pico concentrado alrededor de mayo–junio). A partir de julio se observa un descenso leve pero sostenido durante el segundo semestre, que se acentúa hacia el cierre del año, registrando nuevamente los valores más bajos en noviembre–diciembre. En conjunto, el ciclo anual describe una curva continua, sin cambios abruptos entre meses, lo que evidencia una variabilidad interanual moderada en las mínimas.

Adicionalmente, la temperatura en la Sierra Nevada de Santa Marta presenta un comportamiento estacional asociado al ciclo anual de radiación y a la dinámica atmosférica regional. En general, los meses más cálidos tienden a concentrarse hacia el final de la estación seca e inicio de la transición lluviosa, especialmente entre marzo y abril, cuando se incrementa la radiación incidente y la cobertura nubosa suele ser relativamente menor, favoreciendo mayores máximos térmicos en zonas bajas y de transición. En contraste, los meses más fríos se presentan típicamente en el periodo de mayor influencia de masas de aire y vientos alisios, así como en condiciones de mayor nubosidad y enfriamiento relativo, concentrándose principalmente entre diciembre y febrero, cuando las temperaturas mínimas tienden a ser más bajas, especialmente en sectores montañosos. Este comportamiento estacional implica que los contrastes térmicos se intensifican en la época seca (por mayor radiación y noches más frías en montaña), mientras que durante los meses más lluviosos la amplitud térmica suele moderarse por el incremento de nubosidad.

La relación entre temperatura y altitud tiene implicaciones directas sobre la evapotranspiración y, por ende, sobre el agua disponible. En zonas bajas, donde predominan temperaturas medias altas y máximas intensas (del orden de $26\text{--}33^{\circ}\text{C}$), la demanda atmosférica de agua aumenta, favoreciendo mayores tasas de

evapotranspiración potencial y reduciendo el volumen de agua efectivamente disponible para escorrentía, recarga o almacenamiento, especialmente durante periodos secos. En contraste, en zonas altas del macizo, donde predominan temperaturas medias bajas y mínimas frías (del orden de $<6^{\circ}\text{C}$ y $<2^{\circ}\text{C}$, respectivamente), la evapotranspiración potencial disminuye notablemente, favoreciendo la conservación de humedad en el suelo y una mayor eficiencia en la regulación hídrica, lo cual refuerza el papel estratégico de la alta montaña como zona de producción y regulación del recurso hídrico.

En síntesis, aunque la red instrumental disponible para temperatura es limitada (13 estaciones) y se concentra alrededor del área de estudio, la incorporación del gradiente altitudinal mediante regresión permitió generar una representación espacial consistente de la temperatura media, máxima y mínima multianual. Los rangos térmicos estimados evidencian una transición desde condiciones cálidas periféricas ($26\text{--}28^{\circ}\text{C}$ de media y máximas cercanas a $31\text{--}33^{\circ}\text{C}$) hacia condiciones frías en el núcleo de alta montaña (medias $<6^{\circ}\text{C}$ y mínimas $<2^{\circ}\text{C}$). Este comportamiento térmico, además de definir la estructura climática vertical de la Sierra Nevada de Santa Marta, constituye un insumo fundamental para interpretar la evapotranspiración y el agua disponible, aportando una base sólida para los análisis hidrológicos y de balance hídrico del territorio.

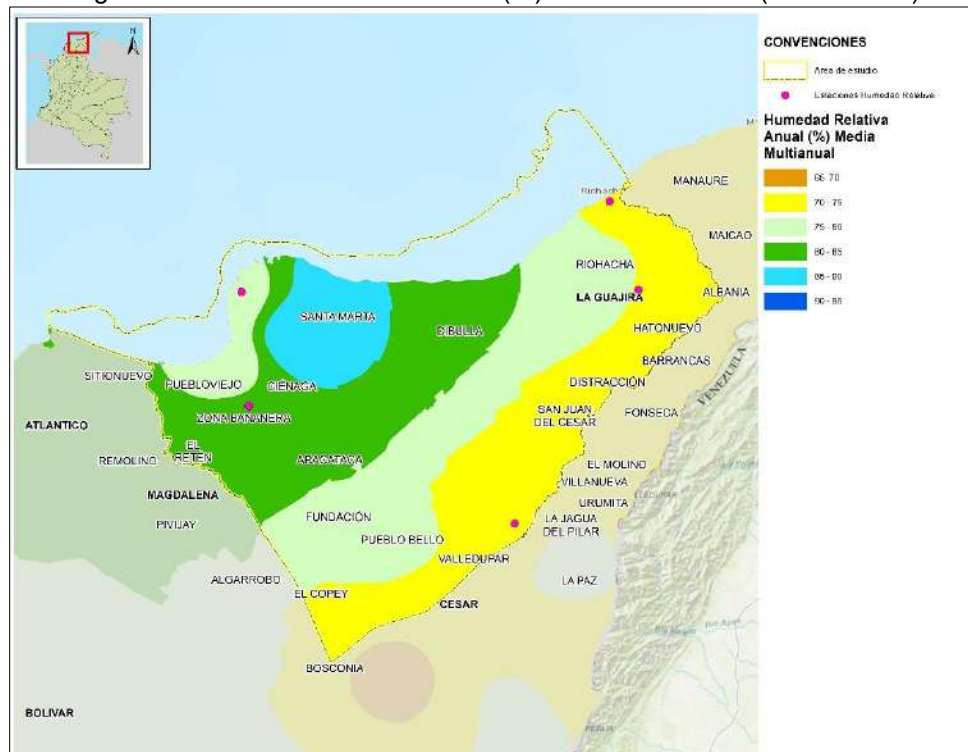
5.1.1.6. Humedad Relativa

La humedad relativa (HR) es una variable clave para interpretar la regulación atmosférica e hídrica de la Sierra Nevada de Santa Marta, porque resume el acoplamiento entre el transporte de vapor de agua desde las zonas bajas costeras, el enfriamiento por ascenso del aire al interactuar con el relieve y la formación de nubosidad/condensación. En un sistema montañoso costero, este acoplamiento actúa como un mecanismo de “respiración” atmosférica: el aire cálido y húmedo de las partes bajas asciende, se enfría y tiende a saturarse en sectores donde la orografía favorece el ascenso, incrementando la HR y sosteniendo condiciones de nubosidad frecuentes. Este proceso no solo controla el estado de humedad del aire, sino también la demanda evaporativa de la atmósfera: cuando la HR es alta, el aire está más cercano a la saturación y disminuye el déficit de presión de vapor; cuando la HR disminuye, aumenta el déficit de vapor y se incrementa el potencial evaporativo sobre la superficie y la vegetación (Allen et al., 1998).

A escala espacial, la HR media multianual presenta un patrón heterogéneo organizado por el contraste costa–interior y el control orográfico, con predominio de clases altas ($\geq 80\%$) en buena parte del territorio y un núcleo de valores muy altos

(≈85–90%) en el entorno asociado a la Sierra y su influencia directa, mientras que hacia sectores del sur y sureste se evidencian condiciones relativamente menos húmedas (≈70–75%). Este gradiente espacial es consistente con la persistencia de nubosidad y procesos de condensación en zonas donde el ascenso orográfico es más frecuente, y con una disminución relativa de la humedad atmosférica hacia áreas de transición más continentales o con menor influencia de nubosidad persistente (IDEAM, 2017).

Figura 31. Humedad Relativa Anual (%) Media Multianual (1981 - 2010)

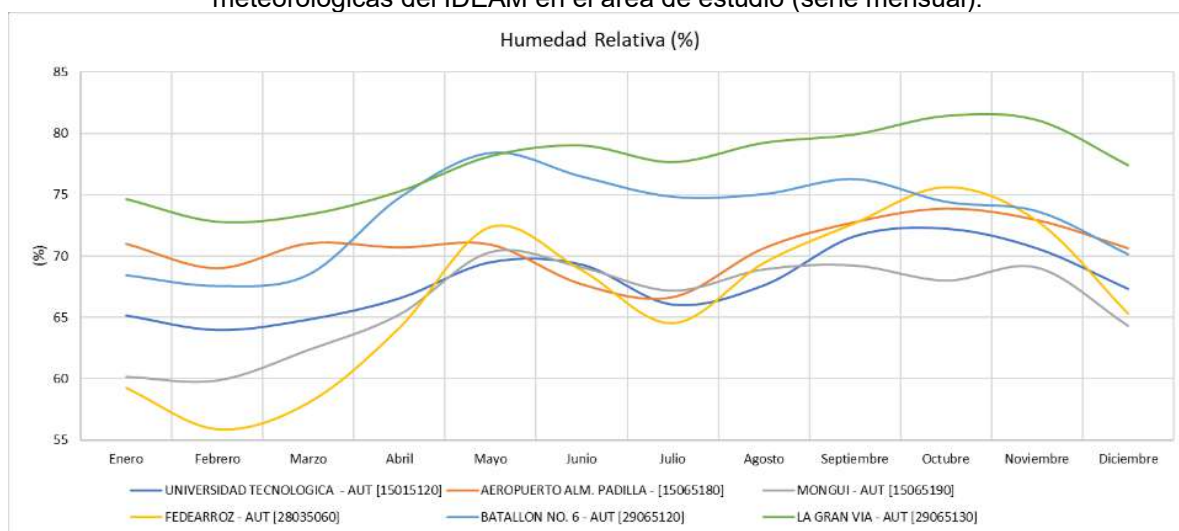


Fuente: IDEAM (2017)

En la escala temporal, los registros evidencian una señal estacional consistente: se observan valores relativamente más bajos al inicio del año (febrero–marzo), seguidos por un incremento hacia un primer máximo en mayo–junio; posteriormente se presenta una disminución alrededor de julio y un segundo incremento hacia septiembre–octubre, antes de descender nuevamente hacia finales de año (Figura 6). Además, las series no tienen la misma magnitud: algunas estaciones registran, de manera sistemática, humedades relativas medias más altas durante la mayor parte del año, mientras que otras mantienen valores comparativamente menores, lo que sugiere diferencias locales asociadas a la altitud, la exposición al flujo húmedo y condiciones del sitio. Esta variabilidad entre estaciones refuerza la interpretación de que la humedad atmosférica no es homogénea y está controlada por la

interacción entre circulación regional y relieve (IDEAM, 2017). En términos de balance hídrico, este comportamiento es relevante porque la HR modula el déficit de presión de vapor y, por tanto, la demanda evaporativa: periodos con HR más alta tienden a moderar la evapotranspiración potencial, mientras que descensos de HR aumentan la demanda atmosférica de agua (Allen et al., 1998).

Figura 324 Humedad relativa media mensual multianual (%) registrada por estaciones meteorológicas del IDEAM en el área de estudio (serie mensual).



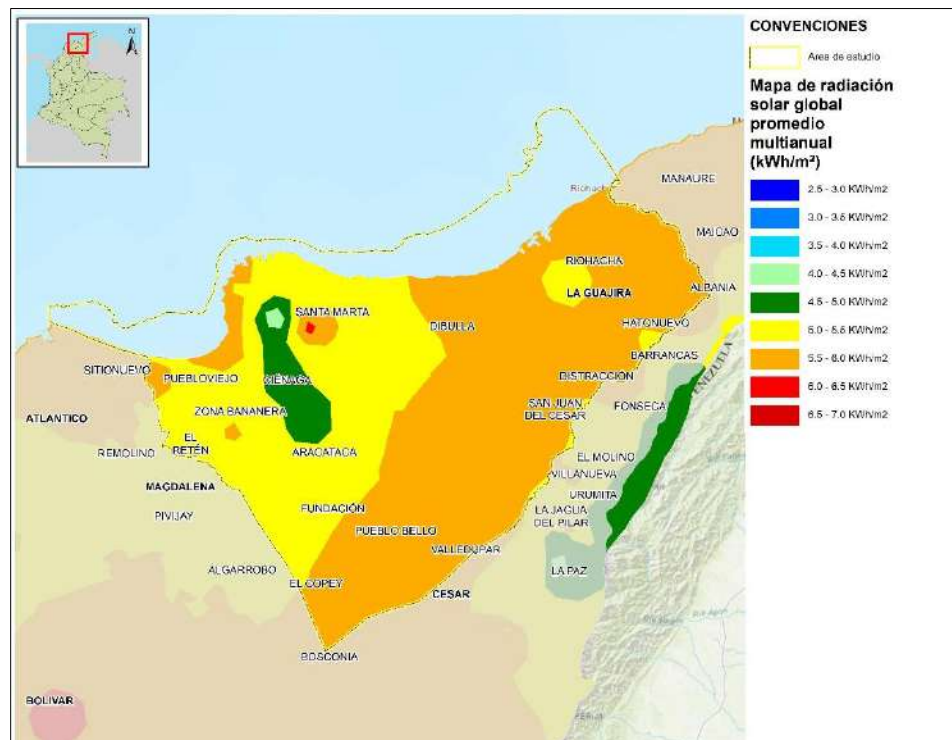
Fuente: IDEAM (2017).

5.1.1.7. Radiación Solar

La radiación solar es el principal control energético de la evapotranspiración y, por tanto, un determinante directo del balance hídrico. En términos funcionales, cuando la radiación disponible es alta, aumenta la energía para evaporar agua desde el suelo y sostener la transpiración de la vegetación, elevando la evapotranspiración potencial y la demanda atmosférica de agua; en consecuencia, bajo condiciones de limitada precipitación o baja humedad del aire, este escenario tiende a favorecer déficits hídricos estacionales. Por el contrario, cuando la radiación disminuye (por nubosidad persistente o menor insolación), se reduce la energía disponible y la demanda evaporativa se modera, lo que contribuye a amortiguar las pérdidas potenciales de agua (Allen et al., 1998). Esta relación es consistente con el marco FAO Penman–Monteith, donde la radiación neta constituye un término central para estimar la evapotranspiración de referencia (Allen et al., 1998), y con la cartografía institucional de radiación utilizada como referencia regional (IDEAM, 2017; UPME & IDEAM, 2005).

A escala espacial, la radiación solar global promedio multianual evidencia un patrón contrastante entre sectores con valores relativamente altos y sectores con valores moderados. Predominan clases altas del orden de 5.5–6.0 kWh/m² en amplias zonas del noreste y del valle interior (especialmente hacia La Guajira y sectores del entorno de Valledupar), lo cual implica una mayor presión evaporativa sobre el sistema y, en condiciones secas, mayor probabilidad de déficit hídrico atmosférico. En contraste, en el entorno asociado a la Sierra y su transición hacia la planicie costera se observan clases relativamente menores (aprox. 4.5–5.5 kWh/m²), coherentes con el efecto modulador de la nubosidad y la influencia orográfica, que tienden a reducir la radiación efectiva y, por ende, a moderar parcialmente la demanda evaporativa (IDEAM, 2017). Este patrón espacial es relevante porque delimita zonas donde la energía disponible para evapotranspiración es mayor (y el balance hídrico tiende a ser más exigente) frente a zonas donde la radiación se atenúa y la demanda energética es comparativamente menor (Allen et al., 1998).

Figura 33 Radiación solar global promedio multianual (kWh/m²) en el área de estudio (Sierra Nevada de Santa Marta) y su zona de influencia.

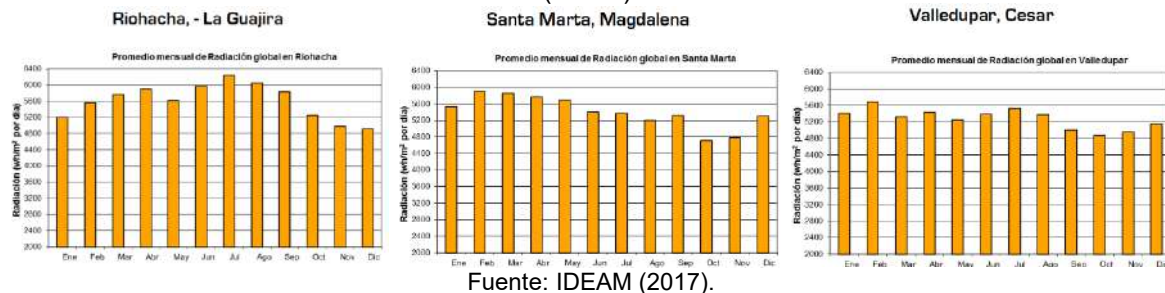


Fuente: IDEAM (2017).

En la escala temporal, los registros mensuales de radiación global muestran estacionalidad diferenciada por localidad. En Riohacha (La Guajira) se observa un ciclo con incremento progresivo desde inicios de año hasta un máximo a mitad de

año (junio–julio), seguido de un descenso hacia el último trimestre; este comportamiento, junto con las clases altas regionales, sugiere una condición de alta energía disponible que puede intensificar la evapotranspiración potencial y la demanda hídrica atmosférica durante gran parte del año, especialmente en el periodo de máximos (UPME & IDEAM, 2005; Allen et al., 1998). En Santa Marta (Magdalena) el patrón presenta valores relativamente altos al inicio del año y una disminución más marcada hacia octubre–noviembre, con recuperación hacia diciembre; este descenso estacional sugiere un periodo con menor energía disponible y, por tanto, una moderación relativa de la demanda evaporativa hacia finales de año, consistente con la modulación por nubosidad y condiciones atmosféricas regionales (IDEAM, 2017; Allen et al., 1998). En Valledupar (Cesar), la serie es más estable, con variaciones moderadas y un leve aumento hacia mitad de año, indicando una demanda energética relativamente constante en comparación con Riohacha, lo cual es coherente con el predominio de clases altas a muy altas en el entorno regional y con el carácter más continental del valle (UPME & IDEAM, 2005; Allen et al., 1998).

Figura 34. Promedio mensual de radiación global en estaciones seleccionadas del área de estudio y su entorno regional: (a) Riohacha (La Guajira), (b) Santa Marta (Magdalena), (c) Valledupar (Cesar).



En conjunto, la radiación solar permite explicar por qué, aun con precipitación variable, el sistema puede presentar periodos de mayor tensión hídrica: los meses y localidades con radiación más alta implican mayor energía disponible para evapotranspiración y, por tanto, mayor demanda atmosférica; cuando esta condición coincide con menor humedad relativa o con periodos secos, se incrementa la probabilidad de déficit hídrico estacional. Por ello, la lectura integrada de la radiación espacial (Figura 7) y de los registros mensuales (Figura 8) resulta esencial para sustentar el diagnóstico del balance hídrico y de la regulación atmosférica del área de estudio (IDEAM, 2017; UPME & IDEAM, 2005; Allen et al., 1998).

5.1.2. Sistema hídrico superficial: Hidrología y calidad del agua

Para la caracterización del componente hídrico superficial, se realizó un análisis integrado a partir de información secundaria oficial en materia de meteorología, hidrología, calidad del agua y ecosistemas, producida y sistematizada por el Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM), en su calidad de entidad técnica rectora y fuente oficial de esta información para el Sistema Nacional Ambiental. Esta información constituye la base para la interpretación del régimen hidrológico, la estacionalidad climática, la oferta hídrica superficial y las condiciones generales de calidad del agua:

De manera complementaria, se incorporó información a escala regional y local proveniente de instrumentos de manejo y control asociados al licenciamiento ambiental, particularmente aquella generada por titulares de proyectos en la jurisdicción de la Autoridad Nacional de Licencias Ambientales (ANLA), analizada a través de los Reportes de Análisis Regional disponibles en dicha entidad. Esta información permitió identificar presiones, afectaciones y situaciones relevantes sobre el recurso hídrico superficial que no siempre son capturadas a escala nacional, fortaleciendo el análisis desde una perspectiva multiescalar.

El análisis de la hidrología y la calidad del agua constituye un componente estructural para la comprensión del funcionamiento ambiental de la Sierra Nevada de Santa Marta y para la justificación técnica de su delimitación y ampliación como área protegida. Este capítulo aborda el sistema hídrico superficial desde una perspectiva integral, considerando los procesos de generación, regulación, conducción y transformación del recurso hídrico, así como las presiones derivadas de la demanda y sus implicaciones sobre la calidad del agua a lo largo del continuo hidrológico.

La Sierra Nevada de Santa Marta se caracteriza por una alta complejidad hidrológica asociada a su condición de sistema montañoso aislado, a su amplio gradiente altitudinal y a la diversidad de ecosistemas que intervienen en la regulación del agua superficial. En este contexto, la hidrología no se limita al análisis de caudales o cuerpos de agua aislados, sino que se entiende como un sistema funcional interconectado, en el cual las dinámicas que ocurren en las cabeceras de alta montaña condicionan la disponibilidad, variabilidad y calidad del agua en las zonas medias, bajas y en los sistemas receptores continentales y marino-costeros.

El capítulo integra el análisis de la oferta hídrica superficial, la demanda asociada a los distintos usos del agua y la calidad del recurso, reconociendo que estas dimensiones no pueden evaluarse de manera independiente. La interacción entre

régimen hidrológico, estacionalidad climática, presión por usos antrópicos y capacidad natural de regulación define la vulnerabilidad del sistema hídrico y los riesgos ambientales y sociales asociados a su alteración.

El desarrollo del presente capítulo busca evidenciar que la integridad del sistema hídrico superficial de la SNSM es un elemento determinante para la seguridad hídrica regional, la estabilidad ecológica y la provisión de servicios ecosistémicos estratégicos. Bajo los principios de prevención y precaución, la información hidrológica y de calidad del agua aquí presentada son la base fundamental que sustenta la necesidad de adoptar medidas de protección que aseguren la conservación de las áreas funcionales de generación y regulación del recurso, evitando la materialización de impactos acumulativos y potencialmente irreversibles aguas abajo, como se muestra en otros capítulos del presente documento.

5.1.2.1. Contexto hidrológico Regional

La SNSM conforma un sistema hidrológico regional de alta complejidad, determinado por su condición de sistema montañoso aislado, su marcado gradiente altitudinal y la diversidad de ecosistemas que intervienen en la generación, regulación y conducción del agua superficial. Este contexto fisiográfico singular define un patrón hidrográfico caracterizado por una elevada densidad de drenaje, ríos de recorrido relativamente corto, pendientes pronunciadas y tiempos de concentración reducidos, lo que se traduce en una respuesta hidrológica rápida frente a la precipitación (IDEAM, 2017; IDEAM, 2022).

Desde el punto de vista hidrográfico, la Sierra actúa como un nodo de nacimiento de múltiples cuencas y subcuencas pertenecientes a la zona hidrográfica Caribe. Estas cuencas drenan tanto de manera directa hacia el mar Caribe como hacia sistemas continentales estratégicos asociados a la planicie aluvial y al Complejo Lagunar–Cenagoso de la Ciénaga Grande de Santa Marta, configurando un sistema radial de drenaje que conecta funcionalmente las áreas de alta montaña con los sistemas de piedemonte, planicie y transición marino–costera (IDEAM, 2017; INVEMAR et al., 2014).

Los procesos de generación del recurso hídrico superficial en la Sierra Nevada están estrechamente asociados a la precipitación orográfica, a la captación de humedad atmosférica y a la interacción de estos factores con los ecosistemas de alta montaña y montaña media. En las zonas de cabecera, donde se desarrollan ecosistemas como glaciares relictos, páramos, subpáramos y bosques altoandinos, se presentan condiciones que favorecen la transformación de la precipitación en escorrentía regulada, mediante mecanismos de almacenamiento temporal en

suelos orgánicos, turberas y coberturas vegetales, y su liberación gradual hacia manantiales, quebradas y ríos de primer orden (IDEAM, 2017; IDEAM, 2022).

La conducción del agua superficial desde las cabeceras hasta las zonas bajas se realiza a través de una red fluvial jerarquizada, en la cual confluyen múltiples corrientes de primer y segundo orden que alimentan cauces principales de mayor jerarquía. Esta estructura de drenaje permite la continuidad hidrológica longitudinal y lateral del sistema, facilitando el transporte de agua, sedimentos y nutrientes desde las zonas de alta montaña hasta los sistemas lénticos continentales, los estuarios y el mar Caribe. Dicha continuidad constituye un elemento estructural del funcionamiento hidrológico regional y de la estabilidad ecológica de los sistemas dependientes del aporte de agua dulce proveniente de la Sierra Nevada (INVEMAR et al., 2014; MinAmbiente, 2014).

Adicionalmente, se caracteriza el área de estudio por una alta variabilidad intra-anual de los caudales, asociada a la estacionalidad climática propia del Caribe colombiano. Esta variabilidad se manifiesta en contrastes marcados entre periodos de estiaje y de altas lluvias, condición que incrementa la sensibilidad del sistema frente a procesos de transformación del territorio y a la alteración de los ecosistemas reguladores en las zonas de cabecera y ladera (IDEAM, 2022).

En este sentido, el sistema hídrico superficial del área de estudio debe ser entendido como un sistema integrado e interdependiente, en el cual las alteraciones en las áreas de generación y regulación del agua tienen efectos directos y acumulativos aguas abajo. La conservación de las áreas funcionales que sostienen el contexto hidrológico regional resulta determinante para la seguridad hídrica, la estabilidad ambiental y la sostenibilidad de los sistemas socioecológicos asociados, lo cual constituye un elemento central para la justificación de medidas de protección bajo los principios de prevención y precaución (MinAmbiente, 2014; IDEAM, 2022).

Marco hidrográfico

De acuerdo con el IDEAM (2013), la zonificación hidrográfica nacional establece que el área de estudio se localiza en la intersección de dos grandes áreas hidrográficas del país: Caribe y Magdalena–Cauca, lo que confiere al sistema hídrico del territorio un carácter estratégico y altamente interconectado a escala regional. Esta condición implica que los procesos hidrológicos que se originan en el macizo montañoso influyen tanto en sistemas fluviales de drenaje directo al mar Caribe como en sistemas continentales que hacen parte de la cuenca del río Magdalena.

En la vertiente norte y noroccidental, el área de estudio se inscribe principalmente en la zona hidrográfica Caribe–Guajira, dentro de la cual se reconocen las subzonas hidrográficas Río Piedras–Río Manzanares (1501), Río Don Diego (1502), Río Ancho y otros directos al Caribe (1503), Río Tapias (1504), Río Camarones y otros directos al Caribe (1505), Río Ranchería (1506) y Río Guachaca–Mendiguaca–Buritaca (1509). Estas subzonas agrupan ríos de montaña y piedemonte que nacen en la Sierra Nevada de Santa Marta y drenan de manera directa hacia el mar Caribe, caracterizándose por recorridos cortos, altas pendientes y una respuesta hidrológica rápida frente a la precipitación. En este conjunto, el río Ranchería constituye el límite oriental del área de estudio en varios de sus tramos.

Hacia el sur y suroriente, el área de estudio se articula con el área hidrográfica Magdalena–Cauca, específicamente en la zona hidrográfica del río Cesar, a través de las subzonas hidrográficas Alto Cesar (2801), Medio Cesar (2802) y Río Ariguaní (2804). Estas subzonas reciben aportes hídricos desde las vertientes meridionales y surorientales de la Sierra Nevada de Santa Marta y drenan hacia el valle del río Cesar, el cual constituye parte del límite sur del área de estudio, para posteriormente integrarse al sistema del río Magdalena. La inclusión de estas subzonas evidencia la influencia hidrológica del macizo más allá del ámbito costero inmediato y su relevancia para la provisión de agua superficial hacia amplios sectores del departamento del Cesar.

El área de estudio involucra sectores de la zona hidrográfica del Bajo Magdalena, particularmente la subzona hidrográfica Ciénaga Grande de Santa Marta (2906), uno de los sistemas lénticos continentales más importantes del país. Este sistema recibe aportes directos de ríos provenientes de la Sierra Nevada de Santa Marta, como el Fundación, Aracataca, Tucurín y Sevilla, y cumple una función clave en la regulación hidrológica, el almacenamiento temporal de agua y la transición entre los sistemas fluviales continentales y el mar Caribe. En este contexto, el margen izquierdo del río Fundación constituye un referente hidrográfico relevante dentro del límite occidental del área de estudio.

En cuanto al componente marino–costero, el área de estudio se localiza sobre el litoral del mar Caribe, extendiéndose desde la desembocadura del río Ranchería hasta sectores asociados a la desembocadura del río Magdalena en Bocas de Ceniza. Este tramo costero se articula con la Unidad Ambiental Costera de la Vertiente Norte de la Sierra Nevada de Santa Marta y con la Unidad Ambiental Costera del río Magdalena, complejo Canal del Dique–Sistema Lagunar de la Ciénaga Grande de Santa Marta. La inclusión de este componente refleja la continuidad funcional entre los sistemas fluviales continentales, los humedales

costeros y el sistema marino receptor, y refuerza la necesidad de un análisis integrado del sistema hídrico desde las cabeceras de alta montaña hasta el mar.

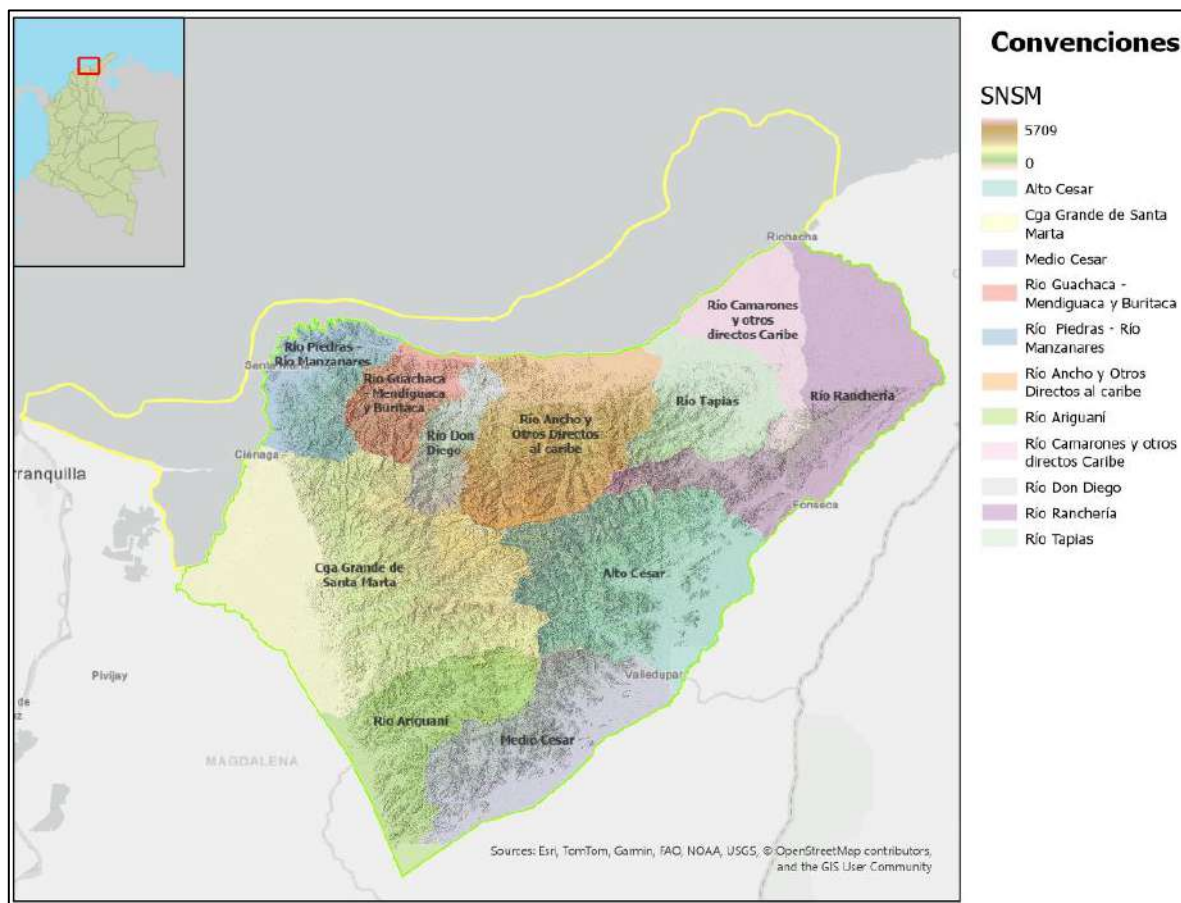
En la Tabla 7, se presenta las Zonas y Subzonas hidrográficas que se encuentran dentro del área de estudio. La localización de las Subzonas Hidrográficas presentes en el área se puede observar en la Figura 35.

Tabla 7. Unidades hidrográficas dentro del área de estudio

Área Hidrográfica	Zona Hidrográfica	Subzona Hidrográfica	Código	Sistemas lóticos principales	Sistemas lénticos y de transición principales
Caribe [1]	Caribe–Guajira [15]	Río Piedras – Río Manzanares	1501	Río Piedras, Río Manzanares, Río Gaira	Estuarios Manzanares y Gaira
		Río Don Diego	1502	Río Don Diego	Estuario Don Diego, manglares asociados
		Río Ancho y otros directos al Caribe	1503	Río Ancho, Río Palomino	Estuarios Palomino y Ancho
		Río Tapias	1504	Río Tapias	Estuario Tapias
		Río Camarones y otros directos al Caribe	1505	Río Camarones	Laguna de Camarones, estuario Camarones
		Río Ranchería	1506	Río Ranchería, Río Ay	Embalse El Cercado, estuario Ranchería
		Río Guachaca – MendiHuaca – Buritaca	1509	Río Guachaca, Río MendiHuaca, Río Buritaca	Estuarios Guachaca, MendiHuaca y Buritaca
Magdalena–Cauca [2]	Cesar [28]	Alto Cesar	2801	Río Cesar (tramo alto)	Humedales del valle alto
		Medio Cesar	2802	Río Cesar (tramo medio), Río Garupal, Río Mariangola	Planicie aluvial y humedales ribereños
		Río Ariguaní	2804	Río Ariguaní	Zonas inundables del valle del Ariguaní
	Bajo Magdalena [29]	Ciénaga Grande de Santa Marta	2906	Ríos Fundación, Aracataca, Tucurínca, Sevilla, Orihueca	Ciénaga Grande de Santa Marta, Complejo de Pajarales, Boca de la Barra

Fuente: IDEAM (2022)

Figura 35 Subzonas hidrográficas dentro del área de estudio



Fuente: ANLA (2026)

De acuerdo con los resultados del Estudio Nacional del Agua – ENA 2022 (IDEAM, 2023), (ver Tabla 8) las subzonas hidrográficas que conforman el área de estudio presentan contrastes marcados en la oferta hídrica, la presión sobre el recurso y los niveles de vulnerabilidad, determinados por la interacción entre factores físicos (área de cuenca, gradiente altitudinal, régimen hidro climático) y presiones antrópicas asociadas principalmente a la demanda hídrica y a la transformación del territorio.

En las subzonas de vertiente directa al Caribe —Río Piedras–Río Manzanares (1501), Río Don Diego (1502), Río Ancho y otros directos al Caribe (1503), Río Tapias (1504), Río Camarones y otros directos al Caribe (1505), Río Rancharía (1506) y Río Guachaca–Mendiguaca–Buriticá (1509)— el ENA evidencia una alta variabilidad de la oferta hídrica entre años húmedos, medios y secos, con reducciones significativas en escenarios de año seco, lo que incrementa

sustancialmente la presión sobre los ecosistemas acuáticos y la seguridad hídrica regional.

La subzona Río Piedras–Río Manzanares (1501) presenta una oferta hídrica media de 417 Mm³/año y apenas 103 Mm³/año en año seco, frente a una demanda de 79,4 Mm³/año. Esta relación se traduce en un IUA Alto en año medio y Crítico en año seco, con un IVH Muy Alta, confirmando una condición estructural de alta sensibilidad frente a reducciones de caudal, particularmente relevante por su función estratégica en el abastecimiento de Santa Marta.

En contraste, la subzona Río Don Diego (1502) presenta una oferta significativamente superior (1.155 Mm³/año en año medio y 292 Mm³/año en año seco) frente a una demanda baja (14,3 Mm³/año), lo que se refleja en un IUA Bajo y un IVH Bajo, evidenciando mayor resiliencia hidrológica relativa dentro del conjunto Caribe.

La subzona Río Guachaca–Mendiguaca–Buritaca (1509) presenta una oferta media de 1.260,3 Mm³/año y 299,8 Mm³/año en año seco, con una demanda de 24,7 Mm³/año. Aunque el IUA se clasifica como Bajo en año medio y Moderado en año seco, el IVH es Alta, lo que indica una vulnerabilidad estructural asociada a su régimen hidrológico estacional y a la sensibilidad de cuencas de montaña con respuesta torrencial.

Las subzonas Río Ancho (1503) y Río Ranchería (1506) destacan por sus altos volúmenes absolutos de oferta en año húmedo y medio, pero con reducciones importantes en año seco. En el caso del Río Ranchería, la combinación de una oferta seca de 732 Mm³/año y una demanda de 152,9 Mm³/año genera un IUA Crítico en año seco y un IVH Muy Alta, evidenciando alta exposición a escenarios de escasez.

Las subzonas Río Tapias (1504) y Río Camarones (1505) presentan ofertas particularmente reducidas en año seco (91,5 y 21 Mm³/año respectivamente), con IUA Muy Alto en año seco y categorías elevadas de vulnerabilidad, confirmando la alta sensibilidad de cuencas pequeñas con limitada capacidad de regulación natural.

En la zona hidrográfica del Cesar, las subzonas Alto Cesar (2801), Medio Cesar (2802) y Río Ariguaní (2804) presentan escenarios de presión Alta a Crítica en

condiciones de año seco. El Medio Cesar (2802), con una demanda de 480,7 Mm³/año frente a una oferta seca de 307,3 Mm³/año, evidencia una condición estructural de alta presión, con IVH Muy Alta.

Finalmente, la subzona Ciénaga Grande de Santa Marta (2906) se configura como sistema receptor estratégico, con una oferta media de 5.279 Mm³/año y 1.478 Mm³/año en año seco, pero con una demanda significativa de 833,6 Mm³/año y un IUA Muy Alto en año seco. Su IVH Alta refleja la dependencia acumulativa de los aportes provenientes de las subzonas altas y medias de la Sierra Nevada.

Los indicadores del ENA 2022 (ver **Tabla 8**) evidencian que el sistema hidrográfico asociado a la Sierra Nevada de Santa Marta presenta una condición estructural de vulnerabilidad hídrica en escenarios de año seco, con subzonas que alcanzan categorías de IUA Alto a Crítico (1501, 1506, 2802 y 2804), IVH Alta a Muy Alta y reducciones de oferta superiores al 70 % entre año húmedo y año seco en varias cuencas de vertiente Caribe. Esta combinación de alta variabilidad intra anual, concentración de la demanda en nodos urbanos estratégicos y dependencia funcional de sistemas receptores como la Ciénaga Grande de Santa Marta configura un escenario de riesgo acumulativo.

Técnicamente, la presión no se distribuye de manera homogénea: se concentra en subzonas donde la oferta media ya es limitada (1501) o donde la relación demanda/oferta en año seco supera umbrales críticos (1506 y 2802). En estos casos, la disminución adicional de caudales base por degradación de ecosistemas reguladores incrementaría de forma no lineal el IUA y el IEUA, reduciendo la capacidad de dilución, aumentando la concentración de cargas contaminantes y amplificando conflictos por uso del recurso.

Adicionalmente, la función de regulación hidrológica del macizo no es sustituible en el ámbito regional. Las cuencas altas y medias de la Sierra Nevada concentran los procesos de generación y amortiguación que sostienen caudales en estiaje y modulan crecientes. La alteración de estas áreas funcionales tendría efectos directos sobre: la seguridad hídrica de los principales centros urbanos (Santa Marta, Valledupar, Riohacha), la estabilidad hidro salina del sistema Ciénaga Grande de Santa Marta y la resiliencia del sistema frente a escenarios de variabilidad climática creciente.

La evidencia indica que el sistema opera cercano a umbrales de presión en varias subzonas y que la tendencia proyectada de incremento de demanda profundiza esa condición. En este contexto, la declaratoria se configura como una medida estructural de gestión del riesgo hídrico, orientada a asegurar la integridad de las áreas de generación y regulación natural, mantener la estabilidad del régimen hidrológico y evitar la transición hacia estados de escasez estructural y deterioro progresivo de la calidad del agua en escenarios de año seco.

Tabla 8 Indicadores hídricos ENA 2022 por SZH

Subzona hidrográfica	Código	Área	Oferta (Mm³/año)			Demanda hídrica total (Mm³/año)	IRH	IUA		IARC	IEUA	IVH	
			año húmedo	año medio	año seco			año medio	año seco			año medio	año seco
Río Piedras – Río Manzanares	1501	934	1465.8	417,0	103,2	79,4	Baja	Alta	Crítica	Moderada	Alta	Alta	Muy Alta
Río Don Diego	1502	543	4125.6	1.155,4	291,7	14.3	Moderada	Baja	Baja	Muy Baja	Alta	Baja	Baja
Río Ancho y otros directos al Caribe	1503	1945	8646.5	2.243,5	528,3	154.6	Moderada	Moderada	Alta	Baja	Alta	Media	Alta
Río Tapias	1504	1082	2344.3	559,1	91,5	50.1	Baja	Moderada	Muy Alta	Baja	Alta	Alta	Alta
Río Camarones y otros directos al Caribe	1505	893	634	145,0	21,0	12.6	Baja	Moderada	Muy Alta	Baja	Alta	Alta	Alta
Río Guachaca - Mendiguaca y Buritaca	1509	677	4670.3	1260.3	299.8	24.7	Baja	Baja	Moderada	Baja	Alta	Media	Alta
Río Ranchería	1506	4314	4097	2.614,4	732,1	152.9	Baja	Alta	Crítica	Baja	Alta	Alta	Muy Alta
Alto Cesar	2801	3418	4212.2	1018.6	195.9	86.6	Baja	Moderada	Muy Alta	Baja	Alta	Alta	Alta
Medio Cesar	2802	8196	7960.5	1888.8	307.3	480.7	Baja	Alta	Crítica	Moderada	Muy Alta	Alta	Muy Alta
Río Ariguaní	2804	5173	2805.9	900.7	199	276.9	Baja	Alta	Crítica	Moderada	Alta	Alta	Muy Alta
Ciénaga Grande de Santa Marta	2906	8232	17093.6	5278.6	1477.7	833.6	Moderada	Alta	Muy Alta	Moderada	Alta	Alta	Alta

***IRH**: Índice de Retención y Regulación Hídrica, **IUA**: Índice de Uso del Agua, **IARC**: Índice de Agua no Retornada a la Cuenca, **IEUA**: Índice de Eficiencia en el Uso del Agua, **IVH**: Índice de Vulnerabilidad al Desabastecimiento Hídrico.

Fuente: IDEAM (2023)

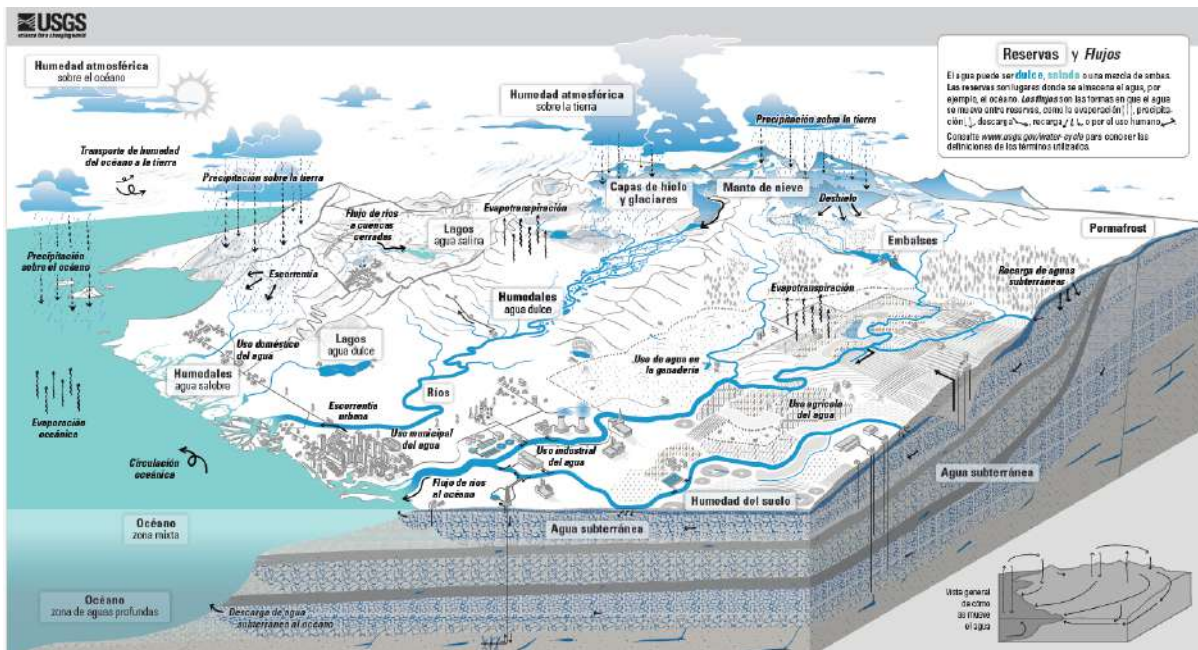
5.1.2.2. Ecosistemas asociados al funcionamiento hídrico regional

La SNSM alberga un conjunto diverso y altamente interconectado de ecosistemas que constituyen el soporte estructural y funcional del sistema hídrico regional. Su condición de macizo montañoso aislado, junto con un gradiente altitudinal continuo que se extiende desde el nivel del mar hasta alturas superiores a los 5.000 m s. n. m., posibilita la coexistencia de múltiples pisos térmicos y unidades ecosistémicas que intervienen directamente en los procesos de generación, regulación, conducción y transformación del recurso hídrico superficial (IDEAM, 2017).

Desde una perspectiva ecosistémica y funcional, estos sistemas naturales cumplen un papel determinante en la captación de precipitación y humedad atmosférica, el almacenamiento temporal del agua, la regulación de la escorrentía superficial, el control de la erosión y del transporte de sedimentos, así como en el sostenimiento de caudales base durante periodos de estiaje. En conjunto, glaciares relictos, páramos, bosques altoandinos, andinos y subandinos, bosques secos, bosques ribereños y ecosistemas acuáticos conforman una red funcional que condiciona la disponibilidad, estabilidad y variabilidad del agua superficial en amplios sectores del Caribe colombiano (IDEAM, 2017; IDEAM, 2022).

La interacción entre estos ecosistemas se expresa a través de una conectividad hidrológica y ecológica vertical mar–montaña, en la cual los flujos superficiales enlazan las zonas de alta montaña con los sistemas fluviales de piedemonte, los humedales continentales, los sistemas de transición estuarino–lagunares y el sistema marino receptor. Este continuo funcional, ilustrado de manera conceptual en la Figura 36, sustenta los procesos ecológicos clave como la recarga de humedales, el transporte y transformación de sedimentos y nutrientes, la regulación de gradientes de salinidad y la estabilidad funcional de ecosistemas dependientes del agua dulce, particularmente en la interfase delta–estuario–laguna costera asociada al Complejo Lagunar–Cenagoso de la Ciénaga Grande de Santa Marta, a través de conexiones como la Boca de la Barra y caños principales (INVEMAR, 2014; PNNC, 2022).

Figura 36 Esquema conceptual del ciclo del agua y de la conectividad hidrológica



Fuente: U.S. Geological Survey (2022)

La integridad de los ecosistemas asociados al funcionamiento hídrico regional resulta fundamental para la seguridad hídrica, la resiliencia territorial frente a la variabilidad climática y el sostenimiento de sistemas socio ecológicos altamente dependientes del agua. La alteración o pérdida de estas unidades ecosistémicas compromete de manera directa los procesos de regulación natural del recurso hídrico y genera riesgos acumulativos y potencialmente irreversibles aguas abajo.

Glaciares y nieves perpetuas de alta montaña

Los glaciares y áreas de nieves perpetuas de la Sierra Nevada de Santa Marta se localizan en el complejo de cumbres más altas del macizo, particularmente en los sectores asociados a los picos Cristóbal Colón y Simón Bolívar, los puntos más elevados del país. En la tipificación ecosistémica nacional, los ecosistemas glaciar y nival se asocian a condiciones extremadamente frías y Superhúmedo; el ecosistema glaciar se ubica aproximadamente entre 3.700 y 4.500 m s. n. m. y el ecosistema nival por encima de 4.500 m s. n. m., con temperaturas medias menores a 1,5 °C y provincias climáticas Superhúmedo (IDEAM, 2017).

Estos ecosistemas corresponden a glaciares tropicales de montaña y ambientes periglaciares, los cuales históricamente han desempeñado un papel relevante en la

regulación hídrica superficial de las cuencas altas que nacen en la SNSM (IDEAM, 2017).

De acuerdo con la información consolidada por el IDEAM en el Estudio Nacional del Agua 2022 y en los reportes oficiales de seguimiento a glaciares, la SNSM ha experimentado una reducción acelerada de su cobertura glaciar en las últimas décadas. Esta disminución ha implicado una transformación estructural del régimen hidrológico de las cabeceras, al reducirse el aporte de agua de fusión nival que históricamente contribuía a la sostenibilidad de caudales base durante los periodos secos (IDEAM, 2022).

Desde el punto de vista funcional, los glaciares actuaban como reservorios sólidos que liberaban agua de manera gradual hacia nacederos, manantiales y quebradas de primer orden, particularmente en las cuencas altas de ríos como el Don Diego, Palomino, Buriticá, Guachaca y Fundación. La pérdida de esta función reguladora incrementa la dependencia de los sistemas fluviales respecto a la precipitación directa y amplifica la variabilidad intra anual de los caudales, aumentando la vulnerabilidad frente a sequías prolongadas y eventos extremos de lluvia (IDEAM, 2022).

La evidencia técnica disponible señala que la desaparición progresiva de los glaciares constituye un cambio irreversible en el sistema hídrico superficial de la Sierra Nevada de Santa Marta, lo cual refuerza la necesidad de proteger de manera estricta los ecosistemas que actualmente cumplen funciones compensatorias de regulación, particularmente los páramos y bosques altoandinos adyacentes (IDEAM, 2022; PNNC, 2022).

Ecosistemas de alta montaña: páramos y bosques altoandinos

Los ecosistemas de páramo, subpáramo y bosque altoandino de la Sierra Nevada de Santa Marta constituyen actualmente el principal soporte funcional de la regulación hídrica superficial del macizo. Estos ecosistemas se desarrollan en las franjas altitudinales inmediatamente inferiores a las zonas glaciares y están directamente asociados a las cabeceras de las principales cuencas hidrográficas que drenan tanto hacia el mar Caribe como hacia el sistema de la Ciénaga Grande de Santa Marta (IDEAM, 2017).

Los páramos de la SNSM, junto con los ecosistemas de subpáramo y bosque altoandino húmedo, se caracterizan por su alta capacidad de retención hídrica,

derivada de la presencia de suelos orgánicos, turberas de montaña, vegetación especializada y condiciones climáticas de alta humedad (IDEAM, 2017). Las turberas de alta montaña se reconocen como unidades funcionales dentro de los ambientes húmedos, con un papel indispensable en el almacenamiento temporal y la liberación gradual del agua superficial (IDEAM, 2017).

La información contenida en los documentos de caracterización ecosistémica de la SNSM y en los análisis hidrológicos del IDEAM evidencia que estos ecosistemas son determinantes para el mantenimiento de caudales base en ríos estratégicos como el Manzanares y el Gaira, fundamentales para el abastecimiento de la ciudad de Santa Marta, así como en los ríos Fundación, Aracataca, Tucurín y Sevilla, que alimentan el sistema de la Ciénaga Grande de Santa Marta (IDEAM, 2022; CORPAMAG, 2018; Parques Nacionales Naturales de Colombia, 2022).

El seguimiento regional de calidad del agua realizado por la Corporación Autónoma Regional del Magdalena – CORPAMAG incorpora ríos de la vertiente Caribe (Buritaca, Don Diego, Gaira, Guachaca, Manzanares, Mendiagua, Palomino) y ríos tributarios del sistema cenagoso (Fundación, Sevilla, Tucurín, Aracataca), evidenciando su relevancia estratégica y la necesidad de conservar condiciones ecosistémicas en cabeceras para proteger su funcionalidad aguas abajo (CORPAMAG, 2018).

La degradación de estos ecosistemas, asociada a deforestación, incendios, expansión de la frontera agropecuaria y ocupación de zonas de alta pendiente, incrementa la escorrentía superficial rápida, la erosión hídrica y la frecuencia de crecientes súbitas y procesos de remoción en masa, con consecuencias directas sobre la estabilidad de los sistemas fluviales y la seguridad hídrica regional (IDEAM, 2022).

Sistemas fluviales lóticos de montaña y piedemonte

La red de sistemas fluviales lóticos de la SNSM presenta una organización radial, controlada por la estructura geológica y la topografía del macizo, con ríos que nacen en las zonas de alta montaña y descienden rápidamente hacia las planicies costeras y continentales del Caribe colombiano. En la clasificación cartográfica de superficies de agua, los ríos se distinguen explícitamente como una clase específica, separada de lagunas, ciénagas y canales, lo cual soporta la diferenciación lótico-léntica y la estructuración del análisis por tipos de cuerpo de agua (IDEAM, 2017).

Entre los sistemas fluviales más representativos de la vertiente norte y noroccidental se encuentran los ríos Palomino, Don Diego, Buritaca, Guachaca, Mendihuaca, Manzanares y Gaira, los cuales drenan directamente hacia el mar Caribe. Hacia la vertiente occidental y suroccidental se destacan los ríos Fundación, Aracataca, Tucurín y Sevilla, que hacen parte del sistema hidrográfico que alimenta el Complejo Lagunar–Cenagoso de la Ciénaga Grande de Santa Marta. En el seguimiento regional realizado por la Corporación Autónoma Regional del Magdalena – CORPAMAG se incluyen, además, ríos como Córdoba, Frío y Toribio, lo cual permite ampliar el inventario de fuentes líticas representativas en la vertiente Caribe y el piedemonte bajo jurisdicción ambiental (CORPAMAG, 2018).

De manera complementaria, en la vertiente oriental y suroriental del macizo se articulan las cuencas de los ríos Ranchería, Cesar y Ariguaní, cuyos nacimientos y tributarios de alta montaña se encuentran vinculados funcionalmente a los ecosistemas reguladores del macizo. El río Ranchería drena hacia el departamento de La Guajira y constituye un sistema estratégico para el abastecimiento y la dinámica hídrica regional en condiciones climáticas más secas, mientras que los ríos Cesar y Ariguaní estructuran el drenaje hacia el valle interandino del Cesar y el sistema Magdalena–Cauca. La inclusión de estos sistemas amplía el alcance regional del servicio de regulación hídrica del macizo, evidenciando que su funcionalidad no se restringe a la vertiente Caribe inmediata, sino que se proyecta hacia sistemas hidrográficos continentales de mayor escala.

Desde el punto de vista de la tipología hidrológica, estos ríos presentan regímenes predominantemente perennes en sus tramos altos y medios, particularmente en cuencas con mayor cobertura natural en cabeceras, donde los ecosistemas de páramo, subpáramo y bosque altoandino favorecen la regulación de caudales base. En sectores de alta pendiente y mayor intervención antrópica se observan respuestas de tipo torrencial asociadas a eventos de precipitación intensa. La jerarquización de la red de drenaje evidencia una alta densidad de corrientes de primer y segundo orden en zonas de montaña y una confluencia rápida hacia cauces principales de alta energía, condición característica de sistemas fluviales de montaña (IDEAM, 2017).

La dinámica fluvial se expresa en patrones de drenaje y ramificación que, en los sistemas de planicie y humedal asociados, pueden alternar entre patrones meándricos y trenzados, con conexiones frágiles que fluctúan en función de la

estacionalidad climática. Este comportamiento ha sido documentado en unidades cenagosas y corredores hidrológicos asociados al Complejo Lagunar–Cenagoso de la Ciénaga Grande de Santa Marta, incluyendo el Complejo de Pajarales y sus conexiones mediante caños principales, así como en los tramos bajos de los ríos que descargan hacia el litoral Caribe (MinAmbiente, INVEMAR y CORPAMAG, 2014).

En relación con eventos extremos, la respuesta hidrológica frente a precipitaciones intensas es rápida en cuencas pequeñas y pendientes altas, lo cual se traduce en crecientes súbitas y avenidas torrenciales con potencial de afectación a poblaciones e infraestructura localizadas en zonas medias y bajas. Este comportamiento es particularmente evidente en ríos de corta longitud y fuerte gradiente altitudinal, reforzando la necesidad de conservar áreas de regulación natural en cabeceras y laderas (IDEAM, 2022).

La dinámica de sedimentos en estos sistemas fluviales está asociada a la energía del flujo en tramos altos y medios, donde predominan procesos de erosión, transporte y deposición de material sólido. Si bien estos procesos forman parte de la dinámica natural de los ríos de montaña, su intensificación por presiones antrópicas incrementa la carga sólida transportada aguas abajo, generando efectos acumulativos sobre sistemas lénticos y de transición asociados, incluyendo la Ciénaga Grande de Santa Marta y los sistemas estuarinos del Caribe (IDEAM, 2017).

En conjunto, los sistemas fluviales lóticos sostienen una continuidad ecológica longitudinal desde cabeceras de alta montaña hasta desembocaduras y sistemas de transición. Esta continuidad se expresa, por ejemplo, mediante la conexión funcional entre las cuencas altas de los ríos Palomino, Buriticá y Don Diego y sus zonas de desembocadura en el mar Caribe; entre las cuencas de los ríos Fundación, Aracataca, Tucurín y Sevilla y el complejo de humedales asociado a la Ciénaga Grande de Santa Marta; y entre los sistemas de montaña que alimentan los ríos Ranchería, Cesar y Ariguaní y los sistemas hidrográficos continentales del norte del país (IDEAM, 2017; MinAmbiente et al., 2014).

La red fluvial lótica constituye el soporte físico del sistema de regulación hídrica regional, en la medida en que integra espacial y funcionalmente las áreas de generación en alta montaña con los sistemas receptores continentales y marino-costeros. La alteración de las cabeceras, de las zonas de ladera o de los corredores

ribereños incide directamente en la magnitud, estacionalidad y calidad de los caudales transferidos a subzonas que, según el ENA (2022), presentan índices de uso y vulnerabilidad hídrica altos a críticos en escenarios de año seco. En por esto que, la integridad de los sistemas fluviales lóticos no solo tiene relevancia ecológica, sino que representa un elemento estructural para la estabilidad hidrológica de las subzonas Caribe–Guajira, Cesar y Ciénaga Grande de Santa Marta. La declaratoria y consolidación de la Reserva se sustenta técnicamente en la necesidad de asegurar la permanencia de estas funciones de generación, regulación y transferencia hídrica, reduciendo el riesgo de intensificación de presiones acumulativas que podrían comprometer de manera estructural la seguridad hídrica regional y la funcionalidad de los sistemas receptores aguas abajo.

Sistemas lénticos

Los sistemas acuáticos lénticos continentales asociados al área de estudio se localizan principalmente en las zonas bajas y de transición entre el macizo montañoso y la planicie costera del Caribe colombiano, donde los ríos que nacen en la Sierra descargan hacia complejos lagunares, ciénagas, planicies de inundación y humedales continentales de alta importancia ecológica y funcional. Estos sistemas constituyen áreas estratégicas de acumulación, regulación y transformación de aguas superficiales, estrechamente vinculadas a la dinámica hidrológica de las cuencas altas y medias de la Sierra Nevada.

El principal sistema léntico continental asociado es el Complejo Lagunar–Cenagoso de la Ciénaga Grande de Santa Marta, reconocido como uno de los humedales costeros más importantes de Colombia y del Caribe, designado como sitio RAMSAR por su relevancia ecológica e hidrológica, las áreas RAMSAR presentes en la reserva comprenden el Sistema Delta Estuarino del Río Magdalena y de la Ciénaga Grande de Santa Marta, el cual abarca aproximadamente el 6,97 % del área total. Este sistema no corresponde a un cuerpo de agua aislado, sino a una red interconectada de ciénagas, lagunas, planos inundables y caños que funcionan de manera integrada bajo un régimen hidro sedimentológico dinámico.

La Ciénaga Grande de Santa Marta y sus cuerpos asociados reciben aportes hídricos superficiales principalmente de los ríos Fundación, Aracataca, Tucurín y Sevilla, provenientes de las vertientes occidental y suroccidental de la Sierra Nevada. A estos se suman las dinámicas de intercambio con el Sistema Delta Estuarino del Río Magdalena, que aporta flujos continentales adicionales y controla, junto con las conexiones marinas, el balance hidrosalino regional. Asociadas a este

complejo se encuentran, entre otras, las ciénagas de Pajarales, Sevillano, El Torno, La Redonda y La Piedra, así como múltiples lagunas costeras, caños interconectados y planos de inundación que conforman una red hidrológica continua y funcional.

Desde una perspectiva hidrológica, estos sistemas lénticos cumplen funciones críticas de amortiguación de crecientes, almacenamiento temporal de volúmenes en periodos húmedos, sostenimiento de niveles en estiaje y disipación de energía hidráulica proveniente de cuencas de alta pendiente. Asimismo, actúan como zonas de retención y transformación biogeoquímica de sedimentos, nutrientes y materia orgánica transportados desde las cuencas altas y medias, regulando procesos de sedimentación, colmatación y productividad biológica.

En términos de conectividad ecológica, estos humedales constituyen nodos estratégicos dentro del continuo mar–montaña, integrando flujos continentales y marino–costeros. El equilibrio ecológico del sistema depende del mantenimiento de aportes de agua dulce suficientes y estacionalmente coherentes, que permitan sostener gradientes de salinidad adecuados, procesos de renovación hídrica y estabilidad estructural de hábitats acuáticos y ribereños.

La información proveniente de perfiles de calidad del agua, estudios hidro sedimentológicos y análisis regionales evidencia que la reducción de caudales dulces, la alteración del régimen hidrológico o el incremento de cargas sólidas y contaminantes generan efectos directos sobre la dinámica hidrosalina, la transparencia del agua, la oxigenación y la estructura trófica de estos sistemas. Procesos como eutrofización, pérdida de conectividad interna, hypersalinización localizada o incremento de sedimentación están estrechamente vinculados a cambios en la oferta hídrica generada en el macizo y a presiones acumulativas en las cuencas tributarias.

Los ecosistemas descritos, constituyen unidades funcionales cuya estabilidad depende estructuralmente de la regulación hidrológica ejercida en las áreas de generación del recurso hídrico superficial. Su funcionamiento no puede analizarse de manera aislada, ya que representa la expresión acumulativa de procesos físicos, hidrológicos y ecosistémicos que se originan en las zonas de alta montaña.

En consecuencia, la conservación efectiva de las cuencas altas y medias de la Sierra Nevada de Santa Marta se configura como una condición técnica necesaria

para garantizar la estabilidad hidrosedimentológica, ecológica y funcional de los sistemas lénticos continentales y estuarinos asociados. Si bien el Complejo Lagunar–Cenagoso de la Ciénaga Grande de Santa Marta y el Sistema Delta Estuarino del Río Magdalena cuentan con figuras de protección reconocidas, estas se concentran principalmente en los cuerpos de agua receptores y en áreas de planicie, mas no necesariamente en la totalidad de las áreas de generación, regulación y control de cargas ubicadas en cabeceras y laderas.

Desde una perspectiva de cuenca, la estabilidad de los sistemas RAMSAR depende estructuralmente de procesos que ocurren aguas arriba: regulación de caudales base, amortiguación de crecientes, control de erosión, retención de sedimentos y transformación de nutrientes en ecosistemas de páramo, bosque altoandino, bosque andino y coberturas naturales de montaña media. La ausencia de un régimen de protección integral en estos sectores incrementa el riesgo de alteraciones en el régimen hidrológico, aumento de cargas sólidas y contaminantes, y modificación de los pulsos hídricos que sostienen el balance hidrosalino y la dinámica ecológica de los humedales protegidos.

Proteger únicamente los sistemas lénticos receptores sin asegurar la integridad funcional de las áreas fuente equivale a intervenir sobre el efecto y no sobre la causa del deterioro. La evidencia hidrológica e hidrosedimentológica demuestra que las presiones acumulativas en cabeceras y tramos medios se manifiestan aguas abajo en forma de colmatación acelerada, eutrofización, pérdida de conectividad interna y aumento de vulnerabilidad frente a eventos extremos.

Por tanto, la declaratoria y consolidación de la reserva no duplica figuras existentes, sino que complementa y fortalece la protección de los sistemas RAMSAR al incorporar las áreas estratégicas de regulación que actualmente carecen de un instrumento integral de conservación. Bajo los principios de prevención y precaución, esta medida permite abordar el sistema hídrico como una unidad funcional completa, reduciendo el riesgo de impactos acumulativos y garantizando la sostenibilidad ecológica e hidrológica de uno de los complejos humedales más estratégicos del Caribe colombiano.

Sistemas hídricos de transición y marino-costeros

Los sistemas hídricos de transición asociados a la Sierra Nevada de Santa Marta se desarrollan en la interfase entre los sistemas fluviales continentales y el mar Caribe, conformando ecosistemas altamente dinámicos y productivos, dependientes de los aportes de agua dulce, sedimentos y nutrientes provenientes

de las cuencas del macizo. En la tipificación ecosistémica nacional se reconocen explícitamente las lagunas costeras y los manglares como unidades asociadas a zonas de mezcla entre aguas dulces y marinas, lo cual sustenta su dependencia funcional del sistema hídrico superficial continental (IDEAM, 2017).

Entre los principales sistemas de transición se destacan los estuarios y desembocaduras de los ríos Palomino, Don Diego, Buriticá, Guachaca, MendiHuaca, Manzanares y Gaira, así como los sistemas estuarinos y lagunares asociados al Complejo Lagunar–Cenagoso de la Ciénaga Grande de Santa Marta. En este último, la conectividad con el mar Caribe se establece mediante puntos y corredores como la Boca de la Barra y caños principales que integran el sistema de humedales con el medio marino (MinAmbiente et al., 2014).

Los ecosistemas de manglar asociados a estos sistemas de transición se distribuyen en zonas intermareales y lagunares, y cumplen funciones esenciales de protección costera, estabilización de sedimentos y soporte a la biodiversidad. Su estructura y funcionalidad están estrechamente ligadas a la dinámica hídrica superficial continental y a la conectividad mar–montaña (IDEAM, 2017). De manera específica este ecosistema se ahonda con mayor detalle en el capítulo “Ecosistemas estratégicos y en amenaza” del presente documento.

Sistema marino receptor

El sistema marino receptor corresponde al mar Caribe adyacente a la SNSM, incluyendo la franja costera y la plataforma continental somera que recibe los aportes de agua dulce, sedimentos y nutrientes transportados por los ríos que nacen en el macizo. Este sistema marino está directamente influenciado por las descargas de los ríos Palomino, Don Diego, Buriticá, Guachaca, MendiHuaca, Manzanares y Gaira, así como por los aportes indirectos provenientes del sistema de la Ciénaga Grande de Santa Marta a través de sus conexiones hidrológicas con el mar (IDEAM, 2017; Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible et al., 2014).

El sistema marino receptor forma parte integral del continuo hidrológico y ecológico mar–montaña, en el cual los flujos superficiales continentales influyen sobre procesos ecológicos costeros y marinos. En este sentido, su funcionalidad no puede ser entendida como un componente aislado, sino como resultado de la interacción entre cuencas hidrográficas, sistemas de transición y ecosistemas marinos adyacentes (IDEAM, 2017).

En este contexto, el sistema marino receptor debe ser considerado como parte funcional del sistema hídrico superficial de la Sierra Nevada de Santa Marta. La protección efectiva de las cuencas hidrográficas del macizo contribuye de manera directa a la sostenibilidad ecológica del Caribe colombiano, justificando la adopción de medidas preventivas y precautorias.

5.1.2.3. Oferta Hídrica superficial

La oferta hídrica superficial asociada a la Sierra Nevada de Santa Marta presenta una marcada heterogeneidad espacial y temporal entre subzonas hidrográficas, condicionada por factores como el gradiente altitudinal, la extensión y forma de las cuencas, la presencia de ecosistemas reguladores de alta montaña y la estacionalidad climática característica del Caribe colombiano. En este contexto, la Sierra Nevada actúa como una verdadera fábrica hídrica regional, generando caudales que sustentan sistemas fluviales continentales, humedales estratégicos y ecosistemas marino-costeros.

El análisis de la oferta hídrica se fundamenta en el estudio de caudales medios, mínimos y máximos mensuales registrados en estaciones hidrométricas representativas, lo cual permite caracterizar el régimen hidrológico, identificar condiciones de estiaje y crecientes, y evaluar la variabilidad intraanual e interanual de las principales subzonas hidrográficas asociadas al área de estudio (IDEAM, 2022).

Estaciones hidrométricas IDEAM

La SNSM, en su condición de macizo montañoso aislado del sistema cordillerano andino, presenta una marcada diferenciación bioclimática y morfoclimática en sentido vertical, en la cual se desarrollan la totalidad de los pisos climáticos reconocidos para la región andina colombiana. Esta condición confiere al territorio una elevada complejidad climática e hidrológica, reflejada en pronunciados gradientes espaciales y altitudinales de las variables meteorológicas e hidrológicas, que condicionan la generación, regulación y variabilidad de la oferta hídrica superficial (PNNC, 2022).

En Colombia, el seguimiento y la caracterización de las variables hidrometeorológicas se realiza a través de la Red Básica Nacional, operada principalmente por el Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM), la cual integra estaciones hidrológicas, pluviométricas y climatológicas distribuidas a lo largo del territorio nacional. Esta red constituye la principal fuente oficial de información para el análisis del régimen hidrológico, la evaluación de la

oferta hídrica y la identificación de patrones de variabilidad y extremos hidrológicos a diferentes escalas espaciales (IDEAM, 2022).

Las estaciones hidrométricas identificadas se distribuyen en subzonas hidrográficas que drenan tanto hacia el mar Caribe como hacia sistemas continentales estratégicos, incluyendo las subzonas Río Guachaca – Río Piedras – Río Manzanares [1501], Río Ancho y otros directos al Caribe [1503], Río Tapias [1504], Río Rancherías [1506], Alto Cesar [2801], Bajo Cesar [2803], Río Ariguaní [2804] y Ciénaga Grande de Santa Marta [2906]. Esta distribución permite capturar el comportamiento hidrológico de ríos representativos de vertiente directa al Caribe, de sistemas fluviales continentales y de ríos tributarios de complejos cenagosos.

Tabla 9 Estaciones Hidrológicas por subcuenca

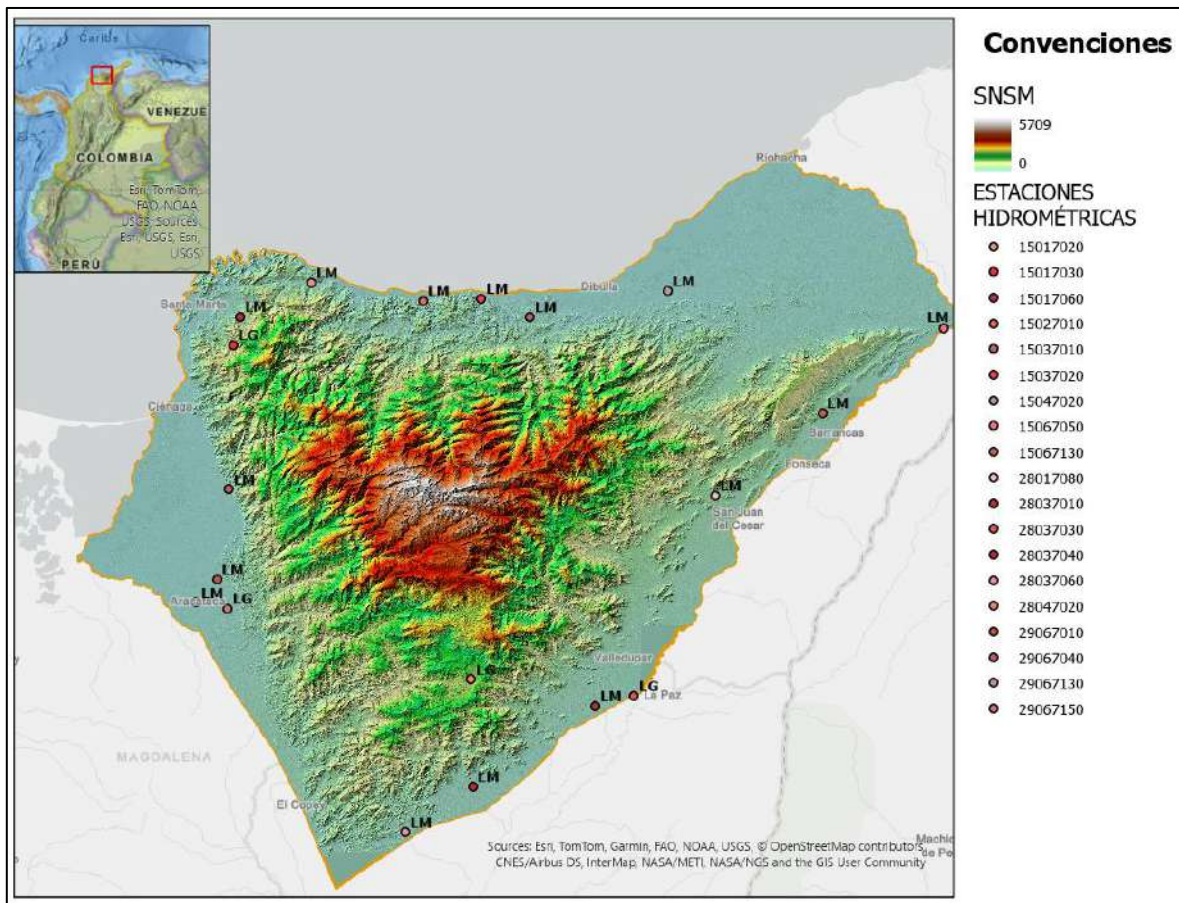
SUBZONA_HI	CORRIENTE		NOMBRE	CATEGORIA
Río Guachaca -Río Piedras - Río Manzanares [1501]	231	Piedras	REVUELTA LA [15017020]	LM
	667	Gaira	MINCA - AUT [15017030]	LG
	753	Manzanares	BOCATOMA SANTA MARTA [15017060]	LG
Río Don Diego [1502]				
Río Ancho y Otros Directos al caribe [1503]	391	Ancho	ANCHO [15037010]	LG
	786	Palomino	PUENTE CARRETERA [15037020]	LG
Río Tapias [1504]	344	Tapias	PUENTE BOMBA [15047020]	LM
Río Rancherías [1506]	988	Rancheria	CUESTECITAS - AUT [15067050]	LG
			PUENTE GUAJIRO - AUT [15067150]	LG
	436	Ay Pozo Hondo	POZO HONDO [15067130]	LG
Río Guachaca - Mendiguaca y Buritaca [1509]				
Alto Cesar [2801]	548	Cesar	CORRAL DE PIEDRA [28017080]	LM
Bajo Cesar [2803]	446	Azucarabuena	PUENTE CALLAO [28037010]	LM
	548	Cesar	PUENTE SALGUERO - AUT [28037030]	LG
	756	Mariangola	MARIANGOLA [28037040]	LG
	670	Garupal	CANTACLARO [28037060]	LG
Río Ariguaní [2804]	401	Ariguani	PUEBLO BELLO [28047020]	LG
Ciénaga Grande de Santa Martha [2906]	1077	Tucurinca	TREBOL EL [29067010]	LG
	779	Orihueca	SANTA ROSALIA [29067040]	LM
	398	Aracataca	PUENTE FERROCARRIL [29067130]	LM
			GANADERIA CARIBE - AUT [29067150]	LG

LG: Limnigráficas, LM: Limnimétricas.

Fuente: IDEAM (2022)

En términos espaciales, la cobertura de la información hidrométrica del área de estudio se concentra principalmente por debajo de los 500 m s. n. m., en sectores de piedemonte, planicies costeras y valles interandinos adyacentes. En el rango altitudinal comprendido aproximadamente entre los 600 y 1.000 m s. n. m., correspondiente a zonas de transición entre los pisos térmicos cálido y templado, se observa una disminución progresiva en la densidad de estaciones. Por encima de los 1.000 m s. n. m., particularmente en los sectores asociados al límite entre el bosque seco y el bosque montano, la cobertura se reduce a una única estación limnigráfica, y por encima de esta cota no se registran estaciones hidrométricas activas.

Figura 37 Ubicación estaciones Hidrométricas



Fuente: ANLA (2026)

Esta distribución evidencia una limitación en la representatividad directa de los procesos hidrológicos que ocurren en las zonas de alta montaña, donde se localizan los principales ecosistemas reguladores del recurso hídrico superficial, como

páramos, bosques altoandinos y relictos glaciares. No obstante, las estaciones ubicadas en tramos medios y bajos de las cuencas permiten inferir, de manera indirecta, el comportamiento hidrológico de las áreas de cabecera y evaluar la respuesta integrada de los sistemas fluviales frente a la estacionalidad climática y a los eventos extremos de precipitación (IDEAM, 2022).

En este sentido, si bien la red hidrométrica disponible aporta información fundamental para la caracterización de la oferta hídrica superficial y el análisis comparativo entre subzonas hidrográficas, la limitada cobertura en alta montaña refuerza la importancia de conservar las áreas de generación y regulación natural del recurso hídrico. La alteración de estas zonas podría generar cambios significativos en los caudales observados aguas abajo, cuyos efectos resultarían difíciles de detectar oportunamente a partir de la red existente, lo cual justifica la aplicación de un enfoque preventivo y precautorio en la delimitación y ampliación de áreas protegidas en la Sierra Nevada de Santa Marta.

Régimen hidrológico y estacionalidad

El régimen hidrológico de la SNSM está estrechamente controlado por la estacionalidad climática regional y por la función orográfica del macizo frente a la circulación atmosférica dominante del Caribe colombiano. La interacción entre los vientos Alisios del noreste y el desplazamiento latitudinal de la Zona de Convergencia Intertropical (ZCIT) genera patrones de precipitación espacial y temporalmente variables, los cuales se reflejan directamente en la dinámica estacional de los caudales superficiales que drenan desde el macizo hacia los sistemas continentales y marino-costeros (INVEMAR, 2010; IDEAM, 2022).

En términos generales, el régimen hidrológico presenta un periodo de estiaje bien definido entre los meses de enero y abril, asociado al fortalecimiento de los vientos Alisios, que limitan el ingreso de humedad hacia la región y reducen los aportes de precipitación. Durante este periodo, los caudales disminuyen de manera significativa, especialmente en cuencas de menor área y capacidad de regulación natural, lo que se evidencia en los registros de caudales mínimos mensuales de varias estaciones hidrométricas analizadas (IDEAM, 2022).

El periodo lluvioso dominante se concentra entre agosto y noviembre, cuando el posicionamiento de la ZCIT sobre el Caribe colombiano debilita la intensidad de los Alisios y favorece el ascenso de masas de aire húmedo. Este periodo se caracteriza por incrementos sostenidos en los caudales, con máximos generalmente concentrados en los meses de septiembre y octubre, seguidos de una disminución

progresiva hacia diciembre. Este patrón estacional se observa de manera consistente en las series de caudales medios y máximos mensuales registradas en las estaciones hidrométricas de las diferentes subzonas hidrográficas asociadas a la Sierra Nevada de Santa Marta (IDEAM, 2022).

La respuesta hidrológica frente a los eventos de precipitación es particularmente rápida en las cuencas de corta longitud y alta pendiente, características de la vertiente norte del macizo. En estos sistemas, los incrementos de precipitación se traducen en aumentos abruptos de caudal y en la ocurrencia de crecientes súbitas y avenidas torrenciales, especialmente durante eventos de lluvia intensa concentrados en cortos periodos de tiempo. Este comportamiento es típico de sistemas fluviales de montaña con baja capacidad de almacenamiento superficial y alta energía del flujo (IDEAM, 2017; IDEAM, 2022).

Por el contrario, en cuencas de mayor extensión y con mayor integración de aportes desde diferentes pisos altitudinales, como las asociadas al río Cesar o al sistema de la Ciénaga Grande de Santa Marta, el régimen hidrológico presenta una mayor inercia, con respuestas más amortiguadas frente a la estacionalidad climática. En estos casos, los caudales mínimos se mantienen relativamente más estables y los picos de crecienta, aunque significativos, reflejan el efecto acumulado de múltiples tributarios y de áreas de regulación natural distribuidas a lo largo de la cuenca (IDEAM, 2022; MinAmbiente–INVEMAR–CORPAMAG, 2014).

El régimen hidrológico del área de estudio se caracteriza por una marcada estacionalidad intraanual, una alta sensibilidad a la variabilidad climática y una respuesta hidrológica rápida en cuencas de montaña. Estas condiciones incrementan la vulnerabilidad del sistema frente a alteraciones en las áreas de cabecera y regulación natural, ya que cualquier cambio en la cobertura y funcionalidad de los ecosistemas de alta montaña puede amplificar los efectos del estiaje y de las crecientes, con impactos directos sobre la oferta hídrica, la seguridad hídrica regional y los sistemas receptores aguas abajo (IDEAM, 2022).

Oferta hídrica superficial de subzonas instrumentadas

La oferta hídrica superficial asociada al área de estudio presenta una marcada heterogeneidad espacial y temporal entre subzonas hidrográficas, condicionada por factores como el gradiente altitudinal, la extensión de las cuencas, la presencia de ecosistemas reguladores de alta montaña y la estacionalidad climática característica del Caribe colombiano.

En el análisis de oferta hídrica superficial por subzonas hidrográficas se consideraron, en primera instancia, los caudales medios (ver Tabla 10), mínimos (Ver Tabla 11 y máximos (Ver Tabla 12) mensuales observados en las estaciones hidrométricas disponibles (IDEAM). Sin embargo, dado que la instrumentación no cubre de manera homogénea la totalidad del gradiente altitudinal ni la totalidad del área de cada subzona, se complementó el ejercicio mediante una extrapolación a escala de subzona basada en rendimiento hídrico. Para ello, a partir de los caudales mensuales registrados y del área aferente de cada estación, se estimó un rendimiento hídrico mensual (Q/A) y se extrapoló a la extensión total de la subzona correspondiente, obteniendo así caudales medios, mínimos y máximos mensuales estimados para toda el área de la subzona.

Este procedimiento permite aproximar órdenes de magnitud y patrones estacionales a escala subzonal con base en información medida; no obstante, debe interpretarse como una aproximación técnica y no como un modelo hidrológico calibrado, dado que no incorpora explícitamente procesos de balance hídrico (infiltración, evapotranspiración, almacenamiento subterráneo, regulación superficial) ni heterogeneidad espacial intra-subzona.

Tabla 10 Caudales medios mensuales – Estaciones Hidrológicas por subcuenca

SUBZONA HIDROGRÁFICA	ESTACIÓN	Area Aferente	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
Río Piedras - Río Manzanares [1501]	LA REVUELTA [15017020]	139.1	3.2	2.3	2.3	2.5	2.4	2.6	2.9	3.4	3.6	5.7	9.1	8.3
	MINCA - AUT [15017030]	0.8	0.9	0.7	0.6	0.6	1.4	1.6	2.0	2.6	3.1	3.6	3.0	1.8
	BOCATOMA SANTA MARTA [15017060]	95.4	1.1	0.7	0.5	0.5	0.9	1.1	1.1	1.2	1.9	2.2	2.2	1.7
	TOTAL, SUBZONA	934	16.0	11.1	10.2	10.7	12.5	14.1	14.8	17.2	21.3	30.0	41.2	36.4
Río Don Diego [1502]	PUENTE CARRETERA - DON DIEGO [15027010]	539.9	24.8	20.0	19.4	22.5	32.3	37.1	37.9	46.5	52.2	58.4	62.3	45.9
	TOTAL, SUBZONA	543	24.9	20.1	19.5	22.6	32.4	37.3	38.1	46.7	52.5	58.8	62.6	46.2
Río Ancho y Otros Directos al caribe [1503]	ANCHO [15037010]	519.8	8.6	7.7	8.0	10.1	16.7	13.6	10.3	11.8	16.7	20.6	21.9	14.2
	PUENTE CARRETERA - PALOMINO [15037020]	765.0	16.3	13.8	13.1	18.3	24.9	24.4	20.4	25.6	29.9	37.4	40.1	27.7
	TOTAL, SUBZONA	1945	36.9	32.1	31.7	42.2	62.9	56.3	45.2	54.6	69.3	86.0	92.0	61.8
Río Tapias [1504]	PUENTE BOMBA [15047020]	856.7	5.7	4.7	5.3	10.5	17.4	11.7	5.9	8.2	14.1	25.1	29.8	15.2
	TOTAL, SUBZONA	1082	7.2	5.9	6.7	13.3	21.9	14.8	7.4	10.3	17.8	31.7	37.6	19.1
Río Rancherías [1506]	CUESTECITAS [15067050]	2578.8	8.1	6.2	5.8	8.0	14.7	12.5	7.6	8.7	13.9	23.9	32.4	20.1
	POZO HONDO [15067130]	44.4	0.1	0.0	0.0	0.1	0.2	0.1	0.1	0.1	0.1	0.2	0.2	0.1
	TOTAL, SUBZONA	4314	9.2	6.6	6.8	11.1	20.1	15.3	9.7	10.7	16.4	31.2	38.3	23.6

SUBZONA HIDROGRÁFICA	ESTACIÓN	Area Aferente	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
Alto Cesar [2801]	CORRAL DE PIEDRA [28017080]	211.0	0.7	0.6	0.6	1.3	3.6	2.1	1.0	1.6	3.0	5.8	5.0	1.8
	TOTAL, SUBZONA	3418	11.8	10.4	10.0	21.4	57.5	34.2	16.5	25.9	48.3	94.0	81.5	29.0
Medio Cesar [2803]	PUENTE CALLAO [28037010]	183.1	1.4	1.2	1.9	2.0	3.5	2.8	2.5	2.7	4.1	6.5	7.2	2.6
	PUENTE SALGUERO - AUT [28037030]	3487.7	10.1	9.7	8.2	14.2	47.4	33.8	17.5	23.6	39.4	71.3	70.6	28.9
	MARIANGOLA [28037040]	119.1	0.6	0.6	0.9	1.1	2.0	2.2	1.5	1.8	2.9	4.0	3.9	1.3
	CANTACLARO [28037060]	170.2	0.7	0.5	0.7	1.1	1.7	1.8	1.4	1.8	2.3	3.0	3.3	1.9
	TOTAL, SUBZONA	8196	41.1	36.6	50.0	62.2	120.6	110.1	79.6	96.8	147.1	218.1	227.9	90.7
Rio Ariguani [2804]	PUEBLO BELLO [28047020]	33.1	0.9	0.7	0.8	0.8	1.2	1.3	1.1	1.5	1.8	1.9	1.4	1.2
	TOTAL, SUBZONA	5173	140.8	115.8	129.8	128.3	179.9	200.2	167.4	226.8	283.1	294.1	219.0	190.9
Ciénaga Grande de Santa Martha [2906]	EL TREBOL [29067010]	429.1	10.5	8.9	8.9	12.1	19.9	20.0	16.2	18.9	23.8	27.7	27.1	17.6
	SANTA ROSALIA [29067040]	60.2	1.2	0.8	0.7	0.9	1.5	1.9	1.8	2.2	2.6	3.2	3.1	2.0
	PUENTE FERROCARRIL [29067130]	757.5	9.4	8.6	9.7	13.4	23.8	21.7	16.1	17.1	23.4	31.7	29.5	16.4
	GANADERIA CARIBE - AUT [29067150]	738.4	8.7	7.4	8.9	11.9	20.2	19.6	14.5	16.8	21.4	25.0	23.4	13.7
	TOTAL, SUBZONA	8232	139.6	114.9	118.3	157.5	267.3	273.0	224.0	257.8	325.6	399.1	380.9	235.9

Fuente: ANLA (2026)

Tabla 11 Caudales mínimos mensuales – Estaciones Hidrológicas por subcuenca

SUBZONA HIDROGRÁFICA	ESTACIÓN	Area Aferente	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
Río Piedras - Río Manzanares [1501]	LA REVUELTA [15017020]	139.1	0.5	0.4	0.4	0.4	0.6	0.6	0.4	0.4	0.6	1.2	1.4	0.9
	MINCA - AUT [15017030]	0.8	0.2	0.2	0.2	0.2	0.3	0.4	0.3	0.7	1.0	1.2	1.0	0.5
	BOCATOMA SANTA MARTA [15017060]	95.4	0.2	0.1	0.0	0.0	0.1	0.1	0.2	0.2	0.5	0.7	0.7	0.4
	SUBZONA	934	2.3	1.6	1.3	1.6	2.4	2.6	2.2	2.2	4.5	7.4	7.9	4.9
Río Don Diego [1502]	PUENTE CARRETERA - DON DIEGO [15027010]	539.9	8.0	7.3	8.6	7.0	5.9	10.9	10.7	10.4	23.9	18.9	24.5	17.9
	SUBZONA	543	8.0	7.3	8.6	7.0	5.9	11.0	10.8	10.5	24.0	19.0	24.6	18.0
Río Ancho y Otros Directos al caribe [1503]	ANCHO [15037010]	519.8	4.5	3.6	3.0	3.4	6.0	4.8	3.5	5.0	6.7	8.5	8.1	5.8
	PUENTE CARRETERA - PALOMINO [15037020]	765.0	6.0	5.0	4.5	5.4	9.1	9.2	7.2	8.0	10.4	17.9	15.1	8.6
	SUBZONA	1945	16.0	13.0	11.3	13.2	22.8	20.7	15.8	19.6	25.6	38.7	34.4	21.8
Río Tapias [1504]	PUENTE BOMBA [15047020]	856.7	0.1	0.1	0.1	1.4	1.6	1.0	0.4	0.3	1.6	6.1	3.5	0.4
	SUBZONA	1082	0.1	0.1	0.1	1.7	2.1	1.2	0.5	0.4	2.0	7.7	4.4	0.5
Río Rancherías [1506]	CUESTECITAS [15067050]	2578.8	0.5	0.8	0.4	0.4	0.8	1.6	0.3	0.4	2.2	4.6	6.4	2.5
	POZO HONDO [15067130]	44.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	SUBZONA	4314	0.4	0.7	0.4	0.3	1.1	1.8	0.3	0.3	2.3	4.3	6.3	2.6
Alto Cesar [2801]	CORRAL DE PIEDRA [28017080]	211.0	0.1	0.1	0.0	0.0	0.2	0.3	0.2	0.2	0.3	0.8	0.1	0.1
	SUBZONA	3418	1.5	1.0	0.3	0.6	2.6	4.7	2.6	3.1	5.5	13.6	1.5	1.1
Medio Cesar [2803]	PUENTE CALLAO [28037010]	183.1	0.1	0.0	0.0	0.2	0.0	0.1	0.1	0.1	0.2	0.2	0.5	0.3

SUBZONA HIDROGRÁFICA	ESTACIÓN	Area Aferente	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
	PUENTE SALGUERO - AUT [28037030]	3487.7	2.3	1.9	1.3	1.3	8.4	6.7	5.2	5.2	10.1	20.9	7.5	2.7
	MARIANGOLA [28037040]	119.1	0.0	0.1	0.1	0.1	0.2	0.0	0.1	0.2	0.1	0.4	0.2	0.1
	CANTACLARO [28037060]	170.2	0.1	0.1	0.1	0.2	0.3	0.4	0.2	0.1	0.3	0.3	0.3	0.1
	SUBZONA	8196	3.5	3.5	2.9	6.0	11.4	10.3	8.3	8.6	13.8	24.0	17.9	6.8
Río Ariguaní [2804]	PUEBLO BELLO [28047020]	33.1	0.4	0.3	0.3	0.3	0.4	0.3	0.2	0.3	0.4	0.6	0.4	0.4
	SUBZONA	5173	54.8	50.1	45.4	51.6	57.9	48.5	37.5	42.2	67.3	87.6	64.1	68.8
Ciénaga Grande de Santa Martha [2906]	EL TREBOL [29067010]	429.1	4.5	4.0	3.9	5.1	6.6	6.4	6.3	6.3	6.2	7.7	12.5	6.8
	SANTA ROSALIA [29067040]	60.2	0.2	0.2	0.1	0.1	0.4	0.5	0.6	0.6	0.5	0.8	1.2	0.5
	PUENTE FERROCARRIL [29067130]	757.5	2.0	2.3	2.0	4.0	8.1	8.2	5.2	5.7	8.2	9.8	9.3	3.8
	GANADERIA CARIBE - AUT [29067150]	738.4	2.7	1.7	2.4	6.3	11.8	12.3	6.6	8.7	9.3	13.0	12.4	6.2
	SUBZONA	8232	41.4	35.1	34.8	56.6	98.2	104.7	82.4	90.2	94.5	126.4	159.5	77.5

Fuente: ANLA (2026)

Tabla 12 Caudales máximos mensuales – Estaciones Hidrológicas por subcuenca

SUBZONA HIDROGRÁFICA	ESTACIÓN	Area Aferente	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
Río Piedras - Río Manzanares [1501]	LA REVUELTA [15017020]	139.1	11.1	11.1	7.6	19.4	7.3	10.4	12.7	10.4	11.7	13.4	36.2	35.4
	MINCA - AUT [15017030]	0.8	3.1	3.4	2.7	2.0	4.4	3.7	6.1	9.9	7.9	11.9	6.4	13.0
	BOCATOMA SANTA MARTA [15017060]	95.4	3.8	2.0	1.9	1.2	4.9	4.8	3.7	3.6	5.7	5.6	5.3	5.9
	SUBZONA	934	55.8	47.0	34.7	70.7	48.4	58.3	60.9	52.5	67.4	72.1	147.3	147.8

SUBZONA HIDROGRÁFICA	ESTACIÓN	Area Aferente	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
Río Don Diego [1502]	PUENTE CARRETERA - DON DIEGO [15027010]	539.9	52.4	38.8	53.0	64.5	64.0	97.1	87.8	91.7	92.4	106.9	142.3	157.3
	SUBZONA	543	52.7	39.1	53.3	64.9	64.3	97.7	88.3	92.2	92.9	107.5	143.1	158.2
Río Ancho y Otros Directos al caribe [1503]	ANCHO [15037010]	519.8	19.1	15.8	17.4	21.8	40.3	22.9	19.9	21.6	29.2	36.6	41.6	67.8
	PUENTE CARRETERA - PALOMINO [15037020]	765.0	35.6	33.0	41.2	94.0	64.1	61.2	42.1	52.7	72.8	82.0	99.8	59.5
	SUBZONA	1945	81.0	71.5	84.9	160.2	156.8	120.6	90.8	107.4	147.0	172.7	204.7	202.5
Río Tapias [1504]	PUENTE BOMBA [15047020]	856.7	29.1	23.0	16.5	37.6	54.8	51.3	27.9	42.0	51.0	82.4	105.2	61.1
	SUBZONA	1082	36.7	29.0	20.8	47.5	69.2	64.7	35.2	53.0	64.4	104.1	132.9	77.2
Río Rancherías [1506]	CUESTECITAS [15067050]	2578.8	24.9	18.4	16.8	24.7	48.9	56.4	22.0	28.9	38.5	79.2	104.6	131.0
	POZO HONDO [15067130]	44.4	0.2	0.1	0.2	0.5	0.8	0.5	0.4	0.3	0.5	0.9	0.7	0.9
	SUBZONA	4314	32.5	22.2	23.3	42.5	79.8	72.4	35.9	39.8	54.5	108.6	121.1	150.9
Alto Cesar [2801]	CORRAL DE PIEDRA [28017080]	211.0	2.4	4.4	3.6	9.9	22.9	5.9	3.0	9.3	11.2	18.4	18.4	9.2
	SUBZONA	3418	39.4	71.6	57.8	160.0	371.6	95.6	48.1	150.5	181.6	298.7	298.2	149.3
Medio Cesar [2803]	PUENTE CALLAO [28037010]	183.1	7.3	6.0	8.5	5.5	9.9	9.6	18.7	11.3	19.6	26.1	26.1	12.3
	PUENTE SALGUERO - AUT [28037030]	3487.7	41.1	42.5	30.9	48.9	147.5	117.3	42.9	63.6	149.3	151.1	155.7	144.7
	MARIANGOLA [28037040]	119.1	1.5	3.1	4.0	6.5	9.4	5.6	9.0	9.6	13.3	9.8	10.5	4.6
	CANTA CLARO [28037060]	170.2	2.9	2.4	2.7	2.8	4.0	5.3	5.2	8.0	8.2	6.3	10.5	16.2
	SUBZONA	8196	167.4	174.6	214.5	235.8	405.9	334.9	451.1	424.3	634.3	625.0	690.5	496.0

SUBZONA HIDROGRÁFICA	ESTACIÓN	Area Aferente	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
Rio Ariguaní [2804]	PUEBLO BELLO [28047020]	33.1	2.5	1.2	3.7	2.6	5.8	6.0	2.9	3.8	5.9	6.5	4.1	2.4
	SUBZONA	5173	391.1	187.7	585.1	400.5	904.2	932.4	452.1	596.0	916.7	1021.5	638.3	375.4
Ciénaga Grande de Santa Martha [2906]	EL TREBOL [29067010]	429.1	21.8	19.5	22.3	23.9	47.6	34.1	28.2	32.6	43.1	65.5	107.1	87.5
	SANTA ROSALIA [29067040]	60.2	3.0	2.0	2.2	2.0	3.2	5.6	4.1	4.9	7.4	7.1	7.2	5.6
	PUENTE FERROCARRIL [29067130]	757.5	42.8	35.9	39.5	55.2	90.7	65.0	58.2	64.0	66.0	83.5	87.7	60.5
	GANADERIA CARIBE - AUT [29067150]	738.4	18.8	16.5	18.1	24.6	32.4	29.2	26.8	33.5	55.3	47.4	49.1	39.6
	SUBZONA	8232	374.2	303.9	338.7	400.7	675.8	612.5	507.7	592.1	791.4	917.4	1135.1	886.4

Fuente: ANLA (2026)

En la subzona Río Piedras – Río Manzanares [1501], que drena directamente desde la vertiente norte de la Sierra Nevada hacia el mar Caribe, los registros por estación muestran una oferta hídrica moderada, con caudales medios mensuales inferiores a 1 m³/s en tramos altos (Minca) y valores superiores a 9 m³/s en periodos lluviosos en la estación La Revuelta. La marcada diferencia entre caudales medios y mínimos, especialmente en la estación Bocatoma Santa Marta —donde los mínimos alcanzan valores cercanos a cero en meses secos— evidencia una alta sensibilidad al estiaje y una dependencia crítica de la regulación natural de cabeceras. Al extrapolar el rendimiento hídrico a la totalidad del área de la subzona, se observa que el caudal medio mensual estimado para [1501] oscila aproximadamente entre 10 y 41 m³/s, con mínimos subzonales del orden de 1–3 m³/s en los meses más secos y máximos estimados que alcanzan ~148 m³/s en los picos de temporada lluviosa. Esta amplitud (Q_{máx}/Q_{mín}) confirma un comportamiento altamente estacional, donde la pérdida de cobertura reguladora en cabeceras se traduciría en reducción adicional del caudal base y en mayor torrencialidad aguas abajo (IDEAM, 2022).

En la subzona Río Don Diego [1502], los registros en la estación Puente Carretera muestran caudales medios mensuales persistentemente altos ($\approx$ 20–62 m³/s) y caudales mínimos elevados en comparación con otras corrientes de la vertiente Caribe, lo que sugiere una mayor capacidad de regulación y una oferta base más estable. La extrapolación a escala de subzona mantiene este patrón: los caudales medios mensuales estimados para toda la subzona se ubican aproximadamente entre 20 y 63 m³/s, con mínimos del orden de 6–25 m³/s dependiendo del mes, y máximos mensuales que superan ~158 m³/s. En términos funcionales, esto indica que [1502] combina alta productividad hídrica con una señal de regulación relativamente más robusta que subzonas vecinas; sin embargo, los máximos elevados confirman también un potencial significativo de crecientes rápidas bajo eventos intensos (IDEAM, 2022).

En la subzona Río Ancho y otros directos al Caribe [1503], los ríos Ancho y Palomino presentan por estación caudales medios mensuales relativamente altos ($\approx$ 8–40 m³/s) y picos máximos superiores a 90 m³/s en el caso del Palomino. Los caudales mínimos se reducen en estiaje, pero permanecen por encima de los de cuencas pequeñas como Tapias o Manzanares. A escala de subzona, la extrapolación del rendimiento hídrico indica caudales medios mensuales estimados entre ~32 y 92 m³/s, mínimos del orden de ~11–39 m³/s y máximos que pueden superar ~200 m³/s en meses lluviosos. Este comportamiento es consistente con cuencas de mayor área y mayor integración altitudinal, donde la disponibilidad en estiaje depende de

la persistencia de aportes regulados desde ecosistemas de montaña y de la conservación de coberturas en cabeceras (IDEAM, 2022).

La subzona Río Tapias [1504] presenta un comportamiento contrastante, con alta variabilidad intraanual: a nivel de estación, los caudales medios aumentan abruptamente en época lluviosa y los mínimos descienden a valores inferiores a 0,1 m³/s en estiaje, mientras que los picos máximos superan 100 m³/s. Al extrapolar a la escala de subzona, los caudales medios mensuales estimados oscilan aproximadamente entre ~6 y 38 m³/s, con mínimos subzonales cercanos a 0,1 m³/s en los meses secos y máximos del orden de ~133 m³/s en el periodo de lluvias. La relación extrema entre caudales mínimos y máximos confirma un régimen marcadamente torrencial y de baja capacidad de amortiguación, altamente sensible a cambios en la cobertura vegetal y en la estabilidad de laderas, donde la degradación se reflejaría tanto en mayor magnitud de crecientes como en colapsos más severos del caudal base (IDEAM, 2022).

En la subzona Río Ranchería [1506], los registros muestran una oferta hídrica importante pero heterogénea: Cuestecitas presenta caudales medios elevados en meses lluviosos, mientras Pozo Hondo mantiene caudales persistentemente bajos con mínimos cercanos a cero durante gran parte del año, evidenciando contrastes espaciales asociados a gradientes climáticos y a la variabilidad de aportes desde zonas altas. La extrapolación subzonal refleja una estacionalidad marcada: caudales medios mensuales estimados entre ~7 y 38 m³/s, mínimos subzonales del orden de 0,3–6 m³/s según el mes, y máximos que alcanzan ~151 m³/s. Este patrón, sumado al contexto climático más seco hacia La Guajira, sugiere una alta exposición a escenarios de déficit hídrico en estiaje, donde disminuciones marginales de regulación en cabeceras pueden traducirse en restricciones sustantivas de disponibilidad y mayor competencia por el recurso (IDEAM, 2022).

En las subzonas Alto Cesar [2801] y Medio Cesar [2803], la oferta hídrica muestra una transición desde caudales relativamente bajos en cabeceras instrumentadas hacia caudales significativamente mayores por acumulación aguas abajo. En Alto Cesar [2801], aunque la estación Corral de Piedra registra caudales medios pequeños (sub-10 m³/s), la extrapolación a la extensión total de la subzona evidencia que el caudal medio mensual estimado puede variar aproximadamente entre ~10 y 94 m³/s, con máximos que alcanzan ~372 m³/s en temporada lluviosa. En Medio Cesar [2803], la presencia de una estación de gran área aferente (Puente Salguero) captura la señal de acumulación regional: la extrapolación indica caudales medios mensuales subzonales estimados entre ~37 y 228 m³/s y máximos que superan ~690 m³/s. Estos valores reflejan la integración de múltiples tributarios

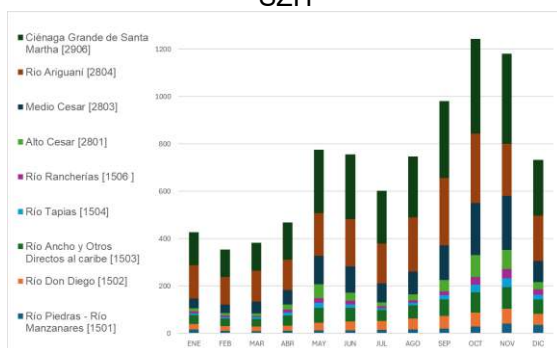
y la alta sensibilidad del valle del Cesar a las crecientes, mientras que la persistencia de caudales en estiaje depende del aporte regulado desde las vertientes de montaña y de la continuidad funcional de coberturas en cabeceras y zonas de ladera (IDEAM, 2022).

La subzona Río Ariguaní [2804] presenta, a nivel de estación (Pueblo Bello), caudales medios mensuales generalmente inferiores a 2 m³/s y máximos raramente superiores a 6 m³/s, lo que refleja condiciones locales de la cuenca instrumentada. No obstante, al extrapolar el rendimiento hídrico a la totalidad del área de la subzona, los caudales medios mensuales estimados resultan significativamente mayores (del orden de ~116 a 294 m³/s) y los máximos estimados superan ~1.000 m³/s en meses de alta precipitación. Esta discrepancia no debe interpretarse como una equivalencia directa con el caudal real en un único cauce principal, sino como un indicador de que el rendimiento observado en un punto pequeño, al escalarse a una subzona extensa y heterogénea, amplifica la señal; por tanto, el resultado debe leerse como una aproximación de magnitud y estacionalidad potencial a escala subzonal, útil para comparación regional pero con incertidumbre elevada por representatividad espacial de la estación (IDEAM, 2022).

Finalmente, en la subzona Ciénaga Grande de Santa Marta [2906], los caudales registrados en estaciones como El Trébol, Puente Ferrocarril y Ganadería Caribe reflejan la integración de aportes provenientes de ríos de la Sierra Nevada (Fundación, Aracataca, Tucurínca, Sevilla) y su transferencia hacia el sistema cenagoso. A escala de estación, los caudales medios mensuales superan 25 m³/s en periodos lluviosos y los máximos superan 100 m³/s, con mínimos relativamente altos frente a cuencas individuales. La extrapolación al área total de la subzona confirma su rol como gran receptor: caudales medios mensuales estimados entre ~115 y 399 m³/s, mínimos subzonales del orden de ~35 a 160 m³/s y máximos mensuales estimados que superan ~1.100 m³/s. Este comportamiento es coherente con un sistema de integración hidrológica regional donde la variabilidad de aportes dulces desde la Sierra condiciona la estabilidad hidrosalina y la dinámica ecológica del complejo cenagoso y sus conexiones de transición (IDEAM, 2022; MinAmbiente–INVEMAR–CORPAMAG, 2014).

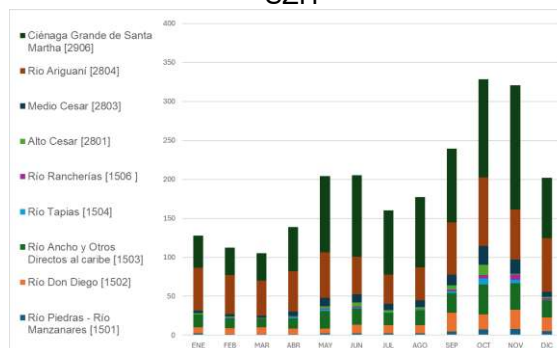
El análisis comparativo integrado (Figura 38 a Figura 40) evidencia tres patrones estructurales; concentración volumétrica de la oferta en subzonas acumulativas de gran escala (2906, 2803 y 2804); alta variabilidad relativa en subzonas de vertiente directa de menor inercia (1501, 1504 y 1506); y reducción crítica de caudales mínimos en cuencas con menor capacidad reguladora natural.

Figura 38 Caudales Medios estimados por SZH



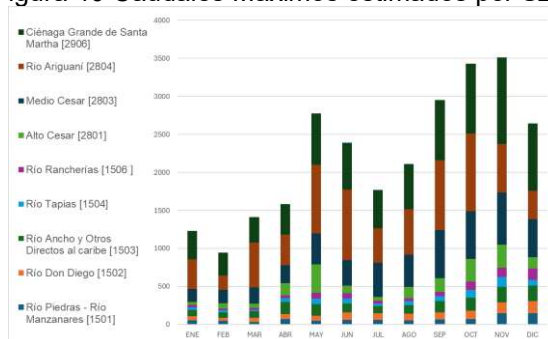
Fuente: ANLA (2026)

Figura 39 Caudales Mínimos estimados por SZH



Fuente: ANLA (2026)

Figura 40 Caudales Máximos estimados por SZH



Fuente: ANLA (2026)

Desde una perspectiva técnica regional, la magnitud de los picos máximos estimados, la reducción proporcional de los mínimos en estiaje y la concentración de la oferta en subzonas acumulativas confirman que la estabilidad del régimen hidrológico regional depende directamente de la integridad funcional de las áreas de generación y regulación en la Sierra Nevada de Santa Marta. Alteraciones en cabeceras y zonas de transición altitudinal tendrían efectos medibles sobre la confiabilidad del caudal base, la amplitud estacional y la transferencia hidro sedimentológica hacia sistemas lénticos y marino-costeros, incrementando la vulnerabilidad hidrológica regional.

5.1.2.4. Demanda Hídrica y presiones sobre el recurso

La demanda hídrica superficial en el área de influencia de la SNSM constituye uno de los principales factores de presión sobre el sistema hídrico regional. Su análisis permite identificar la magnitud y distribución espacial de los usos del agua, así como

evaluar la sostenibilidad de la oferta hídrica generada en el macizo frente a escenarios actuales y futuros de crecimiento poblacional y expansión de actividades productivas.

De acuerdo con el Estudio Nacional del Agua – ENA 2022, la presión sobre el recurso hídrico se intensifica cuando la demanda se concentra en subzonas con alta variabilidad estacional o limitada capacidad de regulación natural, condiciones que caracterizan a varias cuencas asociadas a la SNSM.

El análisis integrado de la demanda doméstica y no doméstica evidencia que la presión sobre el recurso hídrico superficial en la Sierra Nevada de Santa Marta se concentra en las subzonas hidrográficas con mayor dependencia de los caudales generados en el macizo, particularmente durante los periodos de estiaje.

La coexistencia de demandas crecientes, alta estacionalidad hidrológica y procesos de transformación del territorio configura un escenario de alta sensibilidad hídrica, en el cual la sostenibilidad de los usos actuales y futuros depende directamente de la conservación de las áreas de generación y regulación del recurso hídrico en la Sierra Nevada de Santa Marta.

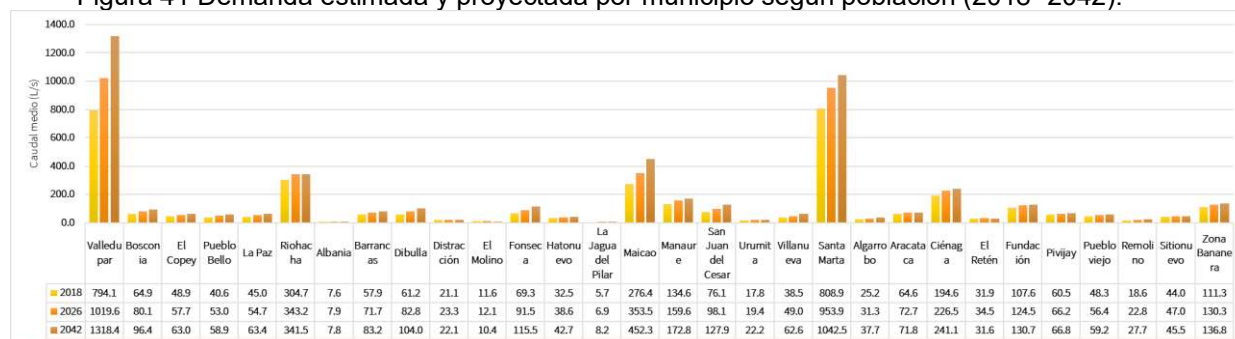
Demanda doméstica

La estimación de la demanda de agua y de los vertimientos domésticos se realizó debido a la limitada disponibilidad de información específica para el área de estudio, particularmente en lo relacionado con consumos reales por suscriptor y mediciones locales de aguas residuales. En consecuencia, se aplicó una aproximación basada en los lineamientos del Reglamento Técnico del Sector de Agua Potable y Saneamiento Básico, RAS (Resolución 0330 de 2017), complementada con las proyecciones de población del DANE y con criterios hidrosanitarios comúnmente empleados cuando no se dispone de información primaria. Para cada municipio se asignó una dotación neta de acuerdo con su altitud, conforme a los valores establecidos en el RAS, y se estimaron los caudales medios diarios multiplicando la población por la dotación neta correspondiente. Los valores anuales se expresaron en millones de metros cúbicos por año

Con base en los resultados obtenidos, se identifican diferencias marcadas en los caudales medios asociados a los municipios del área de análisis, así como una tendencia general al incremento de la demanda entre los años evaluados. Para 2018, los mayores caudales medios se concentran en Santa Marta, Valledupar y Riohacha, con valores aproximados de 808,9 l/s, 794,1 l/s y 304,7 l/s, respectivamente, lo que refleja su condición de principales centros urbanos y su

mayor presión sobre el recurso hídrico superficial. En el escenario proyectado a 2026, estos municipios muestran incrementos significativos, destacándose Santa Marta, que alcanzaría caudales cercanos a 954,0 l/s, Valledupar con alrededor de 1.020 l/s y Riohacha con aproximadamente 343,2 l/s, evidenciando un aumento sostenido de la demanda. A largo plazo, en el escenario 2042, la tendencia se intensifica, particularmente en Santa Marta y Valledupar, cuyos caudales medios superarían los 1.040 l/s y 1.130 l/s, respectivamente, mientras que Riohacha alcanzaría valores cercanos a 341,5 l/s. Municipios como Maicao, Ciénaga, Fundación y Zona Bananera también presentan incrementos progresivos, aunque en magnitudes menores, lo que sugiere una presión creciente pero más distribuida. Estas dinámicas están estrechamente asociadas al crecimiento poblacional, la expansión urbana y las actividades económicas, y permiten inferir que los municipios con mayores caudales medios actuales y futuros concentran las principales presiones sobre el recurso hídrico superficial, reforzando la necesidad de medidas de prevención y precaución para garantizar la sostenibilidad de la oferta hídrica regional.

Figura 41 Demanda estimada y proyectada por municipio según población (2018–2042).



Fuente: DANE (2018)

Demanda no doméstica

En el área de estudio se identificó la presencia de proyectos asociados a hidrocarburos, así como infraestructura vial y proyectos mineros. No obstante, para efectos del cálculo de la demanda hídrica industrial, únicamente se consideraron aquellos sectores con requerimientos directos y permanentes de agua superficial. En este sentido, los proyectos de hidrocarburos no fueron incluidos en la estimación de demanda, dado que, de manera general, su abastecimiento hídrico se realiza a partir de fuentes subterráneas. De igual forma, el sector vial fue excluido del análisis, considerando que sus requerimientos de agua se concentran principalmente en la

fase constructiva y que la infraestructura vial presente en el área de estudio corresponde a proyectos ya ejecutados en fase de operación. En consecuencia, la estimación de la demanda hídrica se focalizó en los sectores agrícola y minero, los cuales representan las principales presiones actuales y potenciales sobre el recurso hídrico superficial en el territorio.

A partir de la identificación de las principales presiones antrópicas presentes en el área de estudio y con el fin de evaluar su incidencia sobre la disponibilidad del recurso hídrico, se desarrolló la estimación de la demanda hídrica asociada a las actividades productivas predominantes.

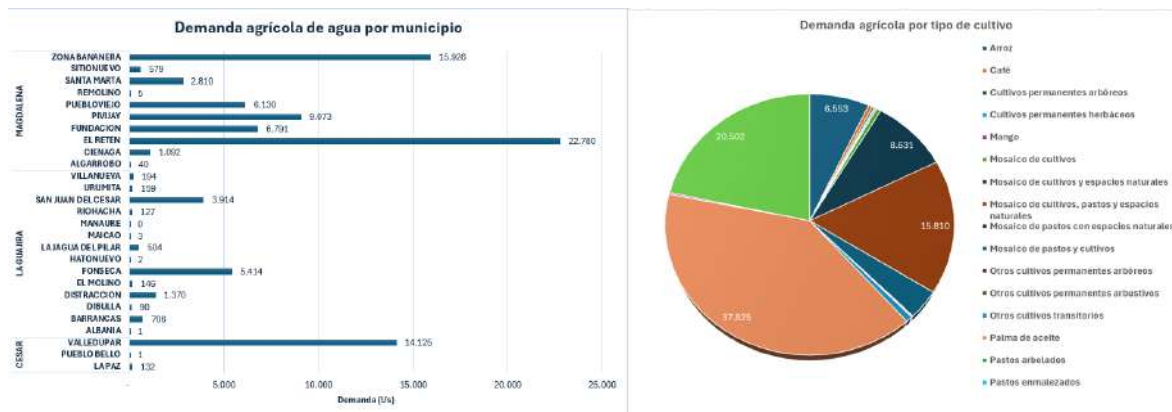
Sector agrícola

La estimación de la demanda hídrica agrícola en el área de estudio se realizó a partir de información secundaria oficial y mediante la aplicación de factores de consumo específicos por actividad productiva. Para este sector, se utilizó la base de datos del Sistema de Información del Recurso Hídrico (SIRH), con corte a diciembre de 2025, a partir de la cual se extrajeron los registros correspondientes a los municipios que se encuentran dentro del área de estudio.

De manera complementaria, se desarrolló una estimación independiente de la demanda hídrica agrícola con base en los módulos de consumo de agua establecidos por (CORPAMAG, 2023; CORPOGUAJIRA, 2011), los cuales se fundamentan en la metodología propuesta por la FAO para la determinación de requerimientos hídricos de los cultivos. Esta metodología considera variables agroclimáticas, características de los cultivos y condiciones edáficas, permitiendo estimar el volumen de agua requerido para satisfacer las necesidades de riego en condiciones promedio.

Para la aplicación de estos módulos, se empleó la información de áreas cultivadas obtenida a partir de las coberturas de uso y cobertura de la tierra del proyecto CORINE Land Cover, escala 1:100.000, sobre las cuales se calculó la demanda hídrica asociada a cada tipo de cultivo. Como resultado, a partir de la información concesional del SIRH se identificó un caudal otorgado para uso agrícola de 92,113 l/s, mientras que la estimación realizada mediante la metodología empleada en con módulos de consumo arrojó un caudal neto demandado de 95,291 l/s, de lo cual se puede concluir coincidencia en los órdenes de magnitud entre ambas metodologías.

Figura 42. Demanda de agua del sector agrícola en el área de estudio



Fuente: ANLA (2026)

A partir de los resultados obtenidos, se evidencia que el municipio de El Retén (Magdalena) concentra la mayor demanda del recurso hídrico dentro del área de estudio, seguido por el municipio de Zona Bananera (Magdalena) y Valledupar (Cesar), alcanzando entre estos un caudal concesionado del orden de 52,831 l/s. Asimismo, el análisis por tipo de cultivo indica que el de palma africana constituye el sistema productivo de mayor requerimiento hídrico, con una demanda estimada de 37,000 l/s y en segundo lugar el cultivo de plátano y banano con una demanda estimada de 20,000 l/s, en conjunto estos 2 cultivos representan el 39% de la demanda.

Es importante señalar que ambas aproximaciones presentan limitaciones como, por ejemplo: el SIRH únicamente contempla los usuarios legalmente concesionados, por lo que no se contemplan consumos no registrados del recurso, mientras que la estimación basada en módulos de consumo corresponde a un cálculo teórico basado en condiciones promedio, así como en prácticas de riego estandarizadas, lo que implica que los valores obtenidos representan una aproximación general. Adicionalmente, el uso de coberturas vegetales a escala 1:100.000 puede no reflejar la totalidad ni el detalle de las áreas cultivadas presentes en el territorio, sin embargo, se considera adecuado el ejercicio realizado a nivel indicativo.

Sector minero

Para el caso del sector minero, la estimación de la demanda hídrica se fundamentó en la metodología desarrollada por la Unidad de Planeación Minero-Energética - UPME en el documento *"Estimación de áreas intervenidas, consumo de agua, energía y costos de producción en la actividad minera"* (UPME, 2014). En el documento en comento, se realizó la identificación de áreas efectivamente

intervenidas por la actividad minera, diferenciadas por tipo de mineral y zona geográfica del país, y posterior extrapolación de consumos hídricos a partir de información disponible de proyectos mineros.

En particular, el estudio de la UPME establece relaciones entre el área intervenida y el volumen de agua utilizado en los procesos mineros, considerando las características productivas de cada mineral, el tipo de explotación y las condiciones regionales. A partir de estas relaciones, el documento presenta estimaciones de consumo de agua expresadas como volúmenes anuales extrapolados ($m^3/año$) para distintas zonas mineras del país, así como las áreas asociadas a dichas actividades, lo cual permite determinar coeficientes de consumo hídrico comparables entre áreas, demanda de agua y minerales.

Es entonces que, para el análisis de demanda del área de estudio se utilizaron las áreas extrapoladas por tipo de mineral reportadas, junto con los consumos de agua extrapolados por zona minera y a partir de esto, se calculó un factor de consumo hídrico específico mediante la relación entre el volumen anual de agua extrapolado ($m^3/día$) y el área intervenida correspondiente (ha), obteniendo así un coeficiente de demanda hídrica representativo expresado en términos de caudal por unidad de área, como se muestra a continuación:

Tabla 13. Requerimientos de agua por tipo de material de extracción

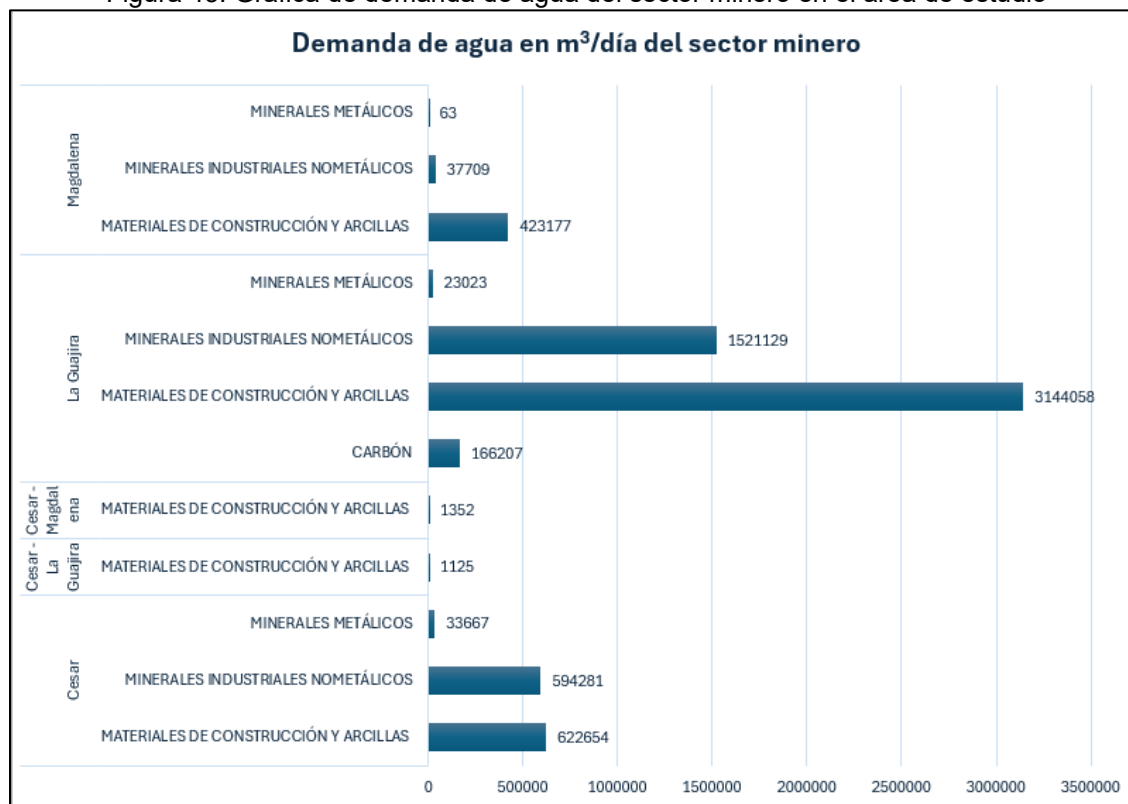
MATERIAL DE EXTRACCIÓN	Extrapolación área intervenida (ha)	Necesidad de Agua por tipo de material ($m^3/día$)	factor de referencia ($m^3/día \cdot ha$)
Carbón térmico consumo interno tipo subterráneo	2092,650	540,16	0,258
Carbón Metalúrgico consumo interno subterránea:	2300,000	163,29	0,071
Carbón térmico cielo abierto de exportación costa Norte. Sub-: La guajira.	9755,810	31.798,74	3,259
Carbón térmico cielo abierto de exportación costa Norte Sub-: Cesar.	9464,450	288.223,86	30,453
Mineral de Hierro.	1633,000	54,76	0,034
Mineral de Níquel:	1064,480	4.765,48	4,477
Mineral de oro. Subterránea.	3803,940	23.836,68	6,266
Mineral de oro-Cielo abierto (aluvial).	11918,620	884,71	0,074
Mineral de Manganese subterráneo	3,320	0,99	0,297
Mineral de Manganese cielo abierto.	0,163	0,66	4,044
Mineral Mármol Rajón- Mármol Bloque.	190,270	649,80	3,415
Mineral de Caliza-cielo abierto.	9,149	6.163,78	673,747
Mineral de Caliza-Subterránea.	26255,000	99,42	0,004
Mineral de Recebo	134,130	2.114,70	15,766

MATERIAL DE EXTRACCIÓN	Extrapolación área intervenida (ha)	Necesidad de Agua por tipo de material (m ³ /día)	factor de referencia (m ³ /día·ha)
Mineral de Arenas y Gravas de Río.	735,000	2.754,94	3,748
Mineral de Arenas y Gravas de Cantera- Arena Sílfcea, Cuarçiticos- cielo abierto.	509,850	140.838,29	276,235
Mineral de Arcillas.	1763,000	20,03	0,011
Mineral de Talco	0,805	5,56	6,909

Fuente: (UPME, 2014)

Finalmente, los factores obtenidos fueron aplicados a los polígonos de concesiones mineras localizados dentro del área de estudio, considerando el tipo de mineral concesionado en cada polígono. La información espacial y temática de las concesiones fue obtenida de la Agencia Nacional de Minería (ANM), lo que permitió estimar la demanda hídrica del sector minero en unidades de litros por segundo por hectárea (m³/día·ha).

Figura 43. Gráfica de demanda de agua del sector minero en el área de estudio



Fuente: ANLA (2026)

Con base en la información y los procedimientos metodológicos previamente descritos, se estimó que para el área de estudio el sector minero presenta una demanda hídrica aproximada de 6,568,446 m³/día·ha. Del total estimado, los mayores requerimientos de agua se concentran en el departamento de La Guajira, asociado a la explotación de materiales de construcción y arcillas (arenas, arcillas, gravas y recebos), los cuales concentran la mayor proporción de la demanda hídrica minera en la región.

5.1.2.5. Calidad del recurso hídrico superficial

La calidad del recurso hídrico superficial en el área de estudio responde a una configuración espacial fuertemente condicionada por el gradiente altitudinal, la estructura ecosistémica y la distribución de presiones antrópicas en el territorio. La información consolidada en el Estudio Nacional del Agua 2022, los perfiles de calidad del recurso hídrico elaborados por CORPAMAG y los Reportes Regionales de Análisis de la ANLA para la zona Caribe–Guajira, el río Ranchería y el Complejo Lagunar–Cenagoso de la Ciénaga Grande de Santa Marta, permite establecer una diferenciación clara entre condiciones de alta calidad en cabeceras conservadas y procesos de deterioro progresivo en tramos medios y bajos.

Los Reportes Regionales de la ANLA evidencian que los cuerpos de agua asociados a las subzonas Río Piedras–Río Manzanares, Río Ariguaní y el sistema de la Ciénaga Grande presentan tendencias diferenciadas, pero convergentes en términos de presión acumulativa. En las cuencas altas predomina una señal de buena calidad estructural; sin embargo, hacia sectores medios y bajos se identifican incumplimientos recurrentes en parámetros microbiológicos, incrementos en materia orgánica y episodios de aumento de nutrientes y sólidos suspendidos, particularmente en periodos de estiaje, cuando la capacidad de dilución disminuye de forma significativa.

Calidad del agua asociada al origen natural, gradiente altitudinal y estructura ecosistémica

En las cabeceras de cuenca y tramos altos de los ríos de la Sierra Nevada de Santa Marta, particularmente en áreas dominadas por ecosistemas de páramo, subpáramo, bosque altoandino y bosque andino, la calidad del agua superficial presenta características fisicoquímicas y biológicas propias de sistemas de montaña con baja intervención antrópica.

De acuerdo con los registros analizados por el IDEAM y CORPAMAG, estos sectores se caracterizan por concentraciones de oxígeno disuelto generalmente superiores a 7 mg/L, valores de DBO₅ inferiores a 2 mg/L y baja conductividad eléctrica, reflejando una limitada carga de sales disueltas y contaminantes (IDEAM, 2022; CORPAMAG, 2018). El pH se mantiene dentro de rangos cercanos a la neutralidad (6,5–7,5), y los sólidos suspendidos totales permanecen bajos en condiciones hidrológicas normales, incrementándose únicamente durante eventos de lluvia intensa por procesos naturales de erosión superficial.

Desde el punto de vista microbiológico, los análisis reportados indican bajas concentraciones de coliformes totales y *Escherichia coli* en tramos altos de ríos como Palomino, Don Diego, Buritaca, Guachaca, Fundación y Sevilla, lo cual evidencia una limitada influencia de vertimientos domésticos y una adecuada capacidad de autodepuración del sistema bajo condiciones de conservación ecosistémica (IDEAM, 2022).

Estas condiciones están directamente asociadas a la función reguladora de los ecosistemas de alta montaña, los cuales favorecen la infiltración, la filtración natural del agua, la retención de sedimentos y la liberación gradual de caudales. Las variaciones naturales en turbiedad y SST responden principalmente a la estacionalidad climática y no constituyen deterioro estructural.

Los Reportes Regionales de Análisis de la ANLA confirman que en tramos de cabecera de las subzonas evaluadas (Piedras–Manzanares, Ariguaní, Don Diego y sectores altos del Ranchería), los parámetros de calidad tienden a cumplir los objetivos definidos para usos agrícolas y de preservación de fauna y flora, salvo incrementos puntuales asociados a eventos hidrometeorológicos.

Calidad del agua bajo influencia antrópica, presiones acumulativas y efectos aguas abajo

En los tramos medios y bajos de las cuencas hidrográficas de la Sierra Nevada de Santa Marta, la calidad del agua superficial evidencia un deterioro progresivo asociado a la intensificación de actividades humanas y a la acumulación de presiones antrópicas a lo largo del continuo hidrológico. Este patrón ha sido documentado de manera consistente por CORPAMAG en ríos como Manzanares, Gaira, Aracataca, Tucurín, Fundación, Sevilla, Guachaca y Mendiuhaca, particularmente en sectores localizados aguas abajo de centros poblados, áreas agrícolas y zonas con transformación de coberturas naturales (CORPAMAG, 2018).

Desde el punto de vista microbiológico, se registran incumplimientos recurrentes de los objetivos de calidad definidos para estos cuerpos de agua, con concentraciones

elevadas de coliformes totales y *Escherichia coli*, que en varios puntos de monitoreo superan los valores establecidos para usos agrícolas, pecuarios y recreativos. Estos resultados evidencian la influencia directa de vertimientos de aguas residuales domésticas sin tratamiento adecuado, particularmente en zonas donde la infraestructura de saneamiento es insuficiente o inexistente (CORPAMAG, 2018).

En cuanto a los parámetros fisicoquímicos, los tramos intervenidos presentan incrementos en la DBO_5 , con valores que superan los 5 mg/L en determinados sectores, así como reducciones en las concentraciones de oxígeno disuelto. Estas alteraciones se intensifican durante periodos de estiaje, cuando la disminución de caudales reduce la capacidad de dilución y autodepuración del sistema, amplificando los efectos de las cargas contaminantes vertidas (IDEAM, 2022; CORPAMAG, 2018).

Adicionalmente, se observan aumentos en sólidos suspendidos totales y turbiedad, asociados al arrastre de sedimentos por escorrentía superficial desde áreas agrícolas, ganaderas y zonas deforestadas, así como a procesos de inestabilidad de laderas y erosión hídrica en cuencas intervenidas. Estas cargas sólidas actúan como vectores de transporte de contaminantes y nutrientes, contribuyendo al deterioro de la calidad del agua aguas abajo (IDEAM, ENA 2022).

Estas alteraciones han sido identificadas de manera particular en las cuencas de los ríos Aracataca, Tukurinca y Fundación, cuyos aportes confluyen directamente al Complejo Lagunar–Cenagoso de la Ciénaga Grande de Santa Marta. El incremento de cargas orgánicas, nutrientes y sedimentos transportados por estos ríos afecta el balance hidro salino y la dinámica ecológica de los humedales receptores, favoreciendo procesos de eutrofización, disminución del oxígeno disuelto y degradación de hábitats acuáticos (CORPAMAG, 2018; IDEAM, ENA 2022).

El Reporte Regional de Análisis de la ANLA para el sistema Ciénaga Grande de Santa Marta–río Ariguani–ríos Piedras y Manzanares complementa esta lectura longitudinal al evidenciar que, en el sistema receptor, la degradación se expresa como un problema integrado de calidad y funcionamiento: se reportan rangos elevados de nutrientes (por ejemplo, nitratos del orden de 18–43 mg/L en temporada seca y ortofosfatos del orden de 0,2–0,5 mg/L), y condiciones críticas asociadas a hipoxia/anoxia (oxígeno disuelto <2 mg/L en sectores), consistentes con respuestas de eutrofización y pérdida de calidad ecológica en el complejo lagunar cuando coinciden cargas externas y menor capacidad de dilución/renovación.

El Estudio Nacional del Agua 2022 señala que estos procesos de deterioro de la calidad del agua superficial tienden a intensificarse bajo escenarios de variabilidad

climática y cambio climático, particularmente durante periodos secos prolongados, cuando la reducción de caudales base incrementa la concentración de contaminantes y exacerba los conflictos por el uso del recurso (IDEAM, 2022). En coherencia con ello, el mismo reporte regional citado incorpora señales de riesgo bajo escenarios climáticos, al proyectar aumentos térmicos y reducciones de precipitación en escenarios de altas emisiones, condiciones que operacionalmente significan menor dilución, mayor residencia hidráulica y mayor probabilidad de eventos críticos de oxígeno disuelto en humedales y cuerpos de transición, especialmente cuando persisten aportes de nutrientes y materia orgánica.

En este contexto, la evidencia técnica disponible demuestra que la calidad del agua superficial en la Sierra Nevada de Santa Marta depende de manera crítica de la conservación de las áreas de regulación natural en las cuencas altas y medias, así como de la gestión efectiva de las presiones antrópicas en los tramos intervenidos. Bajo los principios de prevención y precaución, la protección de estas zonas se configura como una medida indispensable para evitar procesos de deterioro progresivo que podrían generar efectos graves o irreversibles sobre el abastecimiento de agua, la salud pública, la integridad de los ecosistemas acuáticos continentales y la estabilidad de los sistemas lénticos y marino-costeros asociados.

Vertimientos y presiones puntuales sobre la calidad del agua

La calidad del recurso hídrico superficial en la Sierra Nevada de Santa Marta se encuentra altamente condicionada por la presencia de presiones puntuales que se concentran espacialmente en los tramos medios y bajos de las cuencas hidrográficas. Estas presiones se manifiestan principalmente en sectores donde confluyen los mayores asentamientos humanos y donde la capacidad de dilución y autodepuración de los cuerpos de agua se ve limitada por la reducción de caudales, especialmente durante los periodos de estiaje.

Vertimientos domésticos

En el área de estudio, la evidencia técnica disponible indica que los vertimientos domésticos constituyen la principal presión puntual identificable sobre la calidad del agua superficial, particularmente en ríos que reciben descargas directas o indirectas de aguas residuales provenientes de centros urbanos y poblados rurales. La ausencia o insuficiencia de sistemas de tratamiento, sumada al crecimiento poblacional y a la concentración de la demanda hídrica en determinados municipios, incrementa las cargas orgánicas y microbiológicas descargadas a los cuerpos de agua receptores (IDEAM, 2022; CORPAMAG, 2018).

Los reportes de la ANLA aportan evidencia cuantitativa de esta presión puntual y de su expresión por parámetros, particularmente en la subzona del río Ranchería, donde se reportan señales consistentes con afectación microbiológica y con incrementos significativos de carga sólida. En el documento de la estrategia de monitoreo para Ranchería se registran coliformes fecales con valores promedio del orden de 1.118 NMP/100 mL y máximos reportados del orden de 9.208 NMP/100 mL, junto con SST con promedios del orden de 200 mg/L y máximos del orden de 2.582 mg/L, y una comparación explícita frente a objetivos de calidad (por ejemplo, para SST se referencia un objetivo de <20 mg/L). Esta combinación (microbiología + sólidos) es consistente con un escenario de descargas domésticas sin tratamiento adecuado y con erosión/aporte de sedimentos por intervención de coberturas, que se torna más crítico en estiaje por reducción de la capacidad de dilución.

La estimación de los vertimientos domésticos asociados al área de influencia se realizó a partir de la misma base metodológica empleada para la determinación de la demanda hídrica doméstica, garantizando consistencia interna entre los análisis de uso del recurso y las presiones ejercidas sobre la calidad del agua superficial. Dado que no se dispone de información sistemática y homogénea sobre caudales reales de descarga ni sobre la eficiencia de los sistemas de tratamiento existentes en todos los municipios del área de estudio, se adoptó un enfoque indirecto basado en parámetros normativos y técnicos ampliamente utilizados en estudios de planificación hídrica a escala regional.

En este sentido, la demanda hídrica doméstica fue estimada conforme a los lineamientos del Reglamento Técnico del Sector de Agua Potable y Saneamiento Básico – RAS (Resolución 0330 de 2017), empleando dotaciones netas diferenciadas según altitud y tamaño poblacional, y utilizando las proyecciones oficiales de población del DANE para los escenarios temporales analizados. A partir de dicha demanda, los vertimientos domésticos fueron calculados mediante la aplicación de un factor de retorno del 85 %, el cual representa la fracción del agua consumida que retorna al sistema hídrico en forma de aguas residuales.

El uso de un factor de retorno de 0,85 es consistente con los criterios técnicos empleados en múltiples estudios de balance hídrico y calidad del agua en Colombia, y se fundamenta en el reconocimiento de que una proporción del agua abastecida no retorna a los cuerpos de agua superficiales debido a pérdidas por evaporación, consumo consuntivo, infiltración no controlada y usos no conectados a sistemas de alcantarillado. Valores cercanos a este porcentaje han sido adoptados por el IDEAM en el marco del Estudio Nacional del Agua (ENA), así como en instrumentos de planificación como los POMCA, y se encuentran alineados con recomendaciones

técnicas internacionales para contextos urbanos y periurbanos con niveles variables de cobertura y eficiencia en los sistemas de saneamiento.

Los resultados de esta estimación se presentan en la Figura 44 de manera agregada por municipio y para los distintos horizontes temporales analizados.

La figura evidencia una tendencia generalizada al incremento de la demanda hídrica doméstica en los municipios del área de estudio a lo largo del periodo 2018–2042, consistente con las proyecciones de crecimiento poblacional y expansión urbana. Los mayores volúmenes de demanda se concentran de manera persistente en los principales centros urbanos regionales, destacándose Valledupar, Santa Marta y Maicao, los cuales presentan incrementos absolutos y relativos significativamente superiores al resto de municipios.

En particular, Valledupar y Santa Marta muestran los valores más elevados de caudal medio demandado en todos los escenarios analizados, con aumentos sostenidos hacia 2042, lo que refleja su condición de polos demográficos y económicos regionales y su mayor presión estructural sobre el recurso hídrico superficial. Maicao también presenta un crecimiento marcado, asociado tanto al aumento poblacional como a su localización en una zona con oferta hídrica naturalmente limitada, lo que incrementa su vulnerabilidad frente a escenarios de escasez.

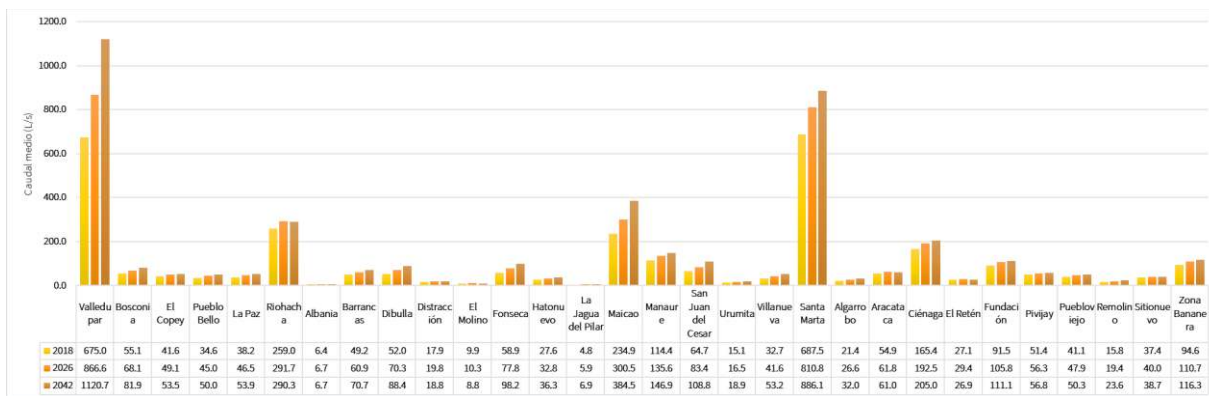
Los municipios intermedios, como Riohacha, Ciénaga, Fundación, Zona Bananera y El Retén, exhiben incrementos moderados pero consistentes, que, si bien no alcanzan los valores de los grandes centros urbanos, representan presiones acumulativas relevantes a escala subregional, especialmente en cuencas con alta variabilidad estacional de caudales.

En contraste, los municipios de menor tamaño poblacional presentan demandas relativamente bajas y crecimientos más lentos; no obstante, en varios de ellos el aumento porcentual es significativo, lo que sugiere una presión creciente sobre sistemas hídricos locales de menor capacidad de regulación y dilución.

La tendencia analizada confirma que la demanda hídrica doméstica futura se concentrará espacialmente en un número reducido de municipios, los cuales coinciden con sectores donde los ríos presentan mayores conflictos entre oferta, demanda y calidad del agua. Esta tendencia refuerza la necesidad de analizar de manera integrada la relación entre crecimiento poblacional, régimen hidrológico y capacidad de asimilación de los cuerpos de agua, así como de adoptar medidas preventivas orientadas a la protección de las áreas de generación y regulación

hídrica de la Sierra Nevada de Santa Marta, con el fin de evitar impactos acumulativos y potencialmente irreversibles sobre el sistema hídrico regional.

Figura 44 Vertimientos estimados y proyectados por municipio según población (2018–2042).



Fuente: DANE (2018)

Vertimientos no domésticos

El Reporte de Alertas de la ANLA para Caribe–Guajira incorpora análisis detallados de calidad del agua asociados a actividades licenciadas, incluyendo la evaluación de metales y metaloides, sólidos suspendidos totales, conductividad, hidrocarburos totales y parámetros orgánicos. El documento enfatiza que la interpretación del cumplimiento normativo debe realizarse bajo el marco del Decreto 1076 de 2015 (transitorio del 1594 de 1984) para preservación de flora y fauna —por ejemplo, hierro $<0,1$ mg/L— y considerando la Resolución 631 de 2015 para vertimientos puntuales, así como los objetivos de calidad departamentales cuando existan. Asimismo, advierte que en algunos instrumentos regionales ciertos parámetros no cuentan con límites explícitos, lo que obliga a adoptar criterios técnicos más restrictivos cuando el uso del cuerpo de agua lo requiera. Esta precisión metodológica es relevante en un territorio con marcada estacionalidad hidrológica, donde la disminución de caudales en estiaje incrementa la concentración observada de contaminantes aun cuando la carga vertida permanezca constante.

En el caso específico del río Ranchería y su zona de influencia, los análisis regionales evidencian que, además de las presiones microbiológicas y de sólidos asociadas a fuentes domésticas, existen señales de incremento en SST, conductividad y presencia de metales vinculables a actividades extractivas y de movimiento de materiales. Estos parámetros son particularmente sensibles en cuencas con gradientes climáticos hacia condiciones semiáridas, donde la baja capacidad de dilución en temporada seca favorece el aumento de concentraciones

y la persistencia de contaminantes en la columna de agua. La elevación de SST no solo afecta la calidad fisicoquímica, sino que incrementa la turbidez, reduce la penetración de luz, altera procesos fotosintéticos y actúa como vector de transporte de metales adsorbidos y nutrientes.

Desde la perspectiva sectorial, la expansión o intensificación de actividades agrícolas genera incrementos de nutrientes nitrogenados y fosforados, materia orgánica y residuos de agroquímicos. Estos aportes se traducen técnicamente en aumentos de DBO_5 y DQO, elevación de conductividad y mayor probabilidad de procesos de eutrofización en sistemas de transición y lénticos receptores, particularmente en el Complejo Lagunar–Cenagoso de la Ciénaga Grande de Santa Marta, donde los reportes regionales ya documentan concentraciones elevadas de nitratos y ortofosfatos en ciertos periodos y sectores, así como eventos de disminución crítica de oxígeno disuelto. En estos sistemas de baja pendiente y mayor tiempo de residencia hidráulica, las cargas externas provenientes de cuencas altas y medias se amplifican ecológicamente.

En cuanto a la actividad minera, los reportes ANLA para Caribe–Guajira subrayan que el análisis de metales y metaloides se sustenta en información reportada por proyectos licenciados y en bases de datos entregadas por operadores, lo que confirma la existencia de una presión potencial asociada a la movilización de hierro, manganeso y otros elementos, además de incrementos en conductividad derivados del contacto agua–material estéril. La remoción de cobertura y el manejo inadecuado de escombreras incrementan además la erosión hídrica y el aporte de sedimentos finos, generando alteraciones en la morfología de cauces y afectaciones acumulativas aguas abajo.

Los proyectos de hidrocarburos e infraestructura lineal introducen riesgos adicionales asociados a hidrocarburos totales del petróleo, grasas y aceites, cambios en salinidad y conductividad por manejo de aguas asociadas, y potenciales afectaciones en cruces de cauces y ocupación de rondas hídricas. En sistemas de montaña con alta pendiente, un evento puntual de vertimiento puede propagarse rápidamente hacia tramos medios y sistemas receptores, reduciendo la capacidad de respuesta y contención.

En términos hidrológicos, el efecto combinado de vertimientos no domésticos y reducción de caudales en estiaje configura un escenario de riesgo acumulativo. La relación carga–caudal implica que, ante una disminución del caudal base por pérdida de regulación ecosistémica, la concentración de contaminantes aumenta de manera no lineal, reduciendo el margen de cumplimiento de objetivos de calidad y

afectando usos actuales y potenciales del recurso. Este mecanismo es particularmente crítico en subzonas como Ranchería, Piedras–Manzanares y Ariguaní, donde los caudales mínimos estimados son reducidos en comparación con los máximos estacionales.

En ese marco, la declaratoria y consolidación de la reserva se configura como un instrumento preventivo de control del riesgo hídrico asociado a vertimientos no domésticos. La protección de áreas de generación y regulación hídrica disminuye la probabilidad de pérdida de caudal base y de incremento sostenido de SST y turbidez; simultáneamente, la ordenación territorial restrictiva frente a actividades de alto potencial contaminante en zonas hidrológicamente sensibles reduce la probabilidad de que cargas puntuales se consoliden como presiones crónicas. La evidencia técnica de los reportes regionales demuestra que el sistema ya presenta señales de estrés en parámetros relevantes (nutrientes, oxígeno disuelto, sólidos, metales), por lo que la no adopción de medidas de protección estructural incrementaría la probabilidad de deterioro progresivo, especialmente en escenarios de mayor presión sectorial y variabilidad climática.

5.1.3. Hidrogeología

Para la caracterización del componente hidrogeológico, en primer lugar se realiza una descripción desde el punto de vista regional, la cual permite tener un panorama general de la disposición de las unidades geológicas e hidrogeológicas y su importancia dentro del área de interés, para esto se citan los estudios realizados a nivel nacional por entidades estatales, tales como el Atlas de Aguas Subterráneas y el Mapa de Permeabilidades de Colombia, ambos realizados por el INGEOMINAS (ahora Servicio Geológico Colombiano - SGC) en los años 2000 - 2003 y 2010 - 2011 respectivamente; de igual manera se emplea la información compilada en el Estudio Nacional del Agua - ENA, elaborado por el Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM) en sus diferentes versiones de los años 2014, 2018 y 2022.

En segundo lugar, desde un punto de vista más local, se abordan las diferentes temáticas que desde el punto de vista hidrogeológico permiten caracterizar el comportamiento de las aguas subterráneas en el área de interés, tales como: geología local, inventario de puntos, usos del recurso, prospección geoeléctrica, propiedades hidráulicas, vulnerabilidad de los acuíferos e hidro geoquímica. Para ello se emplean los estudios disponibles a escala departamental, realizados de igual manera por entidades del estado, los cuales corresponden en el caso de los

departamentos de Guajira y Cesar a evaluaciones hidrogeológicas realizadas por el SGC (antes INGEOMINAS), específicamente la “*Evaluación del agua subterránea en el Departamento del Cesar*” (Ángel & Huguet, 1995) y el “*Modelo Hidrogeológico del Departamento de La Guajira*” (SGC, 2016); y en el caso del Magdalena al POMCA (Plan de Ordenación y Manejo de Cuenca Hidrográfica) de los ríos Piedras, Manzanares y otros directos al Caribe, elaborado por la Corporación Autónoma Regional del Magdalena – CORPAMAG en el año 2019. Adicionalmente, se incorpora la información disponible en la Base de Datos Corporativa (BDC) de la ANLA, correspondientes a los estudios desarrollados en el marco de los proyectos licenciados por la entidad.

5.1.3.1. Geología e hidrogeología regional

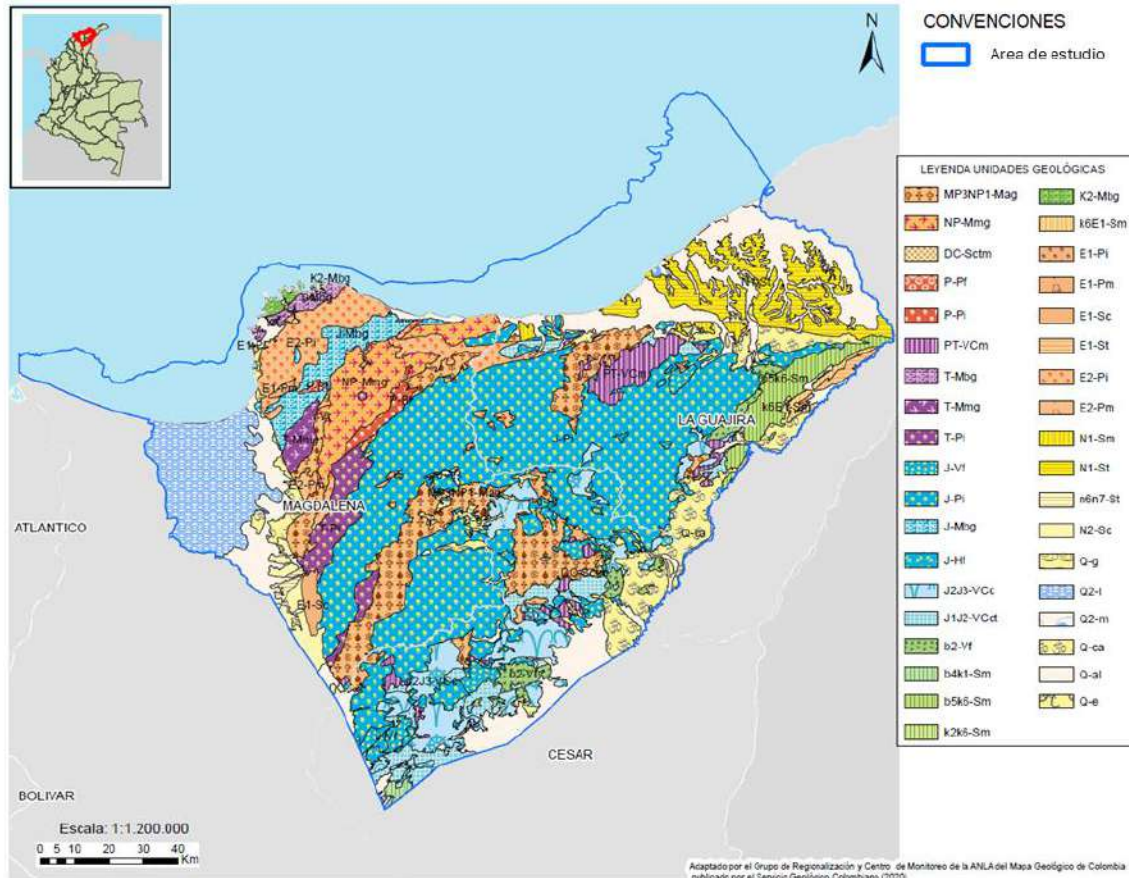
5.1.3.1.1. Geología regional

La SNSM es la estructura montañosa más alta del país, con alturas que sobrepasan los 5.700 m.s.n.m., de relieve muy escarpado y con una configuración tectónica de bloques y fallas. Geomorfológicamente, representa un sistema geomórfico de macizo cristalino, el cual se caracteriza por tener una forma triangular y ser el resultado del levantamiento de un basamento de edad precámbrica, razón por la cual las rocas que lo conforman son ígneas y metamórficas, y en menor proporción sedimentarias, estas últimas presentes hacia sus flancos.

Es importante resaltar que al ser la SNSM un sistema montañoso aislado, sus características geológicas e hidrogeológicas son diferentes al área que la rodea, por tal motivo en los distintos estudios realizados esta región es abordada de forma independiente.

El análisis del ámbito geológico constituye la base para la comprensión del sistema hidrogeológico, ya que define el marco estructural y litológico que controla la presencia, distribución y comportamiento del agua subterránea. Las características de las unidades geológicas, como su composición, porosidad, permeabilidad y grado de fracturamiento, condicionan el funcionamiento de los acuíferos y los procesos de recarga y almacenamiento. En este contexto, el conocimiento geológico resulta esencial para una adecuada interpretación hidrogeológica, en este sentido, en la **Figura 45** se observa el mapa de unidades cronolitoestratigráficas para el área de interés, tomado del Mapa Geológico de Colombia que fue publicado por el Servicio Geológico Colombiano (SGC) en el año 2020, posteriormente se presenta la descripción de estas unidades, desde la más antigua a la más reciente.

Figura 45 Unidades cronolito estratigráficas en el área de interés



Fuente: SGC (2020)

MP3NP1-Mag (Mesoproterozoico - Neoproterozoico)

Junto con el complejo de rocas jurásicas, estas unidades conforman la mayoría del macizo rocoso que representan la SNSM. Esta unidad aflora ampliamente en los departamentos de La Guajira (Riohacha, Dibulla y San Juan del Cesar), el Cesar (Valledupar y Pueblo Bello) y Magdalena (Aracataca, Ciénaga y Santa Marta). Corresponden con rocas metamórficas y se correlaciona con las Granulitas de Los Mangos, conformadas por gneises, migmatitas, granulitas, anfibolitas, cuarcitas y mármoles.

NP-Mmg (Neoproterozoico)

Dentro del área de interés esta unidad aflora en el sector noroccidental de la Sierra Nevada, en los municipios de Santa Marta y Ciénaga en el Departamento del Magdalena. Esta unidad está conformada por rocas metamórficas, representadas por gneises, anfibolitas, migmatitas, esquistos y mármoles. Esta litología es correlacionable con algunos niveles del Gneis de Los Muchachitos.

DC-Sctm P-Mmg (Devónico-Carbonífero)

Dentro del área de interés esta unidad aflora puntualmente en los municipios de Aracataca y Valledupar, en los departamentos del Magdalena y Cesar respectivamente, litológicamente corresponde con rocas sedimentarias, representadas por cuarzoarenitas, arcillolitas y lodolitas.

P-Pf y P-Pi (Pérmico)

Dentro del área de interés estas unidades afloran en el sector noroccidental de la sierra nevada, en los municipios de Santa Marta y Ciénaga en el Departamento del Magdalena. Están conformadas principalmente por rocas ígneas, representadas por granitos y granulitas, y en menor proporción por rocas metamórficas, correspondientes con gneises y anfibolitas, correlacionables con parte del Gneis de Los Muchachitos y el Gneis de El Encanto.

PT-VCm (Pérmico-Triásico)

Dentro del área de interés esta unidad aflora de manera localizada entre los departamentos de la Guajira y Cesar, en los municipios de Dibulla, Riohacha, San Juan del Cesar, Distracción, Valledupar, Pueblo Bello, El Copey y Algarrobo. Está conformada por rocas sedimentarias e ígneas, que litológicamente corresponden con limolitas, shales, cuarzoarenitas y calizas intercaladas con basaltos o diabasas, se correlaciona con la Formación Corual.

T-Mbg, T-Mmg y T-Pi (Triásico)

Dentro del área de interés estas unidades afloran en el Departamento del Magdalena, en los municipios de Santa Marta, Ciénaga, Aracataca y Fundación. Está conformada por rocas metamórficas e ígneas que litológicamente corresponden con esquistos, filitas, cuarcitas, mármoles, serpentinitas, gneises, anfibolitas, migmatitas, granodioritas, cuarzomonzonitas y granitos. La unidad T-Mbg se correlaciona con los Esquistos de Gaira y la unidad T-Mmg con el Gneis de Buritaca y las Metamorfitas de San Pedro.

J1J2-VCct, J2J3-VCc, J-Hf, J-Mbg, J-Pi, J-Vf (Jurásico)

En conjunto, las rocas jurásicas conforman el mayor porcentaje de unidades que conforman la SNSM, distribuyéndose ampliamente en los departamentos de La Guajira, Cesar y Magdalena, de norte a sur entre los municipios de Riohacha y Bosconia, y entre occidente y oriente entre los municipios de Santa Marta y Valledupar. Estas unidades están conformadas por rocas ígneas, metamórficas y sedimentarias, representadas por riolitas, granodioritas, filitas, pórfidos dacíticos y andesíticos, ignimbritas, arenitas, limolitas, calizas y lavas riolíticas. Localmente se correlacionan con los Esquistos de Gaira, Mármoles de Ciénaga, Ignimbrita de Caja

de Ahorros, Ignimbrita de Los Clavos, Formación Guatapurí, Batolitos Pueblo Bello y Patillal, Plutón de Palomino, Batolitos Central, Aracataca, Atánquez y Bolívar, Esquistos de San Lorenzo, Ignimbritas de La Piña y La Paila y Riodacita de los Tábanos.

b2-Vf, b4k1-Sm, b5k6-Sm, k2k6-Sm, K2-Mbg y k6E1-Sm (Cretácico)

En conjunto, las rocas cretácicas afloran en las partes más distales de los flancos de la SNSM, contiguas al sector de piedemonte, en los municipios de Albania, Hato Nuevo, Distracción, San Juan del Cesar, Valledupar y Bosconia, y hacia la costa, alineadas con la Falla de Florín afloran en el municipio de Santa Marta. Estas unidades están conformadas por rocas ígneas, metamórficas y sedimentarias, representadas hacia la base por ignimbritas, calizas y lodolitas, y en su parte media y superior, por lodolitas, calizas, filitas, shales y arenitas. Se correlacionan con la Riolita del Golero, Esquistos de Concha, Esquistos de Gaira y Formación Hato Nuevo.

E1-Pi, E1-Pm, E1-Sc, E1-St, E2-Pi, E2-Pm (Paleógeno, Paleoceno - Eoceno)

Al igual que las rocas del cretácicas, estas unidades también afloran en los flancos de la SNSM, bordeando el macizo rocoso, en los municipios de Hato Nuevo, Valledupar, Aracataca, Ciénaga, Santa Marta y Dibulla. Están conformadas tanto por rocas ígneas como sedimentarias, representadas en tonalitas, gabros, cuarzodioritas, granodioritas, conglomerados, lodolitas, arenitas y mantos de carbón. Se correlacionan con el Granito leucocrático de Playa Salguero, Lacolito de Atánquez, Batolito de Santa Marta, Plutón de Buritaca, Plutón de Toribio, Plutón de Socorro, Plutón de Latal, Conglomerados de Macaraquilla y Formación Cerrejón.

N1-Sm, N1-St, n6n7-St y N2-Sc (Neógeno, Mioceno - Plioceno)

Estas unidades afloran en los sectores norte y suroccidente de la SNSM. En el sector norte están limitadas por las Fallas de Oca y Maroma, en los municipios de Riohacha, Albania y Dibulla (departamento de La Guajira) y en el sur por las Fallas de Guamachito y Ariguaní, en los municipios de Aracataca, Fundación y Algarrobo (departamento del Magdalena). Están conformadas por rocas sedimentarias, representadas por calizas intercaladas con arenitas calcáreas, arcillolitas, limolitas, arenitas e intercalaciones de conglomerados, arenitas y lodolitas. Se correlacionan con la Formación Monguí, Formación Zambrano y Conglomerados de Guamachito.

Q-g, Q2-l, Q2-m, Q-ca, Q-al y Q-e (Cuaternario)

Estos depósitos conforman la zona plana del área de interés, asociados a los cuerpos de agua superficial y la zona costera, de igual manera, de forma puntual,

los depósitos glaciares y algunos aluviales se localizan en la parte más alta de la sierra. Estos depósitos hacen referencia a los sedimentos de origen aluvial, glaciar, paludal, coluvial y eólico, conformados por arenas, limos, arcillas y en menor proporción gravas y lodos ricos en materia orgánica.

5.1.3.1.2. Hidrogeología regional

De acuerdo con el Estudio Nacional del Agua – ENA (IDEAM, 2014) la zona de reserva de la SNSM se encuentra enmarcada por las provincias hidrogeológicas PC3 – Guajira, PC4 – César Ranchería y PC1 – Sinú San Jacinto, cada una de ellas subdividida en sistemas acuíferos, los cuales han sido descritos y/o caracterizados regionalmente en estudios como el Atlas de Aguas Subterráneas de Colombia (INGEOMINAS, 2003), el Mapa de Permeabilidades de Colombia de INGEOMINAS (2010, 2011) y posteriormente el mismo Estudio Nacional del Agua - ENA (IDEAM, 2014, 2018, 2022).

Los dos productos temáticos del INGEOMINAS (ahora Servicio Geológico Colombiano - SGC) fueron elaborados por planchas en escala 1:500.000, de las cuales el área de estudio abarca parte de las planchas 5-01 y 5-04, que cubren parcialmente los departamentos de La Guajira, Cesar y Magdalena.

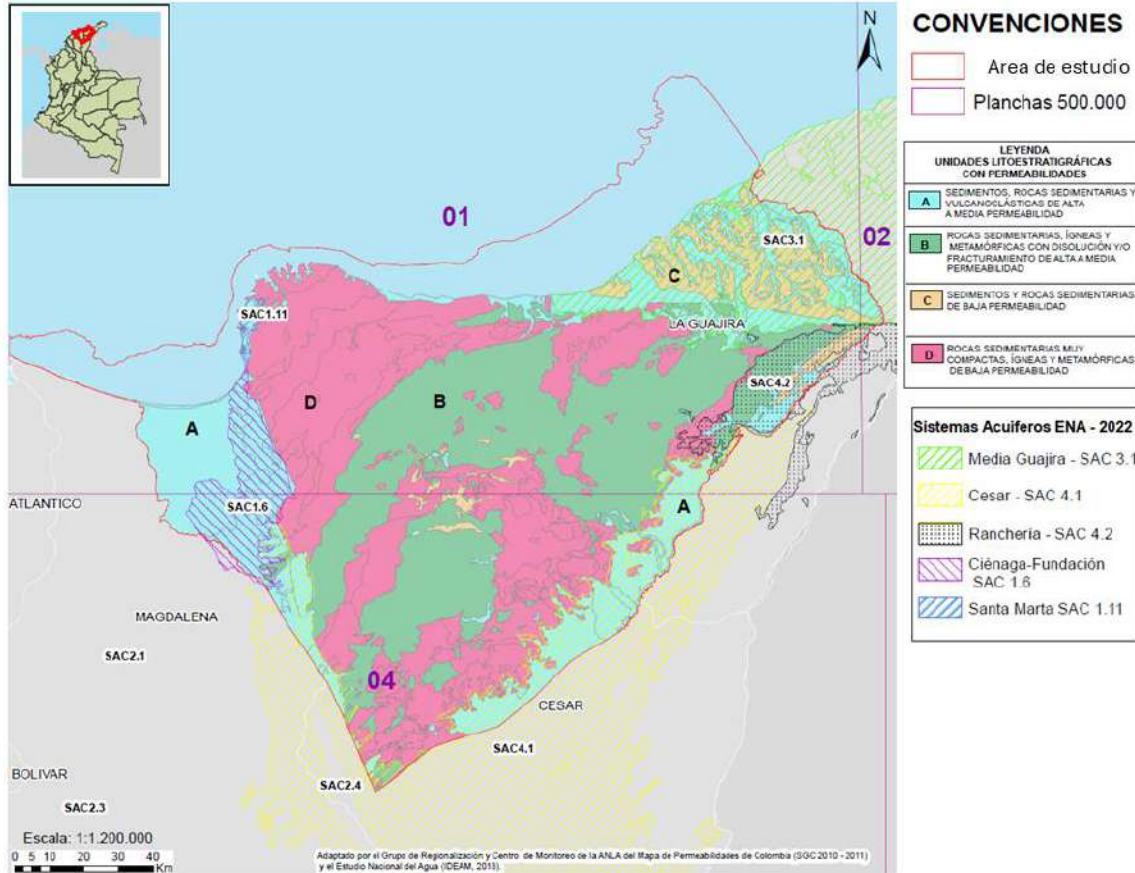
El Mapa de Permeabilidades de Colombia se derivó del Mapa Geológico de Colombia (versión 2007) en escala 1:500.000, como producto de la evaluación cualitativa de cada una de las unidades cronolitoestratigráficas en cuanto a su permeabilidad.

Las unidades litoestratigráficas fueron agrupadas en el Mapa de Permeabilidades de Colombia en cuatro (4) categorías que integran la litología de los sedimentos y rocas, teniendo en cuenta en estas últimas también consolidaciones, fracturamiento y disolución. Esas categorías se definieron como: (A) Sedimentos, rocas sedimentarias y volcanoclásticas de alta a media permeabilidad, (B) Rocas con disolución y fracturamiento de alta a media permeabilidad, (C) Sedimentos y rocas sedimentarias de baja permeabilidad y (D) Rocas sedimentarias muy compactas, ígneas y metamórficas de baja permeabilidad.

Por su parte, en el Atlas de Aguas Subterráneas de Colombia, estas categorías, tal como fueron planteadas anteriormente, son correlacionables con los siguientes grupos: (A) Sedimentos y rocas con flujo esencialmente intergranular; (B) Rocas con flujo esencialmente a través de fracturas y (C y D) Sedimentos y rocas con limitados recursos de agua subterránea.

En la **Figura 46** se presenta la distribución de las planchas 5-01 y 5-04 en el área de estudio y la descripción de las unidades litoestratigráficas de acuerdo con el Mapa de Permeabilidades de Colombia, como también su correlación con los acuíferos definidos por el Atlas de Aguas Subterráneas y el ENA del IDEAM (2014, 2018, 2022), en aquellas áreas donde se cuenta con toda la información.

Figura 46 Unidades lito estratigráficas con permeabilidades y sistemas acuíferos ENA

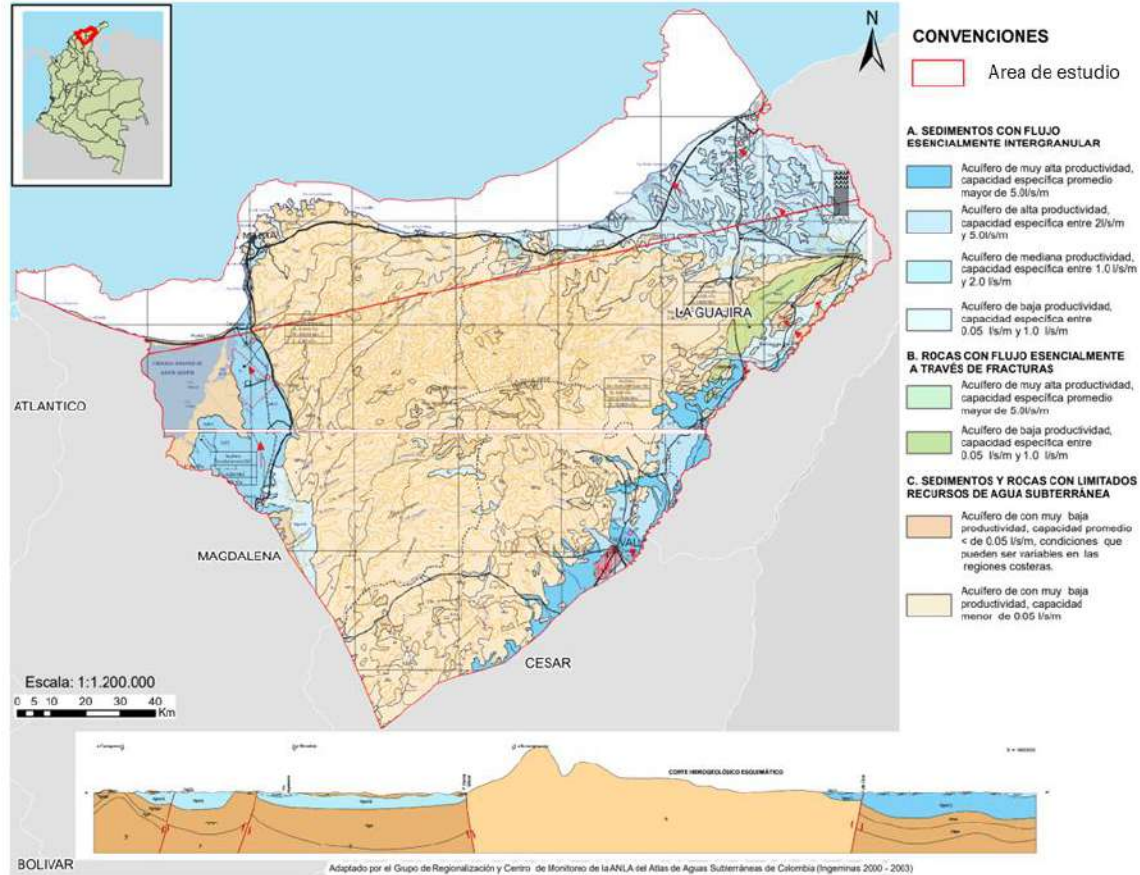


Fuente: SGC (2011); IDEAM (2014)

En la Figura 47 se presenta el mapa de unidades hidrogeológicas del área de estudio, tomado del Atlas de Aguas Subterráneas de Colombia (INGEOMINAS, 2003), en el cual se muestra la distribución de las formaciones geológicas según su capacidad de almacenamiento de agua y su potencial para conformar acuíferos (Grupos A, B o C). Asimismo, la figura incluye un perfil geológico–hidrogeológico que permite identificar a la SNSM como un sistema montañoso aislado, cuyas características geológicas e hidrogeológicas difieren significativamente de las áreas circundantes; esta condición es consecuencia de una configuración tectónica dominada por bloques y fallas, que da lugar a un macizo cristalino compuesto por rocas ígneas y metamórficas de bajo interés hidrogeológico (Grupo C), en contacto

fallado con rocas más jóvenes que rodean la estructura. En estas últimas se desarrollan acuíferos asociados a niveles permeables (Grupos A y B), particularmente en las unidades de edad terciaria y cuaternaria.

Figura 47 Unidades hidrogeológicas de acuerdo con el Atlas de Aguas Subterráneas de Colombia



Fuente: INGEOMINAS (2003)

A continuación, con el fin de describir las principales condiciones de almacenamiento y circulación del agua subterránea en el área de interés, se presenta una síntesis de la caracterización de las unidades hidrogeológicas del área de estudio, clasificadas según su permeabilidad y potencial acuífero (categorías A, B y C/D), con base en el Atlas de Aguas Subterráneas de Colombia (INGEOMINAS, 2003), además se analiza su correlación con los sistemas acuíferos delimitados por el Estudio Nacional del Agua - ENA (IDEAM, 2014).

Sedimentos, rocas sedimentarias y volcanoclásticas de alta a media permeabilidad (A)

En esta categoría se clasifican principalmente depósitos cuaternarios de origen aluvial y rocas sedimentarias de baja consolidación, localizadas en las estribaciones de la SNSM y bordeando el área de estudio.

En el sector nororiental, en la costa de los municipios de Dibulla y Riohacha, según el Atlas de Aguas Subterráneas – Plancha 5-01 (INGEOMINAS, 2003), con esta clasificación se correlacionan varios acuíferos, así:

1. Cuaternarios someros – Qal (1), de tipo libre, extensión local, discontinuos y de baja productividad, con recarga proviene principalmente de la infiltración directa de la precipitación o a través de corrientes superficiales únicamente en temporada de lluvias, dado que la mayoría de estas son intermitentes.
2. Llanura Aluvial de La Guajira - Qal (1): se encuentra entre el piedemonte de la Sierra Nevada de Santa Marta y el mar Caribe, su espesor varía entre 50 y 100 m (Robles, et al., 1983), se considera de tipo libre, extensión regional, recargado directamente por la precipitación, el movimiento del agua se da a partir del trazo de la Falla de Oca a través de flujos regionales en dirección NW hacia el mar. Este acuífero yace discordantemente sobre el acuífero Castilletes - Ngm (1), caracterizado como multicapa, de tipo confinado, con recarga producto de flujos regionales provenientes de la infiltración de la precipitación en sus áreas de afloramiento, su descarga se da también por flujos regionales con dirección al mar Caribe. Es importante mencionar que el acuífero Castilletes fue señalado en el Atlas de Aguas Subterráneas de Colombia como una región acuífera, con buenas posibilidades de explotación, localizada inmediatamente al norte de la Falla de Oca (entre los municipios de Barbacoas y Cuestecitas), donde se estimarían caudales hasta de 20 l/s en profundidades menores a 200 m. Posteriormente, el Estudio Nacional del Agua – ENA (IDEAM, 2014) delimitó en esta zona el Sistema Acuífero de la Media Guajira - SAC 3.1 que integra los acuíferos mencionados Llanura Aluvial de la Guajira (Qal), Castilletes (Ngm), Terciario y Cretácico; caracterizados allí como libres a confinados, con espesores entre 50 a 1.000 m.

A lo largo de la franja suroriental de la zona de reserva de la SNSM, entre los municipios de San Juan del Cesar y Valledupar, de acuerdo con el Mapa de Permeabilidades, afloran Depósitos Aluviales y Llanuras Aluviales (Q-al) y Abanicos Coluviales y Depósitos Coluviales (Q-ca), que en el Atlas de Aguas Subterráneas representan el Depósito Aluvial del río Cesar – Qal (6), Depósitos de Terraza del río Cesar - Qtz (5) y los Depósitos Coluviales de la Sierra Nevada de Santa Marta - Qc (1). En ese mismo estudio las unidades Qal (6) y Qtz (5) son caracterizadas como

parte del acuífero Cesar, que se extiende por la parte alta y media del río del mismo nombre, entre la Sierra Nevada de Santa Marta y la Serranía de Perijá, alcanzando su mayor espesor en los 300 m, de tipo libre a semiconfinado, con flujos de carácter local que se mueven desde la zona de infiltración, algunas localizadas en el piedemonte, hacia las fuentes superficiales, principalmente el río Cesar, también se señala que posiblemente hay flujos laterales que recargan este acuífero provenientes de las rocas calcáreas que se encuentran en la Serranía del Perijá y el borde suroriental de la SNSM.

En las planchas 5-01 y 5-04 del Atlas de Aguas Subterráneas de Colombia (Ingeominas 2000 a 2003) se realizó el cálculo de los recursos y reservas pasivas a nivel de pronóstico de los acuíferos Qtz (5) y Qal (6), obteniendo como resultados para el Qtz (5) recursos por 21,9 Mm³/año (0,7 m³/s) y reservas de 25.000 Mm³ (millones de metros cúbicos); para el Qal (6) los recursos fueron de 87,6 Mm³/año (2,8 m³/s) y las reservas pasivas de 150.000 Mm³ (millones de metros cúbicos).

En el año 2014, el ENA (IDEAM, 2014) delimitó el Sistema Acuífero Cesar – SAC 4.1, conformado por acuíferos libres, semiconfinados a confinados y cársticos, con espesores entre 190 y 1.280 m, área superficial de 12.219 km² y conductividades hidráulicas entre 0,2 y 144 m/d. De este sistema, dentro del área de estudio, se encuentran entre otros, el acuífero cuaternario del Aluvial Reciente (Qal), reconocido como Acuífero Cesar, el acuífero de Terrazas (Qt) y los Depósitos Coluvio Aluviales de la Sierra Nevada de Santa Marta y la Serranía del Perijá, descritos anteriormente.

A lo largo del costado occidental del área de estudio, en jurisdicción de los municipios de Pueblo Viejo, Zona Bananera, El Retén y Aracataca, en el departamento del Magdalena, afloran Depósitos Aluviales y Llanuras Aluviales (Q-al), Abanicos Coluviales y Depósitos Coluviales (Q-ca) y Conglomerados y Arenitas Líticas Conglomeráticas (N2-Sc), unidades clasificadas cualitativamente de acuerdo a su litología y permeabilidad dentro de la categoría A, que corresponden en el Atlas de Aguas Subterráneas (Planchas 5-01 y 5-04) con los acuíferos de la Zona Bananera de Santa Marta – Qal (3) y Fundación – Ngm (3).

Según el Atlas de Aguas Subterráneas, el acuífero Fundación – Ngm (3) se extiende a manera de franja delgada sobre las estribaciones de la Sierra Nevada de Santa Marta en su parte suroccidental, se considera de tipo libre, recargado por la precipitación, aunque con baja capacidad de infiltración dada su granulometría fina y la conexión hidráulica con drenajes superficiales perennes que tienen su origen

en la sierra, tal como los ríos Aracataca y Fundación. El área de afloramiento de Ngm (3) se encuentra incluida en el Sistema Acuífero Cesar – SAC 4.1.

Por su parte, el acuífero Zona Bananera de Santa Marta – Qal (3) se definió entre las estribaciones de la Sierra Nevada y la Ciénaga Grande de Santa Marta, de tipo libre a semiconfinado, multicapa, con espesores que oscilan entre 60 y 150 m; el flujo de agua subterránea es de carácter regional y se desplaza desde el piedemonte de la sierra, que constituye su zona de recarga, hasta la Ciénaga Grande de Santa Marta, zona de descarga natural. De acuerdo con INGEOMINAS (2003) se estimó el cálculo de recursos en 18 Mm³/año (0,6 m³/s) y de reservas en 22.050 Mm³.

En el Estudio Nacional del Agua – ENA (IDEAM, 2014), el acuífero Zona Bananera de Santa Marta – Qal (3) fue denominado Sistema Acuífero Ciénaga – Fundación – SAC 1.6, conformado por el Acuífero Cuaternario – Terciario de Ciénaga Fundación (Q-T2) de tipo libre a semiconfinado, con espesor aproximado de 650 m.

Finalmente, en jurisdicción del municipio de Santa Marta, el mapa de permeabilidades clasifica en la categoría A al Depósito Aluvial (Q-al), asociado principalmente a la quebrada Tamaca y los ríos Gaira y Manzanares, definido en la plancha 5-01 del Atlas de Aguas Subterráneas como acuífero Manzanares – Qal (4), cuyo espesor oscila entre 60 y 110 m, de tipo libre, recargado por la lluvia y a través de las corrientes superficiales mencionadas, su flujo se mueve en dirección al mar. El Estudio Nacional del Agua - ENA (IDEAM, 2014) denominó esta unidad como Sistema Acuífero Santa Marta – SAC 1.11, del cual se estima una extensión superficial de 59 km².

Rocas sedimentarias, ígneas y metamórficas con disolución y/o fracturamiento de alta a media permeabilidad (B)

En esta categoría se incluyen unidades geológicas fracturadas y/o con disolución, conformadas por rocas sedimentarias y volcanoclásticas de ambientes marino, transicional y continental, rocas ígneas y metamórficas.

En la zona de reserva de la SNSM las rocas que hacen parte de esta categoría afloran en jurisdicción de los municipios de Riohacha, Dibulla, San Juan del Cesar, Distracción, Fonseca, Barrancas, Hato Nuevo y Albania (Departamento de La Guajira), Santa Marta, Ciénaga, Aracataca (Departamento del Magdalena), Valledupar, Fundación, Puerto Bello y El Copey (Departamento del Cesar).

En el Atlas de Aguas Subterráneas (INGEOMINAS, 2003) describen al acuífero La Luna (Kism) como parte de esta categoría, el cual hace parte de la unidad b5k6sm del mapa de permeabilidades de Colombia. Este acuífero está aflorando hacia el costado oriental de la SNSM y piedemonte occidental de la Serranía de Perijá. Se trata de un acuífero agrietado cárstico de tipo confinado, cuyas zonas de recarga se ubican en las zonas altas del piedemonte, donde afloran rocas cretácicas fracturadas por donde se infiltra el agua que fluye hasta su área de almacenamiento, ubicada bajo el valle del río Cesar.

En dicho estudio presentan el cálculo de los recursos y reservas pasivas a nivel de pronóstico de este acuífero. En el área de la Plancha 5-04 se obtuvieron recursos de 1.800 m³/d (0,02 m³/s) y reservas de 2.322 Mm³, y en el área de la Plancha 5-01 los valores fueron de 600 m³/día (0,007 m³/s) y 480 Mm³ respectivamente.

En el Estudio Nacional del Agua – ENA (IDEAM, 2014), el acuífero La Luna (Kism) fue integrado al Sistema Acuífero Ranchería – SAC 4.2, junto con los acuíferos Oca, Fonseca - San Juan, del Eoceno y Cogollo, caracterizados como libres, de semiconfinados a confinados, con espesores de 37,8 a más de 492 m, y una extensión superficial de 1.453 Km².

Sedimentos y rocas sedimentarias de baja permeabilidad (C) y Rocas sedimentarias muy compactas, ígneas y metamórficas de baja permeabilidad (D)

En la categoría C se incluyen los Depósitos Glaciares y formaciones geológicas conformadas por arcillolitas, limolitas y shales que pueden almacenar agua, pero la transmiten lentamente.

En la categoría D se integran unidades de composición litológica y rasgos estructurales que no tienen la capacidad de absorber o transmitir agua, conformadas por complejos de rocas sedimentarias, ígneas y metamórficas muy compactas.

5.1.3.2. Geología e hidrogeología local

5.1.3.2.1. Geología local

Como se ha señalado anteriormente, la evaluación de los recursos hídricos subterráneos requiere un conocimiento detallado del contexto geológico. En este sentido, con el fin de contar con información más precisa del área de interés, se consultaron estudios elaborados a escalas más detalladas, los cuales permiten una mejor definición de las unidades geológicas. No obstante, en términos generales,

se observa una adecuada correspondencia litológica entre las diferentes fuentes consultadas.

Dicha correspondencia se evidencia entre el Mapa Geológico de Colombia (SGC, 2020), utilizado como referencia a escala regional, y los estudios hidrogeológicos departamentales empleados a escala local. Estos últimos corresponden, para los departamentos de La Guajira y Cesar, a evaluaciones hidrogeológicas realizadas por el Servicio Geológico Colombiano (antes INGEOMINAS), y para el departamento del Magdalena, al Plan de Ordenación y Manejo de Cuenca Hidrográfica (POMCA) de los ríos Piedras, Manzanares y otros tributarios directos al mar Caribe, elaborado por la Corporación Autónoma Regional del Magdalena (CORPAMAG).

Considerando la analogía evidenciada en la definición litológica de las unidades y que, en términos generales, las rocas ígneas y metamórficas que son las que conforman en mayor proporción el macizo rocoso de la Sierra Nevada de Santa Marta presentan un bajo interés hidrogeológico, independientemente de su composición mineralógica y texturas, a continuación (**Tabla 14**), se presenta una tabla que relaciona las unidades cronolitoestratigráficas definidas a nivel nacional en el Mapa Geológico de Colombia (SGC, 2020) con las formaciones geológicas y los depósitos identificados en los estudios departamentales de mayor detalle.

Tabla 14 Correlación de unidades cronolitoestratigráficas definidas en el Mapa Geológico de Colombia (SGC, 2020) con unidades geológicas delimitadas en planchas locales

Símbolo unidad cronolitoestratigráfica (Mapa Geológico de Colombia - SGC, 2020)	Descripción litológica	Edad	Unidades geológicas equivalentes de acuerdo con geología local
MP3NP1-Mag	Gneises cuarzofeldespáticos, migmatitas, granulitas, anfibolitas, ortogneises, cuarcitas y mármoles.	Mesoproterozoico Neoproterozoico	Granulitas de Los Mangos (MPgm) o (PRm) Gneis de Buritaca (PR?nb) o (Pb)
NP-Mmg	Gneises cuarzofeldespáticos, anfibolitas, migmatitas, esquistos y mármoles.		Gneis de Los Muchachitos (PR?nm)
DC-Sctm	Cuarzoarenitas, arcillolitas, lodolitas y ocasionalmente calizas y conglomerados.	Devónico-Carbonífero	Secuencia de la Cuchilla Carbonal (Dc)
P-Pf	Granitos, gneises cuarzofeldespáticos, gneises migmatíticos, anfibolitas y granulitas.	Pérmico	Gneis de Los Muchachitos (PR?nm)
P-Pi	Granodioritas que varían de sienogranitos a tonalitas y de cuarzomonzonitas a cuarzomonzodioritas.		Gabros y dioritas hornbléndicas máficas (Pd)

Símbolo unidad cronoestratigráfica (Mapa Geológico de Colombia - SGC, 2020)	Descripción litológica	Edad	Unidades geológicas equivalentes de acuerdo con geología local
PT-VCm	Limolitas silíceas, shales, cuarzoarenitas y calizas arenosas intercalados con basaltos o diabasas.	Pérmico-Triásico	Formación Corual (Tc) Formación Corual y Los Indios (TRpc)
T-Mbg	Esquistos grafiticos, cuarzomoscovíticos, cloríticos y anfibólicos; filitas; cuarcitas; mármoles y serpentinitas.	Triásico	Esquistos de Gaira (Kg)
T-Mmg	Gneises cuarzofeldespáticos, anfibolitas, migmatitas, esquistos y mármoles.		Gneis de Buritaca (PZb) Metamorfitas de San Pedro (PZb)
T-Pi	Granodioritas, cuarzomonzonitas y granitos alcalinos con variaciones a dioritas y tonalitas.		Pórfidos Keratófidos Verdes (TRp) Stock del Socorro (Js)
J-Vf	Espilias y riolitas.	Jurásico	Espilias y otras Rocas Volcánicas o Hipoabisales (TRs) Rocas volcánicas no diferenciadas (Jvnd)
J-Pi	Granodioritas que varían de sienogranitos a tonalitas y de cuarzomonzonitas a cuarzomonzodioritas.		Granitoides Jurásicos (Jgr) Batolito Pueblo Bello (Jpbp-cm) Batolito Patillal (Jpbp) Plutón de Palomino (Esmb-cm) Batolito Central (J1bc) Batolito Aracataca (Jar) Batolito de Atanquez (J2ba) o (Ja) Batolito Bolívar (Jb) Vitrófilo Rioltico (J1vr) Plutón de Nueva Lucha (Jnl) Cuarzomonzonita de Palomino (E2cpm)
J-Mbg	Filitas, esquistos cuarzosericíticos, cloríticos, anfibólicos y grafiticos, mármoles.		Esquistos de Gaira (Kg) Mármoles de Ciénaga (Kmc) Esquistos de San Lorenzo (MZsl) o (J3sl1 - K1sl2)
J-Hf	Pórfidos dacíticos y andesíticos.		Pórfidos graníticos (J3pg) Pórfidos Cretáceos (Kp)
J1J2-VCct	Arenitas, limolitas y calizas intercaladas con tobas, brechas, aglomerados y lavas riolíticas a andesíticas.	Jurásico Inferior-Medio	Formación Guatapurí (Tg) o (TRg)
J2J3-VCc	Ignimbritas félsicas, tobas y lavas riodacíticas.	Jurásico Medio-Superior	Volcánico Ignimbrítico (Jvi) Ignimbrita de Caja de Ahorros (Jca) Ignimbritas de La Piña (Jp) Ignimbrita Los Clavos (J1ic) Ignimbrita La Paila (Jlp)

Símbolo unidad cronoestratigráfica (Mapa Geológico de Colombia - SGC, 2020)	Descripción litológica	Edad	Unidades geológicas equivalentes de acuerdo con geología local
			Riodacita de los Tábanos (J3rt)
b2-Vf	Ignimbritas riolíticas ricas en fragmentos líticos de limolitas, basaltos, cuarzolitas y granitoides.	Cretácico	Volcánico Riolítico (Jkvr) Riolita del Golero (K1rg) Rocas Ultramáficas Intrusivas (Kum)
b4k1-Sm	Calizas, lodolitas, margas, cuarzoarenitas de grano fino y lodolitas arenosas.		Grupo Cogollo (K1c) o (Kmc)
b5k6-Sm	Calizas, lodolitas calcáreas y shales, además de fosforitas, cherts, bentonitas y arenitas.		Calizas y shales cretácicas indiferenciadas (K2s) (K2) Formación Colón (K2cl) Formación La Luna (K2l) (Kism)
k2k6-Sm	Lodolitas y calizas intercaladas con cherts.		Grupo Cogollo (K1c)
K2-Mbg	Filitas, esquistos cuarzosericíticos, cloríticos, anfibólicos y grafiticos, mármoles.		Filitas de Taganga (K2K5ft) Esquistos de Concha (Kc) o (K2k5c) Esquistos de Gaira (Kg) o (K2k5eg) Mármoles de Ciénaga (K1mc)
k6E1-Sm	Shales y arenitas glauconíticas a la base; limolitas y arcillolitas intermedias, y calizas y shales calcáreos al tope.	Cretácico - Paleoceno	Formación Hato Nuevo (K2hn)
E1-Pi	Tonalitas a granodioritas con algunas variaciones a dioritas, aplitas y gabros.	Paleoceno	Batolito de Santa Marta: cuarzodiorita (Esmb)
E1-Pm	Cuarzodioritas que varían a dioritas.		Lacolito de Atánquez (Tla) Plutón de Toribio (Et)
E1-Sc	Conglomerados intercalados con arenitas de grano medio a grueso y lodolitas carbonosas.		Conglomerados de Macaraquilla (E1m?)
E1-St	Arenitas de grano fino a medio intercaladas con lodolitas y mantos de carbón. En ocasiones calizas y arenitas calcáreas.		Formación Cerrejón (E1c) Rocas sedimentarias eocenas (E2s)

Símbolo unidad cronoestratigráfica (Mapa Geológico de Colombia - SGC, 2020)	Descripción litológica	Edad	Unidades geológicas equivalentes de acuerdo con geología local
E2-Pi	Granodioritas que varían a cuarzodioritas y cuarzomonzonitas.	Eoceno	Batolito de Santa Marta (Esmb-cd) o (E2smbd-cd) Plutón de Buritaca (E2pb) o (E2smbd-cd) Plutón de Socorro (Js)
E2-Pm	Cuarzodioritas que varían a dioritas.		Plutón de Latal (El)
N1-Sm	Calizas intercaladas con arenitas calcáreas y arcillolitas limosas.	Mioceno	Sedimentitas de edad Mioceno (N1s) Formación Castilletes (N1c) (Ngm (1))
N1-St	Arcillolitas, limolitas, arenitas y conglomerados.		Formación Monguí (N1m)
n6n7-St	Intercalaciones de conglomerados, arenitas de grano medio a conglomeráticas, arenitas calcáreas y lodolitas.	Mioceno - Plioceno	Formación Zambrano (N2z)
N2-Sc	Conglomerados y arenitas líticas conglomeráticas intercaladas con arcillolitas, limolitas y turbas.	Plioceno	Conglomerados de Guamachito (N2g)
Q-g	Depósitos glaciares.	Cuaternario	Depósitos de morrenas (Q2m) o (Qm)
Q2-l	Depósitos paludales.		Depósitos Fluvioacustres (Qfl)
Q2-m	Depósitos de gravas y arenas acumulados en playas, y de lodos ricos en materia orgánica asociados al desarrollo de manglares.		Depósitos costeros (Q2c) Depósito de Playa (Q2pl)
Q-ca	Abanicos aluviales y depósitos coluviales.		Depósitos de Abanicos y Gravas (Q2g) o (Qcal) Depósitos de Pendiente (Qp) Depósito Coluvial (Q2c)
Q-al	Depósitos aluviales y de llanuras aluviales.		Depósitos de Llanura Aluvial (Q2ll) o (Qlla) Depósito Aluvial (Q2al) Depósitos de Cauce Aluvial o Aluviones Recientes (Q2al) o (Qal) Terrazas Aluviales (Q1t) o

Símbolo unidad cronoestratigráfica (Mapa Geológico de Colombia - SGC, 2020)	Descripción litológica	Edad	Unidades geológicas equivalentes de acuerdo con geología local
			(Qt) Depósito de Llanura de Inundación (Q2lli)
Q-e	Depósitos eólicos (dunas) y loes.		Depósitos de dunas – arenas eólicas (Q2ae)

Fuente: SGC (2016)

Departamento de La Guajira

De acuerdo con el estudio del “*Modelo hidrogeológico del departamento de La Guajira*” (SGC, 2016), en este departamento las rocas metamórficas están representadas por rocas con alto grado de metamorfismo y comprenden la Granulita de Los Mangos (MPgm) y el Neiss de los Muchachitos (PR?nm). Estas unidades presentan una buena exposición en el flanco norte de la SNSM y se observan bastante fracturadas; sin embargo, estas diaclasas son cerradas y no se evidencia continuidad en profundidad; por lo cual, no tienen una permeabilidad efectiva que permita el flujo de agua subterránea.

En cuanto a las rocas ígneas, en este grupo se incluyen litologías variadas, tal como se describen en la Tabla 14, y que para el departamento de La Guajira son denominadas de la siguiente manera: Batolito Central (J1bc), Batolito de Patillal (Jpbp), Batolito de Atánquez (J2ba), Ignimbrita de Los Clavos (J1ic), Vitrófiro Rioltico (J1vr), Riodacita de Los Tábanos (J3rt), Pórfidos graníticos (J3pg), Rocas volcánicas no diferenciadas (Jvnd), Riolita de Golero (K1rg), Plutón de Buritaca (E2pb) y Cuarzomonzonita de Palomino (E2cpm). Estas rocas por lo general se encuentran muy meteorizadas y se evidencia presencia de fracturas; sin embargo, estas diaclasas en su mayoría son cerradas, no son continuas o están rellenas de sedimento, por lo que no permiten el flujo de agua subterránea y en consecuencia no son de interés para el almacenamiento del recurso.

En cuanto a las rocas sedimentarias dispuestas en el departamento de La Guajira, dentro del área de interés están representadas por: Formación Corual (Tc), Formación Guatapurí (Tg), Calizas y shales cretácicas indiferenciadas (K2s) (K2), Formación Colón (K2cl), Formación Hato Nuevo (K2hn), Rocas sedimentarias eocenas (E2s), Formación Monguí (N1m) y Sedimentitas de edad Mioceno (N1s). Estas unidades afloran en su mayoría al sur de la Falla de Oca y pueden conformar

acuíferos en los niveles permeables conformados por arenas y conglomerados, tal como se expondrá más adelante en la definición de unidades hidrogeológicas.

Por último, hay definidos diferentes tipos de depósitos cuaternarios, los cuales están de semiconsolidados a no consolidados, constituidos por gravas, arenas y arcillas en proporciones variables de acuerdo con su origen. Estos depósitos son friables y poco consolidados, por lo tanto, presentan una excelente porosidad primaria y permeabilidad muy alta. En el departamento de La Guajira se definen los siguientes: Depósitos de llanura aluvial (Q2II), Depósitos de cauce aluvial (Q2aI), Depósitos costeros (Q2c), Depósitos de dunas – arenas eólicas (Q2ae), Terrazas Aluviales (Q1t), Depósitos de abanicos y gravas (Q2g) y Depósitos de morrenas (Q2m).

Departamento del Cesar

Si bien el área del departamento del Cesar que está incluida dentro del área de análisis es en su mayoría la zona montañosa de la SNSM, dentro de dicho límite también se incluye un pequeño sector de topografía baja, asociado al valle del río Cesar en el municipio de Valledupar, por lo tanto, en el documento de *“Evaluación del agua subterránea en el Departamento del Cesar”* (Ángel & Huguet, 1995) se hace referencia a estos dos (2) sectores, el montañoso de la SNSM y la zona plana del valle del río Cesar.

En cuanto a la región de la SNSM, estructuralmente, en esta predomina una tectónica de bloques y fallas, donde afloran rocas ígneas, metamórficas y sedimentarias, siendo más abundantes las primeras, mientras que las últimas están restringidas a la parte más sur de la sierra.

Para el departamento del Cesar las rocas metamórficas están representadas por la Granulita de Los Mangos (MPgm) y el Neiss de los Muchachitos (PR?nm).

Las rocas ígneas comprenden las rocas intrusivas de los batolitos y las rocas volcánicas que las acompañan. Las rocas intrusivas están conformadas por las siguientes unidades (desde la más antigua a la más reciente): Pórfidos Keratofídicos Verdes (TRp), Granitoides Jurásicos (Jgr), Batolito de Atanquez (Ja), Plutón de Nueva Lucha (Jnl), Pórfidos Cretáceos (Kp) y Lacolito de Atanquez (Tla).

En cuanto a las rocas volcánicas, teniendo en cuenta que son de poca extensión, se agruparon en espilitas, ignimbritas y riodacitas, denominadas: Espilitas y otras Rocas Volcánicas o Hipoabisales (TRs), Volcánico Ignimbrítico (Jvi) y Volcánico Rioltítico (Jkvr).

Por último, las rocas sedimentarias están representadas por: Secuencia de la Cuchilla Carbonal (Dc), Formación Corual y Los Indios (TRpc), Formación Guatapurí (TRg), Grupo Cogollo (Kmc) y Morrenas (Qm), estas últimas solo están cartografiadas en la parte alta de la sierra, donde han existido fenómenos intensos de glaciación, entre los 3.000 y 4.000 m de altura, compuestas de bloques angulares de diversos tamaños dentro de una matriz más fina.

Por otro lado, respecto a la zona plana del valle del río Cesar, en el área de interés esta región está cubierta por sedimentos cuaternarios, representados por: Depósitos de Llanura Aluvial (Qlla), Abanicos Aluviales (Qcal), Aluviones Recientes (Qal), Terrazas (Qt), Depósitos Fluviolacustres (Qfl) y Depósitos de Pendiente (Qp).

Departamento del Magdalena

La síntesis geológica para el departamento del Magdalena fue tomada de lo descrito en el POMCA de los ríos Piedras, Manzanares y otros directos al Caribe (CORPAMAG, 2019), que a su vez tomó como referencia los estudios realizados por el Servicio Geológico Colombiano (SGC), donde se presentan las definiciones y descripciones oficiales.

En el departamento del Magdalena las rocas metamórficas están representadas por la Granulita de Los Mangos (PRm), el Neis de Buriticá (Pb), los Esquistos de San Lorenzo - Inferior (J3sl1) y Superior (K1sl2), los Mármoles de Ciénaga (K1mc), los Esquistos de Gaira (K2k5eg), los Esquistos de Concha (K2k5c) y la Filita de Taganga (K2K5ft).

Por su parte, las rocas ígneas corresponden con las Rocas Ultramáficas Intrusivas (Kum), Batolito de Santa Marta y Plutón de Buritacá (E2smbd-cd).

Por último, las rocas sedimentarias están representadas por los diferentes depósitos cuaternarios, que en este departamento corresponden con: Depósito Coluvial (Q2c), Depósito de Llanura de Inundación (Q2lli), Depósito Aluvial (Q2al) y Depósito de Playa (Q2pl).

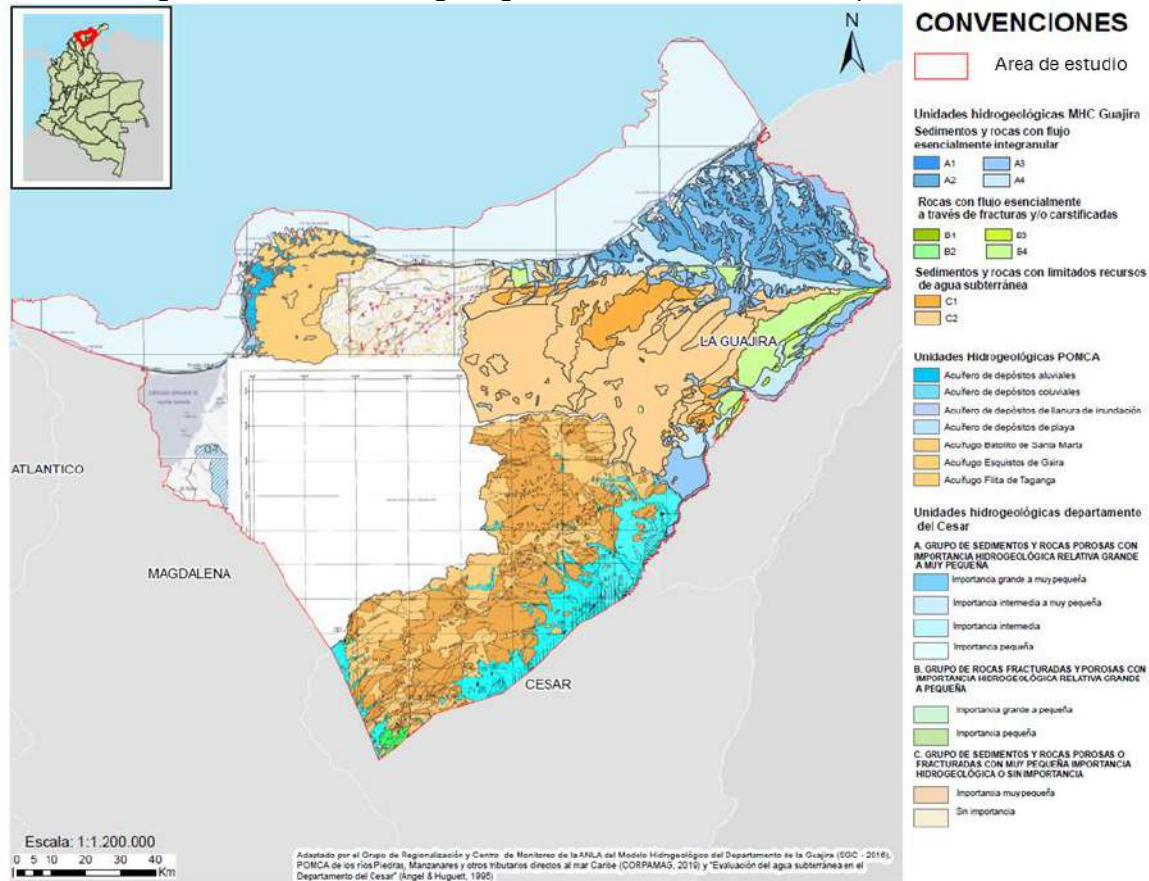
5.1.3.2.2. Hidrogeología local

En línea con lo descrito en el apartado anterior, en las siguientes tablas se presenta la clasificación de unidades hidrogeológicas a nivel local, establecida de acuerdo con los estudios realizados a nivel departamental. Es importante resaltar que la definición de unidades hidrogeológicas guarda relación con lo ya descrito en el apartado de hidrogeología regional, en el cual la descripción de unidades se realizó teniendo en cuenta los tres (3) grupos establecidos en el Atlas de Aguas

Subterráneas de Colombia: (A) Sedimentos y rocas con flujo esencialmente intergranular; (B) Rocas con flujo esencialmente a través de fracturas y (C) Sedimentos y rocas con limitados recursos de agua subterránea.

En la Figura 48 se presenta la distribución de las unidades hidrogeológicas definidas a partir de los estudios departamentales consultados, observándose su disposición de acuerdo con su capacidad para conformar acuíferos, en color azul se presentan aquellas formaciones y depósitos con flujo intergranular que conforman los principales acuíferos, los tonos verdes hacen referencia a rocas con flujo a través de fracturas y/o carstificadas, y los tonos marrones representan las litologías de bajo interés hidrogeológico, conformadas por rocas ígneo-metamórficas con muy baja a ninguna productividad, como es el caso del macizo rocoso que conforma el sistema montañoso de la SNSM, posteriormente, se presentan las tablas con la clasificación de las unidades hidrogeológicas.

Figura 48 Unidades hidrogeológicas definidas en estudios departamentales



Fuente: Ángel & Huguett (1995); SGC (2016); CORPAMAG (2019)

Departamento del Cesar

Como resultado de la “Evaluación del agua subterránea en el Departamento del Cesar” (Ángel & Huguett, 1995), el departamento fue dividido en cuatro (4) subprovincias hidrogeológicas, denominadas: Sierra Nevada de Santa Marta, Serranía de Perijá, Norte de la Cordillera Oriental y Planicie del Cesar. La parte del departamento del Cesar que fue incluida dentro del área delimitada para la definición de la reserva permanente hace parte casi en su totalidad de la Subprovincia Hidrogeológica Sierra Nevada de Santa Marta, además, un pequeño sector pertenece a la Subprovincia Hidrogeológica de la Planicie del Cesar.

En la Tabla 15, se presenta la clasificación de los sistemas acuíferos para el área de interés que se localiza en el departamento del Cesar, haciendo la diferenciación de acuerdo con las dos (2) subprovincias hidrogeológicas mencionadas anteriormente:

Tabla 15 Sistemas acuíferos definidos en el departamento del Cesar

Clases	Clasificación y descripción de los terrenos	Subprovincias hidrogeológicas y sistemas acuíferos	
		Sierra Nevada de Santa Marta	Planicie del Cesar
A. GRUPO DE SEDIMENTOS Y ROCAS POROSAS CON IMPORTANCIA HIDROGEOLÓGICA RELATIVA GRANDE A MUY PEQUEÑA			
	Acuíferos continuos de extensión regional limitada (Qlla) y de extensión regional y local (Qal). Tipo libre, semiconfinado y confinado. Constituidos por sedimentos no consolidados de origen aluvial. Aguas en general de buena calidad, pero en sectores del acuífero libre tienen problemas por pH, Mn, Fe, SDT y dureza para consumo humano y también localmente varían de calidad de regular a inadecuada para riego. Conductividad hidráulica de baja a alta (Qlla) y media (Qal). Aprovechables mediante aljibes y pozos.	Qal: Aluviones Recientes	Qal: Aluviones Recientes
			Qlla: Depósitos de llanura aluvial
	Acuíferos no continuos de extensión variable. Tipo libre y semiconfinado. Constituidos por sedimentos no consolidados de tipo bloques y cantos en matriz fina, intercalaciones de grava, arena y limo. El agua es de buena calidad excepto por sectores restringidos con problemas de Fe y Mn para consumo humano y aguas de calidad regular para riego. Conductividad hidráulica de media a alta. Aprovechables mediante aljibes y pozos.	Qt: Terrazas	Qt: Terrazas
			Qcal: Abanicos aluviales
B. GRUPO DE ROCAS FRACTURADAS Y POROSAS CON IMPORTANCIA HIDROGEOLÓGICA RELATIVA GRANDE A PEQUEÑA			

Clases	Clasificación y descripción de los terrenos	Subprovincias hidrogeológicas y sistemas acuíferos	
		Sierra Nevada de Santa Marta	Planicie del Cesar
	Acuíferos de carácter local y discontinuo. Tipo libre a confinado. Constituidos por calizas con diferente grado de fracturamiento y disolución, también hay limolitas calcáreas, lutitas carbonosas, arcillolitas, areniscas calcáreas y chert. El agua es generalmente dura y para riego localmente puede variar de regular a inadecuada. La conductividad hidráulica varía de baja a alta. Es aprovechable mediante pozos y algunos pocos manantiales.	Kmc: Grupo Cogollo	No dispuestas dentro del área de estudio.
C. GRUPO DE SEDIMENTOS Y ROCAS POROSAS O FRACTURADAS CON MUY PEQUEÑA IMPORTANCIA HIDROGEOLÓGICA O SIN IMPORTANCIA			
	Acuíferos de carácter muy localizado, prácticamente ausentes. Consisten en lutitas, limolitas, arcillolitas, rocas volcánicas clásticas, areniscas y conglomerados, todos muy compactos. También cantos y bloques en matriz fina. Conductividad hidráulica baja, pudiendo alcanzar valores medios en sitios favorables. Generalmente buena calidad de agua.	Jgr - Ja: Batolito de Ataquez Qm: Morrenas TRg: Formación Guatapuri TRpc: Formaciones Corual, Los Indios	No dispuestas dentro del área de estudio.
	No acuíferos. Constituidos por rocas metamórficas, ígneas intrusivas y volcánicas y unas pocas sedimentarias, con edades Jurásico Superior a Precámbrico.	Tla: Lacolito de Ataquez Kp: Pórfidos JKvr: Riolitas Jnl: Plutón de Nueva Lucha Jvi: Ignimbritas CD: Secuencia Cuchilla Carbonal TRs: Espilitas TRp: Pórfidos Keratofídicos verdes pEm: Granulita Los Mangos	No dispuestas dentro del área de estudio.

Fuente: Ángel & Huggett (1995)

Departamento de La Guajira

En la Tabla 16, para el área de interés que se localiza en el departamento de La Guajira, se presenta la descripción de las unidades hidrogeológicas, al igual que las formaciones y depósitos que hacen parte de cada una:

Tabla 16 Unidades hidrogeológicas definidas en el departamento de La Guajira

Unidades hidrogeológicas	Características hidrogeológicas	Unidades geológicas
SEDIMENTOS Y ROCAS CON FLUJO ESENCIALMENTE INTERGRANULAR		
A2	Sistemas acuíferos continuos de extensión local a regional, conformados por sedimentos cuaternarios y rocas sedimentarias terciarias poco consolidadas de ambiente fluvial y marino. Acuíferos libres y confinados.	N1m: Formación Monguí
A3	Sistemas acuíferos continuos a discontinuos de extensión local a regional, de mediana productividad, conformado por sedimentos cuaternarios y rocas sedimentarias poco consolidadas de ambiente fluvial, glaciﬂuvial, marino y volcanoclástico. Acuíferos generalmente libres a confinados.	Q2al: Depósitos de cauce aluvial
		Q2g: Depósitos de abanicos y gravas
		Q1t: Terrazas aluviales
		E2s: Formaciones Manantial, Cerrejón y Aguas Nuevas
A4	Sistemas acuíferos discontinuos de extensión local, de baja productividad, conformado por sedimentos cuaternarios y rocas sedimentarias terciarias poco consolidadas de ambiente aluvial lacustre, coluvial, eólico y marino marginal. Acuíferos libres y confinados.	Q2ll: Depósitos de llanura aluvial
		Q2ae: Arenas eólicas
		Q2c: Depósitos costeros
		Q2m: Depósitos de morrenas
ROCAS CON FLUJO ESENCIALMENTE A TRAVÉS DE FRACTURAS Y/O CARSTIFICADAS		
B3	Sistemas acuíferos continuos de extensión local a regional, de mediana productividad, conformados por rocas sedimentarias de ambiente marino y continental; rocas metamórficas. Acuíferos libres y confinados.	K2cl: Formación Colón
B4	Sistemas acuíferos discontinuos de extensión regional y local, de baja productividad, conformados por rocas sedimentarias y volcánicas, terciarias a paleozoicas, consolidadas, de ambiente marino y continental. Acuíferos generalmente confinados.	N1s: Sedimentitas de edad Mioceno
		K2hn: Formación Hatonuevo
		K2s (K2): Calizas y shales cretácicas indiferenciadas
		MPgm: Granulita de Los Mangos
SEDIMENTOS Y ROCAS CON LIMITADOS RECURSOS DE AGUAS SUBTERRÁNEAS		
C2	Complejo de rocas ígneo-metamórficas con muy baja a ninguna productividad, muy compactas y en ocasiones fracturadas, terciarias a precámbricas.	E2cpm: Cuarzomonzonita de Palomino
		E2pb: Plutón de Buriticá
		Tg: Formación Guatapurí

Unidades hidrogeológicas	Características hidrogeológicas	Unidades geológicas
		Tc: Formación Corual
		K1rg: Riolita de Golero
		J1bc: Batolito Central
		J1ic: Ignimbrita de Los Clavos
		J1ivr(J1vr): Vitrófiro Riolítico
		J2ba: Batolito de Atanquez
		J2bp: Batolito de Patillal
		J3pg: Pórfidos graníticos
		J3rt: Riodacita de Los Tábanos
		Jvnd: Rocas volcánicas no diferenciadas
		PR(š)mn: Neis de los Muchachitos

Fuente: SGC (2016)

Departamento del Magdalena

En la Tabla 17 se presenta la descripción de los acuíferos definidos a partir de las formaciones geológicas y depósitos cuaternarios dispuestos en el área de interés que se localiza en el departamento del Magdalena.

Tabla 17 Acuíferos definidos en el departamento del Magdalena

Nomenclatura	Nombre	Descripción
SEDIMENTOS Y ROCAS CON FLUJO ESENCIALMENTE INTERGRANULAR		
A-AIAcLi-se	Acuífero de depósitos aluviales	Acuífero multicapa de alta productividad y extensión regional, con porosidad primaria y espesores promedio de 35 m. Presenta un comportamiento libre en el nivel superior y confinado en el nivel inferior. El agua es predominantemente dulce, en algunos sectores se evidencian procesos incipientes de salinización. En general, muestra excelentes características hidráulicas, buena calidad del agua y vulnerabilidad moderada.
A-CAcLi-se	Acuífero de depósitos coluviales	Acuíferos discontinuos de extensión local y productividad media a baja, conformados por material granular de tamaño variable con matriz fina. Presenta conductividad eléctrica media, indicando contenido moderado de sales. Se comportan generalmente como acuífero confinado, con agua de buena calidad fisicoquímica, características hidráulicas regulares a bajas, espesores promedio de 10 m y vulnerabilidad moderada.

Nomenclatura	Nombre	Descripción
A-LIAcLi-se	Acuífero de depósitos de llanura de inundación	Acuíferos continuos de extensión local y alta productividad, conformados por sedimentos gruesos con intercalaciones esporádicas de materiales finos. Presentan conductividad eléctrica baja a media. Se comporta como acuífero libre y semiconfinado, con agua de buena calidad, excelentes características hidráulicas y espesores promedio de 45 m.
A-PIAcLi-se	Acuífero de depósitos de playa	Acuífero libre, continuo y de extensión regional, originado por depósitos marinos asociados a la acción del oleaje, con espesores menores a 7 m. Presenta conductividad eléctrica media a alta, indicando contenidos de sales moderados a altos, influenciados por la cuña marina. Se caracteriza por baja productividad, almacena agua salobre a salada no apta para consumo humano.
SEDIMENTOS Y ROCAS CON LIMITADOS RECURSOS DE AGUAS SUBTERRÁNEAS		
C-BsAcf	Acuífugo Batolito de Santa Marta	Unidad hidrogeológica correspondiente al basamento, conformada por rocas metamórficas (Filitas de Taganga y Esquistos de Gaira) y rocas ígneas granodioríticas del Batolito de Santa Marta. Presenta conductividad eléctrica indicativa de contenidos moderados de sales. Se comporta como acuífugo de muy baja productividad, con porosidad secundaria limitada a fracturas y diaclasas angostas, cortas y generalmente rellenas con material milonitizado. Las características hidráulicas son bajas a muy bajas, y la calidad del agua varía de buena a mala.
C-EgAcf	Acuífugo Esquistos de Gaira	
C-FtAcf	Acuífugo Filitas de Taganga	

Fuente: CORPAMAG (2019)

5.1.3.3. Inventario de puntos de agua subterránea y usos del recurso

El inventario de puntos de agua subterránea y sus usos constituye un insumo fundamental para la caracterización hidrogeológica, ya que permite identificar las condiciones de aprovechamiento del recurso y evaluar las presiones antrópicas sobre los acuíferos. Esta información es clave para el análisis de la disponibilidad, la gestión sostenible del agua subterránea y la formulación de medidas de manejo en el área de estudio.

Para el área de interés se recopilieron inventarios de puntos de agua subterránea provenientes de diversas fuentes de información. En primer lugar, se consultó la

Base de Datos Corporativa (BDC) de la Autoridad Nacional de Licencias Ambientales (ANLA), la cual integra los puntos correspondientes a los inventarios presentados a la Autoridad en el marco de los procesos de seguimiento y evaluación de su competencia. De manera complementaria, se recopiló la información contenida en estudios de carácter local, que para los departamentos de La Guajira y Cesar corresponden a las evaluaciones hidrogeológicas realizadas por el SGC (antes INGEOMINAS), y para el departamento del Magdalena, al POMCA de los ríos Piedras, Manzanares y otros tributarios directos al mar Caribe (CORPAMAG, 2019).

Es importante señalar que la información recopilada no refleja en su totalidad el estado actual del inventario de puntos de agua subterránea, dado que parte de los datos fueron obtenidos en campo hace más de una década. Tal es el caso del departamento del Cesar, cuyo estudio data del año 1995, y del departamento de La Guajira, donde el modelo hidrogeológico fue desarrollado en el año 2016. No obstante, si bien para algunos sectores la información disponible no es reciente, esta resulta relevante dado que muchos de los puntos inventariados seguramente mantienen condiciones similares en la actualidad, o incluso, en algunos sectores hoy en día puede existir un mayor número de puntos.

La cantidad de puntos identificados y su distribución espacial permiten evidenciar la importancia del recurso hídrico subterráneo en la región, el cual constituye una fuente fundamental de abastecimiento para las comunidades locales, aspecto que será desarrollado más adelante.

Para el área de análisis se compiló un total de 1713 puntos de agua subterránea, correspondientes con 1020 aljibes, 574 pozos, 92 piezómetros y 27 manantiales. El detalle del número de puntos recopilado en cada una de las fuentes consultadas se puede observar en la Tabla 18 y en la Figura 49 su distribución espacial.

Tabla 18 Inventario de puntos de agua subterránea en el área de análisis

Fuente de información	Tipo de punto				Total por fuente
	Aljibe	Pozo	Manantial	Piezómetro	
BDC ANLA - Inventarios	347	198	13	92	650
BDC ANLA - Permisos captación	2	21	0	0	23
Modelo hidrogeológico Guajira	207	223	7	0	437
Evaluación agua subterránea Cesar	407	28	7	0	442

Fuente: ANLA (2026); Ángel & Huguett (1995); SGC (2016); CORPAMAG (2019)

CONVENCIONES

Inventario - BDC ANLA

- Pozo
- Aljibe
- Manantial
- Piezometro

Permisos captación - BDC ANLA

- Pozo de agua o pozo profundo
- Aljibe

Puntos modelo Guajira_clip

- Pozo
- Aljibe
- Manantial

Puntos modelo Cesar

- Pozo
- Aljibe
- Manantial

Puntos POMCA

- Pozo
- Aljibe
- Manantial
- Piezómetro

Area de estudio

Fuente: ANLA (2026); Ángel & Huquett (1995); SGC (2016); CORPAMAG (2019)

217

En contraste, los puntos de agua subterránea se concentran principalmente en las zonas planas y semiplanas que rodean el macizo, particularmente en el piedemonte y las áreas bajas de los departamentos de La Guajira, Cesar y Magdalena. Estas zonas coinciden con la presencia de unidades geológicas de edad terciaria, las cuales se encuentran ampliamente cubiertas por depósitos cuaternarios de origen principalmente aluvial y coluvial. La composición litológica de estas unidades, caracterizada por materiales sedimentarios no consolidados a semiconsolidados, favorece el desarrollo de acuíferos con mayor potencial hidrogeológico, lo que explica la alta densidad de pozos, aljibes y manantiales inventariados.

Este patrón de distribución refleja una relación directa entre las condiciones geológicas, la disponibilidad de acuíferos y la ocupación del territorio, evidenciando que el aprovechamiento del recurso hídrico subterráneo se concentra en aquellos sectores donde las características litológicas y geomorfológicas permiten su almacenamiento y explotación, y donde existe una mayor presión por el abastecimiento de agua para uso humano y productivo.

A continuación, se realiza un breve análisis por departamento:

Departamento del Cesar

El inventario de puntos de agua subterránea realizado en el marco de la “*Evaluación del agua subterránea en el Departamento del Cesar*” (Ángel & Huguett, 1995), se enfocó en la zona plana y semiplana del departamento, inventariándose principalmente aljibes. Si bien la información del inventario en el sector de la SNSM es escasa, es posible analizar la información recopilada para los sectores aledaños a la sierra y que hacen parte del área delimitada para la definición de la reserva permanente.

Los municipios del departamento del Cesar que están total o parcialmente dentro del área de análisis definida son: Pueblo Bello, El Copey, Valledupar y Bosconia; para estos, se destaca lo siguiente en relación con el inventario de puntos de agua subterránea; sin embargo, es importante anotar que el documento de referencia es del año 1995, por lo tanto, actualmente el número de puntos de agua subterránea puede variar y los valores citados a continuación deben tomarse solo como una referencia:

- Pozos: el mayor número de pozos (35 puntos) se registró en el municipio de Valledupar, por su parte para los municipios de El Copey y Bosconia se

reportaron 4 puntos en cada uno, y para el municipio de Pueblo Bello no se reportó ninguno.

En cuanto al uso del recurso, la mayor cantidad de agua subterránea es utilizada para la irrigación de cultivos, tales como la palma africana, pasto para la ganadería y árboles frutales; hace 30 años, para estos fines, se extraían durante el año aproximadamente 23,2 millones de m³ para irrigar 3.000 hectáreas; en segundo lugar, aunque en mayor número, los pozos se emplean para el abastecimiento de agua para consumo humano, con una extracción anual de aproximadamente 9,5 millones de m³; en menor proporción se usa para la industria ganadera, para la cual se estimó un volumen de 1,4 millones de m³ al año. Cabe aclarar que los anteriores datos son para la totalidad del departamento del Cesar.

- Aljibes: su profundidad no suele superar los 10 m, no obstante, los puntos de mayor profundidad (entre 30 y 50 m) y caudal se localizaron en los municipios de Valledupar, El Copey, Bosconia y La Paz, al norte del departamento, de los cuales, los tres primeros hacen parte del área de análisis definida para la reserva permanente. En el departamento del Cesar, los aljibes constituyen cerca del 85% del total de las captaciones de agua subterránea y se encuentran distribuidos en las planicies.

El agua de los aljibes se emplea principalmente para el consumo humano, especialmente en pequeñas fincas y casas, hace 30 años se estimó que anualmente de estos puntos se extraían aproximadamente 2,8 millones de m³ de agua para este fin; en segundo lugar, se estimó un volumen cercano a los 2 millones de m³ para el abrevadero de animales; en tercer lugar, para irrigación se empleaban alrededor de 400.000 m³ al año. Para los municipios de Valledupar y El Copey se registró uno de los mayores volúmenes de agua subterránea para uso en ganadería e irrigación. Cabe aclarar que los anteriores datos son para la totalidad del departamento del Cesar.

- Manantiales: no fueron identificados en los municipios del departamento del Cesar que hacen parte del área definida para la reserva permanente.

Departamento de la Guajira

Los municipios del departamento de la Guajira que están localizados ya sea total o parcialmente dentro del área delimitada para la definición de la reserva permanente son: Dibulla, Riohacha, San Juan del Cesar, Distracción, Fonseca, Barrancas, Hatonuevo y Albania; en estos, de acuerdo con el inventario de puntos de agua subterránea realizado en el marco del modelo hidrogeológico del departamento de la Guajira (SGC, 2016), se recopiló información de 437 puntos, correspondientes a 7 manantiales, 207 aljibes y 223 pozos. La distribución de estos puntos por municipio se describe en la Tabla 19:

Tabla 19 Puntos de agua subterránea por municipio en el departamento de la Guajira

Municipio	Aljibe	Pozo	Manantial	Total
Riohacha	123	163	0	286
San Juan del Cesar	43	14	0	57
Barrancas	5	17	5	27
Dibulla	12	9	0	21
Albania	9	7	0	16
Hato Nuevo	6	7	2	15
Fonseca	9	5	0	14
Distracción	0	1	0	1
Total general	207	223	7	437

Fuente: SGC (2016)

A continuación, se presenta una breve descripción para cada municipio:

- Municipio de Riohacha

En el municipio de Riohacha los puntos están distribuidos principalmente en su parte central y norte, con mayor concentración al norte de la Falla de Oca. Las captaciones explotan principalmente las primeras capas acuíferas asociadas a depósitos cuaternarios inconsolidados y a la Formación Monguí (N1m).

Los aljibes presentan profundidades por lo general menores a 17 m, mientras que los pozos alcanzan profundidades entre 30 y 150 m. El nivel freático se encuentra mayoritariamente alrededor de los 13 m de profundidad.

Desde el punto de vista fisicoquímico, las aguas subterráneas presentan pH promedio neutro tanto en aljibes como en pozos. La conductividad eléctrica y la salinidad muestran valores promedio elevados, con registros puntuales muy altos, lo que evidencia la presencia de aguas salobres en algunos sectores y la necesidad de tratamiento previo para determinados usos.

- Municipio de San Juan del Cesar

En el municipio de San Juan del Cesar los puntos están concentrados principalmente hacia los sectores sur y sureste. Las captaciones explotan depósitos cuaternarios y algunas formaciones de edad cretácica.

El manantial identificado es de tipo descendente, perenne y de surgencia intergranular. Los aljibes son predominantemente someros (menores a 15 m), mientras que los pozos alcanzan profundidades entre 30 y 110 m. El nivel freático se encuentra alrededor de los 9 m de profundidad.

Las aguas subterráneas presentan pH promedio neutro, la conductividad eléctrica y la salinidad son en general bajas a moderadas, aunque se registran algunos valores elevados de manera puntual, lo que sugiere tratamiento previo para su aprovechamiento.

- Municipio de Barrancas

En el municipio de Barrancas los puntos están localizados principalmente en el valle del río Ranchería. Las captaciones se asocian a depósitos aluviales y a la Formación Manantial.

Los manantiales son de tipo descendente, perennes y de surgencia intergranular. Los aljibes presentan profundidades generalmente menores a 8 m, mientras que los pozos alcanzan profundidades de hasta 100 m. El nivel freático se ubica, en promedio, alrededor de los 7 m.

Las aguas subterráneas presentan pH neutro en promedio, la conductividad eléctrica y la salinidad son moderadas, con registros puntuales elevados, especialmente en aljibes, lo que puede limitar su uso directo sin tratamiento.

- Municipio de Dibulla

En el municipio de Dibulla los puntos están concentrados principalmente en el sector norte, entre la Sierra Nevada de Santa Marta y la franja costera. Las captaciones explotan depósitos cuaternarios y la Formación Monguí (N1m).

Los aljibes son someros, con profundidades menores a 8 m, mientras que los pozos presentan un rango amplio de profundidades, alcanzando hasta 150 m. El nivel freático es superficial, con profundidades promedio cercanas a los 3 m.

Las aguas presentan pH neutro en promedio, la conductividad eléctrica y la salinidad muestran valores de moderados a elevados, especialmente en pozos, con algunos registros altos que evidencian condiciones salobres y la necesidad de tratamiento previo para ciertos usos.

- Municipio de Albania

En el municipio de Albania los puntos están distribuidos en toda la jurisdicción, con mayor densidad hacia el sector medio oriental, al norte de la Falla de Oca. Las captaciones se desarrollan principalmente en depósitos cuaternarios y en la Formación Monguí (N1m).

Los aljibes son someros, con profundidades generalmente menores a 20 m, mientras que los pozos alcanzan entre 60 y 150 m de profundidad. El nivel freático se localiza en su mayoría alrededor de los 12 m.

Los parámetros fisicoquímicos indican pH neutro en promedio para ambos tipos de captación. La conductividad eléctrica y la salinidad presentan valores medios y moderados; no obstante, se registran valores puntualmente elevados, lo que sugiere la presencia localizada de aguas de mayor mineralización que requieren tratamiento previo para su aprovechamiento.

- Municipio de Hatonuevo

En el municipio de Hatonuevo los puntos están distribuidos principalmente en el sector central y una franja hacia el sureste. Las captaciones explotan depósitos aluviales y formaciones cretácicas.

Los manantiales son de tipo ascendente, perennes y de surgencia intergranular. Los aljibes son predominantemente someros (menores a 10 m), mientras que los pozos alcanzan profundidades de hasta 120 m. El nivel freático se ubica alrededor de los 6 m de profundidad.

Las aguas presentan pH neutro en promedio, la conductividad eléctrica y la salinidad son generalmente bajas a moderadas, aunque se identifican valores elevados en algunos puntos, lo que hace necesario considerar tratamientos previos para determinados usos.

- Municipio de Fonseca

En el municipio de Fonseca los puntos están distribuidos en toda la jurisdicción, con mayor concentración en el sector central. Las captaciones se asocian principalmente a depósitos aluviales del río Ranchería.

El manantial identificado es de tipo descendente, perenne y de surgencia intergranular. Los aljibes presentan profundidades generalmente menores a 10 m, mientras que los pozos alcanzan hasta 60 m de profundidad. El nivel freático se localiza predominantemente alrededor de los 8 m.

Desde el punto de vista fisicoquímico, las aguas presentan pH neutro, la conductividad eléctrica y la salinidad muestran valores promedio de bajos a moderados, aunque se identifican captaciones con valores elevados, lo que sugiere la necesidad de tratamiento en casos específicos.

- Municipio de Distracción

En el municipio de Distracción los puntos se concentran en el sector sur, asociados a depósitos de llanura aluvial, no obstante, en el sector del municipio que hace parte del área de interés, solamente se presenta un (1) punto, correspondiente a un pozo de 35 m de profundidad que capta el Depósito de Llanura Aluvial (Q2II-).

Las aguas subterráneas presentan pH neutro, la conductividad eléctrica y la salinidad en promedio son moderadas, aunque se registran valores elevados de forma puntual, lo que indica posibles restricciones para el uso directo del recurso sin tratamiento.

Por otro lado, en la Tabla 20 se presenta el número de puntos inventariados en el departamento de la Guajira según la unidad geológica en la que se localizan. Este análisis permite identificar la relación entre la ocurrencia de los puntos de agua y el contexto geológico regional.

Los resultados muestran que el mayor número de puntos se concentra sobre depósitos cuaternarios, particularmente en los Depósitos de Cauce Aluvial (Q2aI) y en los Depósitos de Llanura Aluvial (Q2II), que en conjunto agrupan el mayor número de registros (256 puntos equivalentes al 59% de los datos). Estas unidades corresponden a materiales no consolidados, asociados a dinámicas fluviales recientes, caracterizados por una mayor porosidad y permeabilidad, condiciones que son favorables para el almacenamiento y circulación del agua subterránea.

Asimismo, se observa una presencia significativa de puntos en la Formación Monguí (N1m), lo que indica su importancia hidrogeológica local. En contraste, las unidades geológicas más antiguas o de menor extensión superficial presentan una menor densidad de puntos, generalmente asociada a condiciones litológicas menos favorables o a una menor ocupación antrópica.

Tabla 20 Puntos de agua subterránea por unidad geológica en el departamento de la Guajira

Unidad geológica	Aljibe	Pozo	Manantial	Total
Q2al-Depósito de Cauce Aluvial	72	63	0	135
Q2Il-Depósito de Llanura Aluvial	55	64	2	121
N1m-Formación Monguí	33	77	0	110
Q2g - Depósitos de Abanicos y Gravas	23	3	0	26
Q1t-Depósitos de Terrazas Aluviales	7	2	0	9
K2cl- Formación Colón	3	4	1	8
J2bp -Batolito de Patillal	4	2	0	6
K2hn-Formación Hatonuevo	3	1	2	6
MPgm - Granulita de Los Mangos	5	0	0	5
E2s - Formación Manantial	0	3	0	3
K2s - Grupo Cogollo	0	1	2	3
Q2c- Depósitos costeros	0	2	0	2
Dcs - Sedimentitas	0	1	0	1
J1bc - Batolito Central	1	0	0	1
Tc- Formación Corual	1	0	0	1
Total general	207	223	7	437

Fuente: SGC (2016)

Departamento del Magdalena

A partir del inventario de puntos de agua subterránea que se presenta en el POMCA de los ríos Piedras, Manzanares y otros tributarios directos al mar Caribe (CORPAMAG, 2019) se evidencia que el 65% de los registros corresponden a pozos, y el 35% a aljibes.

En cuanto al uso actual del recurso hídrico subterráneo, se evidenció que los pozos son empleados principalmente para el establecimiento de acueductos (51 puntos), seguido de los usos comercial y doméstico, con 18 y 14 puntos respectivamente, en cuarto lugar, está el uso agrícola, con 11 puntos. Por su parte, en cuanto a los aljibes, el uso principal es el doméstico (49 puntos), seguido de los usos comercial y recreacional, con 4 y 3 puntos respectivamente; al ser los aljibes construcciones artesanales, su uso está orientado al abastecimiento mínimo diario de viviendas individuales (uso doméstico), por lo tanto, este tipo de explotación representa un

menor riesgo en el balance recarga/descarga de los acuíferos. Lo anterior refleja la alta dependencia de la población respecto a las aguas subterráneas.

De acuerdo con lo citado en el POMCA, se constató que cerca del 90% de los habitantes del municipio de Santa Marta se abastecen por medio de aguas subterráneas, según datos del estudio social adelantado en este estudio. El municipio cuenta con cerca de 481.000 habitantes y según el Reglamento Técnico del Sector de Agua Potable y Saneamiento Básico RAS – 2000, la dotación neta mínima dada la complejidad media alta del sistema es de 135 litros por habitante al día, lo que arroja (para el municipio de Santa Marta) un valor diario de consumo mínimo de aproximadamente 58.408 m³/día, el cual restringe la capacidad de producción del acuífero, más aún, teniendo en cuenta que este valor no contempla el consumo para producción agropecuaria, industrial, recreacional, entre otros usos.

A partir del capítulo del POMCA denominado “*Estimación de la oferta hídrica subterránea*” se obtuvieron valores de recarga por subcuencas, lo que permitió calcular la recarga potencial en el área del municipio de Santa Marta, la cual dio un valor neto de 29.578.312,3 m³/año; al comparar este último valor con el consumo anual estimado de 21.318.920 m³/año (58.408 m³/día*365 días), se evidencia una alta presión sobre el recurso hídrico subterráneo, más aun teniendo en cuenta que este cálculo no considera el valor de consumo de la población flotante, como tampoco los consumos industriales y agrícolas, reflejando apenas el consumo orientado a un uso doméstico.

Información Base de Datos Corporativa (BDC) de la ANLA

De acuerdo con la información que reposa en la Base de Datos Corporativa (BDC) de la ANLA para el área de los departamentos de la Guajira, El Cesar y el Magdalena, en el área correspondiente a la reserva de la Sierra Nevada de Santa Marta, se identifican 651 puntos de agua subterránea, que se clasifican de la siguiente manera (Tabla 21):

Tabla 21 Inventario de puntos de agua subterránea tomado de la BDC de la ANLA

Tipo de punto/ Departamento	Magdalena	Cesar	Guajira	Total BDC ANLA
Aljibe	48	81	218	347
Manantial	2	1	11	14
Piezómetro	18	0	74	92
Pozo	50	37	111	198
Total	118	119	414	651

Fuente: ANLA, 2026

Así pues, se encuentra que los pozos y aljibes representan los puntos de mayor relevancia en la región en cuanto a su cantidad, e indican la importancia del recurso para las comunidades asentadas en el área de interés, de acuerdo con los datos de la BDC de la ANLA, el área cuenta con 347 aljibes, 198 pozos, 92 piezómetros y 14 manantiales.

En cuanto a los usos del recurso, en los puntos que cuentan con dicha información, se evidenció que para el área analizada prevalece el uso doméstico, a través de captaciones privadas y de abastecimiento público; para varios puntos se registran usos múltiples, siendo el más común doméstico y pecuario, cabe destacar que también se identifican en menor proporción otros usos como pecuario, agrícola e industrial. Lo anterior refleja que el agua subterránea cumple un papel relevante en las actividades humanas y económicas de la región. No obstante, es importante mencionar que la información consultada en la BDC de la ANLA no refleja la totalidad de puntos existentes, dado que hace referencia únicamente a las áreas de influencia de los proyectos de su competencia.

A continuación, se hace una descripción de estos puntos a nivel departamental.

- Departamento del Magdalena

Los puntos hidrogeológicos identificados se distribuyen con una densidad espacial muy baja, lo que indica que estos puntos se encuentran agrupados en áreas puntuales y no de manera uniforme a lo largo del territorio, concentrándose en el departamento del Magdalena, donde se ubican principalmente los proyectos licenciados y, por tanto, donde se tiene más información. De estos, la mayor parte de los puntos hidrogeológicos captan unidades de depósitos cuaternarios (aluviales), y rocas tipo Granodioritas que varían a cuarzodioritas y cuarzomonzonitas. En el departamento de Magdalena se encuentran ubicados en los municipios de Ciénaga, Santa Marta y la Zona Bananera en la ladera occidental de la SNSM.

En el departamento del Magdalena se encuentran inventariados 50 pozos cuya profundidad de captación varía entre 6 y 150 m, los niveles piezométricos reportados oscilan entre 0,5 y 5,8 m. Los aljibes identificados en el área se encuentran con diámetros que varían entre 0,26 y 4,56 m estos se encuentran revestidos principalmente de cemento y ladrillo, la profundidad del nivel estático encontrado oscila entre 0,66 y 14,85 m.

Los manantiales reportados son permanentes y se localizan sobre depósitos cuaternarios, están asociados al proyecto operación del puerto marítimo Puerto Nuevo, actualmente estos puntos no cuentan con usos ni usuarios.

- Departamento del Cesar

En el departamento del Cesar, por su parte, la mayoría de los puntos captan depósitos cuaternarios asociados al sistema acuífero del Cesar, donde la mayor parte de los puntos hidrogeológicos interceptan los Depósitos Aluviales, se tienen un total de 119 puntos reportados en la BDC, el inventario de aguas subterráneas se encuentra principalmente al sur de la SNSM, en los municipios de Valledupar, El Copey y Bosconia.

La mayor densidad de puntos pertenece a aljibes con un total de 81 puntos varían entre 0,58 y 2,00 m de diámetro estos se encuentran revestidos principalmente de cemento y ladrillo, la profundidad del nivel estático encontrado oscila entre 6 y 8 m, la profundidad de captación de estos puntos varía entre 3 y 20 m. En el departamento del Cesar se encuentran inventariados 37 pozos cuya profundidad de captación varía entre 6 y 90 m, los niveles piezométricos reportados oscilan entre 7 y 35 m.

El manantial reportado se encuentra en uso, es de carácter permanente y se utiliza principalmente para actividades relacionadas con la agricultura.

- Departamento de la Guajira

En este sector la mayoría de los puntos captan depósitos cuaternarios asociados al sistema acuífero Ranchería y el sistema acuífero de la media Guajira, donde la mayor parte de los puntos hidrogeológicos interceptan los Depósitos Aluviales, se tienen un total de 414 puntos reportados en la BDC, el inventario de aguas subterráneas se encuentra principalmente al oriente de la SNSM, en los municipios de Dibulla, San Juan del Cesar, Distracción, Fonseca, Barrancas, Hatonuevo, Albania y Riohacha, la direcciones de flujo locales convergen hacia el norte del departamento de la Guajira.

La mayor cantidad de puntos son aljibes, con un total de 218 puntos, la profundidad del nivel estático encontrado oscila entre 1 y 15 m, la profundidad de captación de estos puntos varía entre 3 y 42 m. Adicionalmente se encontró información de 111 pozos, cuya profundidad de captación varía entre 1 y 161 m, los niveles piezométricos reportados oscilan entre 6 y 212 m, siendo evidente que en el área se aprovechan diferentes niveles acuíferos.

El departamento de la Guajira cuenta con una red piezométrica de 74 puntos, los cuales solamente se utilizan con fines de monitoreo de niveles de agua subterránea. De igual manera, se reportan 11 manantiales, los cuales son permanentes y se utilizan principalmente para actividades relacionadas con la agricultura y usos domésticos.

Por otro lado, de acuerdo con la información registrada en la BDC de la ANLA, en la SNSM se identifican 23 captaciones concesionadas por la Autoridad a proyectos actualmente ubicados en el área de interés. Estas captaciones reportan caudales por pozo que, en general, oscilan entre 3 y 10 l/s. El recurso hídrico extraído es utilizado principalmente por empresas del sector minero y otros sectores industriales.

5.1.3.4. Caracterización geofísica

En los documentos “*Modelo Hidrogeológico de la Guajira*” (SGC, 2016), “*Evaluación del agua subterránea en el Departamento del Cesar*” (Ángel & Huguet, 1995) y el POMCA Río Piedras – Río Manzanares y otros directos al Caribe (CORPOMAG, 2019), la información obtenida a partir de la prospección geoelectrica permitió diferenciar unidades hidrogeológicas con comportamientos contrastantes a partir de sus valores de resistividad eléctrica:

- Los sedimentos cuaternarios, constituidos por arenas, gravas y limos, presentan un amplio rango de resistividades. En la Guajira se registran valores desde 4,9 – 8,4 $\Omega \cdot m$ (asociados a materiales finos y aguas salobres) hasta 8,4 – 41 $\Omega \cdot m$ y localmente superiores, correspondientes a materiales granulares más gruesos con mejores condiciones hidráulicas. En el Cesar, estos sedimentos alcanzan resistividades entre 6 y 3.000 $\Omega \cdot m$, considerándose permeables los niveles con valores mayores a 10 $\Omega \cdot m$, hacia el occidente de la zona de interés las resistividades varían de 30 a 170 $\Omega \cdot m$, presentando condiciones favorables para el almacenamiento y la explotación de agua subterránea.
- Las unidades del basamento ígneo y metamórfico (Batolito de Santa Marta (Esmb-cd), Filitas de Taganga (K2K5ft), Esquistos de Gaira (K2k5eg)), así como los cuerpos ígneos y secuencias volcano-sedimentarias, presentan resistividades altas a muy altas, entre 170 y 2.500 $\Omega \cdot m$ y alrededor de 1.000 $\Omega \cdot m$ respectivamente, comportándose predominantemente como acuífugos o acuicierres, salvo en zonas de fracturamiento donde pueden presentar almacenamiento secundario con resistividades intermedias ($\approx 69 - 202 \Omega \cdot m$).

- Las unidades cretácicas calcáreas (Grupo Cogollo (K1c)), identificadas principalmente en el Cesar, muestran resistividades del orden de 100–500 $\Omega \cdot m$ y se consideran poco permeables.

La geometría y continuidad de los acuíferos están fuertemente condicionadas por la geología estructural, en especial por la Falla de Oca, como también por los valles aluviales de los ríos Ranchería, Cesar y San Francisco, donde se desarrollan los mayores espesores de sedimentos permeables con potencial a desarrollar acuíferos.

En conjunto, los resultados indican que los acuíferos más productivos se asocian a sedimentos cuaternarios con resistividades intermedias, mientras que el basamento rocoso actúa como límite hidráulico regional.

El estudio geoelectrico realizado en el marco del modelo hidrogeológico del departamento de la Guajira (SGC, 2016) se enfocó en la parte media del departamento, en las zonas de topografía plana y semiplana, para el presente documento se seleccionaron tres (3) cortes geoelectricos representativos localizados dentro del área delimitada para la definición de la reserva permanente, dos paralelos a la dirección de la península (NE 3 y NE 4) y otros perpendicular a la línea de costa (SE 6), tal como se expone a continuación:

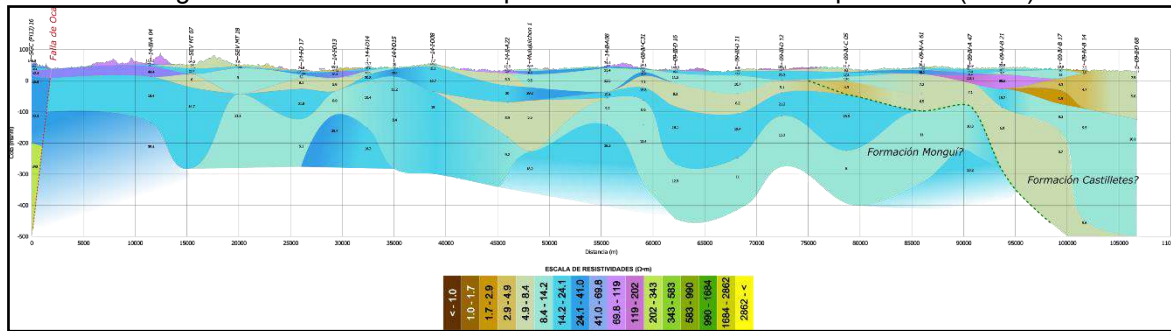
- Dirección paralela a la dirección de la península (NE)

Si bien el corte geoelectrico NE-3 presenta una longitud aproximada de 106.740 m y el NE-4 de 112.909 m, únicamente cerca de la mitad de cada uno se localiza dentro del área de interés, correspondiente al segmento suroccidental (SW). Ambos cortes se inician en las inmediaciones de la Falla de Oca; el NE-3 atraviesa el municipio de Riohacha por su sector central, mientras que el NE-4 lo hace por su sector sureste, extendiéndose hasta las estribaciones de la SNSM.

En el corte NE 3, se detecta bajo el primer sondeo el mayor valor de resistividad, de alrededor de 340 $\Omega \cdot m$, en inmediaciones de la Falla de Oca, correlacionada con rocas ígneas fracturadas dispuestas desde los 254 m de profundidad; paulatinamente hacia el noreste, las resistividades van intercalando capas de bajas resistividades (en el rango de los 4,9 a 8,4 $\Omega \cdot m$) asociadas con materiales granulares saturados con aguas salobres, con capas de resistividades superiores (en el rango de 8,4 a 41 $\Omega \cdot m$) asociadas también con materiales granulares pero de granulometría más gruesa, saturados con aguas salobres, estas últimas capas se correlacionan con la Formación Monguí (N1m).

Bajo los sondeos 14-II-A22 y Mulujuichon 1, se observa el mayor espesor de los sedimentos más finos de bajas resistividades, en inmediaciones del cauce del río Ranchería, alcanzando espesores de más de 160 m, desde los 100 hasta los 250 m de profundidad aproximadamente.

Figura 50 Corte Geoelectrico paralelo a la dirección de la península (NE 3)



Fuente: SGC (2016).

El corte geoelectrico NE 4 en su parte suroccidental, al sur de la Falla de Oca, presenta altas resistividades asociadas al macizo rocoso de la SNSM, las cuales se encuentran afectadas tectónicamente. En estas rocas se reconoce un potencial limitado de almacenamiento de agua en fracturas abiertas, con resistividades entre 69,2 y 202 $\Omega \cdot m$, especialmente en el valle fallado del río San Francisco, donde esta unidad alcanza profundidades cercanas a 85 m y presenta una capa superficial de saprolito arenoso de espesor menor a los 10 m.

Hacia el noreste de la Falla de Oca, las capas muestran mayor horizontalidad y continuidad, destacándose una franja de resistividades bajas a intermedias (8,4–14,2 $\Omega \cdot m$), intercalada con valores aún más bajos (4,9–8,4 $\Omega \cdot m$), interpretada como sedimentos arenosos, areniscas, calizas y limos saturados con aguas salobres, con espesores superiores a 125 m y profundidades a partir de 82 m. Más al noreste se desarrolla una cuña sedimentaria con mejores condiciones hidrogeológicas relativas, caracterizada por resistividades intermedias (14,2–41 $\Omega \cdot m$), que se profundiza progresivamente. Finalmente, hacia el extremo noreste del corte se observa un descenso generalizado de las resistividades, particularmente en los primeros 100 m, lo que marca el límite propuesto de la Formación Castilletes. En conjunto, el corte refleja la transición desde un basamento rocoso fracturado con bajo potencial acuífero hacia sistemas sedimentarios más continuos, con variaciones en calidad y condiciones de almacenamiento del agua subterránea.

Figura 51 Corte Geo eléctrico paralelo a la dirección de la península (NE 4)

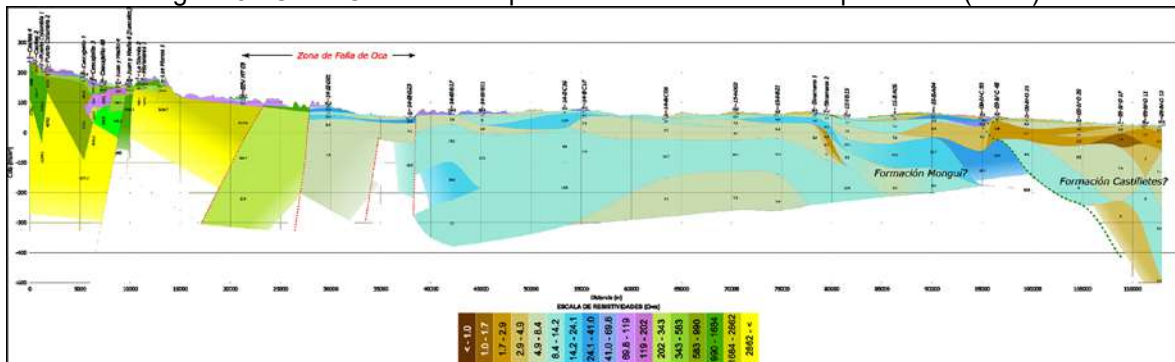
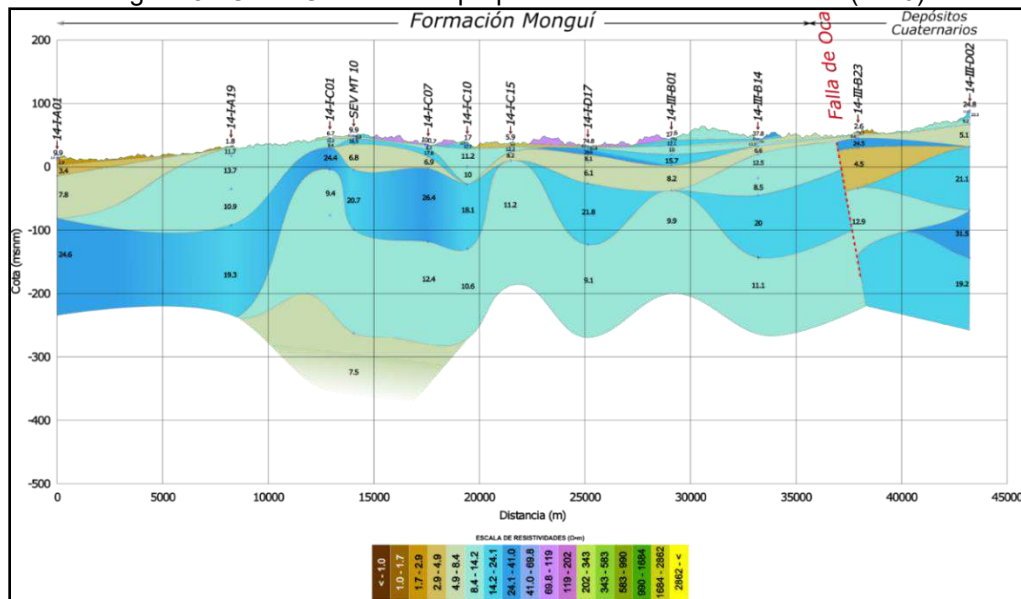


Figura 52 Corte Geoelectrico perpendicular a la línea de costa (SE 6)



Fuente: SGC (2016)

Por su parte, el estudio geoelectrico realizado en el marco de la “Evaluación del agua subterránea en el Departamento del Cesar” (Ángel & Huguet, 1995) también se enfocó en la zona plana y semiplana del departamento. Como se mencionó anteriormente, si bien el área del Cesar que está incluida dentro del límite definido para la reserva permanente es en su mayoría la zona montañosa de la SNSM, es importante mencionar que dentro de dicho límite también se incluye parte del valle del río Cesar en el municipio de Valledupar.

A partir del modelo geoelectrico definido en la cuenca sedimentaria del río Cesar fue posible establecer los siguientes aspectos en relación con las unidades geológicas que afloran dentro del área definida para la reserva permanente:

- ✓ Sedimentos del Cuaternario: tienen valores de resistividad que oscilan entre 6 y 3.000 Ohm.m y están dispuestos hasta los 100 m de profundidad. Los niveles con valores superiores a 10 Ohm.m hidrogeológicamente se consideran permeables.
- ✓ Unidades del Cretáceo: en el área de interés aflora el Grupo Cogollo (K1c), de litología predominantemente calcárea y con resistividades entre 100 y 500 Ohm.m, se considera poco permeable.
- ✓ Cuerpos ígneos y secuencias volcano-sedimentarias: son de carácter impermeable y están situados a distintas profundidades en inmediaciones de la SNSM, además afloran en esta, registran valores de resistividad que por lo general están alrededor de 1.000 Ohm.m.

A partir de lo anterior, para el área de interés se determinó la existencia de niveles acuíferos, asociados a sedimentos del Cuaternario (arenas y gravas). En dichos niveles acuíferos se espera encontrar agua de calidad fisicoquímica aceptable para el consumo, de acuerdo con los valores de resistividad obtenidos en la prospección y en varios pozos existentes. En términos generales las áreas con valores de resistividad entre 15 y 100 Ohm.m tienen las mejores perspectivas hidrogeológicas.

5.1.3.5. Caracterización hidráulica

Las interpretaciones de las pruebas de bombeo realizadas en el marco del POMCA del río Piedras – río Manzanares y otros directos al Caribe (CORPOMAG, 2019), así como las incluidas en los estudios locales de los departamentos de La Guajira y el Cesar, permitieron evaluar el comportamiento hidráulico y el potencial de aprovechamiento de los principales acuíferos regionales. La localización de las pruebas analizadas en los departamentos del Magdalena y La Guajira se puede observar en la Figura 53, para el departamento del Cesar no se contó con la información cartográfica, no obstante, si se analizó información al respecto.

Figura 53 Localización de los puntos de agua subterránea cuyas pruebas de bombeo fueron empleadas para la caracterización hidráulica



Fuente: SGC (2016); CORPOMAG (2019)

En el área del municipio de Santa Marta se ejecutaron pruebas de bombeo en siete (7) pozos, las cuales evidencian acuíferos con condiciones hidrogeológicas aceptables, capaces de sostener una explotación continua a caudales moderados. A partir de los parámetros hidráulicos obtenidos se diferenciaron dos (2) grupos:

- Sedimentos con flujo esencialmente intergranular: agrupa los acuíferos de Santa Marta Gaira y de los ríos Toribio y Córdoba (A-AIaLi-Se), los cuales presentan condiciones hidrogeológicas favorables, se consideran de tipo multicapa, continuos y de extensión regional, con desarrollo de una porosidad primaria; la parte superior se comporta como libre y es explotada generalmente por aljibes mientras que la capa inferior se comporta como confinada y actualmente es explotada por pozos profundos. El nivel estático del agua subterránea fluctúa entre 2,7 y 20,3 m de profundidad con un promedio de 12,5 m.

En estos acuíferos se obtuvieron transmisividades que oscilan entre bajas y altas (entre 32,18 y 690,14 m²/día), con un promedio de 341,5 m²/día; y conductividades hidráulicas altas (entre 2,62 y 74,18 m/día, con un promedio de 22,01 m/día).

Dentro de este grupo también se incluyen los acuíferos de los depósitos coluviales (A-CAaLi-Se) que presentan una transmisividad media de 218,56 m²/día y una conductividad hidráulica media de 10,22 m/día, valores considerados buenos; los acuíferos de llanura de inundación (A-LIAaLi-Se) que muestran una transmisividad media de 312,34 m²/día y conductividad hidráulica alta de 117,51 m/día, también clasificados como buenos; y los acuíferos de depósitos de playa (A-PIaLi-Se) que presentan parámetros hidráulicos con valores más bajos, transmisividad baja de 18,70 m²/día y conductividad hidráulica baja de 1,45 m/día, considerados aceptables.

- Sedimentos y rocas con limitado a ningún recurso de agua subterránea: este grupo corresponden al basamento ígneo y metamórfico, conformado por el Batolito de Santa Marta (C-BsAcf), Filitas de Taganga (C-FtAcf) y Esquistos de Gaira (C-EgAcf), las cuales se comportan como acuífugos, es decir sin capacidad para el almacenamiento de agua subterránea.

En el sector de la Guajira, el SGC (2016) realizó pruebas de bombeo de extensa duración en ocho (8) pozos exploratorios, de los cuales dos (2) se encuentran dentro del área de interés (SGC–Riohacha 1 (La Lucha) y SGC–Riohacha 2 (Cabayance)), los cuales captan niveles permeables de la Formación Monguí.

Los resultados indican que el acuífero captado presentan transmisividades dentro del rango funcional para abastecimiento municipal, industrial y de riego, de acuerdo con la clasificación de Johnson (1975), con transmisividades entre medias y muy altas (entre 260 y 1.630 m²/día) y conductividades hidráulicas medias (entre 1,45 y 10,9 m/día), valores que corresponden con litologías de areniscas de grano fino a grueso y conglomerados semi-consolidados, de extensión regional, sin evidencias de barreras hidráulicas durante los periodos de prueba.

El acuífero es captado por más de 140 puntos de agua subterránea (pozos y aljibes) y presenta un flujo con dirección preferencial sur-norte, con desviación hacia el noroeste, descargando finalmente en la costa del mar Caribe. La zona de recarga se asocia principalmente a la Falla de Oca, mientras que la zona de tránsito ocurre bajo los depósitos cuaternarios del río Ranchería y drenajes provenientes de las estribaciones de la SNSM.

En el departamento del Cesar, las pruebas de bombeo se realizaron en alrededor de 70 puntos de agua subterránea, distribuidos principalmente en la planicie del Cesar. Los ensayos, ejecutados a caudal constante y de corta a mediana duración, permitieron caracterizar de manera general los acuíferos explotados, evidenciando un potencial hidrogeológico significativo en los sedimentos cuaternarios.

En la Tabla 22 se presentan los valores mínimos y máximos de transmisividad y conductividad hidráulica para los acuíferos presentes en el área del Cesar que corresponden a la zona de interés, tomados del documento Evaluación del agua subterránea en el Departamento del Cesar (Ángel & Huguett, 1995).

Tabla 22 Parámetros hidráulicos determinados en los acuíferos del departamento del Cesar

Sistema Acuífero	Transmisividad m ² /día	Conductividad hidráulica m/día
Kmc	260	14
Qal	5; 68	0,5; 1,5
Qcal	2; 1280	0,04; 140
Qcal-Qlla	110; 2500	14; 31
Qlla	13; 5000	0,2; 144

Fuente: Ángel & Huguett (1995)

En conjunto, los resultados confirman la presencia de acuíferos regionales con capacidades hidráulicas de aceptables a buenas en los sedimentos cuaternarios y unidades neógenas, contrastando con un basamento rocoso de bajo potencial, en el estudio se resalta la importancia de estos sistemas como fuentes estratégicas de abastecimiento, cuya gestión debe considerar la recarga, la explotación sostenida y la planificación integral del recurso hídrico subterráneo.

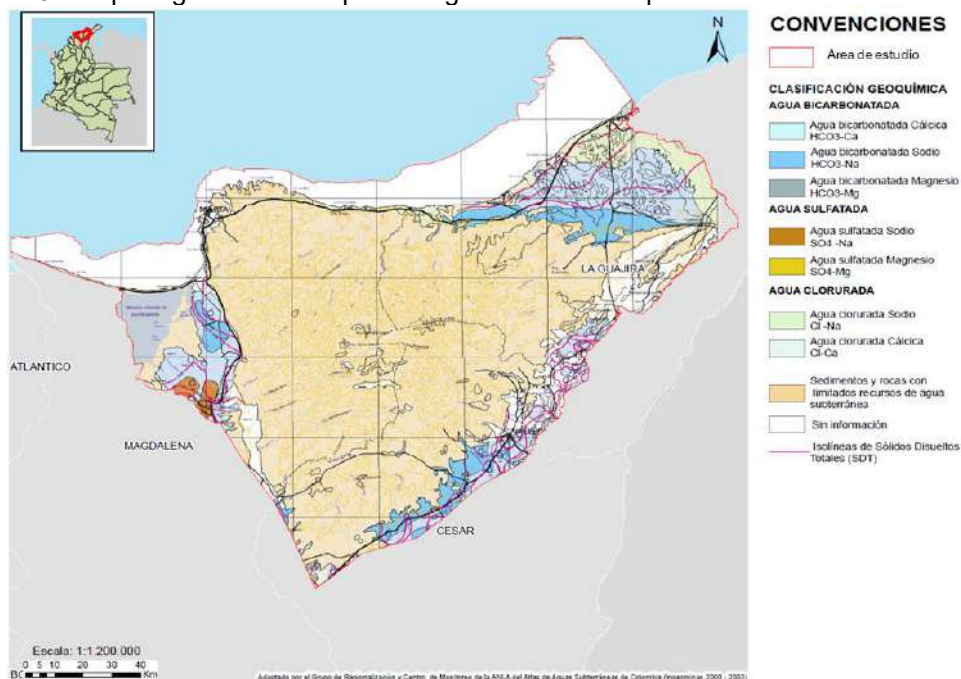
5.1.3.6. Hidrogeoquímica y calidad del agua subterránea

Al igual que en la mayoría de los apartados del componente hidrogeológico, para la descripción de las características hidrogeoquímicas del área de interés se abordará primero un contexto regional y después se relacionará la información descrita en los estudios realizados a nivel departamental.

De acuerdo con el Atlas de Aguas Subterráneas de Colombia (INGEOMINAS, 2003), la calidad química del agua almacenada en los diferentes acuíferos de las planchas 5-01 y 5-04, permite definirla como recomendable para cualquier uso, incluyendo el consumo humano, sin embargo, esta calidad difiere localmente en algunos acuíferos como resultado de condiciones naturales y actividades antrópicas y por lo tanto puede requerir de algún tratamiento antes de su uso.

En la Figura 54 se presenta un mapa a nivel regional de la distribución espacial de los diferentes tipos de agua, observándose que, a nivel general, a lo largo de la franja suroriental del área de interés, en el valle del río Cesar, predomina la composición de tipo bicarbonatada; para el sector norte, en el departamento de La Guajira se presenta una franja importante correspondiente a aguas cloruradas; por su parte, en el departamento del Magdalena, en inmediaciones de la Ciénaga Grande Santa Marta, si bien el predominio es de aguas bicarbonatadas, se observa un sector con aguas sulfatadas.

Figura 54 Mapa regional de los tipos de agua subterránea presentes en el área de interés



Fuente: INGEOMINAS (2003)

A continuación, se presenta una breve descripción de las características hidro geoquímicas de los acuíferos dispuestos en el área de interés:

- Características químicas de los acuíferos cuaternarios someros

El tipo de agua subterránea almacenada en los acuíferos someros del Cuaternario, aflorantes en la parte plana y semiplana del área de estudio, está influenciado por el agua proveniente de la escorrentía superficial que lixivia las unidades de roca más antiguas que los rodean, las cuales tienen una composición mineralógica diferente a las de los depósitos cuaternarios.

En el área de la plancha 5-01 se observó el predominio de aguas cloruradas sódicas y bicarbonatadas cálcicas, y en menor proporción de tipo sulfatada sódica. Para el área de la plancha 5-04 la composición mayoritaria es de tipo bicarbonatada cálcica y sódica.

Para el área de la plancha 5-04 se evidenció que las aguas por lo general tienen bajo grado de mineralización, debido a que estos acuíferos se recargan directamente por agua de precipitación, con un tiempo de residencia corto. Sin embargo, para la zona norte, incluida en la plancha 5-01 se registraron principalmente aguas con alto grado de mineralización, debido a que el ambiente de depositación de la mayoría de estos acuíferos tiene influencia marina.

En la región correspondiente a la Media Guajira, en los sectores donde los horizontes más superiores del acuífero están constituidos por depósitos de dunas con arenas con contenido de sal, el agua es clorurada sódica, con un alto contenido de cloruros (500 a 1.000 mg/l), con mineralizaciones importantes y concentración de SDT que varía entre 1.500 a 4.000 mg/l.

Entre el piedemonte de la SNSM y el sector comprendido por las poblaciones de Barbacoas y Cuestecitas en el departamento de La Guajira, las aguas son de tipo bicarbonatadas sódicas, y en menor proporción bicarbonatadas cálcicas y cloruradas sódicas. Por su parte, en el área abarcada entre la SNSM y la Serranía de Perijá, el agua es de tipo bicarbonatada cálcica-magnésica, resultado de la lixiviación de las calizas que afloran en los bordes de estos dos macizos montañosos, indicando una rápida infiltración y tiempos cortos de residencia en el acuífero. En general, son aguas débilmente mineralizadas, con un contenido de SDT menor de 500 mg/l.

En la parte alta del Río Ranchería, especialmente en la zona de explotación de carbón del Cerrejón, el acuífero somero conformado por niveles de terrazas contiene agua principalmente de tipo bicarbonatada magnésica y cálcica, con un pH

que varía de 7 a 8,6, muy dura y con contenido de SDT menor de 500 mg/l, en menor proporción el agua es de tipo clorurada cálcica.

En general, en los acuíferos cuaternarios someros aledaños al mar, el alto grado de mineralización del agua subterránea se asocia a efectos de intrusión marina o a la influencia marina sobre el agua lluvia que recarga estos acuíferos.

En cuanto a la región del valle del Río Cesar, en el Acuífero Cuaternario Somero el agua es principalmente de tipo bicarbonatada sódica y bicarbonatada cálcica, existiendo de forma puntual algunos puntos con aguas de tipo cloruradas sódicas o cálcicas y sulfatadas sódicas; las mineralizaciones son medias, con una concentración de SDT promedio de 650 mg/l, variando entre 200 y 2000 mg/l; su contenido de cloruros es bajo, menor de 76 mg/l, incrementándose ligeramente en la dirección del flujo subterráneo regional, hacia la parte baja del valle. En la parte alta y media del valle del Río Cesar, aledaña a la SNSM, predomina el agua bicarbonatada sódica.

En el extremo suroccidental de la SNSM, predomina el agua de tipo bicarbonatada cálcica y magnésica, resultado del lavado de las rocas calcáreas (calizas) que afloran en este sector. En el área comprendida por las poblaciones de Bosconia, El Paso, La Loma y Becerril, el agua es dulce, aumentando la concentración de SDT hasta 1.000 mg/l.

- Características químicas de los acuíferos cuaternarios profundos

En el área de la plancha 5-01, el Acuífero Cuaternario Profundo de mayor extensión se encuentra situado en la Media Guajira, identificado con el nombre de Llanura Aluvial de La Guajira, conformado por intercalaciones de areniscas calcáreas y arcillas, con un espesor que varía entre 40 y 100 m, depositado en un ambiente continental sujeto a inundaciones del agua de mar. En este acuífero el agua es principalmente de tipo clorurada sódica, con un contenido de cloruros entre 450 y 700 mg/l, aumentando la salinidad en la medida que se acerca a la línea de costa, fluctuando la concentración de SDT entre 350 y 2.000 mg/l. En menor proporción se identificaron aguas de tipo bicarbonatada sódica, la cual prevalece en la zona sur de la plancha 5-01, hasta las estribaciones de la SNSM, en donde la composición química está influenciada en gran parte por aguas subterráneas y superficiales que fluyen desde la sierra y por el agua proveniente de la precipitación local, que diluyeron el agua salada originalmente atrapada en los sedimentos, modificada además por procesos de sustitución y cambio de base en las intercalaciones arcillosas.

En cuanto al Acuífero del Cesar, de ambiente aluvial, el agua es de tipo bicarbonatada sódica y cálcica, dulce, alcalina, con un pH que varía de 7 a 8 unidades, débilmente mineralizada, con un contenido de SDT menor de 500 mg/l, generalmente recomendable para cualquier uso.

Por su parte, el agua subterránea del Acuífero Manzanares y del Acuífero Zona Bananera de Santa Marta, depositados en un ambiente aluvial, es de tipo bicarbonatada cálcica y sódica, con un pH entre 7 y 7,5 unidades, donde el contenido de SDT varía entre 200 y 1.000 mg/l. La presencia de estos iones es el producto de la lixiviación del drenaje superficial en las rocas ígneo-metamórficas de la SNSM. En cercanías a la línea de costa, debido a la intrusión marina, el agua es de tipo clorurada sódica, alcanzando una concentración de SDT de 1.000 mg/l.

En el área de la plancha 5-04 para el Acuífero Zona Bananera de Santa Marta se registraron aguas de tipo sulfatada sódica y clorurada cálcica. El predominio de estos iones estaría asociado a la intrusión del agua salada que almacena la ciénaga. En este sector el agua se caracteriza por tener mineralización de baja a moderada, con un contenido en SDT desde 200 hasta 2000 mg/l y un pH de 6,2 a 8,6 unidades.

- Características químicas de los acuíferos terciarios

Los acuíferos terciarios son de tipo multicapa, depositados en ambientes marinos, transicionales y continentales, por lo tanto, existe variedad en los tipos geoquímicos de agua, que además se caracterizan por su alta mineralización.

El Acuífero Castilletes, conformado por intercalaciones de areniscas calcáreas y arcillas, depositadas en un ambiente marino, contiene agua principalmente de tipo clorurada sódica, con un contenido promedio de cloruros de 450 mg/l, la concentración de SDT varía desde 950 hasta 1200 mg/l, el agua es dura y un tiene en promedio un pH de 8 unidades. En menor proporción contiene agua de tipo bicarbonatada sódica, donde la salinidad varía entre 170 y 280 mg/l.

En la región de la Media Guajira, las aguas subterráneas freáticas y profundas presentan un aumento en la concentración de SDT desde las estribaciones de la SNSM hacia el Mar Caribe, variando desde 450 hasta 2030 mg/l. Así mismo el tipo de aguas varía en esa dirección desde bicarbonatadas sódicas (cerca de las estribaciones de la sierra) a bicarbonatadas cálcicas (en la parte central) y cloruradas sódicas (en cercanías a la línea costera).

El agua bicarbonatada sódica es producto de la rápida infiltración del agua lluvia en las rocas y sedimentos que bordean las estribaciones septentrionales de la sierra. Hacia la parte media donde afloran rocas terciarias de la Formación Castilletes, el

agua se torna bicarbonatada cálcica como respuesta a un mayor tiempo de residencia del flujo subterráneo, que alcanza a diluir el material calcáreo característico de esta formación. Por último, la influencia de depósitos de origen marino y del agua de mar hacen que estas aguas se vuelvan cloruradas sódicas hacia la línea de costa.

- Características químicas de los acuíferos cretácicos

Para el área de análisis se hace referencia a los acuíferos La Luna y Cogollo, conformados por calizas fracturadas y carstificadas, los cuales contienen agua de tipo bicarbonatada cálcico-magnésica. La porosidad secundaria por fracturamiento que prevalece en las rocas calcáreas de los acuíferos, hace que su tipo geoquímico de agua se relacione con aguas de corto tiempo de residencia.

Departamento del Cesar

En el análisis hidrogeoquímico realizado en el marco de la “*Evaluación del agua subterránea en el Departamento del Cesar*” (Ángel & Huguett, 1995), las muestras de agua subterránea analizadas corresponden con puntos localizados en la zona plana y semiplana del departamento, que captan principalmente los depósitos cuaternarios.

En cuanto a la clasificación hidrogeoquímica, se determinó que las aguas subterráneas de las unidades acuíferas del cuaternario son en general bicarbonatadas cálcicas y/o magnésicas, y en menor proporción bicarbonatadas sódicas, estas últimas tienden a estar concentradas aguas abajo de las áreas donde se encuentran las primeras, teniendo en cuenta la dirección general del flujo subterráneo. Respecto a este comportamiento, Ángel y Huguett (1995) señalan:

- ✓ Las aguas bicarbonatadas cálcicas y/o magnésicas son características de zonas de recarga (Lloyd & Heathcote, 1985), lo cual coincide con su distribución regional en el departamento.
- ✓ La evolución natural de las aguas de circulación regional, según Custodio y Llamas (1983), normalmente seguiría la siguiente secuencia: de HCO_3^- , Ca^{+2} y Mg^{+2} a HCO_3^- y Na^{+1} , a medida que van circulando en el acuífero somero, en el mismo sentido del flujo subterráneo.
- ✓ Intercambio iónico: la presencia de terrenos arcillosos en las zonas topográficamente bajas, las cuales coinciden con las áreas de aguas bicarbonatadas sódicas. Su influencia consiste en favorecer una velocidad de flujo lenta y por tanto un tiempo de contacto más prolongado de las aguas subterráneas con dicho terreno arcilloso, facilitando así el fenómeno de

“intercambio iónico”, mediante el cual los minerales arcillosos adsorben preferiblemente a los iones Ca^{+2} y Mg^{2+} frente al ión Na^{+1} , dando como resultado un predominio de este último en el agua.

Para el área del departamento del Cesar que se localiza dentro del límite definido para el establecimiento de la reserva permanente, se diferencian dos subáreas al noroeste de Bosconia con composiciones geoquímicas particulares:

- ✓ Al oeste de las poblaciones de Caracolicito - El Copey hay aguas de tipo sulfatadas y/o cloruradas, cálcicas y/o magnésicas. Su presencia se puede relacionar a la meteorización, lixiviación y oxidación de los sulfuros presentes en las rocas ígneas que afloran en inmediaciones de la SNSM. Los cloruros por su parte podrían provenir de la meteorización del mineral apatito, presente en estas mismas rocas; también se plantea la posibilidad de que los cloruros provengan del lavado de las aguas connatas de origen marino asociadas a las rocas Terciarias que afloran al norte, en el sector del municipio de Fundación, teniendo en cuenta el sentido del flujo subterráneo existente para los acuíferos de los depósitos cuaternarios.
- ✓ Al noroeste de Bosconia, en cercanía al río Ariguaní, se presentan aguas de tipo cloruradas y/o sulfatadas sódicas, con una alta salinidad. Las causas de esta composición probablemente se deba a la presencia de estos iones en los minerales de las rocas ígneas aflorantes, no obstante, su alta salinidad se debería a circunstancias climáticas locales de alta evaporación y baja precipitación, las cuales sumadas al tipo de terreno donde encuentran, que es limo arcilloso e inundable por el río Ariguaní, y finalmente un nivel freático cercano a superficie (menos de 4 m), la hacen propicia para la salinización de las capas superficiales y por consiguiente de las aguas subterráneas asociadas.

En general, para las aguas subterráneas de las unidades acuíferas del cuaternario se evidenció que hay concordancia con la evolución natural de las aguas, es decir progresiva incorporación de sales en el sentido en que fluyen desde las estribaciones de la SNSM hacia el centro del valle del río Cesar y desde la SNSM hacia el río Ariguaní. No obstante, es importante destacar que en general los depósitos cuaternarios son predominantemente limos arcillosos hasta los 10 - 15 m de profundidad, lo que genera un flujo muy lento en el acuífero superficial y limita el lavado natural que se realizaría tanto por infiltración directa (lluvia), como por el flujo lateral del agua subterránea.

Por su parte, las aguas subterráneas de las formaciones terciarias en general son de tipo bicarbonatadas cálcicas o sódicas, puntualmente se registraron altos contenidos de hierro en algunas muestras.

En cuanto a las aguas subterráneas de las formaciones cretácicas son predominantemente de tipo bicarbonatadas cálcico-magnésicas y a veces sódicas.

Los muestreos realizados en unidades más antiguas fueron escasos, solamente se tienen algunos puntos en unidades acuíferas del Jurásico, registrándose aguas de tipo bicarbonatadas cálcico-magnésicas o bien no se observa una tendencia clara en su clasificación hidrogeológica.

Por otro lado, respecto al análisis de la conductividad se observó que para las unidades acuíferas del cuaternario, en la zona del piedemonte de la SNSM el agua es dulce (valores menores a $1.000 \mu\Omega \cdot \text{cm}$), estos valores crecen progresivamente desde el borde del piedemonte de la sierra hacia las zonas bajas, comportamiento que se explica por la evolución normal del flujo de agua subterránea, al ir incorporando (disolviendo) poco a poco los iones provenientes de los minerales del acuífero a través del cual fluye. Este aspecto permite trazar de manera aproximada las direcciones de flujo del agua contenida en los mencionados acuíferos. Así, en la zona norte del departamento del Cesar que hace parte del área delimitada para la definición de la reserva permanente, el flujo se concentra hacia el río Cesar.

De igual manera, para las unidades acuíferas del Cretáceo y Jurásico, la mayoría de las muestras correspondieron con aguas dulces.

Finalmente, respecto a la evaluación de la calidad de las aguas subterráneas, esta se hizo únicamente en relación con las características físicas y químicas, dado que no se efectuaron análisis bacteriológicos, tomando como referencia los límites de potabilidad de la Organización Mundial de la Salud (OMS). A continuación, se presenta una síntesis de los resultados obtenidos:

- ✓ Unidades acuíferas de edad cuaternaria: dado que la zona plana y semiplana del departamento del Cesar está cubierta principalmente por depósitos cuaternarios, la mayoría de las muestras de agua analizadas corresponden con puntos que captan estos sedimentos. El 80% de las muestras resultó potable y es apta para consumo humano respecto a sus características físicas y químicas. En el restante 20% los niveles de impotabilidad se dan principalmente por parámetros como el pH y el manganeso, seguidos en menor proporción por la dureza total, sólidos disueltos y nitratos.

- ✓ Otras unidades acuíferas: si bien el muestreo en las otras unidades geológicas fue limitado, algunas de las muestras resultaron ser impotables desde el punto de vista químico, principalmente por valores anómalos en el pH y el contenido de hierro.

En cuanto a la calidad del agua para irrigación, de acuerdo con las determinaciones de conductividad, Relación de Adsorción de Sodio (RAS) y Carbonato de Sodio Residual (CSR), se concluyó que el 70% de las aguas subterráneas es adecuada para el riego, y el 30% restante está entre inadecuada y de regular calidad para este uso.

Departamento de la Guajira

En el modelo hidrogeológico conceptual del departamento de La Guajira (SGC, 2016) la caracterización hidrogeoquímica se realizó a partir del análisis de 20 muestras, correspondientes a niveles acuíferos de una sola unidad geológica, o a la mezcla de aguas de varios niveles. Para el área de análisis del presente documento se tienen las siguientes:

- Formación La Luna.
- Formación Colón.
- Formación Castilletes.
- Formación Monguí.
- Cuaternario Llanura Aluvial – Formación Castilletes.
- Cuaternario Llanura Aluvial – Formación Monguí.
- Cuaternario Llanura Aluvial.
- Cuaternario Terraza Aluvial.

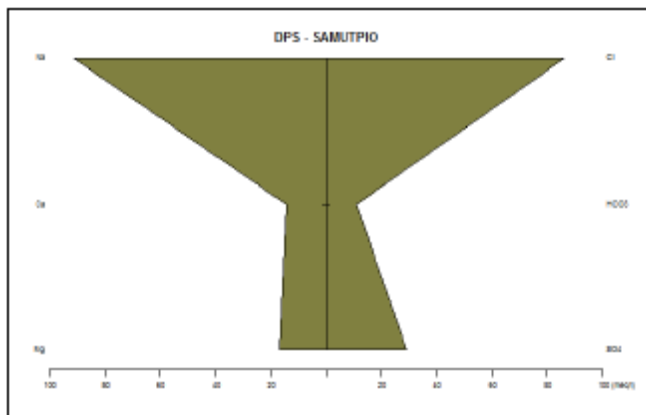
En general, se observó que el agua subterránea presente en la media Guajira es de tipo clorurada sódica debido a la influencia marina de las formaciones geológicas y los fuertes eventos de evaporación que han existido en la península de La Guajira. Respecto al agua del manantial que alimenta el acueducto del municipio de Hatonuevo, la cual resultó ser de tipo bicarbonatada cálcica, es el producto del lavado de niveles calcáreos de la Formación Colón.

La concentración de sodio presentó una mediana aproximada de 21 mg/l, con una concentración máxima de 450,00 mg/l; por su parte, el cloruro registró una mediana

de 30 mg/l y una concentración máxima 500 mg/l. Respecto al grado de mineralización del agua subterránea se evidenció lo siguiente:

- Formación La Luna: presenta grados de mineralización intermedios y una concentración importante de sulfatos (Figura 55).

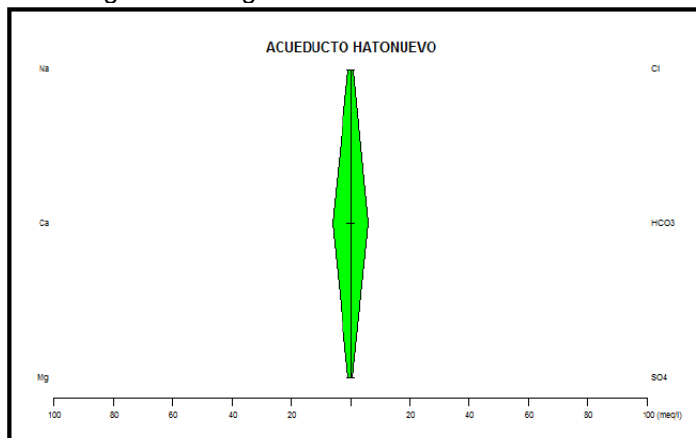
Figura 55 Diagrama de Stiff - Formación La Luna



Fuente: SGC (2016)

- Formación Colón: como se mencionó anteriormente, de los puntos analizados por parte del SGC en el departamento de La Guajira, el agua de esta unidad fue la única que presentó una composición hidrogeoquímica distinta, siendo de tipo bicarbonatada – cálcica. La muestra corresponde con un manantial que capta niveles calcáreos de la Formación Colón y se evidencia un flujo de carácter local interpretado a partir del bajo grado de mineralización, tal como se observa en la Figura 56

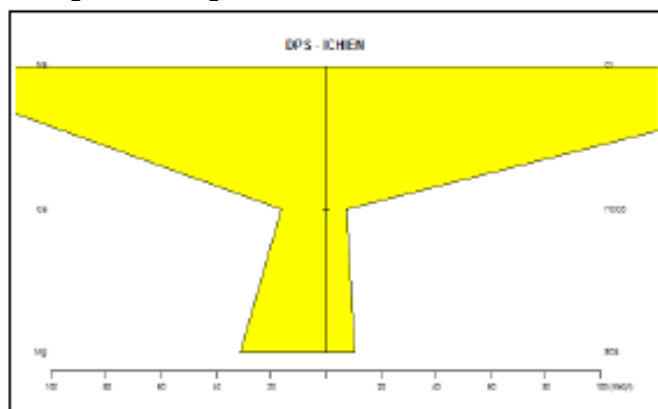
Figura 56 Diagrama de Stiff - Formación Colón



Fuente: SGC (2016)

- Formación Castilletes: el agua de esta unidad presenta altos grados de mineralización, destacándose también concentraciones importantes de magnesio (Figura 57). La composición de tipo clorurada sódica obedece a una posible intrusión marina debido a la cercanía de esta unidad a la línea de costa.

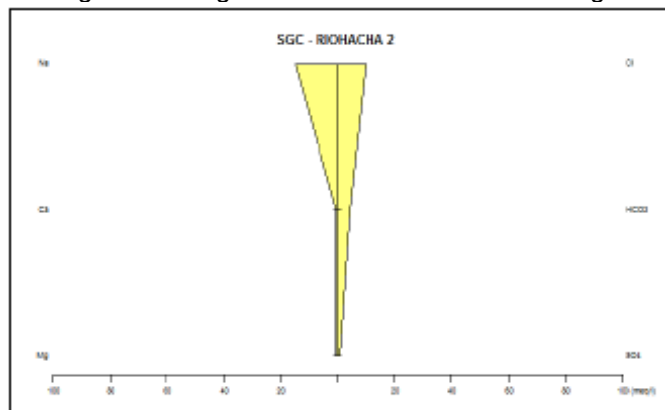
Figura 57 Diagrama de Stiff - Formación Castilletes



Fuente: SGC (2016)

- Formación Monguí: presenta grados bajos de mineralización (Figura 58), lo que indica flujos locales a intermedios del agua subterránea.

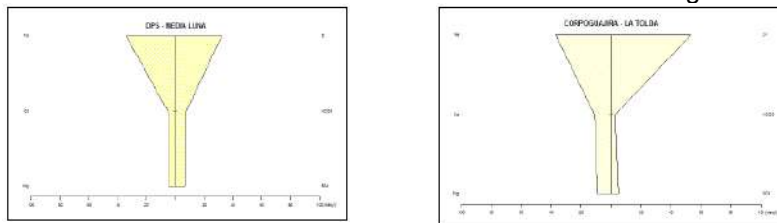
Figura 58 Diagrama de Stiff - Formación Monguí



Fuente: SGC (2016)

- Mezclas de agua (Cuaternario Llanura Aluvial – Formación Castilletes y Cuaternario Llanura Aluvial – Formación Monguí): en estas muestras el grado de mineralización es intermedio, y se presentan bajas concentraciones de magnesio (Figura 59).

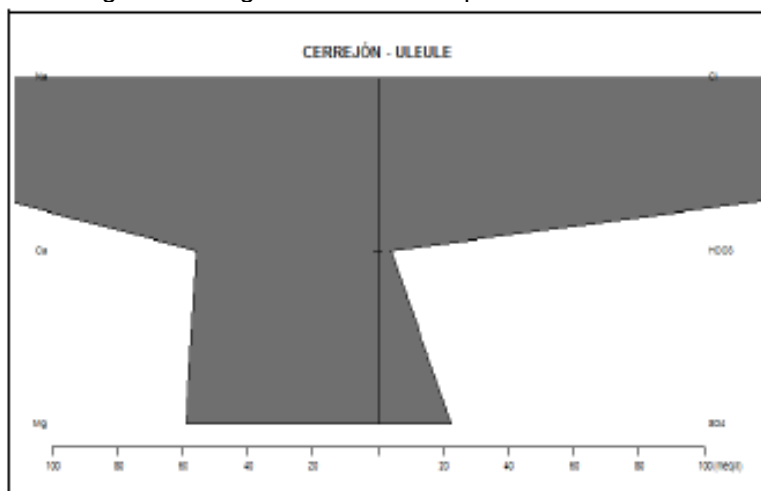
Figura 59 Diagrama de Stiff - Mezclas de agua
Cuaternario Llanura Aluvial – Formación Castilletes Cuaternario Llanura Aluvial – Formación Monguí



Fuente: SGC (2016)

- Captaciones de agua de depósitos cuaternarios (Terraza - Llanura Aluvial): estas muestras presentan altos grados de mineralización (Figura 60), con una concentración moderada de magnesio. Se observa una fuerte influencia marina y eventos de evaporación, que causan una alta concentración de sales de Cl y Na, y moderada de Mg.

Figura 60 Diagrama de Stiff - Depósitos cuaternarios



Fuente: SGC (2016)

Por último, en cuanto a los parámetros in situ medidos directamente en campo se observó lo siguiente respecto a la conductividad y el pH.

- Conductividad eléctrica

En la Media Guajira, los valores de conductividad eléctrica oscilan entre 68 y 76.000 $\mu\text{S/cm}$, con un promedio de 3.308 $\mu\text{S/cm}$. Los valores más bajos se registran en captaciones localizadas sobre depósitos aluviales recientes del río Ranchería y algunos de sus afluentes, mientras que los valores más altos se asocian a captaciones ubicadas en la llanura aluvial de este mismo cauce, influenciadas por intensos procesos de evaporación.

En la Baja Guajira, la conductividad eléctrica presenta un rango entre 58 y 36.830 $\mu\text{S}/\text{cm}$, con un valor promedio de 1.233 $\mu\text{S}/\text{cm}$. Los menores valores se encuentran en puntos localizados en depósitos de cauce y llanura aluvial de los ríos Ranchería y Cesar, así como en depósitos y abanicos aluviales recientes. En esta zona se registran pocos valores atípicos superiores a 10.000 $\mu\text{S}/\text{cm}$.

En términos comparativos, la Baja Guajira presenta los valores promedio más bajos de conductividad, lo que indica una menor influencia marina y una menor afectación por procesos de evaporación, en contraste con la zona peninsular ubicada al norte de la Falla de Oca.

- pH

En la Media Guajira, el pH de las aguas subterráneas varía entre 5,35 y 9,53, con un valor promedio de 7,42. Predominan las aguas de carácter básico o alcalino, con menor representación de aguas ácidas y neutras. Los valores más bajos se asocian a captaciones sobre depósitos recientes en las márgenes de drenajes, mientras que los valores más altos se presentan en la llanura aluvial del río Ranchería, cerca de la línea de costa, y en captaciones de la Formación Monguí.

En la Baja Guajira, los valores de pH oscilan entre 4,92 y 9,56, con un promedio de 7,10. Al igual que en la Media Guajira, predominan las aguas básicas o alcalinas, con una menor proporción de aguas ácidas y neutras. Los valores más bajos se localizan en captaciones sobre depósitos aluviales de los ríos Ranchería y Cesar y en depósitos aluviales recientes, mientras que los valores más altos no muestran una asociación espacial o litológica definida.

En conjunto, los valores de pH indican que el agua subterránea del departamento de La Guajira es predominantemente de naturaleza básica a ligeramente básica, con valores promedio cercanos a la neutralidad en ambas áreas.

Departamento del Magdalena

El análisis de la calidad del agua subterránea que se presenta en el POMCA de los ríos Piedras, Manzanares y otros tributarios directos al mar Caribe (CORPAMAG, 2019) solamente considera la medición de los parámetros de conductividad eléctrica, salinidad, pH y temperatura, incluyendo 105 pozos activos.

Los valores de conductividad oscilan entre 92,24 y 4.827,35 $\mu\text{S}/\text{cm}$, en consecuencia, también se presentan rangos muy variados de salinidad. Estas

aguas se consideran no aptas para el consumo humano cuando superan los 1000 $\mu\text{S}/\text{cm}$; en la cuenca, los valores de conductividad y salinidad más altos se presentan hacia la zona noroccidental, específicamente en la zona costera que se localiza en inmediaciones del municipio de Santa Marta, asociados a la unidad hidrogeológica de los depósitos de playa.

Por su parte, los valores de pH están comprendidos entre 5,48 y 8,06 unidades, hacia el sector suroccidental de la cuenca el valor de pH es inferior a 6,5, presentándose una tendencia ácida, mientras que en la zona norte los valores son superiores a 7,3, desarrollándose una tendencia básica. De acuerdo con la establecido en el Decreto 1076 del 2015 y teniendo en cuenta los valores registrados de pH, el agua de la cuenca es apta para cualquier uso.

Finalmente, con respecto a la variación de la temperatura, su valor osciló desde los 28,3 °C hasta los 33,9 °C; en la cuenca las temperaturas más altas se presentan a lo largo de la franja occidental, mientras que las más bajas se encuentran a lo largo de la franja suroriental.

5.1.3.7. Dirección de flujo del agua subterránea

En la Figura 61 se representa el sistema hídrico del área de estudio, plasmado sobre la caracterización hidrogeológica según el tipo de porosidad de las rocas presentado en las planchas 5-01 y 5-04 del Atlas de Aguas Subterráneas de Colombia (INGEOMINAS, 2003), en color magenta se observan las direcciones regionales de los flujos de agua subterránea obtenidas de ese mismo estudio y del documento de *“Evaluación del agua subterránea en el Departamento del Cesar”* (Ángel & Huguett, 1995).

Como se puede apreciar, en la SNSM nace una densa red hidrográfica que fluye hacia el mar caribe, la ciénaga de Santa Marta y las cuencas de los ríos Cesar, Aracataca y Ranchería principalmente, esto producto de los altos volúmenes de precipitación que se presentan en la región que luego de convertirse en esorrentía fluyen por las laderas hacia las zonas topográficamente más bajas donde en parte se infiltran en las unidades geológicas permeables constituyendo una importante fuente de recarga para los acuíferos yacientes; al igual que los acuíferos, en los valles, alimentan el flujo base de algunos ríos que les permite mantener caudales constantes a largo del año hidrológico.

De acuerdo con el tipo de porosidad y permeabilidad definidos a partir de la red estructural para la SNSM (Atlas de Aguas Subterráneas y Mapa de

5.1.3.8. Potencial de recarga

Para el análisis del potencial de recarga se empleó información del Estudio Nacional del agua - ENA del IDEAM (2014, 2018, 2022) y el Atlas de Agua Subterránea de Colombia (Plancha 5-01 y 5-04) (INGEOMINAS, 2003), los cuales abarcan la totalidad del área de interés, adicionalmente se tuvieron en cuenta el modelo hidrogeológico del departamento de La Guajira (SGC, 2016) y el POMCA de los Río Piedras – Río Manzanares y otros directos al Caribe (CORPOMAG, 2019).

La recarga potencial del agua subterránea está principalmente controlada por la precipitación, la evapotranspiración, la cobertura vegetal y las propiedades físicas de los suelos y materiales geológicos.

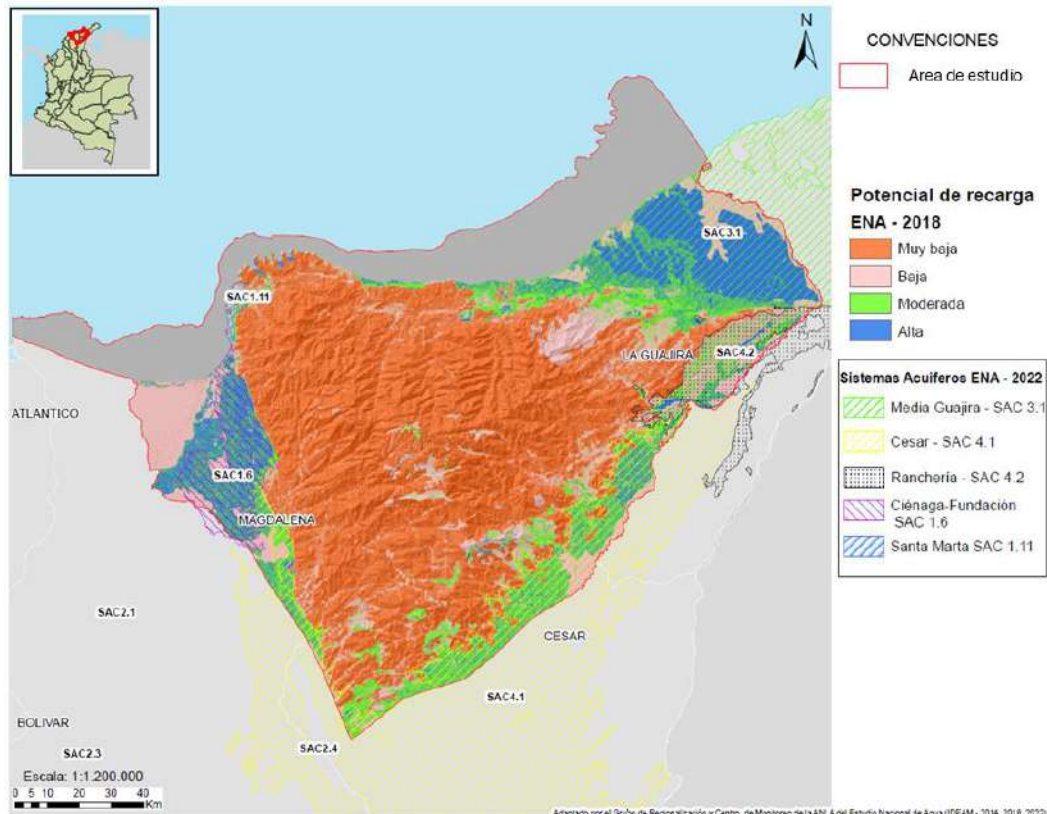
La Figura 62 corresponde a la distribución espacial de la recarga potencial según el ENA (2018), allí se identifican las zonas de piedemonte y bajas pendientes en las categorías moderada y alta principalmente, correspondiendo estas áreas, como se ha mencionado en apartados anteriores, con unidades geológicas constituidas por sedimentos y rocas de baja consolidación asociadas a litologías con porosidad y permeabilidad intergranular que generalmente corresponden con sistemas acuíferos de extensión regional (SAC 3.1, SAC 4.1, SAC 1.6 y SAC 1.11), libres a semiconfinados, cuya principal fuente de recarga se da a través de la infiltración directa de la precipitación y la conexión hidráulica con las fuentes superficiales que nacen en la SNSM.

En el sector oriental del área de interés en parte de los municipios de Albania, Hato Nuevo, Barrancas y Fonseca, prevalece la categoría de potencial de recarga baja con algunas pequeñas ventanas de categorías moderada y alta, clasificación que es coherente con las rocas Cretácicas aflorantes, las cuales tienen permeabilidad principalmente a través de fracturas, por lo cual el sistema acuífero SAC 4.2 definido allí por el ENA, se considera de tipo confinado con recarga a través de flujos intermedios a regionales provenientes de la infiltración en la zona fracturada de la SNSM y en menor proporción por flujos verticales desde los depósitos Cuaternarios que lo recubren.

Por su parte, en las zonas topográficamente altas que conforman la SNSM la categoría de potencial de recarga que predomina es muy baja, con ventanas de categorías baja y moderada relacionadas con algunos valles intramontanos. No obstante, se debe tener en cuenta que la escala de trabajo del ENA es nacional y la información técnica relacionada disponible para la Sierra es limitada, por cuanto es

probable que con la realización de estudios más detallados se determinen potenciales de recarga mayores dado el grado de fracturamiento de las rocas, la cobertura vegetal y demás factores existentes en la zona que pueden favorecer la infiltración del agua.

Figura 62 Potencial de recarga de acuerdo con el Estudio Nacional del Agua – ENA y su relación con los sistemas acuíferos



Fuente: IDEAM (2018)

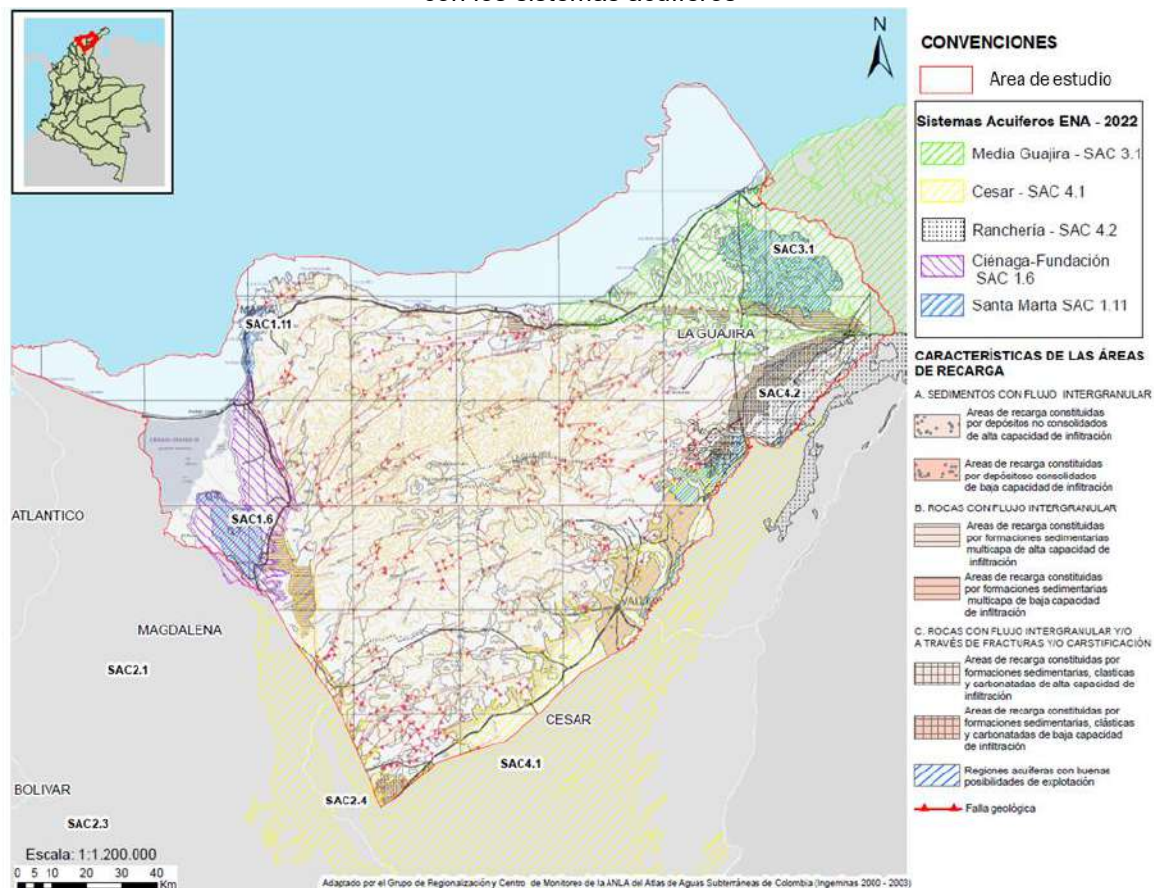
En la Figura 63 se muestra el Mapa del Estado del Recurso del Atlas de Aguas Subterráneas de Colombia (INGEOMINAS, 2003), en el cual se delimitan de forma cualitativa las áreas potenciales de recarga superficial de los acuíferos, considerando la extensión de afloramientos de las unidades de interés hidrogeológico, el tipo de porosidad, permeabilidad y la pendiente del terreno. En este mapa se reconocen tres (3) categorías principales, cada una con valoración de alta o baja capacidad de infiltración:

- Sedimentos con flujo intergranular: asociados con el sistema acuífero Cesar SAC 4.1, considerado como áreas de recarga, constituidos por depósitos no consolidados de baja capacidad de infiltración.

- Rocas con flujo intergranular: delimitadas en parte de los sistemas acuíferos Media Guajira - SAC 3.1 y Cesar - SAC 4.1, definidos como áreas de recarga, constituidas por formaciones sedimentarias multicapa de baja capacidad de infiltración.
- Rocas con flujo intergranular y/o a través de fracturas y/o carstificación: esta unidad delimita las áreas de recarga conformadas por formaciones sedimentarias, clásticas y carbonatadas de alta capacidad de infiltración, correlacionadas con el sistema acuífero Ranchería SAC 4.2.

Adicionalmente, el Atlas de Aguas Subterráneas (INGEOMINAS, 2003) delimita dos (2) regiones acuíferas con buenas posibilidades de explotación, asociadas directamente con los sistemas acuíferos Santa Marta – SAC 1.11 y Media Guajira – SAC 3.1 (IDEAM, 2018).

Figura 63 Áreas de recarga definidas en el Atlas de Aguas Subterráneas de Colombia y su relación con los sistemas acuíferos



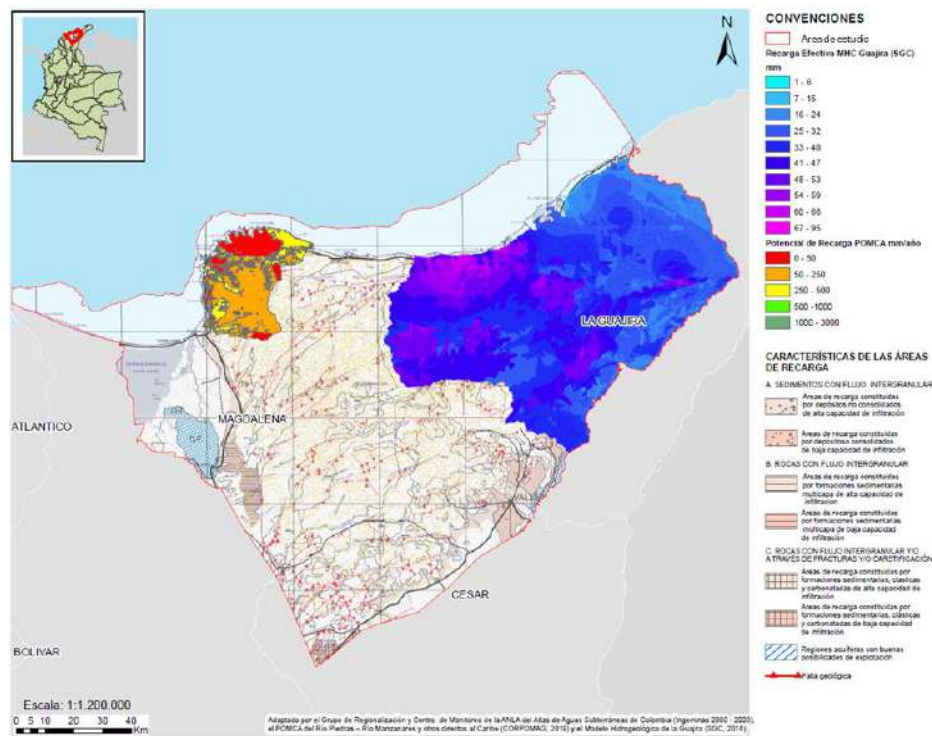
Fuente: INGEOMINAS (2003)

Si bien, en la SNSM el Atlas de Agua Subterránea (INGEOMINAS, 2003) no hace ninguna caracterización en cuanto a recarga, si muestra el alto grado de afectación tectónica que tiene el macizo rocoso, denotando con esto el posible potencial de infiltración que puede tener a través de los sistemas de fallas que se extienden por toda la región montañosa.

En conclusión, a falta de investigaciones estructurales detalladas es posible que el potencial de recarga de la SNSM este subvalorado; en tal sentido, es probable que el macizo rocoso fracturado juegue un papel importante realizando aportes en la sostenibilidad de los sistemas acuíferos que lo bordean, adicionalmente es importante resaltar que los sectores montañosos de la SNSM constituyen las principales zonas de nacimiento de las corrientes superficiales que también aportan en la recarga de dichos acuíferos.

De acuerdo con las estimaciones del SGC (2016), las mayores tasas de recarga efectiva anual se concentran hacia el sureste del departamento de La Guajira y en zonas próximas a la SNSM, destacándose los municipios de Dibulla, Riohacha y San Juan del Cesar, tal como se observa en la Figura 64.

Figura 64 Mapa de recarga estimada total anual determinada en la parte NE y NW del área de estudio

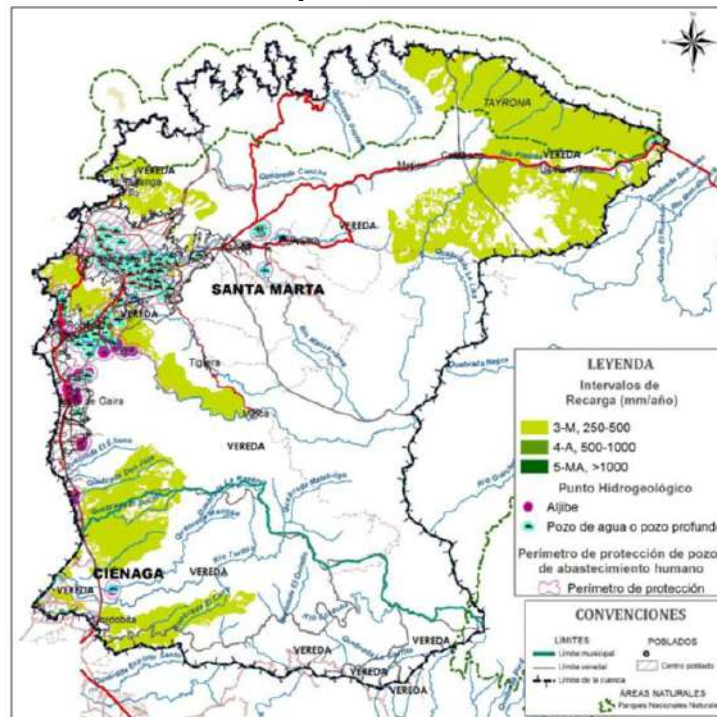


Fuente: INGEOMINAS (2003); SGC (2016); CORPPOMAG (2019)

Por su parte, en el POMCA Río Piedras – Río Manzanares y otros directos al Caribe (CORPOMAG, 2019) se determinó el potencial de recarga, observándose que la mayor parte de la cuenca está en el rango de 50 a 250 mm/año. Se destaca que la zona costera, hacia los alrededores de la Ciénaga de Santa Marta, el potencial de recarga es bajo (0 a 50 mm/año) debido principalmente al recubrimiento de sedimentos cuaternarios arcillosos. Por otro lado, hacia el norte y suroccidente de la cuenca los valores de recarga son superiores, estando en el rango de 250 a 500 mm/año.

Adicionalmente, con base en la estimación de la recarga potencial, en el POMCA de los Río Piedras – Río Manzanares y otros directos al Caribe (CORPOMAG, 2019) se identificaron y priorizaron zonas objeto de protección y manejo especial, particularmente aquellas con recargas superiores a 250 mm/año y áreas de influencia de pozos de captación, las cuales se concentran a lo largo de la franja occidental del área analizada, tal como se observa en la Figura 65, estas zonas coinciden con las áreas más vulnerables, tal como se evidencia en el siguiente apartado. Para estos sectores, desde el POMCA se sugiere la necesidad de la implementación de medidas de gestión orientadas a la protección del recurso hídrico subterráneo y a la sostenibilidad de su aprovechamiento a largo plazo.

Figura 65 Zonas de priorización y manejo especial definidas en el POMCA de los Río Piedras – Río Manzanares y otros directos al Caribe



Fuente: CORPPOMAG (2019)

5.1.3.9. Vulnerabilidad de los acuíferos a la contaminación

En el Atlas de Aguas Subterráneas (INGEOMINAS, 2003) se realizó la evaluación y zonificación de la vulnerabilidad intrínseca a la contaminación de los acuíferos, a través del método GOD (Foster, 1987), el cual valora tres (3) aspectos: “G” (condición del acuífero), “O” (predominio litológico de la zona no saturada) y “D” (profundidad del nivel freático), con esta metodología la vulnerabilidad se clasifica en seis (6) rangos, así:

1. *Extrema: acuíferos vulnerables a la mayoría de los contaminantes y con un impacto relativamente rápido para la mayoría de los escenarios de contaminación.*
2. *Alta: acuíferos vulnerables a muchos contaminantes, excepto aquellos que son rápida y fácilmente biodegradables.*
3. *Moderada: acuíferos vulnerables a contaminantes relativamente móviles y/o persistentes o bien, a eventos de contaminación continua, causados durante largos periodos de tiempo.*
4. *Baja: acuíferos vulnerables a contaminantes muy móviles y/o persistentes y a eventos de contaminación continuos durante largos periodos de tiempo. El impacto causado en el acuífero se caracteriza por ser de efecto a largo plazo y sus manifestaciones sobre la calidad del agua son tan débiles que suelen pasar inadvertidos durante mucho tiempo.*
5. *Muy baja: en estos acuíferos, las capas confinantes representan un obstáculo que dificulta en alto grado (sin que esto indique que sea imposible) un flujo significativo al acuífero. Sin embargo, se debe tener en cuenta, que los acuíferos que serían considerados como de menor vulnerabilidad a la contaminación, en términos generales tienden a ser los más difíciles de rehabilitar una vez contaminados.*
6. *Nula: No existe peligro alguno de contaminación del agua subterránea.*

Por su parte, en el POMCA (Plan de Ordenación y Manejo de Cuenca Hidrográfica) de los ríos Piedras, Manzanares y otros directos al Caribe (CORPAMAG, 2019) se evaluó la vulnerabilidad de los acuíferos a la contaminación mediante la metodología DRASTIC (Aller et al., 1987), la cual valora siete (7) aspectos:

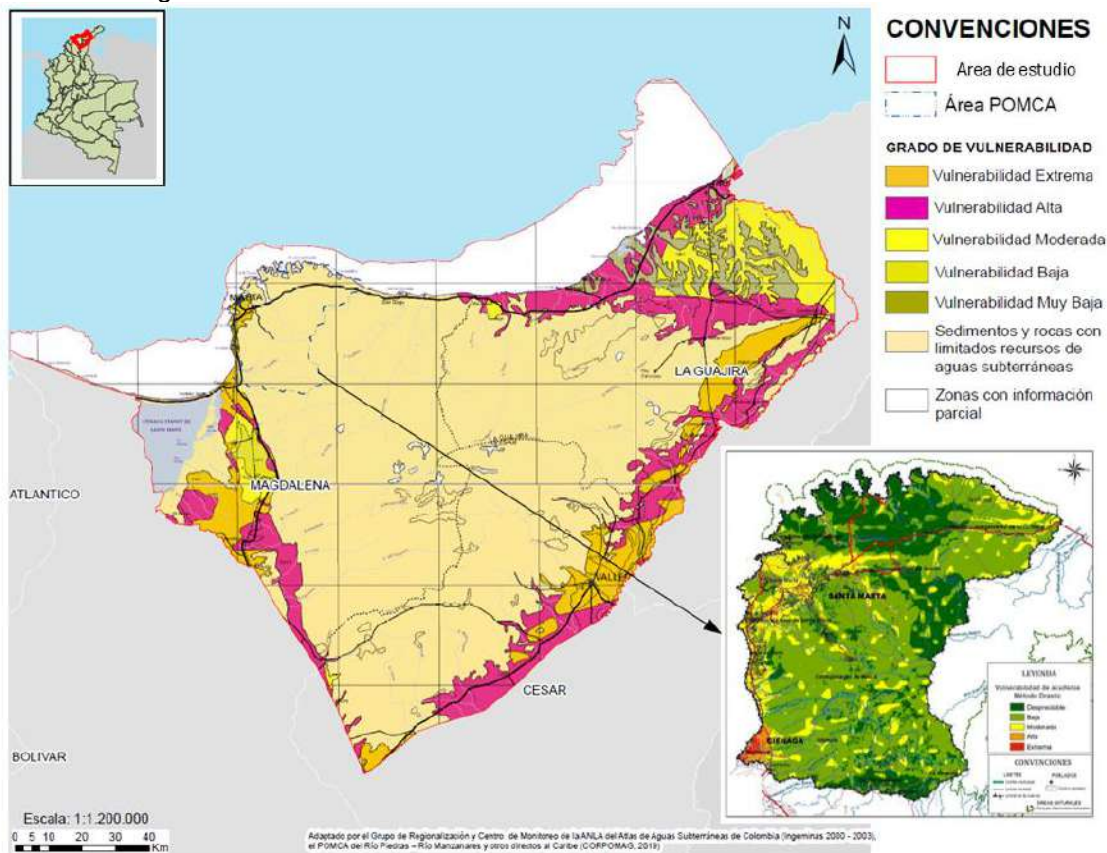
1. D (depth to water): profundidad del nivel del agua;
2. R (net recharge): recarga neta;
3. A (aquifer media): formación geológica que constituye el acuífero;

4. S (soil media): cubierta edáfica bajo la superficie del terreno;
5. T (topography): pendiente del terreno;
6. I (impact of vadose zone): tipo de material geológico de la zona no saturada;
7. C (hydraulic conductivity): conductividad hidráulica del acuífero.

Como resultado, esta metodología define los siguientes rangos: muy bajo (despreciable), bajo, moderado, alto y muy alto (extremo).

El resultado de las dos (2) evaluaciones de vulnerabilidad se puede observar en la Figura 66, resaltándose que la determinación realizada en el POMCA es de tipo local y considera más variables, que posiblemente representan mejor las condiciones reales del medio, además se incluye una parte del macizo ígneo-metamórfico de la SNSM localizado en la jurisdicción del municipio de Santa Marta.

Figura 66 Vulnerabilidad intrínseca de los acuíferos a la contaminación



Fuente: INGEOMINAS (2003); CORPOMAG (2019)

Es importante mencionar que en el ejercicio realizado en el Atlas de Aguas Subterráneas de Colombia solamente se tuvieron en cuenta aquellas unidades geológicas incluidas en los grupos (A) Sedimentos y rocas con flujo esencialmente

intergranular y (B) Rocas con flujo esencialmente a través de fracturas, es decir que para la parte del macizo cristalino de la SNSM, conformado principalmente por rocas ígneo-metamórficas (incluidas en el grupo (C) Sedimentos y rocas con limitados recursos de agua subterránea), no se determinó la vulnerabilidad.

El resultado de la evaluación del grado de vulnerabilidad a la contaminación obtenido del Atlas de Aguas Subterráneas de Colombia se presenta en la Tabla 23:

Tabla 23 Grado de vulnerabilidad de los acuíferos de acuerdo con el Atlas de Aguas Subterráneas de Colombia

Acuífero (Atlas de Aguas Subterráneas)	Tipo de acuífero	Grado de vulnerabilidad
Acuífero Depósito Aluvial de la Guajira	Libre	Alta - Moderada
Acuífero Santa Marta	Libre	Extrema
Acuífero del Cesar	Libre	Extrema - Alta
Acuífero Zona Bananera de Santa Marta	Libre Libre – Cubierto Semiconfinado	Extrema – Alta Moderada Baja
Acuífero Castilletes	Confinado	Muy Baja
Acuífero Fundación	Libre	Alta

Fuente: INGEOMINAS (2003)

Como se puede observar en la Figura 66, los acuíferos que bordean la SNSM, en general, presentan condiciones naturales asociadas a su composición litológica, permeabilidad intergranular y poca profundidad del nivel freático, que los hacen vulnerables a diversas fuentes contaminantes de origen antrópico; en tal sentido, es importante establecer medidas de protección, control del uso del suelo y gestión ambiental adecuada, de tal manera que se dé prioridad a la protección de la calidad del recurso hídrico subterráneo, dado que en esta zona, satisface necesidades de consumo humano, fines domésticos y agrícolas, entre otros.

Para el área del POMCA Río Piedras – Río Manzanares y otros directos al Caribe, se evidenció que la mayor parte de la cuenca presenta vulnerabilidad nula a baja, debido principalmente a la baja conductividad hidráulica de los materiales. Sin embargo, se reconoce que esta evaluación corresponde a diversas fuentes potencialmente contaminantes y no considera de forma específica el impacto potencial de actividades agrícolas intensivas.

No obstante, se destaca que, a lo largo de la franja occidental del área analizada en el POMCA, en la zona costera, se presentan vulnerabilidades moderadas, altas y extremas, esta última localizada hacia el norte del casco urbano del municipio de Ciénaga. Por su parte, y al igual que se observa en los resultados de la evaluación de la vulnerabilidad del Atlas de Aguas Subterráneas, en el municipio de Santa Marta, en su casco urbano e inmediaciones, la susceptibilidad a la contaminación

de los acuíferos es de moderada a alta. Esta condición de vulnerabilidad en los municipios mencionados se debe principalmente a las condiciones del acuífero, el cual es de tipo libre, conformado por litologías granulares altamente permeables y con profundidades del nivel freático menores a 10 m, por lo cual se encuentra expuesto a la infiltración de sustancias potencialmente contaminantes.

En consecuencia, especialmente en los sectores mencionados, se hace necesaria la restricción de algunas actividades de tipo industrial y extractivo que puedan intervenir directamente la calidad de los acuíferos, adicionalmente, es importante considerar que según el POMCA se han identificado áreas con salinidad y conductividad elevadas, especialmente hacia la zona noroccidental y en el acuífero de depósitos de playa, con indicios de procesos de salinización, aspecto que refleja la sensibilidad del recurso hídrico subterráneo, complementariamente se debe tener en cuenta la alta dependencia de la población hacia este recurso, donde la mayoría de los pozos se destinan al abastecimiento doméstico y a acueductos, en tal sentido, cobra relevancia la urgencia de una gestión adecuada del agua subterránea enfocada a la priorización de acuíferos para uso exclusivo de las comunidades, como un derecho fundamental, reconocido en la sentencia T-740/11 de la Corte Constitucional de la República de Colombia.

5.2. MEDIO BIÓTICO

5.2.1. Características biogeográficas

La Sierra Nevada de Santa Marta (SNSM) es una subregión estratégica para el Caribe colombiano que se levanta desde el mar Caribe hasta 5.776 msnm en el Chundúa o la Horqueta (picos Cristóbal Colón y Simón Bolívar), que es la montaña más elevada de Colombia y representa 1,46 % del territorio colombiano. Su complejidad ecológica, sumada a su ubicación latitudinal, la altitud del macizo, los niveles de radiación solar y la incidencia de los vientos alisios del norte y de los monzones regionales del valle del Magdalena, junto con distintos gradientes de humedad a lo largo de sus cuencas, ha propiciado la formación de numerosos microclimas. Esto, a su vez, ha determinado la diversidad de tipos de suelo, permitiendo el desarrollo de una rica variedad de microecosistemas y formas biológicas. Todo ello consolida a la SNSM como un sistema aislado, funcionando como una isla biogeográfica de alta diversidad alfa, destacada, por ejemplo, por su riqueza en géneros de plantas como se describirá más adelante en la sección de flora PNNC (2022).

La vegetación actual de la SNSM es resultado de un conjunto de transformaciones a lo largo de diferentes periodos de glaciación (avance o de retroceso glaciario) que se tradujeron en cambios en la precipitación y en la temperatura, especialmente durante el Pleistoceno (2,5 M.A. – 11.000 años), ocasionando movimientos de las franjas de vegetación regional y también local según Van der Hammen et al (1973); Van der Hammen y Cleef (1986). En algunos casos se presentó la sustitución de comunidades arborescentes con un dosel cerrado por vegetación herbácea de tipo abierto. En la alta montaña, estos cambios marcaban el límite para la distribución de la vegetación con porte arborescente.

En el sistema montañoso de la SNSM, durante el estadio Mamancanaca del Pleistoceno tardío (21,000-14,000 años antes del presente - A.P.) el límite superior del bosque pudo llegar a 2.100 m (Van der Hammen, 1984c) en donde el gradiente térmico fue muy fuerte; en la parte baja quizás pudo ser de 1° C cada 100 m, lo cual a su vez implicaba una comprensión de las zonas de vegetación de las regiones tropical o ecuatorial, subandina y andina según Van der Hammen (1984).

En términos biogeográficos, la SNSM ha sido considerado como un refugio climático de selva húmeda que se continuaba hacia las cimas mediante bosques nublados, aun durante las fases áridas del Pleistoceno Hernández-Camacho, J (1992). Precisamente en el flanco Norte de la sierra existe una depresión altitudinal de zonas bióticas y en consecuencia los elementos del piso térmico templado descienden a elevaciones muy bajas inclusive de unos 200 m. Existe la hipótesis biogeográfica que separa la SNSM como dos refugios húmedos, el flanco norte y occidental, sustentado por ejemplo con la ocurrencia actual del ave *Henicorhyna leucophrys* que se encuentra en cada uno de los flancos, representado por diferentes subespecies (*H. leucophrys anachoreta* y *bangsi*).

De forma general, las hipótesis biogeográficas proponen que la biota de la SNSM se deriva de elementos tropicales higrófilos del piso térmico cálido, elementos andinos de amplia distribución y elementos relacionados directamente con la cordillera de Mérida y la Sierra de Perijá y Macuira. No obstante, aún no es clara una hipótesis biogeográfica completa, ya que, aunque muchos de sus elementos son derivados de zonas bajas, también ha ocurrido un proceso de especiación en sus zonas altas. Además, como podría esperarse, muchos de sus elementos son de origen andino, con cierta facilidad de dispersión, razón por la cual varios de ellos habrían pasado de la Serranía de Perijá a la Sierra Nevada de Santa Marta, como puede ser evidente en un buen número de elementos comunes tanto en especies de plantas como en especies animales, siendo en muchos casos la diferenciación

es apenas a nivel de subespecie y en otros se trata de especies vicariantes bastante afines y de origen andino.

Así, es muy probable que la Serranía de Perijá habría formado un corredor para la dispersión de elementos hacia la Sierra Nevada de Santa Marta. Se ha sugerido asimismo un posible empobrecimiento de la biota de Perijá con posterioridad a la dispersión de algunos de sus elementos hacia la SNSM. Eso refleja el corredor biocultural entre la SNSM y la Serranía de Perijá identificado por los pueblos indígenas de la Sierra Nevada.

Ejemplo de estos indicios es el caso de *Chamaepetes goudotii* “pava maraquera”, una de las pavas de monte de zonas frías que tiene una amplia distribución desde Bolivia hasta los Andes colombianos, pero que queda limitada en la Cordillera Oriental hasta los Departamentos de Boyacá y Santander. Aparentemente no existe ni en los Andes venezolanos ni en Norte de Santander, pero sin embargo está representada en la Sierra Nevada de Santa Marta por una subespecie endémica *Chamaepetes goudotii sanctae-marthae*, bastante diferenciada. Esta es un ave de muy limitado potencial de vuelo como para pensar en su dispersión a considerable distancia, es decir, ya sea desde la Cordillera Central o desde los Andes de Antioquia hasta allí. Todo parece indicar que ocurrió en Perijá, pero que posteriormente desapareció.

Clasificación biogeográfica

De acuerdo con Hernández-Camacho, J (1992), el macizo de la Sierra Nevada de Santa Marta conforma una de las nueve (9) provincias biogeográficas del país, la cual se divide en cinco (5) distritos biogeográficos:

Tabla 24 Distritos biogeográficos dentro de la Provincia de la Sierra Nevada de Santa Marta

Distrito	Descripción	Tipos de bioma
Distrito Guachaca (IV.1):	Cubre los pisos térmicos cálido, templado y frío. Las condiciones climáticas son semihúmedas a húmedas, gracias a ubicarse en la zona de influencia directa de los vientos alisios del noreste, situación que favorece la condensación de humedad.	Vegetación arbustiva y herbácea de páramo, bosque húmedo altoandino, bosque húmedo subandino, selva húmeda tropical, bosque de galería tropical, manglares, playas, humedales y cuerpos de agua.
Distrito Aracataca (IV.2):	Cubre los pisos climáticos templado y cálido. Abarca la cuenca media de los ríos: Fundación, Ariguaní, Frío y Aracataca, donde las condiciones climáticas predominantes son semihúmedas a semiáridas. A diferencia del	Bosque húmedo altoandino, bosque húmedo subandino, selva húmeda tropical, bosque seco tropical, bosque de

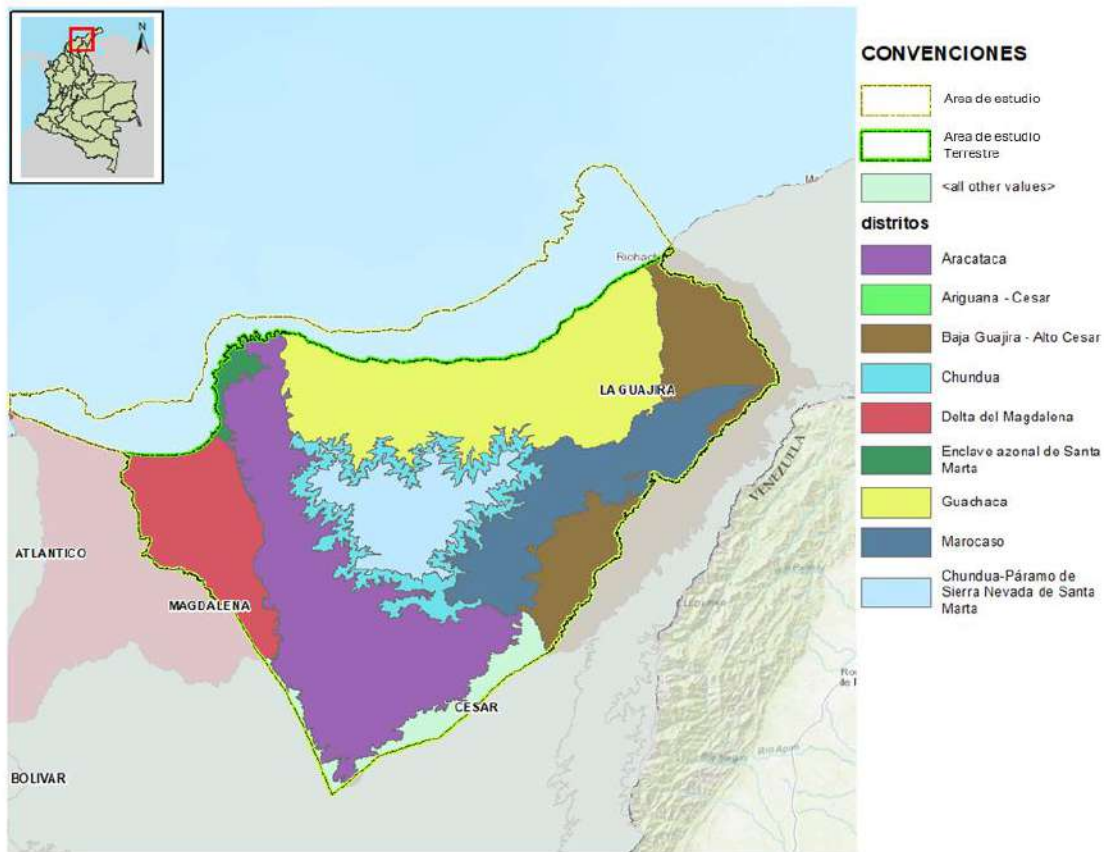
Distrito	Descripción	Tipos de bioma
	flanco norte de la sierra que recibe de forma directa los vientos alisios del noreste, el costado sur no se encuentra expuesto de frente a los vientos, sino en forma paralela a los alisios del sureste, situación que incide en las precipitaciones.	galería tropical, y cuerpos de agua.
Distrito Caracolicito (IV.3):	Se encuentra localizado en el costado suroriental de la SNSM. Presenta unas condiciones climáticas transicionales entre los climas semihúmedos a semiáridos, donde predomina estos últimos. El relieve de este flanco de la sierra es menos empinado y la forma de las montañas es más suavizada, lo que facilita el crecimiento de la vegetación. En el distrito se encuentran los pisos climáticos cálido, templado y frío, dominando en el primero las condiciones más áridas.	Bosque húmedo altoandino, bosque húmedo subandino, selva húmeda tropical, bosque seco tropical, bosque de galería tropical, y cuerpos de agua.
Distrito Marocaso (IV.4):	En el distrito predominan las condiciones climáticas semiáridas y áridas, las cuales se encuentran asociadas a bajas precipitaciones por encontrarse en posición de sombra de lluvia de los vientos alisios del noreste (en este caso la Serranía del Perijá representa un obstáculo para los vientos alisios que vienen cargados de humedad). Las condiciones deficitarias de humedad marcadas por un régimen de lluvias monomodal.	Vegetación arbustiva y herbácea de páramo, bosque húmedo altoandino, bosque húmedo subandino, vegetación semiárida subandina, selva húmeda tropical, bosque seco tropical, matorral seco tropical, bosque de galería tropical, humedales.
Distrito Chundúa y páramo de la SNSM (IV.5):	Este distrito se encuentra ubicado por encima de los 2.000 metros de altura. La localización altitudinal del distrito abarca los pisos térmicos templado, frío, muy frío y nival. Por encima de los 3.500 metros la influencia de las glaciaciones en el cuaternario favoreció el desarrollo depósitos y afloramientos rocosos con suelos poco evolucionados y pobres en nutrientes. Por debajo de los 3.500 metros, la alta influencia de la radiación solar, las pendientes fuertes y el desarrollo de suelos poco evolucionados, solo permite el crecimiento de plantas bajas como frailejones y pajonales.	Glaciares andinos, vegetación arbustiva y herbácea de páramo, bosque húmedo altoandino, bosque húmedo subandino, cuerpos de agua.

Fuente: Latorre et al. (2014)

Asimismo, se presentan periféricamente otros distritos que hacen parte de la Provincia del cinturón árido Pericaribeño, tales como el distrito Ariguaní-Cesar, distrito de la Baja Guajira y Alto Cesar, distrito del Enclave azonal de Santa Marta y distrito del Delta del Magdalena. Esta provincia incluye la mayor parte de la región Caribe del país, excepto de la SNSM, y se extiende por las diversas planicies,

aluviales, fluvio-lacustres y marino-costeras del litoral Caribe, y el conjunto de planicies estructurales con relieves de lomas, colinas y serranías, al igual que los planos de inundación de las cuencas bajas de los ríos Magdalena, Cauca, Cesar, San Jorge y Sinú en el norte de Colombia. El clima es dominado por el piso climático cálido, con un régimen de lluvias marcado por los excesos y los déficits, pero con una tendencia hacia la aridez. Esta provincia se caracteriza por la presencia de tipos de vegetación muy heterogéneos que varían entre: bosques secos, matorrales xerofíticos, sabanas naturales, vegetación desértica, dunas arenosas, bosque riparios, humedales, zonas lacustres, manglares y playas litorales. La siguiente figura localiza los distritos biogeográficos para la Reserva (Latorre et al. (2014).

Figura 67. Distritos biogeográficos dentro del Territorio Ancestral



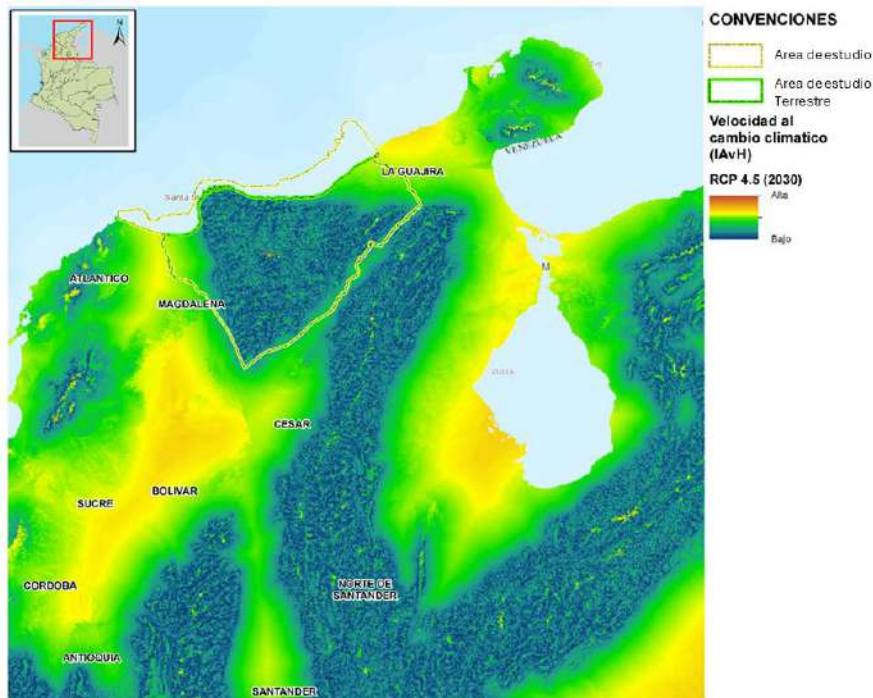
Fuente: Elaboración propia (2025)

Importancia biogeográfica de la SNSM como refugio climático para la biodiversidad

Si bien desde la biogeografía histórica se tiene la hipótesis de la SNSM como refugio climático durante el pleistoceno, en tiempo presente y prospectivo, se puede analizar asimismo la potencialidad de la sierra como un refugio para los cambios en

el clima que se puedan establecer a futuro bajo varios escenarios, en donde se contempla una hipótesis en el mismo sentido. Con base en los mapas de velocidad del cambio climático (VoCC) para los escenarios RCP 4.5 y RCP 8.5 al año 2030, la Sierra Nevada de Santa Marta (SNSM) se consolida como un territorio clave para entender tanto la vulnerabilidad como la resiliencia climática en el norte de Colombia. Los gradientes altitudinales abruptos de la Sierra generan contrastes marcados en la VoCC: mientras que las zonas bajas y piedemontes presentan valores relativamente más altos (colores amarillos), las áreas de mayor altitud muestran velocidades más bajas (verdes y azules). Esto indica que, en las zonas altas, las condiciones climáticas cambian más lentamente en el espacio, reduciendo la distancia que las especies tendrían que recorrer para mantener su nicho climático. En comparación con otras regiones del Caribe colombiano, la SNSM destaca por su heterogeneidad ambiental, un factor clave para amortiguar los impactos del cambio climático.

Figura 68 Mapa de la velocidad de cambio climático se presenta RCP 4.5

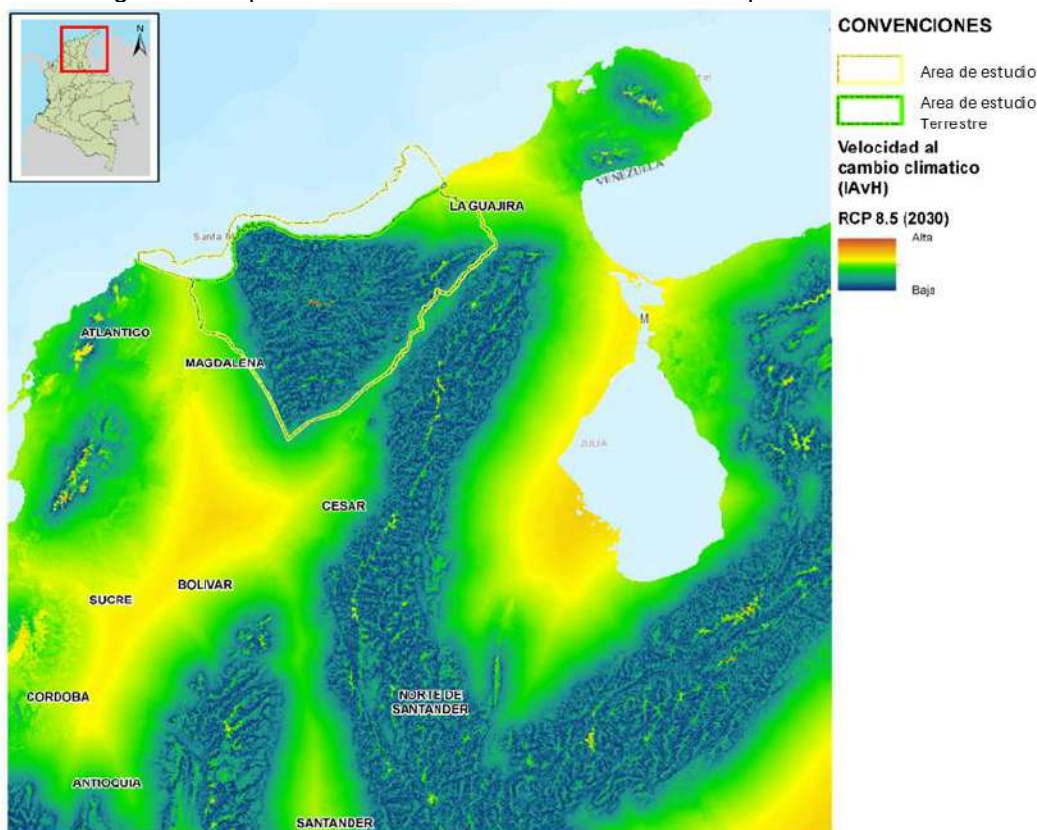


Fuente: IAVH (2021)

Desde una perspectiva ecológica, estas zonas de baja VoCC en la Sierra Nevada pueden interpretarse como refugios climáticos, es decir, áreas donde las especies tienen mayor probabilidad de persistir frente al cambio climático sin necesidad de migraciones rápidas o extensas. La presencia de múltiples pisos térmicos en un área relativamente pequeña facilita movimientos altitudinales cortos, una ventaja

crítica si se considera que, según los resultados nacionales, muchas especies necesitarían desplazarse a velocidades muy superiores a las observadas históricamente para seguir condiciones climáticas similares. En escenarios de altas emisiones (RCP 8.5), aunque se intensifican los valores de VoCC en zonas circundantes, los núcleos montañosos de la SNSM continúan funcionando como espacios de relativa estabilidad climática, reforzando su papel como reservorios de biodiversidad.

Figura 69 Mapa de la velocidad de cambio climático se presenta RCP 8.5



Fuente: IAVH (2021)

No obstante, el potencial de la SNSM como refugio climático no elimina los riesgos asociados al cambio climático, sino que resalta la responsabilidad de su gestión y conservación. La pérdida de conectividad ecológica, la presión antrópica en zonas medias y bajas, y la posible reducción de servicios ecosistémicos pueden comprometer la función refugio del macizo. En este contexto, los resultados de la VoCC respaldan la necesidad de estrategias de adaptación basadas en la naturaleza, enfocadas en la protección de gradientes altitudinales, corredores ecológicos y territorios con alta diversidad biológica y cultural. Proteger la SNSM no solo implica conservar especies, sino también asegurar uno de los principales

refugios climáticos del Caribe colombiano frente a un cambio climático cada vez más acelerado.

5.2.2. Biomas y zonas de vida

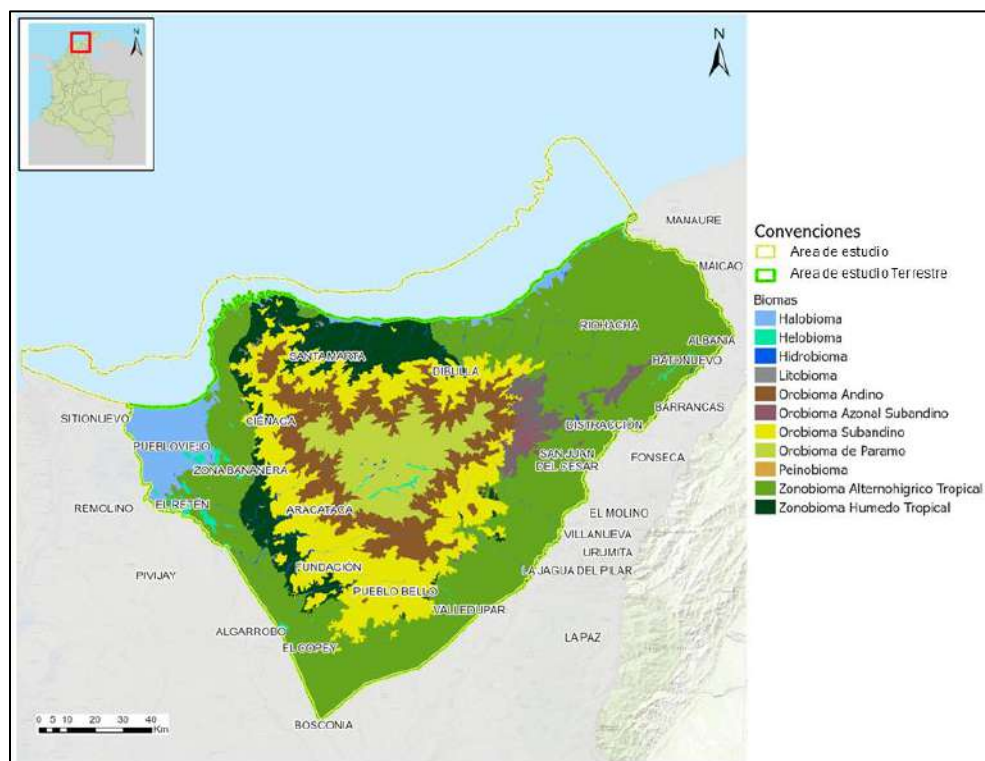
En la actualidad, la SNSM caracteriza por presentar un alto grado de endemismo, particularmente en los orobiomas situados por encima de los 800-1000 m de altura. El bioma de páramo solo se encuentra sobre el flanco Norte y Sur, siendo el sector Norte comparativamente el más húmedo. La biodiversidad de esta ecorregión no se limita únicamente a la alta diversidad de la biota de sus selvas húmedas ni a los elevados niveles de endemismo que aumentan con la altitud como resultado del aislamiento, sino que radica en la existencia de un mosaico ecológico compacto y complejo, resultado de su topografía, condiciones climáticas e historial evolutivo. Así, en la SNSM se observan sistemas con extrema escasez hídrica, típicos del cinturón árido del Caribe, que se integran con selvas deciduas y húmedas de tierras bajas, ecosistemas de vertientes húmedas tropicales y páramos de alta montaña (PNNC, 2022).

La Sierra Nevada de Santa Marta forma parte del hotspot de biodiversidad de los Andes Tropicales, que comprende diversos biomas donde la alta diversidad se ha vinculado con la historia evolutiva de la flora y la heterogeneidad fisiográfica. La SNSM se distingue por su relieve abrupto y gradientes microclimáticos que generan una heterogeneidad ambiental compleja, dando lugar a un mosaico de biomas biológicamente significativos. Entre estos se incluyen manglares, zonas xerofíticas, bosques secos tropicales, bosques húmedos tropicales, bosques montanos y páramos (PNNC, 2022).

5.2.2.1. Biomas

En el área protegida y su zona de ampliación se reconocen 11 biomas (figura 1) de acuerdo con el Mapa de – Ecosistemas continentales, costeros y marinos de Colombia, escala 1:100.000 para el periodo 2024 (IDEAM, 2025) los cuales se mencionan a continuación:

Figura 70. Biomas presentes en el área de reserva de la Sierra Nevada de Santa Marta



Fuente: IDEAM (2025)

Tabla 25 Descripción de biomas presentes en el área de estudio

Bioma	Descripción
Orobioma de Paramo	Corresponde a la franja altitudinal por encima de los 2.800 m.s.n.m; para su identificación se tuvo en cuenta clase Muy Frio, Extremadamente frío y Nival de Caldas y las provincias de humedad de Lang: húmedo, semihúmedo y superhúmedo.
Orobioma Andino	Zonas de montaña localizadas aproximadamente entre los 1.800 y 2.800 msnm, donde se presentan temperaturas que fluctúan entre los 12 y 18° %
Orobioma Azonal Subandino	Corresponde a la franja altitudinal entre los 800 a los 1.800 m.s.n.m del piso climático Templado de Caldas y a las provincias de humedad de Lang: Árido y Semiárido.
Orobioma Subandino	Corresponde a la franja altitudinal entre los 800 a los 1.800 m.s.n.m; para su identificación se tuvo en cuenta el piso climático Templado y las provincias de humedad: húmedo, semihúmedo y superhúmedo.
Zonobioma Húmedo Tropical	Bioma con selva húmeda ubicada por debajo de los 800 m s.n.m., en la cual no existe déficit de agua para la vegetación a lo largo del año. Presenta climas húmedos o superhúmedos, diferentes tipos de relieve, suelos caoliniticos o condiciones oxidantes, evolución moderada o incipiente, medios en los que han evolucionado ecosistemas de bosques basales húmedos, o que por intervención antrópica se encuentren otras coberturas.
Zonobioma Alternohigrico Tropical	Hace referencia a los biomas con climas cálidos y semiáridos con relieves especialmente de terrazas o planos de marea, medios en los que han evolucionado ecosistemas como los de sabanas estacionales (bien drenadas) o bosques. Algunos autores asimilan estos biomas a la zona de

Bioma	Descripción
	vida Bosque Seco Tropical de Holdrige, con temperaturas entre 24 - 35 °C, precipitaciones entre 1000 a 2000 mm y alturas sobre el nivel del mar entre 0 a 1000 m con largos periodos de sequía, durante los cuales la vegetación pierde su follaje, pero lo recupera nuevamente en los pocos meses lluviosos.
Halobioma	Zonas con suelos anegados con influencia salina, por lo que se han identificado en las zonas costeras y parte insular.
Helobioma	Lugares con mal drenaje, encharcamiento permanente o con prolongado periodo de inundación. Bioma donde se encuentran ecosistemas acuáticos transicionales continentales con la expresión de bosques basales húmedos
Hidrobioma	Está relacionado solo con los ecosistemas acuáticos continentales lóticos y lénticos.
Litobioma	Lugares con suelo incipiente sobre roca dura.
Peinobioma	Peinobiomas, son biomas dentro de los cuales se encuentran ecosistemas como las sabanas naturales de piso climático cálido, con predominio de herbáceas, donde pueden aparecer entremezclados arbustos, árboles y palmeras. Las características de los suelos, la topografía y el fuego como un factor natural, junto con los factores climáticos, determinan la presencia de sabanas. Otros ecosistemas son los relacionados con afloramientos rocosos. La precipitación puede variar entre 1700 a 3000 al año.

Fuente: IDEAM (2025)

Biomos y resguardos indígenas

La siguiente tabla evidencia una alta concentración de la superposición espacial entre áreas protegidas y resguardos indígenas en la SNSM, alcanzando un total de 561.600,05 ha, lo que refleja la estrecha relación entre las estrategias de conservación y los territorios ancestrales indígenas.

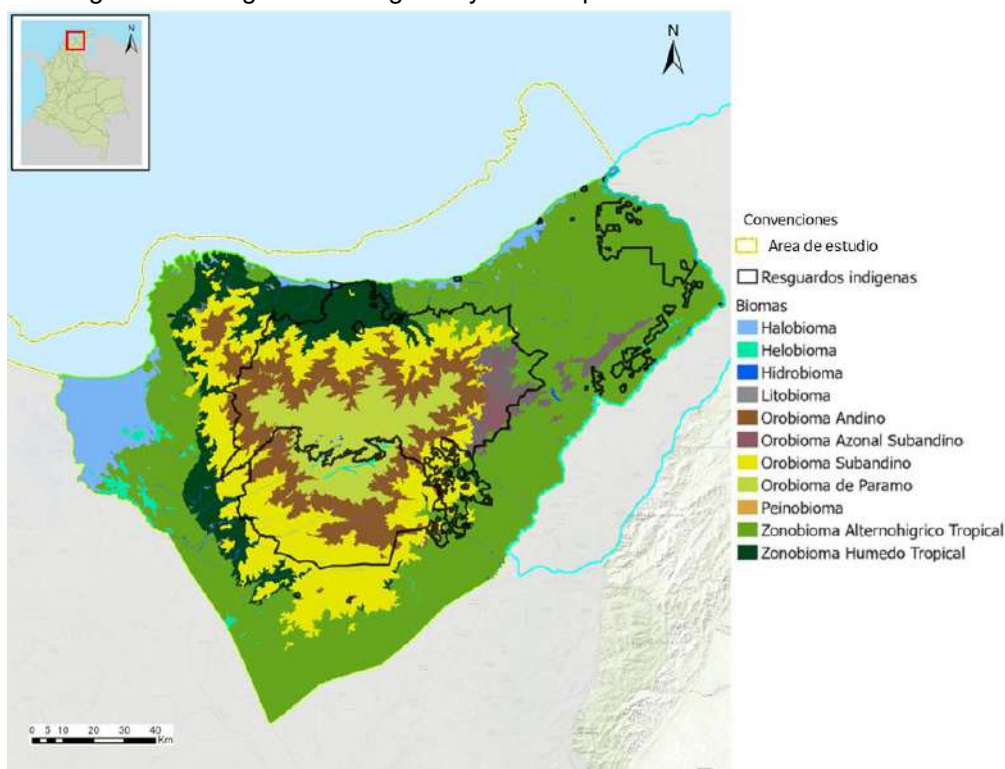
Tabla 26. Resguardos indígenas y áreas protegidas

Area protegida	Resguardo indígena	Area ha	Area %
Santuario de Fauna y Flora Los Flamencos	Resguardo Indígena Wayuu de Tocaromana, Loma Fresca y Chentico - "Perratpu"	114,02	0,02
Parque Nacional Natural Sierra Nevada de Santa Marta	Resguardo Indígena Kankuamo	20,07	0,00
Parque Nacional Natural Sierra Nevada de Santa Marta	Resguardo Indígena Kogui - Malayo y Arhuaco	348090,99	61,98
Parque Nacional Natural Sierra Nevada de Santa Marta	Resguardo Indígena Arhuaco O Ijke (Arhuaco De La Sierra)	199804,62	35,58
Parques Naturales Regionales Los Besotes	Resguardo Indígena Kankuamo	107,51	0,02
Distritos Regionales de Manejo Integrado Bañaderos Cuenca Alta del Rio Camarones	Resguardo Indígena Wayuu de Mañature	2,67	0,00

Area protegida	Resguardo indígena	Area ha	Area %
Distritos Regionales de Manejo Integrado Bañaderos Cuenca Alta del Rio Camarones	Resguardo Indígena Wayuu de Lomamoto	23,24	0,00
Reserva Natural de la Sociedad Civil Hacienda El Cequion	Resguardo Indígena Kogui - Malayo y Arhuaco	32,07	0,01
Distritos Regionales de Manejo Integrado Delta del Rio Rancheria	Resguardo Indígena Wayuu de la Alta Y Media Guajira	756,36	0,13
Distritos Regionales de Manejo Integrado Cuenca baja del Rio Rancheria	Resguardo Indígena Wayu El Soldado Parate Bien	149,74	0,03
Distritos Regionales de Manejo Integrado Cuenca baja del Rio Rancheria	Resguardo Indígena Wayuu Cuatro De Noviembre	110,12	0,02
Distritos Regionales de Manejo Integrado Cuenca baja del Rio Rancheria	Resguardo Indígena Wayuu de la Alta Y Media Guajira	12302,51	2,19
Reserva Natural de la Sociedad Civil Yumake	Resguardo Indígena Kogui - Malayo y Arhuaco	0,18	0,00
Distritos Regionales de Manejo Integrado Caracoli Sabanas de Manuela	Resguardo Indígena Kogui - Malayo y Arhuaco	85,95	0,02
Total		561600,05	100,00

Fuente: Elaboración propia (2025)

Figura 71. Resguardos indígenas y biomas presentes en el área de estudio



Fuente: IDEAM (2025)

La mayor proporción de esta superposición se presenta en el Parque Nacional Natural Sierra Nevada de Santa Marta, el cual concentra más del 97 % del área total compartida con resguardos indígenas. En particular, el Resguardo Indígena Kogui–Malayo y Arhuaco representa la mayor extensión, con 348.090,99 ha, equivalentes al 61,98 % del total analizado, seguido por el Resguardo Indígena Arhuaco o Ijke, con 199.804,62 ha (35,58 %). Estos valores ponen de manifiesto que gran parte del parque nacional se traslapa con territorios indígenas, resaltando el papel fundamental de estas comunidades en la conservación de los ecosistemas estratégicos de la región.

En contraste, la superposición con el Resguardo Indígena Kankuamo dentro del Parque Nacional Natural Sierra Nevada de Santa Marta es considerablemente menor (20,06 ha), lo que indica una participación espacial marginal en comparación con los otros resguardos de la Sierra.

Las demás categorías de áreas protegidas presentan una participación significativamente reducida, con valores individuales inferiores al 3 % del total. Entre

estas, se destaca el Distrito Regional de Manejo Integrado de la cuenca baja del río Ranchería, que se superpone con el Resguardo Indígena Wayuu de la Alta y Media Guajira, alcanzando 12.302,51 ha, correspondientes al 2,19 % del área total. Esta cifra representa la mayor superposición fuera del Parque Nacional Natural Sierra Nevada de Santa Marta y evidencia la importancia de los territorios Wayuu en la gestión y conservación de ecosistemas asociados a la cuenca del río Ranchería.

Otras superposiciones, como las registradas en los Distritos Regionales de Manejo Integrado de Bañaderos—cuenca alta del río Camarones, el Santuario de Flora y Fauna Los Flamencos, los Parques Naturales Regionales Los Besotes y las Reservas Naturales de la Sociedad Civil, presentan extensiones muy reducidas, con porcentajes inferiores al 0,2 %, lo que sugiere una incidencia espacial limitada, aunque no necesariamente irrelevante desde el punto de vista socioambiental y de gobernanza territorial.

En términos generales, se observa que las áreas protegidas de carácter nacional, particularmente el Parque Nacional Natural Sierra Nevada de Santa Marta, concentran la mayor interacción territorial con resguardos indígenas, mientras que las figuras regionales y privadas presentan traslapes puntuales y de menor magnitud. Este resultado refuerza la idea de que la conservación a gran escala en la Sierra Nevada de Santa Marta está fuertemente ligada a la presencia y manejo tradicional de los pueblos indígenas, lo que resalta la necesidad de fortalecer la gobernanza intercultural, la coordinación institucional y el reconocimiento del conocimiento tradicional como un componente clave para la sostenibilidad y conservación de estos territorios.

5.2.2.2. Zonas de vida

Según el sistema de formaciones vegetales de Holdridge, y excluyendo algunas coberturas de la zona costera, la SNSM presenta 13 formaciones vegetales: Monte espinoso Tropical (me-T), Bosque muy seco Tropical (bms-T), Bosque seco Tropical (bs-T), Bosque húmedo Tropical (bh-T), Bosque húmedo Subtropical (bh-ST), Bosque muy húmedo Subtropical (bmh-ST), Bosque húmedo Montano Bajo (bh-MB), Bosque muy húmedo Montano Bajo (bmh-MB), Bosque muy húmedo Montano (bmh-M), Bosque pluvial Montano (bp-M), Páramo pluvial Subalpino (pp-SA), Tundra pluvial Alpina (tp-A) y Formación nival (N) (PNNC, 2020). Los ecotonos o transiciones ecológicas entre los ecosistemas como el premontano-montano y montano-páramos, áreas donde se concentran los mayores endemismo y cambios florísticos especializados (Chapman et al., 2016).

A continuación, se presenta una tabla por ecosistema o zona de vida que integra: rasgos ecológicos clave, familias dominantes típicas, especies indicadoras/estructurales.

Tabla 27 Principales zonas de vida de Holdridge en el área de estudio

Altitud aprox. (msnm)	Zona vida Holdridge*	Características e importancia ecológica	Familias dominantes	Especies indicadoras/estructurales
120 - 600	Monte espinoso Tropical (me-T)	formación con marcado déficit hídrico; dominada por árboles, arbustos con espinas, hojas coriáceas; alberga especies adaptadas a la aridez.	Fabaceae, Bignoniaceae, Euphorbiaceae, Burseraceae, Cactaceae, Malvaceae.	<i>Vachellia farnesiana</i> , <i>Parkinsonia aculeata</i> , <i>Bursera simaruba</i> , <i>Stenocereus griseus</i> , <i>Handroanthus</i> spp, <i>Neltuma juliflora</i>
600 - 1000	Bosque muy seco Tropical (bms-T)	precipitaciones bajas, follaje en vegetación caducifolio, sotobosque ralo, estratos arbóreos de baja altura; conecta ecológicamente cuencas hidrográficas secas.	Fabaceae, Boraginaceae (Cordia spp), Bignoniaceae, Anacardiaceae, Cactaceae, Burseraceae	<i>Guaiacum officinale</i> (CR, Res. 0126 de 2024); <i>Bursera simaruba</i> ; <i>Ceiba pentandra</i> , <i>Handroanthus</i> spp; <i>Guazuma ulmifolia</i> ; <i>Genipa americana</i>
	Bosque seco tropical (bs-T)	Alta estacionalidad hídrica; suelos con fuerte limitación de agua; alta vulnerabilidad a cambio de uso del suelo e incendios; alta fragmentación regional.	Fabaceae, Bignoniaceae, Burseraceae, Euphorbiaceae, Malvaceae, Cactaceae.	<i>Guaiacum officinale</i> (CR, Res. 0126 de 2024), <i>Astronium graveolens</i> , <i>Bursera simaruba</i> , <i>Handroanthus</i> spp.
800 - 1000	Bosque húmedo tropical (bh-T)	Bosques de alta productividad y diversidad; soporte de bancos de semillas, lianas y palmas; base del gradiente altitudinal hacia premontano.	Fabaceae, Rubiaceae, Lauraceae, Annonaceae, Sapotaceae, Moraceae.	<i>Aniba perutilis</i> (CR, Res. 0126 de 2024), <i>Cariniana pyriformis</i> (CR) <i>Elaeagia barbata</i> (CR), palmas (Arecaceae) y lianas de Fabaceae.
900 - 2100	Bosque húmedo subtropical (bh-ST)	cinturón subandino premontano, clima húmedo sin déficit hídrico fuerte; dosel abierto a semicerrado; conecta bosques basales y montanos, clave en corredores biológicos y provisión hídrica; altamente transformado por agricultura.	Dominancia de Rubiaceae, Piperaceae, Melastomataceae, Lauraceae, Urticaceae, Araceae	Especies indicadoras cafeteras como <i>Cordia alliodora</i> , <i>Handroanthus</i> spp, <i>Inga</i> spp, <i>Guadua angustifolia</i> , <i>Ocotea/Persea</i> spp, <i>Vismia</i> spp
1000 - 2000	Bosque muy húmedo subtropical (bmh-ST)	subandino muy húmedo con alta pluviosidad, abundantes epífitas y varios estratos arbóreos; asociado a laderas andinas con fuertes gradientes orográficos; aporta regulación hídrica a cuencas interandinas y conecta bosques húmedos y montanos bajos, alta diversidad de avifauna	Lauraceae, Melastomataceae, Rubiaceae, Arecaceae, Moraceae	<i>Erythrina</i> spp, <i>Ocotea/Virola/Lauraceae</i> , <i>Palmas (Oenocarpus, Euterpe)</i> , <i>Guadua</i>
1800 - 2300	Bosque húmedo Montano	Transición térmica-hídrica; incremento de epífitas y helechos arborescentes; alto recambio florístico altitudinal.	Lauraceae, Melastomataceae, Rubiaceae, Araceae,	<i>Cyathea</i> spp. (helechos arborescentes), <i>Miconia</i> spp., epífitas <i>Orchidaceae/Bromeliaceae</i> .

Altitud aprox. (msnm)	Zona vida Holdrige*	Características e importancia ecológica	Familias dominantes	Especies indicadoras/estructurales
	Bajo (bh-MB)		Orchidaceae, Bromeliaceae, Cyatheaceae.	
	Bosque muy húmedo Montano bajo (bmh-MB)	Lluvias todo el año con niebla frecuente; bosques con varios estratos, alto epifitismo; crítico para regulación hídrica de cuencas andinas, captura de niebla, reservorio de carbono en biomasa; conserva endemismo de especies	Ericaceae, Melastomataceae, Lauraceae, Rubiaceae, Cyatheaceae, Orchidaceae, Bromeliaceae	<i>Ceroxylon quindiuense</i> (EN); <i>Quercus humboldtii</i> (VU); epífitas Orchidaceae/Bromeliaceae; <i>Weinmannia</i> spp, <i>Prestoea</i> , helechos arborescentes
2300 - 2800	Bosque muy húmedo Montano (bmh-M)	bosques andinos nublados muy húmedos, denso epifitismo, suelos orgánicos y neblina persistente; área fuente de agua, protección de manantiales, hábitat especies amenazadas; conecta gradiente bosque-páramo	Ericaceae, Melastomataceae, Lauraceae, Rubiaceae, Araliaceae, Orchidaceae, Bromeliaceae	<i>Ceroxylon quindiuense</i> (EN); <i>Quercus humboldtii</i> (VU); epífitas Orchidaceae/Bromeliaceae; <i>Weinmannia</i> spp, <i>Brunellia</i> spp, <i>Clusia</i> spp, <i>Podocarpus</i> spp
2800 - 3500	Bosque pluvial Montano (bp-M)	altas precipitaciones, condición superhúmeda de montaña con cobertura de neblina casi permanente, estructura de bosque nuboso bajo, muy alto epifitismo y hojarasca profunda; máxima captación de agua por intercepción precipitación horizontal, alto valor de almacenamiento de carbono y endemismo.	Ericaceae, Melastomataceae, Lauraceae, Arecaceae, Bromeliaceae, Orchidaceae, Asteraceae	<i>Prestoea</i> spp, <i>Weinmannia</i> /Bunellia, epífitas dominantes (vascular y no vascular)
3500 - 4100	Páramo pluvial subalpino (pp-SA)	Ecosistema altoandino con alta especialización; regulación hídrica y almacenamiento en suelos orgánicos; alta proporción de endemismos y especies de distribución restringida.	Asteraceae, Poaceae, Ericaceae, Rosaceae, Caryophyllaceae; Bromeliaceae (Puya).	<i>Libanothamnus occultus</i> , <i>Pentacalia carrikeri</i> , <i>Diplostephium</i> spp.; pajonales (<i>Calamagrostis</i> / <i>Festuca</i>). En los páramos de la Sierra Nevada de Santa Marta tienen su centro de origen géneros como <i>Cabreriaella</i> , <i>Castañedia</i> y <i>Rauliopsis</i> de las Asteraceae, <i>Obtegomeria</i> de las Lamiaceae y <i>Micropleura</i> y <i>Perissocoelum</i> de las Apiaceae (Cleef y Rangel, 1984).
4100 - 5000	Tundra pluvial Alpina (tp-A)	cinturón con condiciones frías, suelos pedregosos y vientos intensos; vegetación enana, rosetas; temporada de crecimiento muy corta; zona transición crítica especies especializadas; aporta regulación hídrica y protección	Asteraceae; Caryophyllaceae; Ericaceae; Juncaceae.	Complejo de plantas rosetas como <i>Espeletia</i> spp, <i>Distichia</i> spp, <i>Azorella</i> spp, líquenes y musgos dominantes en superficies.

Altitud aprox. (msnm)	Zona vida Holdrige*	Características e importancia ecológica	Familias dominantes	Especies indicadoras/estructurales
> 5000	Formación nival (N)	de manantiales glaciales; alta sensibilidad cambio climático zonas de nieves perpetuas, glaciares en cumbres andinas; condiciones extremas, heladas, crioclastia, escasa biota vascular; indicadores sensibles del cambio climático; alimentan humedales altoandinos	predominan líquenes y cianobacterias en sustratos	Biota vascular escasa

Fuente: Avella-M (2014); IAvH (2015); IDEAM et al. (2017); Camargo-Espitia (2019), Dinerstein et al. (2021); Fortier et al. (2025).

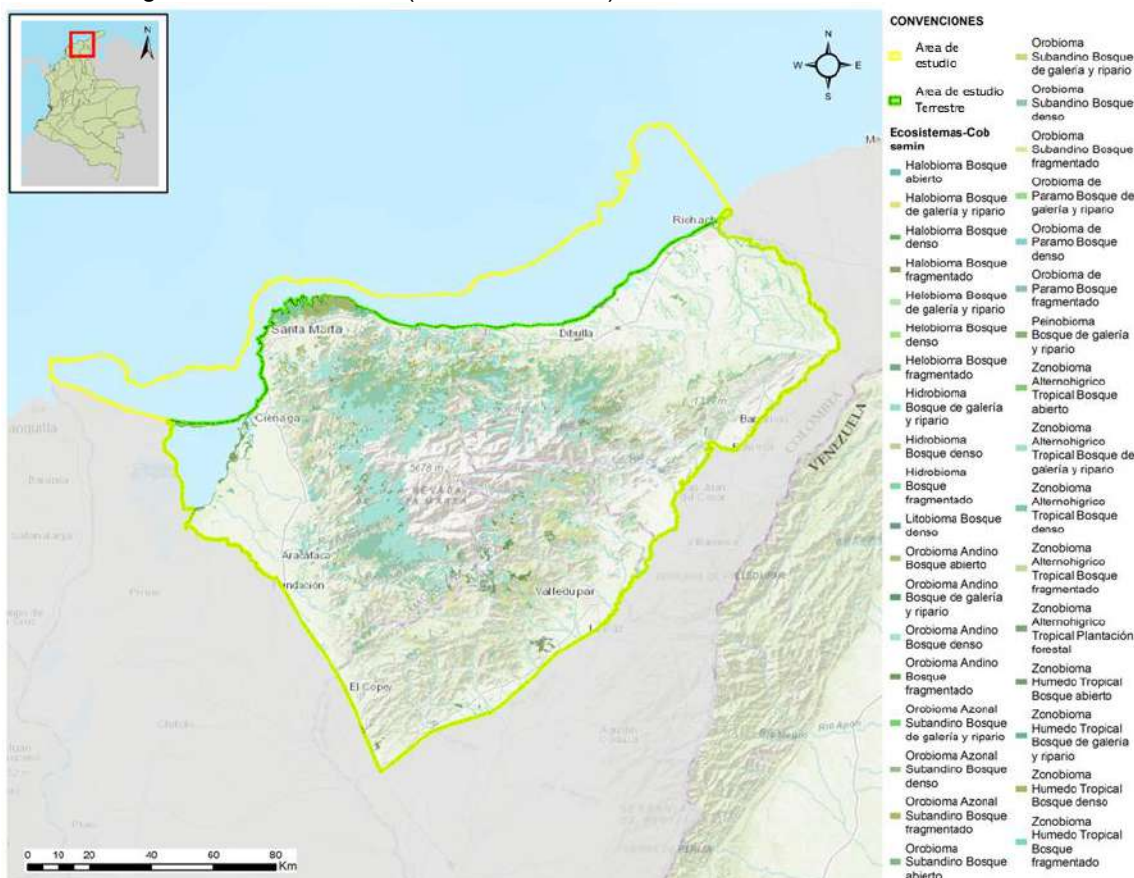
5.2.3. Coberturas de la tierra y dinámica de transformación

5.2.3.1. Coberturas de la tierra

Según el mapa de coberturas de la tierra para el periodo 2022 (IDEAM, 2025), elaborado con base en la Leyenda Corine Land Cover, la cobertura predominante en la SNSM corresponde al Arbustal (3.2.2), con una participación del 13,95% equivalente a 265.169,92 ha. Le siguen la vegetación secundaria o en transición (3.2.3), que representa el 12,24% del área (232.684,77 ha); el Bosque denso, con el 11,83% (224.648,61 ha); el Herbazal, con el 9,82% (186.628,79 ha); los Cultivos permanentes arbóreos, con el 8,94% (170.001,12 ha); el Mosaico de pastos con espacios naturales, con el 8,85% (168.313,25 ha); y el Mosaico de cultivos, pastos y espacios naturales, con el 6,93% (131.669,18 ha). En menor proporción se identifican coberturas como zonas portuarias (1.2.3), zonas de disposición de residuos (1.3.2) y aeropuertos (1.2.4), que ocupan áreas de 0,0017 ha, 0,042 ha y 0,0131 ha respectivamente.

Al comparar los biomas descritos con el Mapa de Coberturas de la Tierra – Corine Land Cover (2022), se registran 241 tipos de ecosistemas en la SNSM (ver Figura 72 y Anexo 14.3). Esta gran variedad se explica por factores como el clima, el tipo de agua, el relieve, los suelos, la temperatura y el tipo de sustrato, entre otros. Esta diversidad coincide con las características propias de la región, donde se encuentran ecosistemas que van desde el Zonobioma Alternohigrico Tropical, con coberturas como pastos, cultivos, arbustales, afloramientos rocosos y bosques de diferentes tipos, hasta el Orobioma de Páramo, que incluye herbazales, arbustales, zonas arenosas naturales, afloramientos rocosos y bosques densos (MINAMBIENTE, 2022).

Figura 72. Ecosistemas (bioma/cobertura) seminaturales en el área de estudio



Fuente: IDEAM (2025)

5.2.3.2. Dinámica de transformación

Con base en la información disponible sobre coberturas de la tierra para los años 2018 y 2022, elaborada con la metodología Corine Land Cover (escala 1:100.000), se observa que en la SNSM hubo cambios importantes en las coberturas de bosques y áreas seminaturales.

En 2018, los arbustales (3.2.2) ocupaban 270.041,35 ha (15,31%). Para el 2022 esta cobertura disminuyó a 265.160,92 ha, lo que significa una pérdida aproximada de 11.880 ha. Algo similar ocurre con la vegetación secundaria o en transición (3.2.3), que pasó de 238.112,58 ha (13,16%) en 2018 a 232.684,77 ha en 2022, con una reducción de alrededor de 5.428 ha. También el bosque denso (3.1.2) disminuyó, pasando de 227.535,97 ha en 2018 a 224.648,61 ha en 2022, lo que representa una pérdida de cerca de 2.887 ha.

En contraste, las coberturas relacionadas con actividades agrícolas y usos artificiales del suelo aumentaron. Por ejemplo, los cultivos permanentes arbóreos (2.2.3) pasaron de 15.771,41 ha en 2018 (0,87%) a 170.001,12 ha en 2022, un incremento de aproximadamente 154.230 ha. Los cultivos permanentes arbustivos (2.2.2) también crecieron notablemente, pasando de 1.051,41 ha (0,06%) en 2018 a 45.029,58 ha (2,37%) en 2022, es decir, un aumento cercano a 43.978 ha (ver Figura 74 y ver Tabla 28).

Estos cambios muestran una fuerte reducción de coberturas naturales, asociada a la expansión de actividades agropecuarias y otros usos del suelo, lo cual afecta directamente el medio natural de la Sierra Nevada de Santa Marta (Geist y Lambin, 2001).

Figura 73. Dinámica de transformación de coberturas para el periodo 2018 y 2022

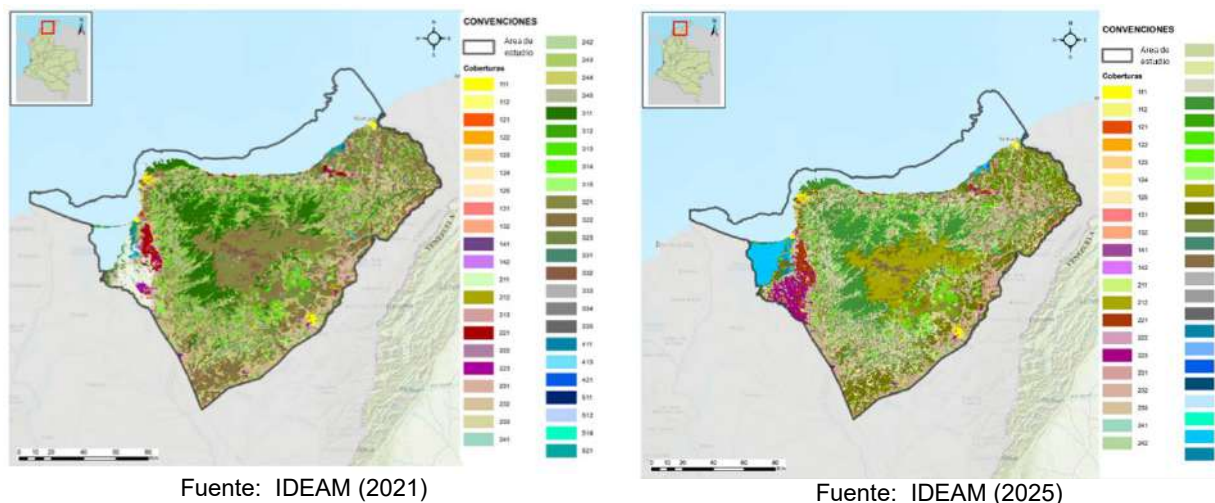


Tabla 28 Dinámica de transformación de coberturas para el periodo 2018 y 2022

Nivel 3	Nombre cobertura CLC	Área(ha) 2018	Área (%) 2018	Área(ha) 2022	Área (%) 2022
111	Tejido urbano continuo	11.431,12	0,63	11.875,80	0,62
112	Tejido urbano discontinuos	4.002,64	0,22	4.425,42	0,23
121	Zonas industriales o comerciales	1.606,59	0,09	1.688,19	0,09
122	Red vial, ferroviaria y terrenos asociados	392,43	0,02	397,21	0,02
123	Zonas portuarias	33,30	0,00	33,30	0,00
124	Aeropuertos	255,32	0,01	248,92	0,01
125	Obras hidráulicas	29,47	0,00	29,47	0,00
131	Zonas de extracción minera	2.737,18	0,15	2.969,95	0,16
132	Zonas de disposición de residuos	80,28	0,00	80,28	0,00
141	Zonas verdes urbanas	539,00	0,03	485,83	0,03
142	Instalaciones recreativas	664,72	0,04	673,02	0,04

Nivel 3	Nombre cobertura CLC	Área(ha) 2018	Área (%) 2018	Área(ha) 2022	Área (%) 2022
211	Otros cultivos transitorios	1.153,48	0,06	674,23	0,04
212	Cereales	5.651,00	0,31	8.158,54	0,43
213	Oleaginosas y leguminosas	30,85	0,00	25.478,61	1,34
221	Cultivos permanentes herbáceos	18.884,26	1,04	1.078,16	0,06
222	Cultivos permanentes arbustivos	1.051,41	0,06	45.029,58	2,37
223	Cultivos permanentes arbóreos	15.771,41	0,87	170.001,12	8,94
231	Pastos limpios	169.268,36	9,36	0,00	0,00
232	Pastos arbolados	18.249,02	1,01	18.200,54	0,96
233	Pastos enmalezados	98.636,39	5,45	113.714,87	5,98
241	Mosaico de cultivos	1.021,11	0,06	756,04	0,04
242	Mosaico de pastos y cultivos	26.853,45	1,48	28.498,66	1,50
243	Mosaico de cultivos, pastos y espacios naturales	140.482,85	7,76	131.669,18	6,93
244	Mosaico de pastos con espacios naturales	147.123,60	8,13	168.313,25	8,85
245	Mosaico de cultivos y espacios naturales	27.765,31	1,53	24.569,27	1,29
311	Bosque denso	227.535,97	12,58	224.648,61	11,82
312	Bosque abierto	2.734,84	0,15	2.692,44	0,14
313	Bosque fragmentado	69.972,15	3,87	70.400,55	3,70
314	Bosque de galería y ripario	52.606,27	2,91	51.119,50	2,69
315	Plantación forestal	2.676,06	0,15	2.675,54	0,14
321	Herbazal	188.058,96	10,39	186.628,79	9,82
322	Arbustal	277.041,35	15,31	265.160,92	13,95
323	Vegetación secundaria o en transición	238.112,58	13,16	232.684,77	12,24
331	Zonas arenosas naturales	2.589,40	0,14	2.755,40	0,14
332	Afloramientos rocosos	14.180,87	0,78	14.180,87	0,75
333	Tierras desnudas y degradadas	17.577,77	0,97	16.383,25	0,86
334	Zonas quemadas	575,20	0,03	1.951,79	0,10
335	Zonas glaciares y nivales	1.294,86	0,07	1.294,86	0,07
411	Zonas Pantanosas	2.917,08	0,16	4.256,23	0,22
413	Vegetación acuática sobre cuerpos de agua	1.362,48	0,08	1.071,19	0,06
421	Pantanos costeros	2.923,85	0,16	3.110,69	0,16
511	Ríos (50 m)	6.376,73	0,35	8.873,87	0,47
512	Lagunas, lagos y ciénagas naturales	604,37	0,03	662,64	0,03
514	Cuerpos de agua artificiales	630,53	0,03	672,80	0,04
521	Lagunas costeras	5.829,72	0,32	50.435,95	2,65
522	Mares y océanos	0,00	0,00	444,31	0,02
Total		1.809.315,57	100,00	1.901.154,37	100,00

Fuente: IDEAM (2021); IDEAM (2024)

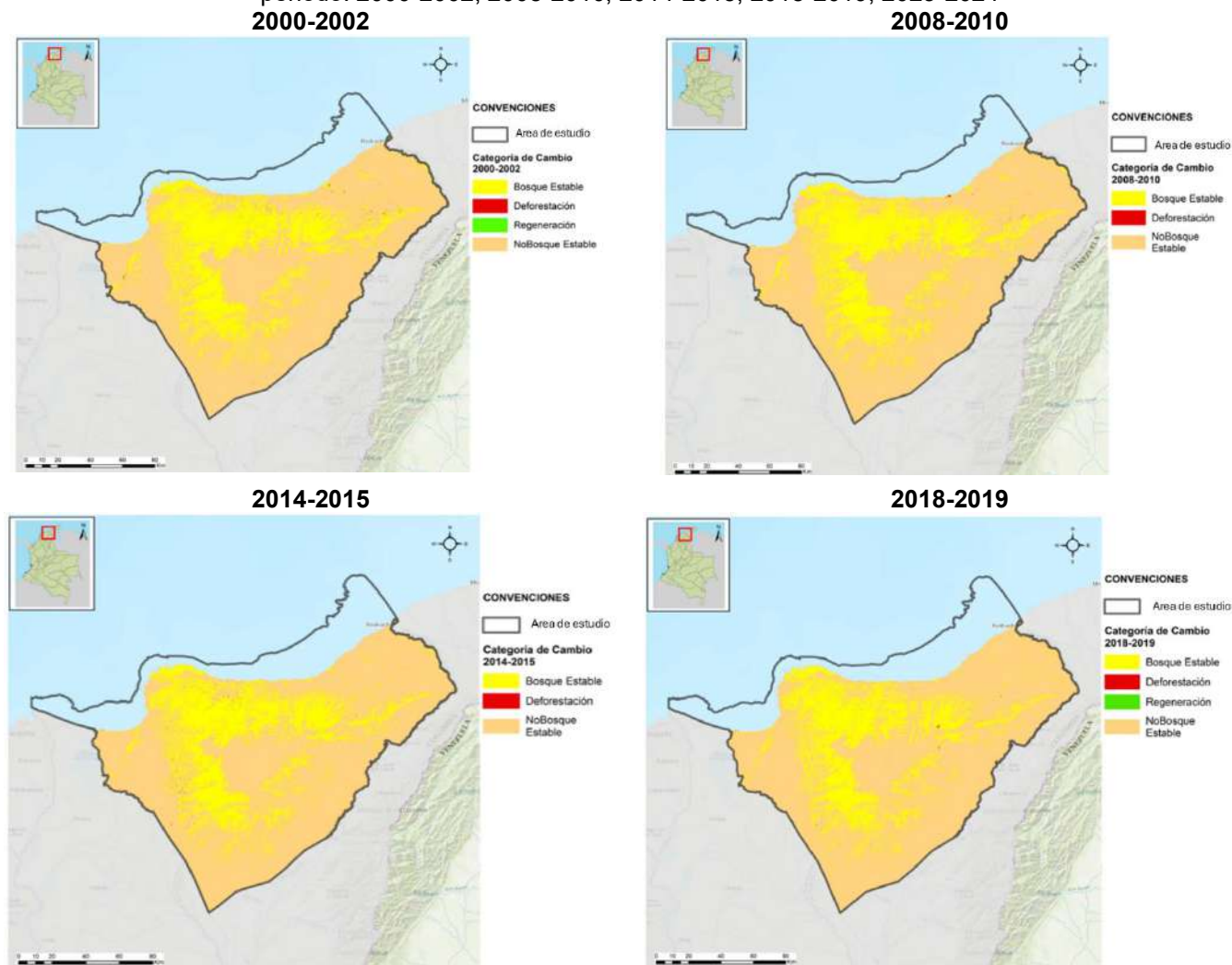
En el PNN Sierra Nevada de Santa Marta, las alertas trimestrales de transformación de coberturas naturales (PNNC, 2025), basadas en imágenes satelitales, indican que desde el año 2000 se han transformado cerca de 1.001 ha. En los últimos años esta transformación ha disminuido: en el primer trimestre de 2024 se registraron 258,2 ha afectadas, mientras que en el segundo trimestre de 2025 la cifra fue de 145,9 ha. Según el informe más reciente del IDEAM (diciembre de 2025), el parque

presenta un nivel medio de deforestación, equivalente al 4,47% dentro del sistema de Parques Nacionales Naturales.

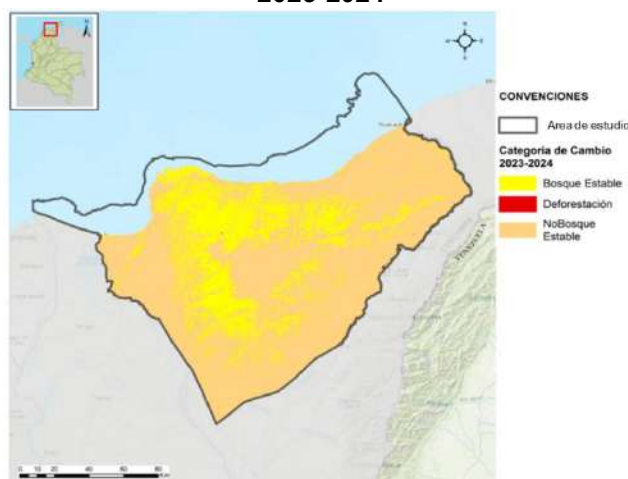
Por su parte, los departamentos que conforman la SNSM muestran niveles bajos de deforestación: Cesar (0,37%), La Guajira (0,70%) y Magdalena (0,68%).

Finalmente, se realiza el análisis de los cambios en la superficie de bosque natural, siguiendo la definición nacional del IDEAM – Sistema de Monitoreo de Bosques y Carbono (SMBYC). Este análisis identifica áreas de bosque estable, deforestación, regeneración (donde el bosque vuelve a crecer) y no bosque estable en la SNSM, para los periodos 2000-2002, 2008-2010, 2014-2015, 2018-2019 y 2023-2024 (ver Figura 74).

Figura 74 Cambios de la cobertura vegetal en la zona Sierra Nevada de Santa Marta (SNSM)
periodo: 2000-2002; 2008-2010; 2014-2015; 2018-2019; 2023-2024



2023-2024



Fuente: IDEAM (2002, 2008, 2015, 2019, 2024)

Figura 75. Área de Cambio de las coberturas vegetales (SNSM) periodo: 2000-2002; 2008-2010; 2014-2015; 2018-2019; 2023-2024



Fuente: IDEAM (2002, 2008, 2015, 2019, 2024)

La Figura 75. Área de Cambio de las coberturas vegetales (SNSM) periodo: 2000-2002; 2008-2010; 2014-2015; 2018-2019; 2023-2024. Figura 75 muestra la tendencia del cambio en las

coberturas entre 2000 y 2024. En general, el bosque natural se ha mantenido relativamente estable, aunque con algunas variaciones. En el periodo 2000–2002 el bosque ocupaba 505.334 ha, mientras que en 2023–2024 disminuyó a 440.312 ha. La mayor pérdida de bosque se presentó entre 2018–2019.

Por el contrario, las áreas clasificadas como No Bosque muestran un aumento a lo largo del tiempo. En 2000-2024 ocupaban 1.393.769 ha y aunque los incrementos por periodo son pequeños (por ejemplo, 31 ha entre 2018-2019), para el 2023-2024 alcanzan aproximada 1.461.181 ha.

En cuanto a la deforestación, entre 2000 y 2002 se registraron cerca de 1.814 ha perdidas, siendo reemplazadas principalmente por pastos (912,35 ha) y áreas agrícolas (102 ha). En el periodo 2008–2010 la deforestación disminuyó a 505,75 ha, manteniéndose los pastos como la cobertura que más sustituye al bosque (382,57 ha), junto con cultivos permanentes (22,57 ha) y áreas agrícolas (3,01 ha).

En 2014–2015 se observa un nuevo aumento, alcanzando aproximadamente 1.042 ha deforestadas, principalmente para pastos (478,19 ha) y cultivos permanentes (21,17 ha). Luego, en 2018–2019 la deforestación baja nuevamente a 870 ha, también dominada por la expansión de pastos (491,49 ha) y áreas agrícolas (7,43 ha). Finalmente, en 2023–2024 la pérdida de bosque se reduce a 345 ha, siendo reemplazada sobre todo por pastos (86,64 ha) y áreas agrícolas (9,12 ha).

En conjunto, estos resultados muestran que la principal causa de la pérdida de bosque en la Sierra Nevada de Santa Marta (SNSM) es la expansión de pastos y cultivos permanentes. Esto coincide con lo reportado por Gonzales et al. (2021), quienes señalan que la región Caribe presentó las tasas más altas de deforestación en el país entre 2000 y 2005. La alta sensibilidad ecológica de la SNSM relacionada con sus características estructurales, de composición y funcionales (Molina y Guerrero, 2014) y las presiones humanas como la ganadería, la variabilidad climática, los procesos de remoción en masa y el cambio climático (PNN, 2020) contribuyen a esta dinámica de transformación del paisaje.

5.2.4. Flora

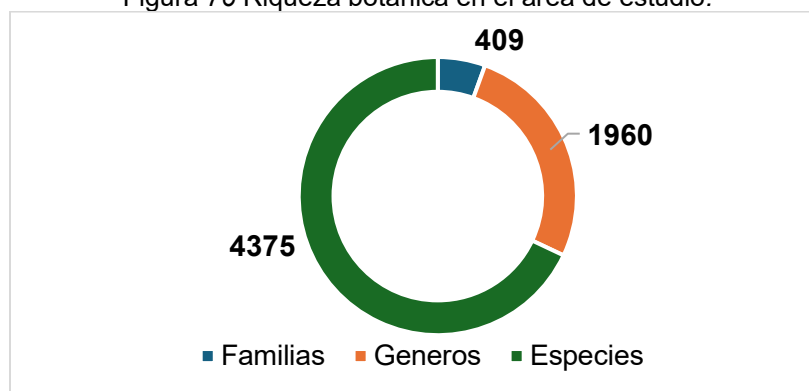
La flora del área de estudio presenta una singularidad caracterizada por altos niveles de endemismo y riqueza gracias a su gradiente altitudinal única que va desde el nivel del mar hasta zonas de nieves, generando un mosaico continuo de ecosistemas (bosque seco tropical, formaciones xerofíticas/subxerofíticas, bosques húmedos, muy húmedos premontanos, montanos, zonas altoandinas, páramo) y condiciones climáticas que favorecen la diversidad florística. Aunque en el área de

estudio se han presentado diversas exploraciones botánicas aun posee vacíos de información debido a la accesibilidad limitada, continuando el descubrimiento de nuevas especies (PNN, 2022).

5.2.4.1. Riqueza florística

En relación con la flora en el área de estudio, se empleó el Sistema de Información de Biodiversidad (SIB) para Colombia donde fue registrado un total de 4.375 especies de plantas distribuidas en 367 familias botánicas y 1.642 géneros (Figura 76), mostrando una alta riqueza florística continental dado su heterogeneidad ambiental y gradientes altitudinales presentes. En la siguiente tabla se presenta el listado de las familias con mayor número de especies, destacándose la familia Fabaceae (316 spp.), Asteraceae (208 spp.), Rubiaceae (173 spp.), Orchidaceae (163 spp.), Poaceae (155 spp.).

Figura 76 Riqueza botánica en el área de estudio.



Fuente: SIB Colombia (2025)

Tabla 29 Familias con mayor número de especies registradas

Familia	Número especies
Fabaceae	316
Asteraceae	208
Rubiaceae	173
Orchidaceae	163
Poaceae	155

Fuente: SIB Colombia (2025)

La dominancia relativa de Asteraceae, Orchidaceae, Fabaceae, Poaceae, Rubiaceae, Melastomataceae y Bromeliaceae en listados florísticos del gradiente del área de estudio es coherente con la transición altitudinal entre bosques de tierras bajas y premontanos, bosques montanos/nublados con alta carga de epifitas y

páramo y subpáramo donde la radiación y especialización en microhábitats, polinización son altas (QuinterosGómez et al. 2024; PérezEscobar et al., 2022; Llambí, 2015; Homeier et al, 2008).

En los bosques húmedos de tierras bajas, premontanos y subandinos, el patrón esperado de dominancia por familias cambia hacia bosques neotropicales, familias como Fabaceae, Rubiaceae y Melastomataceae, junto con otras familias de relevancia estructural (p. ej., Moraceae, Lauraceae, Arecaceae), donde familias como Fabaceae aporta especies clave por su rol sucesional y su contribución a la dinámica de nutrientes; Rubiaceae aporta abundancia en sotobosque y oferta de frutas relevante para dispersores; y Melastomataceae aporta un componente alto de arbustos y árboles pequeños, frecuentemente muy consumidos por aves frugívoras y asociados a dinámicas de regeneración en bosques montanos y submontanos (PNNC, 2022).

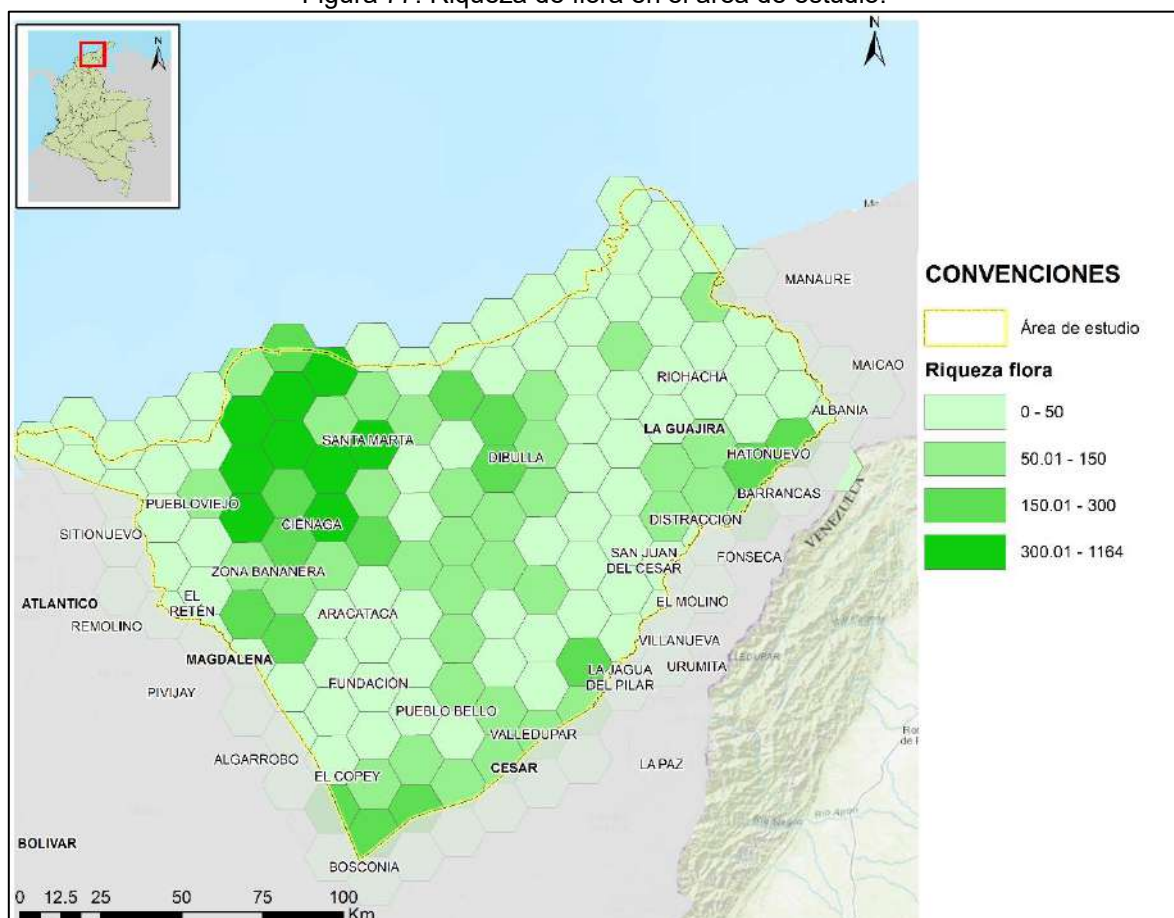
En los bosques montanos y bosques nublados del gradiente (bosque húmedo/muy húmedo montano y premontano), la composición florística por familias se interpreta por la alta relevancia de epífitas y de formas de vida asociadas a nubosidad persistente. El plan de manejo del PNN SNSM (2020) señala que en el orobioma andino (bosques húmedos altoandinos) son abundantes las epífitas, condición que suele traducirse en una contribución alta de Orchidaceae y Bromeliaceae a la riqueza total, por su papel como epífitas. La aparición continua de taxones en Orchidaceae en bosques nublados de la SNSM, como el reporte y descripción reciente de una nueva especie de *Epidendrum* hallada en bosque nublado, es un indicador de alta diversidad real y vacíos de conocimiento aún relevantes, lo cual muestra la importancia de conservar gradientes montanos completos como reservorios de diversidad no completamente documentada (PNNC & CTC, 2020; Gómez-Riaño et al., 2025).

En relación con ecosistemas altoandinos, se pueden identificar el subpáramo, páramo y superpáramo. El Páramo bajo (subpáramo, de 3,200 hasta 3,600 m); se caracteriza por el predominio de la vegetación arbustiva, matorrales (arbustales) dominados por especies de *Diplostephium*, *Pentacalia* y *Gynoxys* (Asteraceae), de *Hypericum* (*H. laricifolium*, *H. ruscoide*s, *H. juniperinum*) de *Pernettya*, *Vaccinium*, *Bejaria* y *Gaultheria* (Ericaceae). En el Páramo (entre 3.600 y 4.100 m) la diversificación comunitaria es máxima; se encuentran casi todos los tipos de vegetación, aunque predominan los frailejonales o rosetales (con especies de *Espeletia*), los pajonales con especies de *Calamagrostis* y los chuscales de *Chusquea tessellata*. Finalmente, el Superpáramo (por encima de 4.100 m y hasta el límite de las nieves perpetuas entre los 4.800 msnm y 5.100 msnm), se

caracteriza por la discontinuidad de la vegetación y la apreciable superficie de suelo desnudo en donde la cobertura y la diversidad vegetal disminuyen sensiblemente, hasta llegar a un crecimiento de pocas plantas aisladas y predominio del sustrato rocoso. El tipo fisionómico más común es la vegetación de tipo prado, con especies de *Draba*: *D. sanctamarthae*, *D. cheiranthoides* y *D. cryophylla* en la S. Nevada de Santa Marta y arbustos donde se reportan explícitamente taxones de Asteraceae (p.e *Stevia lucida*, *Ageratina tinifolia*).

La siguiente figura presenta la distribución espacial de la riqueza de flora en el área de estudio utilizando como fuente primaria los registros del Sistema de Información sobre Biodiversidad de Colombia – SIB (2026). El mapa está construido bajo una malla hexagonal que permite estandarizar el análisis espacial y minimizar sesgos asociados a diferencias en tamaño y forma de las unidades de muestreo.

Figura 77. Riqueza de flora en el área de estudio.



Fuente: SIB Colombia (2025).

La representación muestra una variación espacial marcada en los niveles de riqueza florística, con valores que oscilan entre 33 y 1.164 especies por hexágono, evidenciando zonas con mayor concentración de registros biológicos. Los sectores ubicados hacia el norte y noroccidente del área de estudio, especialmente en jurisdicción de los departamentos del Cesar y Magdalena, muestran los valores más altos de riqueza (>300 especies). Estas áreas coinciden con zonas de transición altitudinal, piedemontes y valles interandinos donde la disponibilidad hídrica, el mosaico de coberturas vegetales y la heterogeneidad ambiental favorecen la acumulación de diversidad florística.

Las zonas con riqueza intermedia (150–300 especies) se distribuyen de forma más amplia en los sectores central y sur de la Sierra, mientras que las áreas con menor riqueza podrían asociarse a subregistro, baja accesibilidad, condiciones ecológicas más homogéneas o presiones antrópicas que han reducido la integridad de los ecosistemas.

La distribución espacial observada evidencia que el área de estudio funciona como un reservorio estratégico de flora en el Caribe colombiano, asociado a los gradientes altitudinales únicos de la SNSM, considerada uno de los sistemas montañosos aislados más biodiversos del planeta.

Es importante aclarar que la representación espacial de la riqueza florística presentada en la Figura 77 corresponde exclusivamente a los registros disponibles en la base de datos del SIB Colombia (2026). En consecuencia, esta distribución no debe interpretarse como la riqueza real ni como la presencia definitiva de las especies en cada celda del modelo, debido a que depende del esfuerzo de muestreo, la información reportada y la disponibilidad de datos cargados al sistema.

Dado que no todo el territorio del área de estudio ha sido muestreado de manera homogénea o estandarizada, es probable que existan vacíos de información que subestimen la riqueza real en algunas zonas. Por lo tanto, los valores cartografiados reflejan únicamente la riqueza registrada y deben entenderse como una aproximación basada en la disponibilidad de datos, mas no como un modelo predictivo o una representación completa de la distribución florística en la Sierra Nevada de Santa Marta.

Aun con estas limitaciones, la información es útil como indicador preliminar del potencial florístico del área y constituye un insumo válido para la interpretación ecológica, la identificación de zonas de interés y la argumentación técnica en procesos de gestión ambiental y conservación.

5.2.4.2. Endemismos de flora

El área de estudio debido a su aislamiento biogeográfico y gradientes altitudinales alberga altos endemismos; de acuerdo con Fortier et al. (2025) se presenta un endemismo en plantas de al menos 162 especies por encima de los 1.700 msnm, cifra relevante dado que se concentra en bosques nublados y de páramo siendo ecosistemas de alta sensibilidad que son irremplazables localmente y ofertan una conectividad altitudinal y microhábitats de importancia a la fauna hídrica. Para ecosistemas montanos como el bosque nublado, se reportan endemismo en familias de Asteraceae, Symplocaceae y Melastomataceae (Alvear et al., 2015; Fortier et al., 2025), además de alta especialización de epífitas en Orchidaceae y Bromeliaceae dos familias que se encuentran en categoría de veda nacional (resolución 0316 de 1974 del INDIRENA).

El listado (familia, nombre científico, hábito, hábitat y rango altitudinal) se presenta en el Anexo 14.3). Las familias con mayor número de endemismos son Asteraceae (49 spp.), Melastomataceae (15), Bromeliaceae (9) y Orchidaceae (7); se reconocen además géneros endémicos de la SNSM (*Flosmutisia*, *Raouliopsis*, *Kirkbridea*). Para la franja montano y altoandina (≥ 1.700 m s. n. m.) de la Sierra Nevada de Santa Marta se compilan 164 especies endémicas de plantas vasculares (Fortier et al., 2025).

Tabla 30 Principales familias con mayor endemismo

Familia	Número especies
Asteraceae	48
Melastomataceae	15
Bromeliaceae	9
Orchidaceae	7

Fuente: Elaboración propia (2025)

Por otro lado, de los registros de especies existentes en la base de datos del GBIF para el área de estudio se enlistan un total de 312 especies endémicas (Anexo 14.3), donde las familias botánicas que más taxones registran son Asteraceae (27 spp.), Melastomataceae (22 spp.), Orchidaceae (20 spp.) y Rubiaceae (19 spp.), resultado consistente con el listado de Fortier et al (2025).

Tabla 31 Principales familias con mayor endemismo

Familia	# Especies
Asteraceae	27
Melastomataceae	22
Orchidaceae	20
Rubiaceae	19

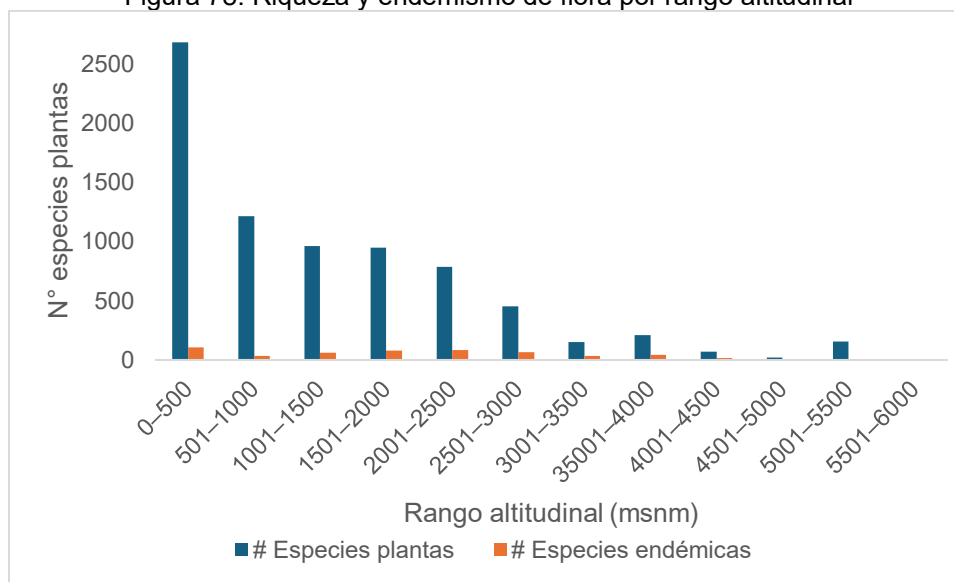
Familia	# Especies
Acanthaceae	14
Apocynaceae	11
Bromeliaceae	10
Polygalaceae	10
Fabaceae	9

Fuente: SIB Colombia (2025)

Las familias Melastomataceae y Rubiaceae son típicas de bosques húmedos tropicales y montanos, con alta diversificación en ambientes andinos (Mendoza-Cifuentes, 2012; Ulloa Ulloa et al., 2022). Cumplen funciones relevantes en la estructura del sotobosque, provisión de frutos para fauna y procesos sucesionales. Su alta riqueza sugiere amplios remanentes de ambientes húmedos y complejos, aunque también pueden estar representadas por especies de borde y regeneración (Kessler-Rios & Kattan, 2012; Silveira et al., 2016). Las Asteraceae incluyen taxones claves del páramo y subpáramo con adaptaciones a radiación UV y bajas temperaturas, lo que explica su alta diversidad y endemismo en estos ecosistemas de alta montaña.

Las especies de flora en la zona de estudio tienen un dominio de las tierras bajas (0-500 msnm), concentrándose aquí el mayor recuento de especies, muy por encima de los demás, disminuyendo con respecto al aumento de la altitud, aunque se encuentran especies con registros en alturas mayores a los 3.500 msnm. Esto refleja una gran heterogeneidad ecosistémica e importancia ecológica al proveer diversos nichos a la biota de la región. Las especies endémicas para la zona de estudio presentan una concentración en las altitudes intermedias-altas, con máximos en piso subandino-andino en alturas entre los 2000-2500 msnm como se observa en la siguiente gráfica. Se observa también presencia en todo el gradiente altitudinal, aunque las alturas medias aportan una fracción importante del total de especies endémicas registradas

Figura 78. Riqueza y endemismo de flora por rango altitudinal



Fuente: SIB Colombia (2025)

5.2.4.3. Flora en categoría de amenaza

Para el área de estudio se identifican 80 especies de flora amenazada de acuerdo con la resolución 0126 de 2024; en la siguiente Tabla se presentan las principales familias con mayor número de especies con categorías de amenaza (CR, EN, VU). De estos 9 se encuentran en estado Crítico, En peligro 40 especies y Vulnerable 31 (Figura 79). Este resultado constituye una evidencia de la vulnerabilidad biológica del área de estudio y apoya la protección de esta dado la presión de estos ecosistemas sensibles (bosque seco tropical, bosques nublados, páramos, humedales).

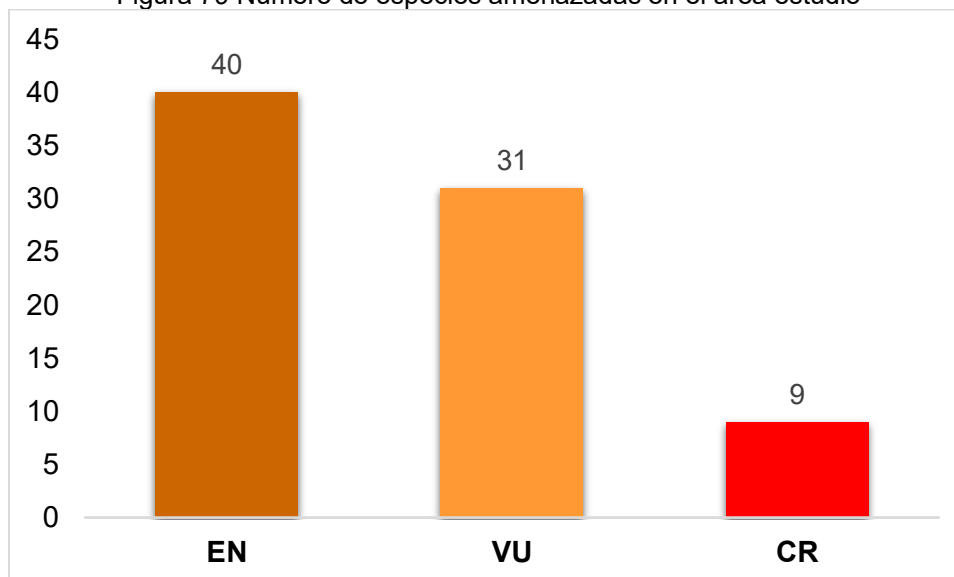
Tabla 32 Familias con más especies amenazadas en el área de estudio.

Rango	Familia	N° especies amenazadas (Res. 0126/2024)
1	Lamiaceae	10
2	Orchidaceae	5
3	Lecythidaceae	5
4	Arecaceae	5
5	Bromeliaceae	5
6	Podocarpaceae	3
7	Fabaceae	3
8	Rubiaceae	2
9	Asteraceae	2
10	Meliaceae	2

Rango	Familia	N° especies amenazadas (Res. 0126/2024)
11	Bignoniaceae	2
12	Passifloraceae	2
13	Cyatheaceae	2
14	Melastomataceae	2
15	Apocynaceae	2

Fuente: SIB Colombia (2025)

Figura 79 Número de especies amenazadas en el área estudio



Fuente: SIB Colombia (2025)

Las especies amenazadas no se distribuyen aleatoriamente entre familias, y se concentran más bien en familias de alta sensibilidad a pérdida de hábitat, extracción selectiva o comercio como Orchidaceae, Bromeliaceae, Arecaceae, Podocarpaceae. Tanto Orchidaceae como Bromeliaceae, son familias con una alta importancia ecosistémica, como se detallará en el capítulo de servicios ecosistémicos.

Las palmas (Arecaceae) y las coníferas relictas (Podocarpaceae) suelen presentar alta vulnerabilidad ecológica, debido a la extracción selectiva, bajas tasas de regeneración, ciclos de vida longevos y una marcada dependencia de bosques maduros y poco perturbados. Varias especies de estos grupos se encuentran actualmente categorizadas en algún nivel de amenaza y su presencia se asocia frecuentemente con bosques mejor conservados, donde contribuyen de manera significativa a servicios ecosistémicos clave, tales como la regulación hídrica, la

protección y estabilidad de suelos y la provisión de hábitat y recursos para la fauna (Henderson et al., 1995; Farjon, 2010; Homeier et al., 2013).

Tabla 33 Especies en Peligro Crítico (CR) en el área de estudio

N°	Nombre científico	Familia
1	<i>Metastelma atrovirens</i>	Apocynaceae
2	<i>Salvia sphacelioides</i> subsp. <i> trianae</i>	Lamiaceae
3	<i>Aniba perutilis</i>	Lauraceae
4	<i>Swietenia macrophylla</i>	Meliaceae
5	<i>Oncidium nevadense</i>	Orchidaceae
6	<i>Riccia weinionis</i>	Ricciaceae
7	<i>Elaeagia barbata</i>	Rubiaceae
8	<i>Styrax schultzei</i>	Styracaceae
9	<i>Guaiaacum officinale</i>	Zygophyllaceae

Fuente: SIB Colombia (2025)

Las especies en estado Crítico incluyen taxones típicamente afectados por pérdida o fragmentación de hábitat, extracción selectiva de su madera fina y/o distribución restringida como los relacionados a ecosistemas altoandinos como Orchidaceae (IAvH, 2015; MADS, 2024).

5.2.5. Fauna

La gran variación altitudinal presente en la SNSM genera diversos microclimas (semiáridos, semihúmedos, húmedos y superhúmedos), desde zonas tropicales cálidas hasta páramos fríos, lo que permite la coexistencia de especies adaptadas a diferentes condiciones ambientales. Así pues, en las zonas bajas tropicales y subandinas, las precipitaciones y temperaturas medias favorecen la abundancia de aves, mamíferos y reptiles adaptados a bosques húmedos y selvas. En tanto que en las zonas andinas y de páramo, la alta humedad, las precipitaciones abundantes y las bajas temperaturas crean condiciones ideales para anfibios y especies endémicas de alta montaña (Aguirre C., 2012).

Esta variedad de hábitats permite la coexistencia de especies de fauna generalistas y altamente especializadas, resaltando la importancia ecológica de conservar de manera integral todo el gradiente altitudinal para el mantenimiento de los procesos ecológicos y la persistencia de la fauna.

La fauna de la SNSM también presenta una elevada vulnerabilidad frente a las presiones ambientales y antrópicas. En el macizo se registran 44 especies incluidas en alguna de las tres categorías de amenaza a nivel global según la Unión

Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN), de las cuales 8 se encuentran en peligro crítico (CR), 14 en peligro (EN) y 22 en estado vulnerable (VU). A nivel nacional, de acuerdo con la Resolución 0126 de 2024 del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, se reportan 48 especies silvestres amenazadas en la Sierra Nevada de Santa Marta (13 CR, 1 NE y 34 VU). La propuesta de ampliación del PNN SNSM permitirá aumentar la representatividad en áreas protegidas del Sistema de Parques Nacionales Naturales por encima del 10 % para 31 especies endémicas de vertebrados con distribución restringida al macizo y para 15 especies en estado de amenaza, contribuyendo de manera significativa a la conservación de anfibios, aves, reptiles y mamíferos (PNNC, 2022).

Todo lo anterior, posiciona a la Sierra Nevada de Santa Marta como un territorio clave para el análisis de la riqueza, el endemismo, la vulnerabilidad y los procesos de migración de la fauna, aspectos que se desarrollan a continuación de manera específica para los distintos grupos faunísticos.

5.2.5.1. Artropofauna

La artropofauna de la Sierra Nevada de Santa Marta está fuertemente estructurada por el gradiente altitudinal, el cual genera cambios progresivos en las condiciones ambientales y en la composición de las comunidades de crustáceos, arácnidos e insectos a lo largo de la montaña. Dado que variaciones en altitud, temperatura y humedad han demostrado determinar la distribución y el recambio de especies de artrópodos entre ecosistemas, estas mismas variaciones señalan la respuesta de estos grupos a los gradientes naturales del sistema (Janzen, 1993).

a. Crustaceos

En la franja costera de la Sierra Nevada de Santa Marta y su área de influencia se ha registrado una elevada diversidad de crustáceos decápodos, con al menos 162 especies pertenecientes a 30 familias, lo que refleja la complejidad ecológica del sistema costero asociado a la SNSM. La fauna incluye tanto especies de amplia distribución regional como otras de ocurrencia restringida. Algunas especies, como *Iliacantha liodactylus*, *Parthenope serrata*, *Cronius tumidulus*, *Portunus anceps* y *P. spinicarpus*, se distribuyen a lo largo de gran parte del litoral, mientras que cerca de la mitad de las especies presentan distribuciones muy localizadas, lo que sugiere la influencia de barreras ambientales, gradientes oceanográficos y condiciones microhábitat específicas presentes en la zona (Puentes et al., 1990).

Un rasgo distintivo de la carcinofauna de la zona es la presencia de numerosos registros nuevos para el Caribe colombiano, lo que evidencia que se trata de un

área históricamente submuestreada. En las últimas décadas familias como Solenoceridae, Dorippidae y Goneplacidae han ampliado notablemente su representación regional, incorporando especies previamente conocidas solo para otras áreas del Caribe o el Golfo de México, como *Solenocera atlantidis*, *S. vioscai* y *Ethusa americana* (Rodríguez, 1980; Huff y Cobb, 1979; Williams, 1984). De igual manera, varias familias típicamente asociadas a fondos blandos, entre ellas Albuneidae, Scyllaridae, Dromiidae, Callianassidae, Axiidae y Galatheidae, cuentan con especies registradas para esta porción del litoral colombiano (Campos, 1999).

Desde el punto de vista taxonómico, la fauna decápoda se caracteriza por contrastes marcados entre familias con alta riqueza específica y distribución restringida, como Majidae, Alpheidae y Xanthidae, y otras con pocas especies, pero amplia distribución espacial, como Palinuridae y Stenopodidae, lo que refleja diferentes patrones de ocupación del hábitat y estrategias ecológicas dentro del ensamble (Türkay, 1975; Puentes et al., 1990). Al analizar la heterogénea distribución espacial de la carcinofauna del litoral se observa que las mayores concentraciones de especies se asocian a sectores con mayor complejidad ambiental, particularmente en bahías y ensenadas del Parque Nacional Natural Tayrona, mientras que áreas influenciadas por aportes continentales, como las descargas del río Magdalena y la Ciénaga Grande de Santa Marta, presentan composiciones faunísticas diferenciadas. Estos gradientes ambientales generan conjuntos de especies relativamente bien definidos, permitiendo reconocer zonas con afinidad faunística interna y otras de carácter transicional, como los sectores de Santa Marta y Taganga–Granate, aledaños a la SNSM (Campos, 1999).

Dado que la fauna de crustáceos de la SNSM constituye un componente altamente diverso y biogeográficamente relevante del Caribe colombiano, reflejando tanto procesos locales como conexiones regionales en el Caribe y el Atlántico occidental, su conservación es clave para mantener los servicios ecosistémicos, proteger la biodiversidad marina y permitir el estudio continuo de estos sistemas (Rodríguez G., 1980); (Williams, 1984).

b. Arácnidos

La SNSM también alberga una fauna arácnida diversa, influida por su gradiente altitudinal y la heterogeneidad de sus ecosistemas, que genera numerosos nichos ecológicos (Mayr, 1997). Entre los opiliones, se conocen varias especies que habitan tanto el sotobosque como la hojarasca y la vegetación baja, mostrando una distribución asociada a microhábitats con alta humedad y cobertura vegetal (Acosta, 2007); (Kury 2003). Esta diversidad refleja la riqueza endémica y la

adaptabilidad de los opiliones a los distintos niveles de vegetación y variaciones estacionales presentes en la SNSM (De Moya Guerra, 2021).

Las arañas representan un grupo aún más diverso, con 680 especies registradas en Colombia y cerca del 20 % endémicas (Flórez E. , 1992); (Flórez E. &, 1995)). En la región Caribe y en la Sierra Nevada, se ha documentado que la araneofauna está dominada por familias como Araneidae y Tetragnathidae, con géneros como *Micrathena*, *Parawixia* y *Metazygia* mostrando la mayor abundancia (Flórez E. , 1996), (Flórez E. , 1997), (Flórez E. , 1998), (Flórez E. , 1999); Silva 1996). La riqueza y abundancia de especies aumentan en correlación con las precipitaciones y la humedad, indicando que factores climáticos estacionales influyen directamente en la estructura de estas comunidades ((Mayr, 1997); (Barriga, 1995); (Niño, 2002)).

En cuanto a microhábitats, la araneofauna presenta mayor densidad en vegetación arbustiva y herbácea, mientras que algunas morfoespecies se distribuyen en múltiples estratos vegetales, mostrando estrategias diferenciadas de establecimiento de telas ((Flórez E. , 1996), (Flórez E. , 1997), (Flórez E. , 1998), (Flórez E. , 1999);; (Blanco-Vargas, 2003); (Niño, 2002)). De manera similar, los opiliones se encuentran en microhábitats con cobertura y humedad adecuadas, evidenciando que la heterogeneidad espacial de la vegetación es clave para la diversidad de arácnidos en la Sierra Nevada ((Acosta, 2007); (Kury 2003).

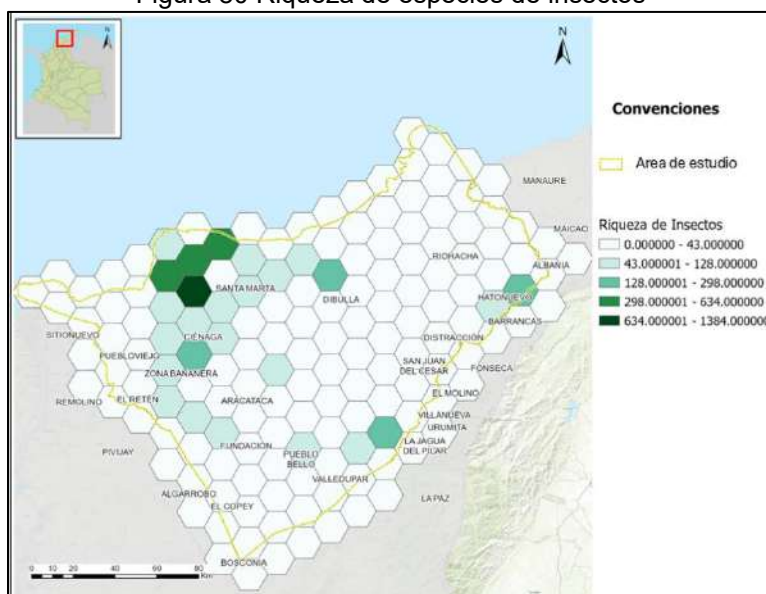
La actividad de las especies también refleja la dinámica ambiental: mientras algunas arañas son diurnas, otras nocturnas o presentan actividad en ambos periodos, los opiliones muestran hábitos predominantemente nocturnos y crepusculares, adaptaciones que reducen la competencia y depredación (Acosta, 2007); (Flórez E. , 1997). Estas estrategias de actividad y microhábitat subrayan la complejidad estructural y funcional de la arácnofauna en bosques húmedos subtropicales de la SNSM (De Moya Guerra, 2021).

Así entonces, la arácnofauna de la SNSM refleja alta diversidad, riqueza y endemismo, influida por la variación estacional y la heterogeneidad de los microhábitats. La dominancia de ciertas especies y familias, junto con la ocupación diferencial de estratos vegetales y periodos de actividad, indica comunidades estructuradas pero sensibles a cambios en la cobertura vegetal y humedad, lo que resalta la importancia de conservar los bosques remanentes frente a procesos de tala, quema y expansión agrícola (Mayr, 1997); (Flórez E. , Estudio de comunidades de arañas (Araneae) del Parque Nacional Farallones de Cali, Colombia, 1999); (Acosta, 2007).

c. Insectos

En cuanto a los insectos, el área de la reserva cuenta con un total de 97.718 registros en GBIF, reflejando una alta diversidad funcional y la presencia de especies clave para los procesos ecológicos del área. Entre las especies más registradas se encuentra *Pogonomyrmex mayri* (hormiga recolectora de semillas), con 1.326 registros, una especie fundamental en la dispersión de semillas y aireación del suelo.

Figura 80 Riqueza de especies de insectos



Fuente: Elaboración propia a partir de datos del SIB Colombia (2025)

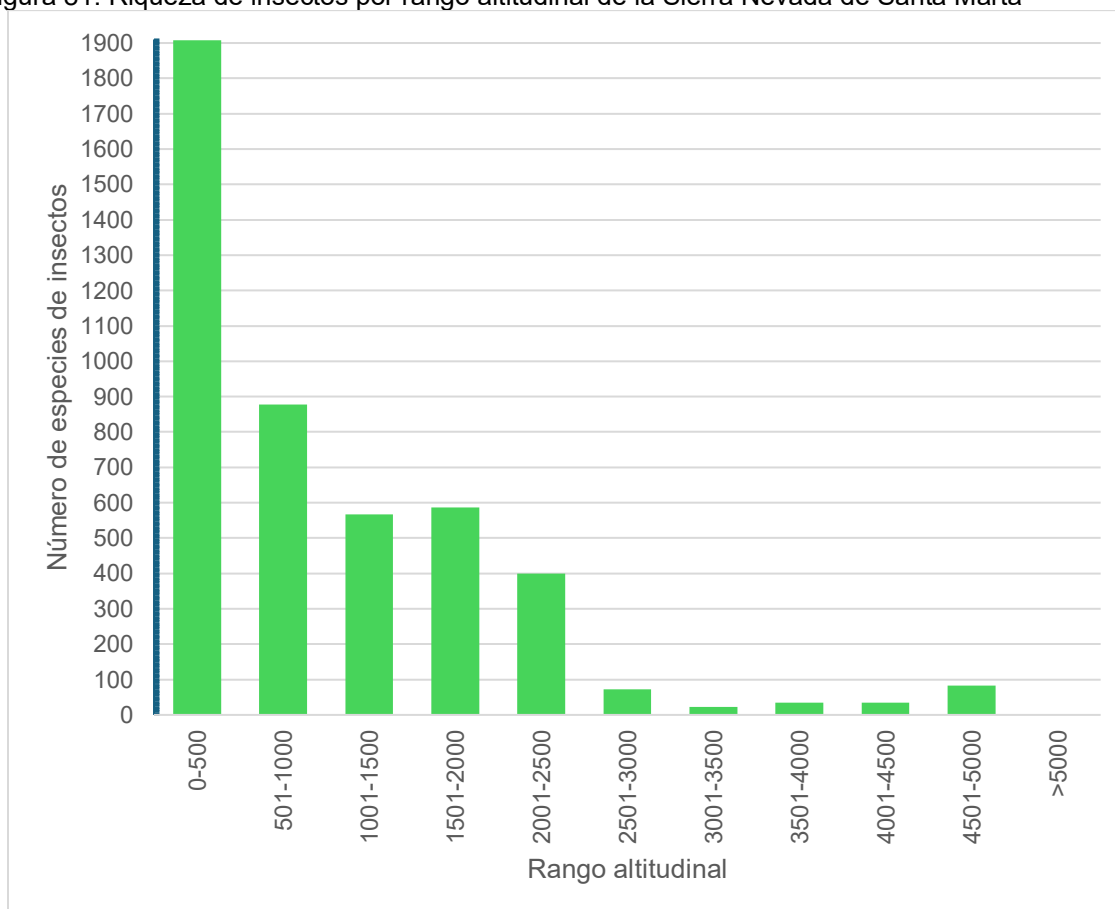
Especies de importancia incluyen *Apis mellifera* (abeja doméstica), con 501 registros, esencial como polinizador generalista, y varias especies de escarabajos coprófagos, como *Borogonalia impressifrons* (592 registros), *Canthidium euchalceum* (1.734 registros) y *Canthon acutus* (1.142 registros), todas de la familia Scarabaeidae, que cumplen un rol crítico en el reciclaje de nutrientes, descomposición de materia orgánica y fertilización del suelo.

Entre los dípteros destacan *Chrysomya albiceps* (mosca azul de la carne) con 2.174 registros y *Chrysomya megacephala* (mosca doméstica de gran tamaño) con 1.068 registros, especies descomponedoras y recicladoras de materia orgánica, que también son indicadoras de la salud del ecosistema.

En cuanto a hormigas, además de *Pogonomyrmex mayri*, se registran *Brachymyrmex minutus* (hormiga pequeña de jardín) con 832 registros,

Dorymyrmex biconis (hormiga hormiguera de doble cresta) con 2.016 registros, *Ectatomma ruidum* (hormiga cazadora) con 14.781 registros, y *Monomorium destructor* (hormiga destructora) con 5.673 registros, todas de la familia Formicidae. Estas especies son predadoras, recolectoras y ecosistémicamente ingenieras, desempeñando roles clave en la dispersión de semillas, control de poblaciones de invertebrados y mantenimiento de la estructura del suelo.

Figura 81. Riqueza de insectos por rango altitudinal de la Sierra Nevada de Santa Marta



Fuente: SIB Colombia (2025)

La coexistencia de insectos en la SNSM con especies polinizadoras, descomponedoras y predadoras destacan la importancia de la reserva como núcleo de procesos ecológicos esenciales y resalta la necesidad de conservar los hábitats y microhábitats que sustentan estas funciones, más aún cuando dentro de la entomofauna de departamentos de Magdalena, La Guajira y Cesar, se destacan varias especies amenazados con alta importancia ecológica y preocupantes niveles

de conservación a nivel nacional, lo que evidencia la necesidad de investigación, monitoreo y conservación (IUCN, 2023a; IUCN, 2023b).

Artrópodos en amenaza

Entre los coleópteros, el escarabajo longicornio (*Macrodonia cervicornis* – VU) se encuentra vulnerable debido a la fragmentación de bosques y pérdida de madera muerta esencial para su desarrollo larval (IUCN, 2023a), mientras que el escarabajo rinoceronte andino (*Dynastes neptunus*) enfrenta amenazas similares por la transformación de selvas neotropicales (Martínez & Rojas, 2018).

En himenópteros polinizadores, *Eufriesea chrysopyga* (EN) y *Exaerete frontalis* y *Exaerete smaragdina* (CR) presentan altos riesgos por pérdida de sustratos florales y alteración de bosques, acompañadas por *Melipona favosa* (VU), dependiente de la conservación de selvas tropicales y prácticas sostenibles de uso del suelo (IUCN, 2023b). La hormiga cabezona de la Sierra (*Cephalotes palta* – VU) también está amenazada por degradación y fragmentación de su hábitat natural (IUCN, 2023b).

Entre lepidópteros, especies endémicas como la limanópoda azul de la Sierra Nevada (*Lymanopoda caeruleata* – EN) y el morpho anacarado (*Morpho rhodopteron* – EN) son vulnerables a la deforestación y cambios de uso del suelo en cordilleras y bosques húmedos, mientras que la polilla del Chocó (*Syssphinx chocoensis* – VU) representa los lepidópteros nocturnos afectados por pérdida de bosque y fragmentación (IUCN, 2023c). Estos casos resaltan la necesidad de programas de conservación integrales para invertebrados, incluyendo manejo y restauración de hábitats.

Tabla 34. Artopofauna amenazada en el área de estudio

Grupo Fauna	Especie	Nombre común	Categoría de amenaza	
			IUCN	Resolución 0126 del 2024
Insectos	<i>Macrodonia cervicornis</i>	Escarabajo ciervo gigante	VU	VU
	<i>Dynastes neptunus</i>	Escarabajo rinoceronte neptuno	NE	VU
	<i>Eufriesea chrysopyga</i>	Abeja orquídea dorada	NE	EN
	<i>Exaerete frontalis</i>	Abeja orquídea frontal	NE	CR
	<i>Exaerete smaragdina</i>	Abeja orquídea esmeralda	NE	CR
	<i>Melipona favosa</i>	Abeja sin aguijón favosa	NE	VU
	<i>Cephalotes palta</i>	Hormiga tortuga	NE	VU

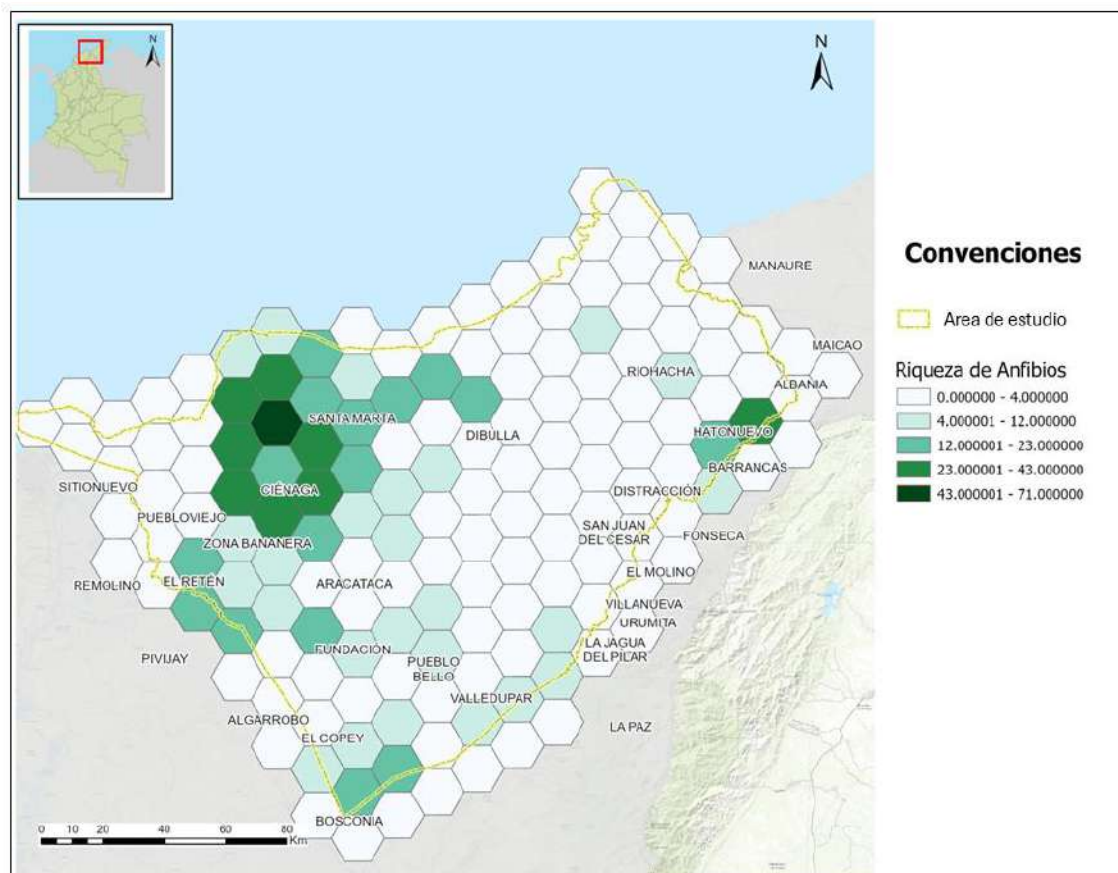
Grupo Fauna	Especie	Nombre común	Categoría de amenaza	
			UICN	Resolución 0126 del 2024
	<i>Lymanopoda caeruleata</i>	Mariposa azul	NE	EN
	<i>Morpho rhodopteron</i>	Mariposa Morpho roja	NE	EN
	<i>Syssphinx chocoensis</i>	Polilla Chocó	NE	VU

Fuente: SIB Colombia (2025)

5.2.5.2. Anfibios

La Sierra Nevada de Santa Marta constituye una unidad ecogeográfica singular dentro de la región Caribe, caracterizada por una marcada diferenciación altitudinal que se refleja en la composición de su fauna anfibia. En sus zonas basales se presentan elementos típicos de las tierras bajas caribeñas, mientras que en los pisos montanos y altos se evidencian procesos de especiación y altos niveles de endemismo, lo que la convierte en una de las áreas con mayor diversidad y singularidad anfibia del norte de Colombia (Aguirre C., 2012).

Figura 82 Riqueza de especies de Anfibios



Fuente: Elaboración propia a partir de datos del SIB Colombia (2025)

Aunque en la región Andina se concentran cerca de 500 especies, equivalentes al 60 % de la diversidad nacional, la región Caribe presenta una menor riqueza. Ambas condiciones que permean a la SNSM revisten una alta relevancia biogeográfica, dado que aproximadamente el 70 % de los anfibios del Caribe colombiano tienen una distribución restringida a los bosques de niebla de la Sierra, consolidando a este macizo como un enclave crítico para la conservación de especies endémicas y de rango geográfico limitado (Arroyo et al., 2019).

En las zonas bajas de la SNSM se registra un conjunto de especies con amplia tolerancia ecológica, asociadas a ambientes abiertos, cuerpos de agua temporales y áreas estacionalmente inundables. La especie con mayor número de registros es *Engystomops pustulosus* (rana túngara), con 992 registros. Esta especie, perteneciente a la familia Leptodactylidae, se caracteriza por su alta plasticidad ecológica, lo que le confiere una mayor tolerancia a la fragmentación del hábitat y a la intervención antrópica. Desde el punto de vista ecológico, cumple un rol importante en el control de poblaciones de insectos y en las dinámicas tróficas de

ecosistemas temporales, y se clasifica generalmente dentro de categorías de bajo riesgo de amenaza debido a su amplia distribución y abundancia.

Otra especie representativa de este piso térmico es *Pleurodema brachyops* (sapito lipón), con 289 registros, también perteneciente a la familia Leptodactylidae. Se trata de una especie ampliamente distribuida en el norte de Suramérica, asociada a ambientes abiertos y estacionalmente inundables, donde desempeña un papel clave en el control de artrópodos y como presa de diversos vertebrados. Su amplia tolerancia ecológica explica su alta representatividad y su inclusión en categorías de menor preocupación.

Este componente faunístico de las zonas basales comparte afinidades con la herpetofauna característica del Caribe colombiano, lo que explica la presencia de especies generalistas y ampliamente distribuidas, muchas de las cuales se mantienen en categorías de bajo riesgo de amenaza (Aguirre C., 2012).

Por otro lado, en los pisos montanos y de niebla de la vertiente noroccidental de la Sierra Nevada de Santa Marta se concentra un conjunto de especies con distribuciones restringidas y altos niveles de especialización ecológica. Un ejemplo representativo es *Eleutherodactylus megalops*, actualmente reconocido como *Serranobatrachus megalops* (rana fisgona o rana de dedos largos), con 321 registros, perteneciente a la familia Strabomantidae. Esta especie se encuentra exclusivamente en los bosques de niebla de esta vertiente, lo que la convierte en una especie endémica de Colombia. Su reproducción por desarrollo directo y su asociación a bosques bien conservados la hacen especialmente vulnerable a la pérdida y degradación del hábitat, por lo que se considera dentro de categorías de amenaza a nivel nacional.

Anfibios endémicos

Los ecosistemas montanos albergan un alto número de especies endémicas de anfibios, especialmente ranas de desarrollo directo, cuya dependencia de microhábitats húmedos y estables las hace altamente sensibles a los procesos de deforestación y fragmentación del hábitat (Aguirre C., 2012). Dentro de estos ambientes húmedos también se destacan las salamandras de la familia Plethodontidae. *Bolitoglossa savagei*, con 288 registros, es una salamandra caracterizada por su respiración cutánea y su fuerte dependencia de condiciones microclimáticas asociadas a bosques montanos húmedos tropicales y subtropicales.

Las salamandras del género *Bolitoglossa* cumplen un rol ecológico fundamental en el reciclaje de nutrientes y el control de invertebrados del suelo y la hojarasca.

Ahora bien, la fauna anfibia de la SNSM concentra el mayor número de endemismos de toda la región Caribe, lo que resalta su importancia como centro de diversificación y conservación (Aguirre C., 2012). Dentro del patrón de endemidad de la herpetofauna asociada a la SNSM se encuentran especies cuya distribución se restringe total o parcialmente a este macizo montañoso y sus ecosistemas adyacentes. Este conjunto incluye anfibios altamente representativos como las ranas arlequín *Atelopus laetissimus* y *A. nahumae*, la rana cristal *Ikakogi tayrona* y múltiples especies del género *Pristimantis* (Pérez-González, 2016).

Tabla 35. Anfibios endémicos presentes en el área de reserva de la Sierra Nevada de Santa Marta

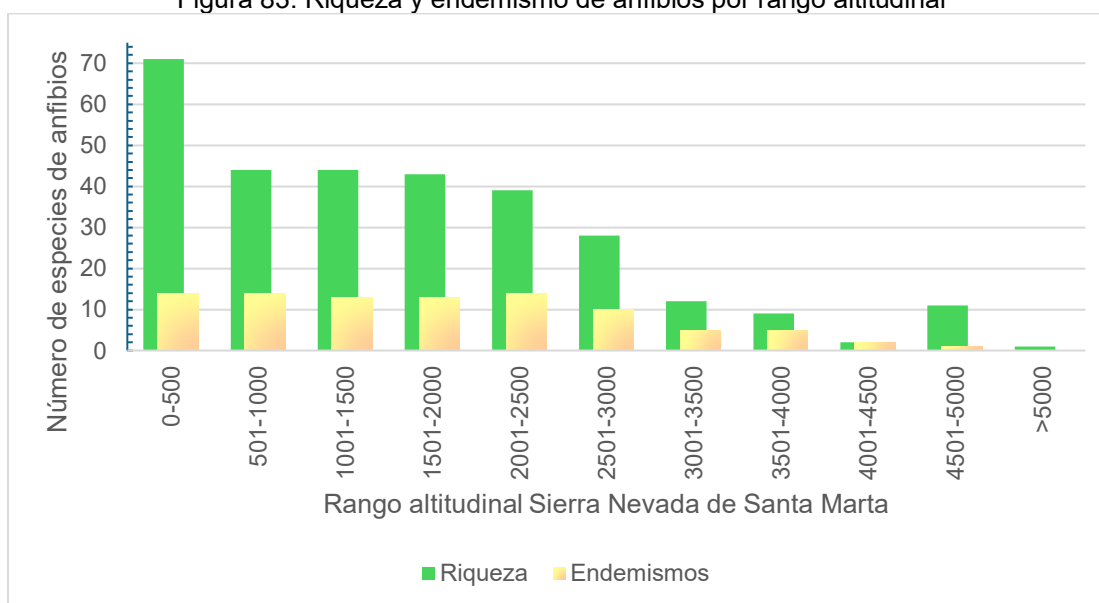
Grupo Fauna	Especie Endémicas	Nombre común
Anfibios	<i>Agalychnis terranova</i>	Rana arbórea de Terranova (sugerido)
	<i>Atelopus laetissimus</i>	Sapo arlequín alegre
	<i>Atelopus nahumae</i>	Sapo arlequín de Nahuma
	<i>Cryptobatrachus boulengeri</i>	Ranita de torrente de Boulenger
	<i>Cryptobatrachus fuhrmanni</i>	Ranita de torrente de Fuhrmann
	<i>Cryptobatrachus ruthveni</i>	Ranita de torrente de Ruthven
	<i>Geobatrachus walkeri</i>	Sapito caminador de Walker
	<i>Ikakogi</i>	Rana de cristal (género)
	<i>Ikakogi tayrona</i>	Rana de cristal tayrona
	<i>Serranobatrachus sanctaemartae</i>	Rana serrana de Santa Marta
	<i>Serranobatrachus carmelitae</i>	Rana serrana de Carmelita
	<i>Serranobatrachus cristinae</i>	Rana serrana de Cristina
	<i>Serranobatrachus delicatus</i>	Rana serrana delicada
	<i>Serranobatrachus insignitus</i>	Rana serrana insigne
	<i>Serranobatrachus megalops</i>	Rana serrana de ojos grandes
	<i>Serranobatrachus ruthveni</i>	Rana serrana de Ruthven
	<i>Tachiramantis</i>	Rana de Tachiramantis (género)
	<i>Tachiramantis tayrona</i>	Rana de Tachira–Tayrona

Fuente: SIB Colombia (2025)

Dado todo lo anterior, es importante resaltar cómo los anfibios muestran una clara relación con el gradiente altitudinal, presentando mayores valores de riqueza en

rangos bajos y medios asociados a ambientes húmedos y térmicamente estables. Sin embargo, el endemismo adquiere mayor relevancia relativa en los rangos intermedios y altos, donde la riqueza total disminuye, pero persisten especies con requerimientos ecológicos estrictos. Este contraste indica que las zonas de mayor altitud funcionan como refugios climáticos para especies altamente especializadas. En este contexto, la protección integral de todo el gradiente resulta fundamental para garantizar la permanencia de microclimas adecuados y la conectividad entre hábitats críticos para este grupo altamente sensible (Figura 83).

Figura 83. Riqueza y endemismo de anfibios por rango altitudinal



Fuente: SIB Colombia (2025)

Anfibios en amenaza

Por otro lado, considerando su importancia funcional, este grupo presenta una alta sensibilidad a la pérdida de cobertura vegetal y a la alteración de la humedad ambiental, por lo que varias de sus especies han sido consideradas amenazadas como consecuencia de la destrucción y fragmentación del hábitat en los ecosistemas montañosos de la Sierra Nevada de Santa Marta (Aguirre C., 2012). Dentro de los anfibios amenazados presentes en los departamentos de Magdalena, La Guajira y Cesar, se destaca un conjunto de especies endémicas de la Sierra Nevada de Santa Marta que presentan altos niveles de riesgo de extinción debido a la pérdida y fragmentación del hábitat, la contaminación de los cuerpos de agua y la creciente incidencia de la quitridiomicosis causada por *Batrachochytrium dendrobatidis*, uno de los principales factores de mortalidad en anuros de montaña (Bayly et al., 2012).

Entre las especies amenazadas se encuentra el sapo arlequín de Arsyecue (*Atelopus arsyecue* – CR), especie con rango extremadamente restringido y pocos registros recientes (IUCN, 2023a). También se encuentran el sapo arlequín de Carrikeri (*Atelopus carrikeri* – EN) y el sapo arlequín alegre (*Atelopus laetissimus* – EN) (IUCN, 2023b; IUCN, 2023c), así como el sapo arlequín de Nahuma (*Atelopus nahumae* – EN) (IUCN, 2023d), todas afectadas por la degradación de bosques montanos y la presión antrópica creciente.

La rana de cristal tayrona (*Ikakogi tayrona* – VU) enfrenta amenazas relacionadas con la alteración de quebradas y deforestación de zonas riparias (IUCN, 2023e). Por su parte, el sapito caminador de Walker (*Geobatrachus walkeri* – EN), único representante de su género es particularmente vulnerable a cambios microclimáticos y pérdida de cobertura boscosa (IUCN, 2023f).

A estas especies se suma la rana terrestre Carmelita (*Pristimantis carmelitae* – EN), afectada por la deforestación y transformación del paisaje andino, y las ranas torrentícolas rana de torrente de Boulenger (*Cryptobatrachus boulengeri* – VU) y rana de torrente de Ruthven (*Cryptobatrachus ruthveni* – EN), bajo presión por alteración de quebradas de alta montaña, sedimentación y modificación de su hábitat especializado (IUCN, 2023g; IUCN, 2023h).

Adicionalmente, los anfibios, junto con los reptiles, constituyen excelentes indicadores de la salud ambiental debido a características fisiológicas como la permeabilidad osmótica de la piel, una adaptación clave para el balance hídrico y la pérdida de agua por evaporación, especialmente relevante en ambientes con fuertes restricciones de humedad, como el bosque seco tropical (Vargas-Salinas et al., 2019). Por lo que su conservación no solo garantiza la persistencia de especies con rangos geográficos limitados y endémicos, sino que también permite monitorear cambios ambientales y la integridad de los ecosistemas en los que habitan, sirviendo como alertas tempranas frente a impactos antrópicos y climáticos. Estas especies reflejan la necesidad urgente de fortalecer esfuerzos de investigación, monitoreo y conservación en los ecosistemas de montaña de la SNSM, altamente afectados por actividades humanas (Bayly et al., 2012).

Tabla 36. Anfibios amenazados en el área de reserva de la Sierra Nevada de Santa Marta

Grupo Fauna	Especie	Nombre común	Categoría de amenaza	
			UICN	Resolución 0126 del 2024
Anfibios	<i>Atelopus arsyecue</i>	Sapo arlequín de Arsyecue	CR	CR

Grupo Fauna	Especie	Nombre común	Categoría de amenaza	
			UICN	Resolución 0126 del 2024
	<i>Atelopus carrikeri</i>	Sapo arlequín de Carrikeri	EN	EN
	<i>Atelopus laetissimus</i>	Sapo arlequín alegre	EN	EN
	<i>Atelopus nahumae</i>	Sapo arlequín de Nahuma	EN	EN
	<i>Ikakogi tayrona</i>	Rana de cristal tayrona	VU	VU
	<i>Geobatrachus walkeri</i>	Sapito caminador de Walker	EN	EN
	<i>Pristimantis carmelitae</i>	Rana terrestre Carmelita	EN	EN
	<i>Cryptobatrachus boulengeri</i>	Rana de torrente de Boulenger	VU	VU
	<i>Cryptobatrachus ruthveni</i>	Rana de torrente de Ruthven	EN	EN

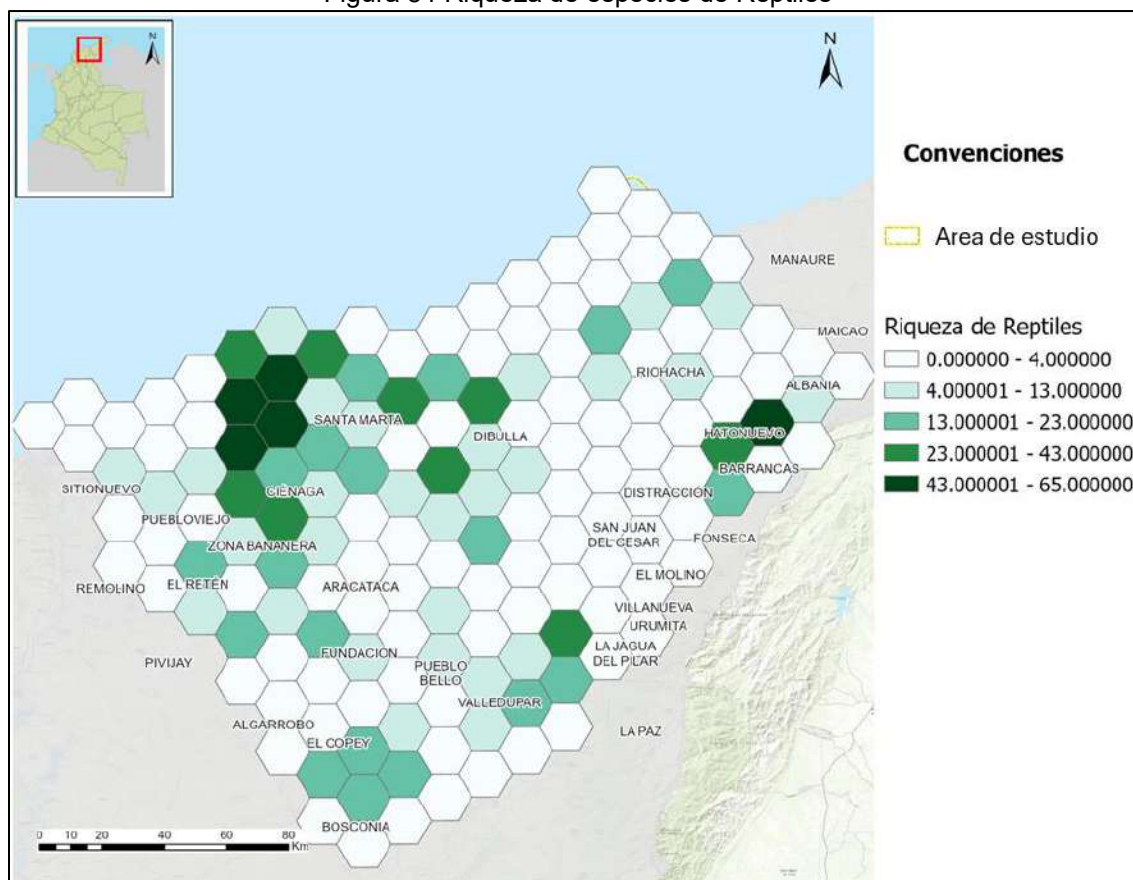
NE: No evaluada, DD: Datos deficientes, NT: Casi amenazado, VU: Vulnerable, EN: En peligro, CR: Peligro crítico.

Fuente: MADS (2024) y UICN (2025)

5.2.5.3. Reptiles

En cuanto a los reptiles, la SNSM constituye un núcleo de alta diversidad dentro de la región Caribe, con registros de al menos 96 especies para el año 2012: 39 lagartos, 55 serpientes, una anfisbaena y una tortuga. Este macizo montañoso también concentra el mayor número de especies endémicas de la región, con 13 especies restringidas a la SNSM, principalmente del género *Anolis* (Aguirre C., 2012). Ahora bien, según la lista de especies silvestres amenazadas según la Resolución 0126 de 2024 y el Sistema Global de Información sobre Biodiversidad (GBIF), a 2025 el área de la reserva cuenta con un total de 9.517 registros de reptiles, correspondientes a 138 especies, lo que evidencia una alta diversidad herpetológica y una amplia representación de distintos grupos funcionales dentro de los ecosistemas presentes. El continuo descubrimiento de nuevas especies y la ampliación del conocimiento de la fauna local resaltan la importancia crítica de conservar este macizo montañoso para proteger su biodiversidad.

Figura 84 Riqueza de especies de Reptiles



Fuente: Elaboración propia a partir de datos del SIB Colombia (2025)

En las zonas bajas y ecosistemas abiertos de la Sierra Nevada de Santa Marta se encuentran varias especies tolerantes a la actividad humana y adaptadas a ambientes perturbados. Entre ellas, *Gonatodes vittatus* (gecko listado) con 789 registros y *Gonatodes albugularis* (gecko de cabeza amarilla) con 730 registros, ambas de la familia Sphaerodactylidae. Estas especies cumplen un rol ecológico fundamental como controladores de poblaciones de insectos y se consideran de bajo riesgo de amenaza. Asimismo, *Anolis auratus* (anolis dorado), de la familia Dactyloidae, con 647 registros, se distribuye ampliamente en sabanas y bordes de bosque, actuando como consumidor secundario y como presa clave para aves y serpientes. Adicionalmente, entre las especies de mayor relevancia desde el punto de vista de conservación se destaca *Porthidium lansbergii* (mapaná de sabana), con 384 registros, especie venenosa de la familia Viperidae que regula poblaciones de pequeños mamíferos y reptiles, pero cuya proximidad a zonas humanas la hace susceptible a persecución directa.

También es importante resaltar que en las zonas bajas se concentra la mayor diversidad de especies generalistas y de amplia distribución, que desempeñan un papel ecológico esencial en la regulación de poblaciones de insectos y pequeños vertebrados (Aguirre C., 2012). Así mismo, se encuentran presentes los lagartos terrestres de la familia Teiidae, de los cuales sobresalen *Cnemidophorus lemniscatus* (584 registros), *Cnemidophorus gaigei* (366 registros) y *Ameiva bifrontata* (406 registros), asociados a ambientes abiertos, secos o estacionalmente inundables, donde cumplen roles clave como depredadores de invertebrados y pequeños vertebrados.

En ecosistemas ribereños y bosques húmedos bajos se encuentran varias especies endémicas que muestran afinidades con las regiones tropicales y subandinas del macizo, donde cerca del 60% de las especies se distribuye ampliamente (Aguirre C., 2012). Dentro de estas especies de mayor distribución, destacan los registros de *Basiliscus basiliscus* (basilisco común o “lagarto Jesucristo”), de la familia Corytophanidae, con 374 registros, que suele encontrarse en cuerpos de agua y bosques ribereños, donde actúa como consumidor oportunista y bioindicador de la integridad de estos ecosistemas. Asimismo, *Iguana iguana* (iguana verde), con 622 registros, es un herbívoro clave que también actúa como dispersor de semillas, siendo un componente importante en las cadenas tróficas. Aunque su distribución es amplia, enfrenta presiones locales por cacería y pérdida de hábitat. Por otro lado, en estos ecosistemas la presencia de tortugas y anfibios, aunque limitada a una especie cada una, también contribuye a la diversidad funcional de estos ambientes.

En los ecosistemas montañosos se encuentran especies de alta especialización y sensibles a la pérdida de hábitat. Por ejemplo, *Lepidoblepharis sanctaemartae*, un pequeño gecko endémico de ecosistemas del norte de Colombia, incluyendo la SNSM, con 359 registros, presenta alta vulnerabilidad frente a la fragmentación y degradación de su hábitat, por lo que se considera prioritaria para conservación. Adicionalmente, se encuentran las familias más diversas en estos ecosistemas, Colubridae y Dipsadidae, representadas principalmente por serpientes de hábitos forestales y semiárboreos (Aguirre C., 2012).

Adicionalmente, en términos de riqueza regional, se han registrado 55 especies de serpientes en la Sierra Nevada de Santa Marta, muchas de ellas con distribución restringida y funciones ecológicas clave, lo que refuerza la importancia del macizo como reservorio de diversidad y endemismo en el Caribe colombiano, más aun

considerando que la SNSM concentra la mayor cantidad de lagartos y serpientes endémicas de toda la región Caribe (Aguirre C., 2012).

Reptiles endémicos

Dentro de los endemismos, destacan en particular, los géneros *Anolis*, *Mastigodryas*, *Liophis*, *Tantilla* y *Micrurus* gracias a la singularidad biogeográfica y la importancia de los pisos montanos presentes en la sierra. La endemidad de reptiles presentes en la SNSM incluye especies con distribución total o parcialmente restringida a este macizo montañoso y sus ecosistemas adyacentes, tales como *Anolis solitarius* y el gecko diurno *Pseudogonatodes furvus*, así como especies de amplia presencia local como *Cnemidophorus gagei*. Adicionalmente, se reconocen endemismos de carácter ecosistémico ligados a los bosques secos de la región, entre ellos *Phyllodactylus ventralis* y *Stenocercus erythrogaster*. La elevada especialización ecológica y la distribución geográfica restringida de estas especies las hace particularmente vulnerables a procesos de transformación del hábitat, contexto en el cual las áreas protegidas constituyen núcleos fundamentales para la conservación de esta fauna (Pérez-González, 2016).

Tabla 37. Reptiles endémicos presentes en el área de reserva de la Sierra Nevada de Santa Marta

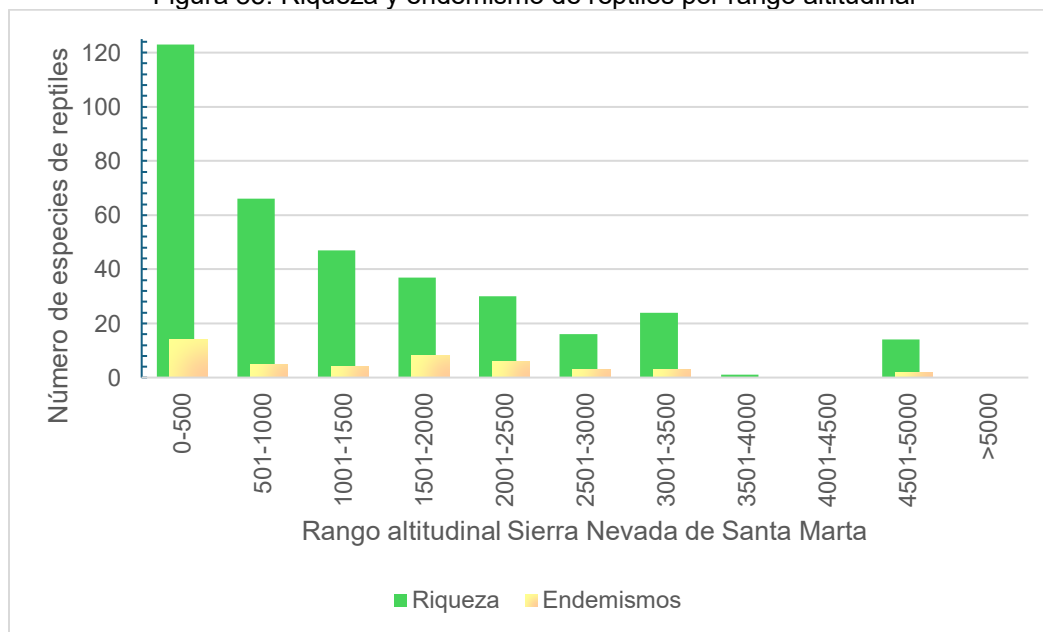
Grupo Fauna	Especie Endémicas	Nombre común
Reptiles	<i>Amphisbaena medemi</i>	Lagarto gusano de Medem
	<i>Alopoglossus romaleos</i>	Lagartija de escamas grandes Romaleos
	<i>Anolis menta</i>	Anolis mixto
	<i>Anolis paravertebralis</i>	Anolis de la Sierra Nevada
	<i>Anolis santamartae</i>	Anolis de Santa Marta
	<i>Anolis solitarius</i>	Anolis solitario
	<i>Anadia pulchella</i>	Anadia de Ruthven
	<i>Bachia talpa</i>	Bachia de Ruthven
	<i>Oreosaurus serranus</i>	Lagartija serrana
	<i>Lepidoblepharis miyatai</i>	Gecko escamoso de Miyata
	<i>Pseudogonatodes furvus</i>	Gecko garras colombiano
	<i>Sphaerodactylus heliconiae</i>	Gecko enano de Heliconia
	<i>Cnemidophorus gagei</i>	Lagartija arcoíris de Gage
	<i>Stenocercus erythrogaster</i>	Iguana cola de látigo rojiza
	<i>Atractus careolepis</i>	Culebra de tierra careolepis
	<i>Atractus sanctaemartae</i>	Culebra de tierra de Santa Marta
	<i>Helicops danieli</i>	Culebra de agua de Daniel

Grupo Fauna	Especie Endémicas	Nombre común
	<i>Thamnodynastes gambotensis</i>	Víbora falsa de Gambote
	<i>Bothrocophias colombianus</i>	Lancehead colombiano
	<i>Podocnemis lewyana</i>	Tortuga del río Magdalena
	<i>Liotyphlops bondensis</i>	Culebra ciega de Armando

Fuente: SIB Colombia (2025)

En términos generales la riqueza específica de reptiles se concentra principalmente en los rangos altitudinales bajos y medios, donde las condiciones térmicas favorecen la actividad y la supervivencia. Hacia mayores elevaciones, la riqueza disminuye de manera marcada, mientras que el endemismo se restringe a rangos altitudinales específicos, reflejando una limitada tolerancia ambiental y capacidad de desplazamiento. Este patrón evidencia que la conservación de todo el gradiente altitudinal es clave para mantener poblaciones viables y permitir ajustes espaciales frente a cambios térmicos, especialmente en un sistema montañoso aislado como la Sierra Nevada de Santa Marta (Figura 85).

Figura 85. Riqueza y endemismo de reptiles por rango altitudinal



Fuente: SIB Colombia (2025)

Reptiles en amenaza

En cuanto a los reptiles amenazados registrados en los departamentos de Magdalena, La Guajira y Cesar, se identifican especies de quelonios marinos y continentales que enfrentan altos niveles de amenaza debido a la degradación de hábitats, pérdida de zonas de anidación y presiones humanas (IUCN, 2023a; IUCN, 2023b). Entre los quelonios marinos, destacan la tortuga carey (*Eretmochelys imbricata* – CR) y la tortuga laúd (*Dermochelys coriacea* – VU), ambas con poblaciones en declive por pérdida de playas de anidación, captura incidental y perturbación humana. También se encuentran la tortuga verde (*Chelonia mydas* – EN) y la tortuga boba (*Caretta caretta* – VU), afectadas por amenazas similares en ecosistemas costeros y marinos (IUCN, 2023a).

En ambientes acuáticos continentales, la tortuga del río Magdalena (*Podocnemis lewyana* – CR), endémica de las cuencas del Magdalena, Sinú y San Jorge, presenta reducción crítica de poblaciones por la caza de adultos y huevos, así como la destrucción de sitios de anidación, lo que ha motivado programas de conservación comunitaria (IUCN, 2023b). Otros quelonios terrestres como el morrocoy (*Chelonoidis carbonarius* – EN) se ven afectados por la pérdida de bosque seco tropical y tráfico ilegal, mientras que el cocodrilo de río (*Crocodylus acutus* – VU) enfrenta la fragmentación de manglares y humedales ribereños. Entre lagartos endémicos, el gecko enano de Miyata (*Lepidoblepharis miyatai* – EN), con distribución restringida en la Sierra Nevada de Santa Marta, refleja la necesidad de estudios taxonómicos y de monitoreo ante la transformación del bosque seco tropical y la falta de datos recientes (IUCN, 2023a; IUCN, 2023b).

Estos patrones de amenaza resaltan la urgencia de fortalecer programas de investigación, monitoreo y acciones de conservación para garantizar la supervivencia de los reptiles amenazados de la región, especialmente en áreas bajo presión antropogénica (IUCN, 2023a).

Tabla 37. Reptiles amenazados en el área de reserva de la Sierra Nevada de Santa Marta

Grupo Fauna	Especie	Nombre común	Categoría de amenaza	
			IUCN	Resolución 0126 del 2024
Reptiles	<i>Lepidoblepharis miyatai</i>	Gecko enano de Miyata	EN	EN
	<i>Caretta caretta</i>	Tortuga boba	VU	CR
	<i>Chelonia mydas</i>	Tortuga verde	LC	EN
	<i>Eretmochelys imbricata</i>	Tortuga carey	CR	CR
	<i>Dermochelys coriacea</i>	Tortuga laúd	VU	CR

Grupo Fauna	Especie	Nombre común	Categoría de amenaza	
			UICN	Resolución 0126 del 2024
	<i>Podocnemis lewyana</i>	Tortuga del río Magdalena	CR	CR
	<i>Chelonoidis carbonarius</i>	Morrocoy	EN	VU
	<i>Crocodylus acutus</i>	Cocodrilo americano	VU	EN

NE: No evaluada, DD: Datos deficientes, NT: Casi amenazado, VU: Vulnerable, EN: En peligro, CR: Peligro crítico.

Fuente: MADS (2024) y UICN (2025)

Reptiles migratorios

En relación con los reptiles migratorios, la SNSM conforma un área utilizada por tortugas marinas dentro de los procesos de migración en el Caribe colombiano, principalmente por especies de amplio desplazamiento. *Caretta caretta* (tortuga boba o caguama) utiliza la región de la SNSM como área asociada a playas de reproducción y hábitats pelágicos al norte del Parque Tayrona, aunque sus rutas migratorias, incluidos los puntos de llegada y salida, permanecen desconocidas. Asimismo, *Dermochelys coriacea* (tortuga caná) presenta eventos de nidificación menor en áreas costeras asociadas a la SNSM, como el Vía Parque Isla de Salamanca y el Parque Nacional Natural Tayrona, que hacen parte de su ámbito de desplazamiento migratorio en el Caribe occidental (Pavía, 2007); Asociación Widecast Colombia, 2002). En contraste, *Eretmochelys imbricata* (tortuga carey) muestra un patrón de movilidad más restringido con desplazamientos regionales limitados dentro del Caribe que han permitido registros de anidación en el PNN Tayrona (Lou, 2009).

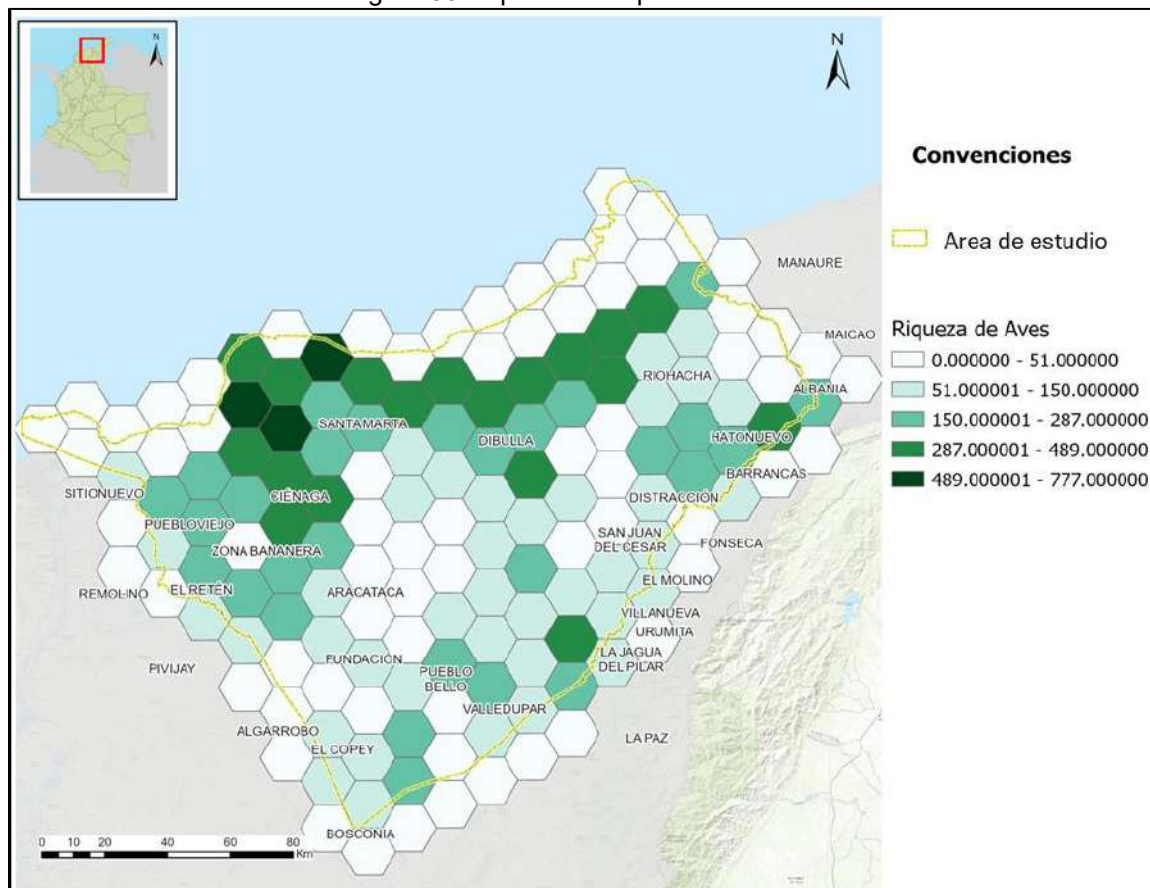
5.2.5.4. Aves

La SNSM constituye un núcleo de muy alta diversidad de aves dentro de la región Caribe, con registros que representan aproximadamente el 49% de la avifauna de la región y cerca del 84% de los registros nacionales. Esta diversidad se distribuye a lo largo de un gradiente altitudinal que incluye pisos térmicos tropicales, subandinos, andinos y de páramo, cada uno con comunidades y endemismos particulares (Aguirre C., 2012).

De acuerdo con el Sistema Global de Información sobre Biodiversidad (GBIF) y la lista de especies silvestres amenazadas según la Resolución 0126 de 2024, el área de la reserva cuenta con un total de 1.048.575 registros de aves, con 1.546 especies, lo que refleja la importancia del área para el mantenimiento de procesos

ecológicos clave y la conectividad de distintos tipos de hábitat. Entre las especies más registradas se encuentran *Leptotila verreauxi* (paloma sabanera), común en áreas abiertas y bordes de bosque, que cumple un rol clave como dispersora de semillas; *Atlapetes melanocephalus* (gorrión montés cabecinegro), que se alimenta de semillas e invertebrados y se encuentra en matorrales y bordes de bosque; y aves carroñeras como *Cathartes aura* (gallinazo colorado) y *Coragyps atratus* (gallinazo negro), que contribuyen al control de patógenos y al reciclaje de nutrientes en ecosistemas ribereños y sabanas.

Figura 86 Riqueza de especies de Aves



Fuente: Elaboración propia a partir de datos del SIB Colombia (2025)

En las zonas bajas tropicales (<1000 m) de la Sierra Nevada de Santa Marta se han registrado 81 especies distribuidas en 64 géneros, 27 familias y 14 órdenes, representando el 18% de la avifauna de la región. Los Passeriformes han sido el orden más diverso, con familias destacadas como Tyrannidae y Trochilidae. Entre los géneros más ricos se encuentran *Myiarchus* y *Tyrannus*, reflejando la

abundancia de especies insectívoras y omnívoras que desempeñan funciones clave en el control de artrópodos y la dispersión de semillas (Aguirre C., 2012).

En los pisos subandinos (1000–2300 m), los bosques montanos y bordes de bosque sostienen aves especializadas que dependen de recursos específicos. Entre estas especies se incluyen varias aves passeriformes insectívoras y frugívoras, así como colibríes y tórtolas que cumplen funciones de polinización y dispersión de semillas. *Thraupis episcopus* (azulejo común) y *Ramphocelus dimidiatus* (tángara lominegra) actúan como reguladoras de insectos y dispersoras de frutos, mientras que especies como *Atlapetes melanocephalus* continúan cumpliendo un rol importante en la predación de artrópodos y consumo de semillas. En este piso se han registrado 32 especies de 29 géneros, 15 familias y 7 órdenes, representando el 7% de la avifauna de la SNSM. Las familias Psittacidae y Trochilidae han sido las más diversas, mientras que el género *Chaetura* presentó la mayor riqueza, reflejando la especialización ecológica de estas aves en los bosques subandinos y su papel en la polinización y control de insectos (Aguirre C., 2012).

En los bosques andinos (2300–3200 m), predominan especies de colibríes y aves frugívoras de montaña que dependen de recursos florales y frutos nativos. *Thalurania colombica* (colibrí coroniverde) y *Colibri cyanotus* (colibrí orejiazul) son polinizadores esenciales, mientras que *Psarocolius decumanus* (oropéndola crestada) y *Turdus leucomelas* (mirla patinaranja) contribuyen a la dispersión de semillas y a la regeneración de los ecosistemas. En este piso se han registrado 17 especies de 17 géneros, 12 familias y 7 órdenes, representando el 4% de la avifauna de la SNSM. Los Passeriformes han sido el orden más diverso, con familias como Parulidae y Thraupidae, destacando la presencia de especies endémicas y especializadas adaptadas a la vegetación de montaña y a los recursos alimentarios limitados de este ecosistema (Aguirre C., 2012).

Hacia la cima del macizo montañoso, los ecosistemas de páramo (>3200 m) albergan un conjunto reducido pero único de aves adaptadas a condiciones frías y vegetación baja. Se han registrado al menos 11 especies distribuidas en 10 géneros, 9 familias y 3 órdenes, representando el 3% de la avifauna de la zona. Los Passeriformes se mantienen como el orden más diverso, esta vez con familias como Emberizidae y Tyrannidae. En esta zona, estas aves cumplen funciones de control de insectos y dispersión de semillas, y su distribución restringida y especialización ecológica las hace particularmente sensibles a la pérdida de cobertura vegetal y al cambio climático (Aguirre C., 2012).

Aves endémicas

La avifauna de la SNSM evidencia la coexistencia de especies generalistas, adaptables a paisajes intervenidos, y especies especializadas y endémicas, destacando la importancia de conservar una matriz de hábitats diversa, desde bosques y matorrales hasta zonas ribereñas y páramo, para garantizar la persistencia de los procesos ecológicos y la biodiversidad regional. De igual manera, es importante resaltar que la SNSM concentra cerca del 20 % de las especies de aves endémicas de Colombia (Chaparro-Herrera et al., 2013), lo que la posiciona como uno de los centros de endemismo continental de aves más importantes del mundo, debido a la alta proporción de taxones exclusivos de la región (PNNC, 2022). Las aves constituyen el grupo faunístico con mayor número de especies únicas en la SNSM, razón por la cual el macizo ha sido designado como Área de Endemismo de Aves (EBA), y en su interior se reconocen sectores clave como San Lorenzo, San Salvador y Río Frío, catalogados como Áreas de Importancia para la Conservación de las Aves (AICAS) (PNNC, 2022).

Tabla 38. Aves endémicas presentes en el área de estudio

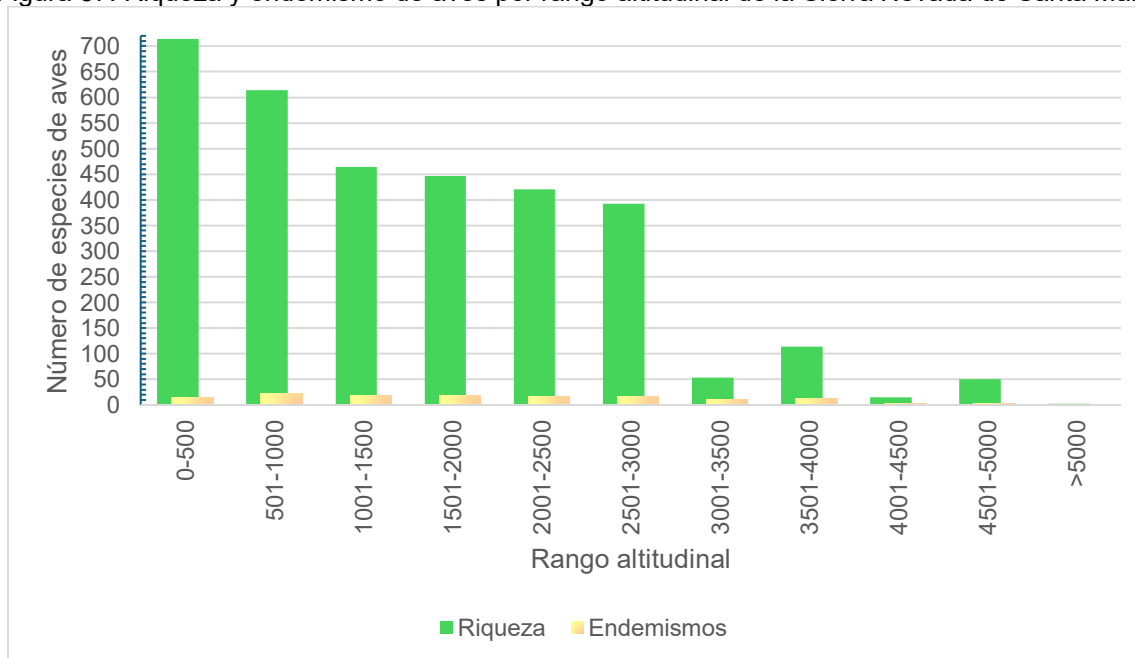
Grupo Fauna	Especie Endémicas	Nombre común
Aves	<i>Ortalis garrula</i>	Chachalaca de alas castañas
	<i>Crax alberti</i>	Paujil pico azul
	<i>Ramphomicron dorsale</i>	Zorzal pico espinoso de dorso negro
	<i>Oxyopogon cyanoaemus</i>	Barbudito azul
	<i>Coeligena phalerata</i>	coliblanco
	<i>Chaetocercus astreans</i>	Colibrí pequeño
	<i>Campylopterus phainopeplus</i>	Colibrí cervato
	<i>Megascops gilesi</i>	Búho esmeralda
	<i>Picumnus granadensis</i>	Piquituerto granadino
	<i>Pyrrhura viridicata</i>	Cotorra de Santa Marta
	<i>Drymophila caudata</i>	Tángara de cola
	<i>Drymophila hellmayri</i>	Tángara de Hellmayr
	<i>Grallaria bangsi</i>	Tororoi de Santa Marta
	<i>Scytalopus sanctaemartae</i>	Tapaculo de Santa Marta
	<i>Scytalopus latebricola</i>	Tapaculo misterioso
	<i>Cranioleuca hellmayri</i>	Fío de Hellmayr (Cranioleuca)
	<i>Synallaxis fuscorufa</i>	Chupamirto rojizo
	<i>Myiotheretes pernix</i>	Reinitas de montaña

Grupo Fauna	Especie Endémicas	Nombre común
	<i>Myiarchus apicalis</i>	Tirano crestado de punta apical
	<i>Troglodytes monticola</i>	Cucarachero montano
	<i>Henicorhina anachoreta</i>	Zorzalito ermitaño
	<i>Arremon basilicus</i>	Gorrión basilico
	<i>Atlapetes melanocephalus</i>	Atlapetes de cabeza negra
	<i>Myioborus flavivertex</i>	Reinita de frente amarilla
	<i>Basileuterus basilicus</i>	Reinita basilica
	<i>Basileuterus conspicillatus</i>	Reinita cejiblanca

Fuente: SIB Colombia (2025)

Considerando los altos valores de riqueza de la avifauna en la SNSM a lo largo del gradiente altitudinal, se observa máximos en los rangos bajos y medios, donde la diversidad de hábitats y la disponibilidad de recursos son mayores. Aunque la riqueza disminuye hacia las mayores elevaciones, el endemismo muestra una distribución definida en rangos altitudinales específicos, evidenciando la existencia de especies estrechamente asociadas a determinados pisos ecológicos. Este patrón resalta la necesidad de conservar la totalidad de la montaña, garantizando la conectividad altitudinal que permite tanto la movilidad de especies generalistas como la persistencia de aves endémicas con rangos restringidos (Figura 87).

Figura 87. Riqueza y endemismo de aves por rango altitudinal de la Sierra Nevada de Santa Marta



Fuente: SIB Colombia (2025)

Aves en amenaza

Ahora bien, de las aves amenazadas registradas en los departamentos de Magdalena, La Guajira y Cesar, varias especies enfrentan pérdida de hábitat, cambios en el uso del suelo y perturbación humana, lo que evidencia la urgencia de fortalecer la investigación, el monitoreo y la conservación (IUCN, 2023a; IUCN, 2023b).

Entre las especies de mayor riesgo se encuentran pájaros acuáticos y humedaleros como el pato castaño (*Netta erythrophthalma* – CR), el pato brasileño (*Sarkidiornis sylvicola* – EN) y el pato colorado (*Spatula cyanoptera* – EN), cuyas poblaciones están fuertemente reducidas (IUCN, 2023a). En aves forestales y crácidos, el paujil colombiano (*Crax alberti* – CR) enfrenta deforestación y caza selectiva, mientras que aves costeras como el flamenco (*Phoenicopterus ruber* – EN), el piquero café (*Sula leucogaster* – EN) y la garceta rojiza (*Egretta rufescens* – VU) están amenazadas por la alteración de zonas litorales y disturbios humanos (IUCN, 2023b).

Entre rapaces, el cóndor de los Andes (*Vultur gryphus* – VU) sigue en declive por persecución y pérdida de hábitat, mientras que el águila solitaria (*Buteogallus solitarius* – CR) y el águila crestada (*Spizaetus isidori* – EN) están afectadas por fragmentación del bosque (IUCN, 2023c).

Entre especies endémicas de la Sierra Nevada de Santa Marta, destacan el colibrí florido (*Anthocephala floriceps* – VU), el colibrí chivito de Santa Marta (*Oxypogon cyanolaemus* – EN), el colibrí ventrizafiro (*Chrysuronia lilliae* – EN) y la cotorra de Santa Marta (*Pyrrhura viridicata* – EN), todas dependientes de bosques en retroceso (IUCN, 2023a). Otras aves del sotobosque como el cardenal verdirrubi (*Cardinalis phoeniceus* – CR), la reinita de Santa Marta (*Myiothlypis basilica* – EN), la reinita embridada (*Myiothlypis conspicillata* – VU), el churrín de Santa Marta (*Scytalopus sanctaemartae* – VU), el Tororoí de Santa Marta (*Grallaria bangsi* – VU) y el Ticotico de Santa Marta (*Clibanornis rufipectus* – VU) muestran alta sensibilidad a la fragmentación (IUCN, 2023a; IUCN, 2023b).

Finalmente, especies como el Reinita cerúlea (*Setophaga cerulea* – VU), el chochín montano (*Troglodytes monticola* – CR) y el atrapamoscas de Santa Marta (*Myiotheretes pernix* – EN) completan el conjunto de aves en riesgo, cuya

conservación requiere mantener la conectividad ecológica y reducir la presión antrópica en la región (IUCN, 2023a).

Tabla 39. Avifauna amenazada en el área de reserva de la Sierra Nevada de Santa Marta

Grupo Fauna	Especie	Nombre común	Categoría de amenaza	
			UICN	Resolución 0126 del 2024
Aves	<i>Netta erythrophthalma</i>	Pato ojo rojo	LC	CR
	<i>Sarkidiornis sylvicola</i>	Pato crestado amazónico	LC	EN
	<i>Spatula cyanoptera</i>	Pato ala azul	LC	EN
	<i>Chauna chavaria</i>	Chajá	LC	VU
	<i>Crax alberti</i>	Paujil de Alberti	CR	CR
	<i>Phoenicopterus ruber</i>	Flamenco rojo	LC	EN
	<i>Sula leucogaster</i>	Booby de vientre blanco	LC	EN
	<i>Egretta rufescens</i>	Garcita rojiza	NT	VU
	<i>Vultur gryphus</i>	Cóndor andino	VU	CR
	<i>Buteogallus solitarius</i>	Aguililla solitaria	NT	CR
	<i>Spizaetus isidori</i>	Águila crestada de Isidor	EN	EN
	<i>Anthocephala floriceps</i>	Colibrí cabeza de flor	VU	VU
	<i>Campylopterus phainopeplus</i>	Colibrí de pluma azul	CR	VU
	<i>Chrysuronia lilliae</i>	Colibrí de Lillie	EN	EN
	<i>Oxypogon cyanolaemus</i>	Colibrí barbiverde	EN	EN
	<i>Ara militaris</i>	Guacamayo militar	VU	VU
	<i>Pyrrhura viridicata</i>	Periquito verdoso	EN	EN
	<i>Cardinalis phoeniceus</i>	Cardenal carmesí	LC	VU
	<i>Arremon schlegeli</i>	Arremón de Schlegel	LC	VU
	<i>Clibanornis rufipectus</i>	Rufipectus	VU	VU
	<i>Grallaria bangsi</i>	Grallaria de Bangs	VU	VU
	<i>Icterus icterus</i>	Tángara amarilla	LC	VU
	<i>Myiothlypis basilica</i>	Reinita basilica	NT	EN
	<i>Myiothlypis conspicillata</i>	Reinita conspicua	NT	VU
	<i>Setophaga cerulea</i>	Reinita cerúlea	NT	VU
	<i>Scytalopus sanctaemartae</i>	Tapaculo de Santa Marta	NT	VU
	<i>Troglodytes monticola</i>	Chochín montano	CR	EN
	<i>Myiotheretes pernix</i>	Saltarín montano	EN	EN

NE: No evaluada, DD: Datos deficientes, NT: Casi amenazado, VU: Vulnerable, EN: En peligro, CR: Peligro crítico.

Fuente: MADS (2024) y UICN (2025)

Aves migratorias

Por otra parte, millones de aves migran cada año y Colombia representa no solo un destino importante, sino también una posición estratégica como zona de despegue y aterrizaje para las aves que cruzan el mar Caribe. Estas especies cumplen funciones ecológicas esenciales en los ecosistemas del continente americano, como la polinización y el control de plagas. En este contexto, la SNSM desempeña un papel estratégico a escala regional para las aves migratorias neotropicales que se desplazan entre el Caribe y Sudamérica, lo que ha impulsado el reconocimiento de la necesidad de ampliar las áreas protegidas e implementar medidas complementarias de conservación que aseguren la preservación de hábitats críticos (Bayly et al., 2012; PNNC, 2022).

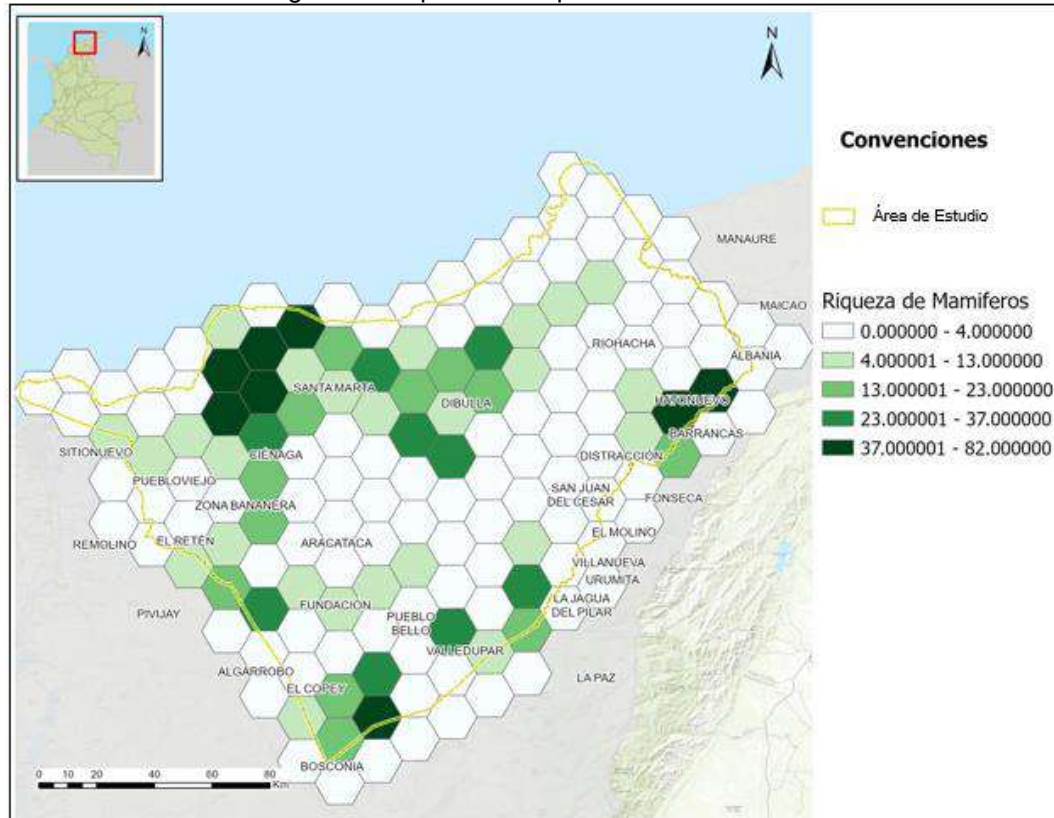
Al albergar poblaciones de aves migratorias, incluidas especies globalmente amenazadas, el Parque Nacional Natural Sierra Nevada de Santa Marta cumple un rol fundamental en la protección de los hábitats utilizados por estas aves. No obstante, muchas poblaciones han disminuido considerablemente en los últimos 40 años, lo que ha incrementado el grado de amenaza de algunas especies. Diversos estudios han demostrado que la SNSM provee recursos abundantes que permiten a las aves almacenar suficiente energía para cruzar el mar Caribe hacia Norteamérica, y que las aves migratorias prefieren estos hábitats naturales frente a sistemas productivos como las plantaciones de café.

La Sierra Nevada de Santa Marta constituye además un punto clave dentro de las rutas migratorias de aves neárticas que ingresan a Colombia desde Norteamérica, especialmente para especies de patos migratorios que se originan en el Ártico y atraviesan Norteamérica y el Caribe antes de ingresar al país por esta región (Canevari, 2001). Esta relevancia se evidencia en la alta concentración del pato careto (*Anas discors*) registrada en la Ciénaga Grande de Santa Marta, uno de los principales sitios de congregación de la especie en el norte de Suramérica (Resnatur, 2004). Asimismo, varias especies de Anatidae procedentes de Canadá y Estados Unidos utilizan los humedales asociados a la SNSM como áreas de descanso y alimentación durante la migración, y la región destaca por su alta diversidad y abundancia estacional de aves migratorias boreales, particularmente passeriformes, que utilizan estos ecosistemas como zonas de invernada o de paso (Resnatur, 2004). La importancia de estos procesos se refuerza por la presencia de sitios de relevancia internacional como la Reserva de la Biosfera Ramsar Ciénaga Grande de Santa Marta y la Isla de Salamanca, reconocidos como áreas clave para aves migratorias acuáticas y playeras en el Caribe colombiano (Franco, 2005).

5.2.5.5. Mamíferos

El área de la reserva cuenta con 9.119 registros de mamíferos, evidenciando una alta diversidad funcional. Esta diversidad incluye primates, murciélagos, carnívoros, roedores, herbívoros y especies de otros órdenes, cada uno cumpliendo roles ecológicos clave como dispersión de semillas, polinización, control de poblaciones y transferencia de energía trófica.

Figura 88 Riqueza de especies de mamíferos



Fuente: Elaboración propia a partir de datos del SIB Colombia (2025)

En las zonas bajas tropicales (0-1000 m) de la SNSM, destacan los primates *Alouatta seniculus* (mono aullador rojo), de la familia Atelidae, frugívoro y folívoro clave para la dispersión de semillas y regeneración forestal, sensible a la fragmentación del hábitat. También destacan los murciélagos frugívoros y polinizadores *Artibeus jamaicensis*, *Carollia brevicaudum*, *Uroderma bilobatum*, *Glossophaga longirostris* y *Glossophaga soricina*, esenciales para la dispersión de semillas y la polinización, así como los carnívoros *Cerdocyon thous* (perro de monte) y *Leopardus pardalis* (ocelote).

En las zonas bajas también se encuentran especies como el tití cabeciblanco *Oedipomidas oedipus*, que habita selvas pluviales, bosque seco y áreas

secundarias hasta los 500 m, siendo afectado por destrucción masiva del hábitat y comercio de mascotas, y el tití gris *Saguinus leucopus*, que habita bosques primarios y secundarios hasta 1.500 m y se encuentra en peligro por reducción de hábitat y cacería. Además, el mico andino nocturno *Aotus griseimembra* y el mico nocturno *Aotus lemurinus* se ubican en bosques del piedemonte y montanos bajos, siendo vulnerables por pérdida de hábitat y cacería para investigación biomédica. La *Panthera onca* (jaguar) se distribuye desde el nivel del mar hasta 1.500 m, en diversos hábitats, mientras que *Leopardus tigrinu* (oncilla o tigrillo gallinero) habita piedemontes y *Lontra longicaudi*

En el área subandina (1000-2300 m), entre los roedores y herbívoros se destacan *Dasyprocta punctata* (agouti de llanura) y *Sciurus granatensis* (ardilla), importantes dispersores de semillas. Entre los murciélagos se encuentran *Leptonycteris curasoae* y *Rhogeessa minutilla*, con poblaciones amenazadas y disminuyendo por pérdida de hábitat y vandalismo en cuevas (Otálora-Ardila, 2024). En tanto que entre los carnívoros de esta zona destaca *Tremarctos ornatus* (oso de anteojos) que habita bosques andinos y subandinos, páramos y áreas intervenidas, y se encuentra amenazado por caza, ganadería y pérdida de hábitat (Aguirre C., 2012).

Dentro de las especies relevantes del páramo y bosques de alta montaña (>2300 m) se encuentran *Sylvilagus floridanus* (conejo de cola blanca) y *Dasypus novemcinctus* (tatú de nueve bandas). En estos pisos se ubica también *Thomasomys monochromos*, quien habita entre 2.200 y 3.600 m en bosques de alta montaña y páramo, en zonas que están siendo reemplazadas por cultivos, donde también se ha llegado a registrar la presencia de *Myrmecophaga tridactyla artata* (oso hormiguero gigante), especie vulnerable que habita zonas abiertas y secundarias, amenazada por cacería y pérdida de hábitat (Aguirre C., 2012).

Por otro lado, los mamíferos acuáticos asociados a la Sierra Nevada de Santa Marta incluyen representantes de cetáceos misticetos y odontocetos, cuya presencia refleja la importancia del Caribe colombiano como área de tránsito, uso ocasional y residencia para distintas especies. Entre los misticetos, la ballena jorobada (*Megaptera novaeangliae*) constituye la especie más emblemática, a pesar de que sus registros sean considerados inusuales y estén asociados a individuos aislados de la población del Atlántico norte que migra anualmente hacia el Gran Caribe (Flórez-González I. &, 1995); (Fraija, 2009)). En contraste, la ballena de Bryde (*Balaenoptera edeni*) presenta una ocurrencia más regular en el Caribe colombiano, con avistamientos regulares durante la primera mitad del año desde las costas centrales del Caribe hasta Santa Marta (Flórez-González I. &, 1995).

Entre los odontocetos, las especies con mayor frecuencia de avistamiento y amplia distribución en aguas costeras y oceánicas frente a la SNSM incluyen el delfín nariz de botella (*Tursiops truncatus*) y el delfín manchado del Atlántico (*Stenella frontalis*) (Pardo et al., 2009). Adicionalmente, el delfín de Guyana (*Sotalia guianensis*) ha sido reportado en ambientes estuarinos cercanos al golfo de Salamanca, en el área de Santa Marta (Pardo, 2006)). La presencia del delfín listado (*Stenella coeruleoalba*) fue confirmada para la región por Pardo (2006), aunque su ocurrencia en aguas costeras de Santa Marta se considera rara debido a sus hábitos oceánicos y baja frecuencia en el Caribe. Para especies menos comunes, como el cachalote pigmeo (*Kogia breviceps*), la información disponible proviene principalmente de registros de varamientos, incluyendo dos eventos documentados en Santa Marta (Muñoz-Hincapié et al., 1998). Finalmente, la nutria neotropical (*Lontra longicaudis*) ha sido reportada en el flanco occidental de la Sierra Nevada de Santa Marta y en sistemas acuáticos asociados, evidenciando la conectividad entre ecosistemas marino-costeros y continentales de la región (Alberico et al., 2000).

Mamíferos endémicos

Es importante considerar que la SNSM es también un refugio vital para mamíferos endémicos, como el tití cabeciblanco (*Oedipomidas oedipus*), un primate en peligro crítico con pelaje blanco distintivo que vive en grupos familiares, el cariblanco de Santa Marta (*Cebus malitiosus*), conocido por su inteligencia y dieta omnívora en alturas medias, así como para roedores como *Proechimys mincae*, adaptado a suelos rocosos con hábitos nocturnos. Especies que además resaltan la riqueza única de la región, dada la creciente amenaza por pérdida de hábitat que sufren las poblaciones que habitan el macizo.

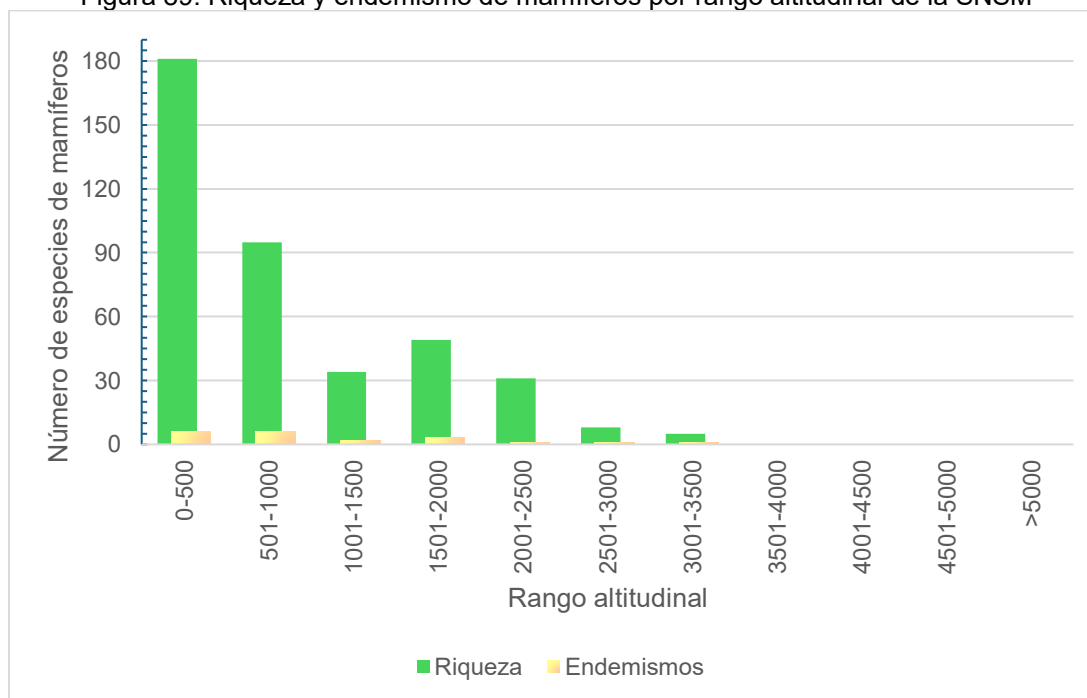
Tabla 40. Mamíferos endémicos presentes en el área de estudio

Grupo Fauna	Especie Endémicas	Nombre común
Mamíferos	<i>Saguinus oedipus</i>	Tití cabeciblanco
	<i>Cebus cesarae</i>	Cebú blanco-frente del Cesar
	<i>Cebus malitiosus</i>	Cebú blanco-frente de Santa Marta
	<i>Cebus versicolor</i>	Cebú blanco-frente variado
	<i>Nephelomys maculiventer</i>	Rata de arroz de Santa Marta
	<i>Thomasomys monochromos</i>	Ratón de los Andes unicolor
	<i>Proechimys mincae</i>	Rata espinosa de Minca
	<i>Proechimys oconnelli</i>	Rata espinosa de O'Connell

Fuente: SIB Colombia (2025)

La mastofauna exhibe una disminución progresiva de la riqueza a medida que aumenta la altitud, concentrándose los mayores valores en los rangos bajos y medios del gradiente. El endemismo, aunque bajo en términos absolutos, adquiere mayor relevancia relativa en las altitudes medias y altas, donde la riqueza total es menor y las condiciones ambientales son más restrictivas. Este patrón sugiere que la protección integral de la Sierra Nevada de Santa Marta es esencial para mantener la conectividad funcional entre hábitats, permitir desplazamientos altitudinales y reducir el riesgo de aislamiento de poblaciones endémicas frente a la fragmentación y el cambio climático (Figura 89).

Figura 89. Riqueza y endemismo de mamíferos por rango altitudinal de la SNSM



Fuente: SIB Colombia (2025)

Mamíferos en amenaza

En conjunto, la fauna de mamíferos terrestres de la Sierra Nevada de Santa Marta combina especies generalistas y adaptables con especies endémicas y vulnerables,

con murciélagos frugívoros y nectarívoros clave para polinización y dispersión de semillas, primates esenciales en la regeneración forestal, carnívoros que regulan poblaciones y herbívoros que transfieren energía trófica. La presencia de especies en categorías de amenaza como *Saguinus leucopus* (EN), *Saguinus oedipus* (CR), *Tremarctos ornatus* (VU), *Panthera onca* (NT) y *Leopardus tigrinus* (VU) resalta la necesidad de conservar una matriz de hábitats que incluya bosques tropicales, subandinos, páramos y cuerpos de agua, para asegurar la persistencia de los procesos ecológicos y la biodiversidad regional (Aguirre C., 2012).

Entre los mamíferos amenazados también se encuentra *Tapirus terrestris colombianus*, subespecie colombiana restringida a ecosistemas de bosque húmedo premontano. Algunos de sus núcleos de dispersión se ubican entre el río San Salvador y Palomino, aproximadamente entre 300 y 1.000 msnm. Los registros indican que estas poblaciones se encuentran principalmente fuera del área actual del PNN SNSM. Esta especie utiliza bosques húmedos conservados y vegetación secundaria en recuperación, pero sus poblaciones han disminuido debido a deforestación, cultivos ilícitos y caza ilegal. La presencia de individuos fuera de áreas protegidas resalta la necesidad de aumentar su representatividad mediante la ampliación del PNN SNSM.

Los mamíferos amenazados de los departamentos de Magdalena, La Guajira y Cesar enfrentan como principales presiones la pérdida y fragmentación de hábitats, cacería y cambios en el uso del suelo, lo cual resalta la necesidad de investigación y conservación de sus territorios y poblaciones (IUCN, 2023a; IUCN, 2023b).

Entre los mamíferos de gran tamaño como el tapir terrestre (*Tapirus terrestris* – VU), el pecarí de labios blancos (*Tayassu pecari* – VU) y el oso hormiguero gigante (*Myrmecophaga tridactyla* – VU) se evidencian poblaciones en declive por deforestación y pérdida de conectividad, resaltando la necesidad de programas de conservación y manejo sostenible (IUCN, 2023a; IUCN, 2023b). Asimismo, las poblaciones de jaguar (*Panthera onca* – VU) presentan declives asociados a la deforestación, la degradación de bosques y la pérdida de conectividad de hábitat (IUCN, 2023a), presiones que también afectan a mesocarnívoros como el tigrillo (*Leopardus tigrinus* – VU) y la nutria (*Lontra longicaudis* – NT), también afectada por alteraciones de ríos y zonas riparias (IUCN, 2023b).

En este contexto es importante señalar que la SNSM ha sido reconocido como una de las zonas prioritarias de conservación no solo para carnívoros, sino también para la mayoría de los grupos de mamíferos del Caribe colombiano (González-Maya, 2013); (Le Saout S, 2013). Actualmente, la SNSM enfrenta fuertes presiones de

degradación y pérdida de hábitats debido a la expansión de la frontera agrícola y ganadera, así como a conflictos derivados de la depredación de animales domésticos y la cacería. Por ello, resulta indispensable definir acciones de conservación prioritarias que permitan revertir estos procesos de degradación, restaurar hábitats y proteger la biodiversidad de la región en general (López-Londoño, 2008).

En otros grupos, como los primates, el mono nocturno de manos grises (*Aotus griseimembra* – VU) y el mono nocturno de vientre gris (*Aotus lemurinus* – VU) están presionados por la destrucción de bosques primarios y secundarios, mientras que el mono araña (*Ateles hybridus* – CR) y el tití cabeciblanco (*Saguinus oedipus* – VU) enfrentan fragmentación de hábitat y cacería (IUCN, 2023c). El mono cariblanco (*Cebus malitiosus* - EN) y el capuchino de frente blanca (*Cebus versicolor* – EN) también muestran declive poblacional por pérdida de cobertura forestal (IUCN, 2023c).

Entre pequeños mamíferos y marsupiales, el ratón andino (*Thomasomys monochromos* – DD) y la zarigüeya del desierto (*Marmosa xerophila* – DD) representan especies con información insuficiente sobre amenazas, requiriendo estudios adicionales (IUCN, 2023d).

Tabla 41. Mastofauna amenazada en el área de la Sierra Nevada de Santa Marta

Grupo Fauna	Especie	Nombre común	Categoría de amenaza	
			UICN	Resolución 0126 del 2024
Mamíferos	<i>Leopardus tigrinus</i>	Tigrillo	VU	VU
	<i>Trichechus manatus</i>	Manatí	VU	EN
	<i>Megaptera novaeangliae</i>	Yubarta	LC	VU
	<i>Balaenoptera edeni</i>	Rorcual tropical	DD	NE
	<i>Sotalia guianensis</i>	Tonina	NT	VU
	<i>Panthera onca</i>	Jaguar	NT	VU
	<i>Lontra longicaudis</i>	Nutria neotropical	NT	VU
	<i>Aotus griseimembra</i>	Mono nocturno de manos grises	VU	VU
	<i>Aotus lemurinus</i>	Mono nocturno de vientre gris	VU	VU
	<i>Ateles hybridus</i>	Mono araña	CR	CR
	<i>Oedipomidas oedipus</i>	Tití cabeza de algodón	CR	CR
	<i>Cebus malitiosus</i>	Capuchino malicioso	EN	EN
	<i>Cebus versicolor</i>	Capuchino de color variable	EN	EN
	<i>Thomasomys monochromos</i>	Ratón Oldfield unicolor	VU	VU
	<i>Cebus capucinus</i>	Mono cariblanco	VU	VU
	<i>Hydrochoerus isthmus</i>	Chigüiro del Magdalena	DD	VU

Grupo Fauna	Especie	Nombre común	Categoría de amenaza	
			UICN	Resolución 0126 del 2024
	<i>Leptonycteris curasoae</i>	Murciélago nectarívoro de Curaçao	VU	VU
	<i>Marmosa xerophila</i>	Zarigüeya del desierto	VU	EN
	<i>Myrmecophaga tridactyla</i>	Oso hormiguero gigante	VU	VU
	<i>Tapirus terrestris</i>	Tapir terrestre	VU	VU
	<i>Tayassu pecari</i>	Pecarí de labios blancos	VU	EN

NE: No evaluada, DD: Datos deficientes, NT: Casi amenazado, VU: Vulnerable, EN: En peligro, CR: Peligro crítico.

Fuente: MADS (2024) y UICN (2025)

Mamíferos migratorios

En el Caribe colombiano, la SNSM y sus áreas marino-costeras adyacentes forman parte de las rutas migratorias de diversas especies de fauna. En este contexto, la ballena jorobada (*Megaptera novaeangliae*) utiliza aguas costeras cercanas a Santa Marta como zonas de tránsito estacional durante sus desplazamientos migratorios en el Caribe, lo que resalta la relevancia de este sector para especies marinas altamente móviles (Flórez-González L. I., 2007)). De igual manera, se han registrado movimientos del manatí (*Trichechus manatus*) en ambientes costeros y fluviales asociados a la Sierra Nevada de Santa Marta, evidenciando la conectividad ecológica entre los ecosistemas continentales y marino-costeros de la región (Millán, 1999). Adicionalmente, la SNSM se encuentra inmersa dentro del área de distribución potencial del murciélago cardonero migratorio *Leptonycteris curasoae*, cuya movilidad estacional contribuye a procesos ecológicos clave en los ecosistemas de este macizo montañoso (Otálora-Ardila, 2024).

5.2.6. Conectividad ecológica

En el norte de Colombia, la Sierra Nevada de Santa Marta (SNSM) constituye un macizo montañoso aislado, con gradientes altitudinales pronunciados y una matriz circundante altamente transformada, lo que condiciona de forma determinante la conectividad ecológica para especies de amplia área de acción como el jaguar (*Panthera onca*). En este contexto, la conectividad no depende únicamente de la continuidad de coberturas naturales, sino de la permeabilidad real del paisaje ante presiones como la expansión agropecuaria, la fragmentación, la infraestructura y, de manera crítica, el conflicto humano-jaguar (p. ej., depredación sobre animales domésticos y retaliación). Estas dinámicas son explícitamente reconocidas como variables estructurantes de la planificación regional de conservación de felinos para el Caribe y la SNSM (Castaño-Urbe et al., 2013; Zárrate-Charry et al., 2018).

La conectividad ecológica es un principio central en la planificación de la conservación, y suele analizarse desde dos dimensiones complementarias: conectividad estructural y conectividad funcional. La primera describe la disposición espacial de elementos del paisaje (tamaño y forma de parches, distancias, continuidad de coberturas) y puede aproximarse con métricas de paisaje y grafos; la segunda se refiere a la capacidad efectiva de movimiento y dispersión de los organismos a través del territorio, incorporando respuestas comportamentales y restricciones inducidas por disturbios (Theobald, 2006). Esta distinción es particularmente relevante en la SNSM, donde la conectividad funcional puede verse reducida aun cuando persistan remanentes de cobertura, debido a presiones humanas y zonas de conflicto (Zárrate-Charry et al., 2018).

En la práctica, los análisis de conectividad del paisaje permiten: (i) identificar parches núcleo (hábitat adecuado), (ii) estimar rutas potenciales o áreas de tránsito (corredores), y (iii) detectar cuellos de botella o sectores críticos que requieren acciones de manejo, restauración o mitigación. En la SNSM y su entorno (Caribe/Magdalena), estos análisis se han desarrollado principalmente bajo enfoques de modelación multicriterio de hábitat, métricas de configuración del paisaje, teoría de grafos (p. ej., IIC y PC) y, más recientemente, aproximaciones explícitas a conectividad funcional basadas en teoría de circuitos, integradas con capas de conflicto humano–jaguar (Granados-Peña et al., 2014; Jiménez-Alvarado et al., 2017; Zárrate-Charry et al., 2018).

A pesar de los avances, persisten vacíos relevantes para robustecer la conectividad funcional del jaguar en la SNSM: (a) validación empírica directa de corredores (telemetría, genética del paisaje), (b) parametrización local de superficies de resistencia (p. ej., sensibilidad a densidad humana, vías, usos productivos), y (c) evaluación comparativa de escenarios de cambio (restauración, expansión agrícola, nuevas vías) sobre conectividad y riesgo de conflicto. En consecuencia, la mayor parte de la evidencia disponible para la SNSM se mantiene en el dominio de la conectividad funcional inferida (modelada), con distinta resolución espacial y grados variables de integración socioecológica (Granados-Peña et al., 2014; Zárrate-Charry et al., 2018).

Para evaluar y gestionar la conectividad ecológica en la SNSM, se han desarrollado diversas metodologías, que abarcan desde escalas locales hasta regionales, con enfoques complementarios y diferenciados. En general, los estudios analizados han considerado áreas dentro del Sistema Nacional de Áreas Protegidas. La amplitud y el nivel de detalle de estos análisis han estado directamente relacionados con la calidad de los datos disponibles. Así, los trabajos con mayor alcance espacial han

empleado información a escala 1:100000. Este patrón refleja, probablemente, la escasa disponibilidad de cartografía a escala 1:25,000, que generalmente se ha generado de forma particular para proyecto particulares.

Tabla 42 Estudios revisados de conectividad ecológica en la SNSM

Documento	Institución/Fuente	Año
Plan de Conservación de Felinos del Caribe Colombiano: los felinos y su papel en la planificación regional integral basada en especies clave	Plan de Conservación de Felinos del Caribe Colombiano: los felinos y su papel en la planificación regional integral basada en especies clave	2012
Una estrategia de conservación a escala regional para el jaguar (<i>Panthera onca</i>) en el distrito biogeográfico de la Sierra Nevada de Santa Marta, Colombia	Revista Biodiversidad Neotropical	2014
Informe Final: Diseño de un Plan de Manejo para los felinos del Magdalena...	CORPAMAG; ProCAT Colombia	2017
Multi-criteria spatial identification of carnivore conservation areas under data scarcity and conflict: a jaguar case study in Sierra Nevada de Santa Marta, Colombia	Biodiversity and Conservation (Springer)	2018
(Soporte regional) Aproximación al hábitat potencial para jaguar en la región Caribe colombiana (capítulo)	En: Grandes felinos de Colombia, Vol. I / Panthera Colombia	2013

Fuente: Elaboración propia (2025).

Al comparar los enfoques estructurales y funcionales en los estudios revisados, se observa que los primeros son mucho más frecuentes. Esto está relacionado con el conocimiento limitado sobre los efectos de las actividades humanas y la transformación de los paisajes en la movilidad de las especies, así como con la escasez de datos empíricos que permitan modelar de manera precisa su comportamiento en paisajes fragmentados.

De hecho, solo un estudio ha basado su análisis en las características ecológicas de especies específicas, considerando su capacidad de desplazamiento y los requerimientos mínimos de hábitat (Vanegas, 2017). Otro enfoque funcional, aunque no basado en datos cuantitativos sobre especies particulares, propone escenarios de conectividad a partir de categorías generales de organismos con diferentes características ecológicas (por ejemplo, FPR, 2015). Este panorama subraya la urgente necesidad de generar conocimiento científico en áreas como la ecología funcional del paisaje y la ecología del movimiento, especialmente en contextos antropizados.

Patrones de conectividad ecológica en la Sierra Nevada de Santa Marta

En la planificación territorial, la gestión de la biodiversidad se fundamenta en la identificación de rutas que garanticen el flujo biológico a distintas escalas. Tres enfoques metodológicos recientes destacan por su rigurosidad técnica y utilidad operativa para la conservación: (i) el análisis de conectividad estructural entre Áreas Protegidas (AP) a nivel nacional, (ii) el diseño de corredores funcionales priorizados para gremios específicos como las aves, y (iii) la consolidación de corredores biológicos para grandes felinos, particularmente el jaguar. Estos modelos permiten transitar de una conservación basada en "islas" de biodiversidad hacia una visión de paisaje integrado, donde la conectividad se convierte en el eje articulador de las estrategias de manejo.

El primer enfoque aborda la conectividad desde una perspectiva multiescalar, evaluando la configuración espacial de las áreas protegidas en Colombia para identificar vacíos y oportunidades de enlace (Suárez-Castro et al., 2020). Por su parte, la metodología propuesta por Linero-Triana et al. (2023) introduce un enfoque funcional para aves, priorizando corredores entre parques nacionales mediante el análisis de requerimientos biológicos específicos, lo que permite una planificación más precisa para especies con distintas capacidades de dispersión. Finalmente, el modelo desarrollado por la Fundación Panthera representa uno de los esfuerzos más ambiciosos de conservación transcontinental, al proponer el Corredor del Jaguar como una red de unidades de conservación y corredores que aseguran la persistencia genética y poblacional de la especie desde México hasta Argentina (Rabinowitz & Zeller, 2010).

En la SNSM, estos marcos globales y nacionales encuentran una aplicación concreta. Las estrategias iniciales se basaron en la identificación de hábitat potencial y métricas de paisaje (Granados-Peña et al., 2014), pero han evolucionado hacia modelos que integran la teoría de circuitos y la probabilidad de conflicto humano-jaguar (Zárrate-Charry et al., 2018). En conjunto, estos enfoques demuestran que la conectividad en la SNSM depende tanto de la integridad física de los ecosistemas como de la viabilidad social de la coexistencia en el territorio.

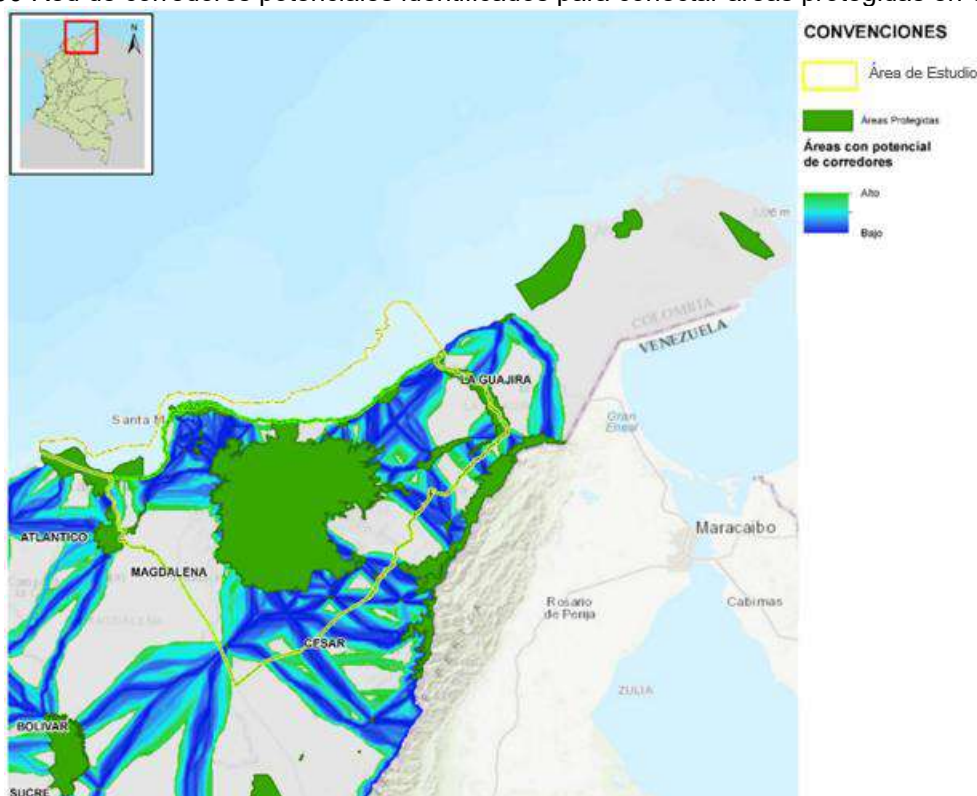
a) Áreas complementarias como grandes conectores de la biodiversidad

A escala nacional, el Instituto Humboldt desarrolló un ejercicio para identificar áreas complementarias y corredores potenciales que aumenten la conectividad entre áreas núcleo (incluyendo el Sistema Nacional de Áreas Protegidas) y contribuyan al cumplimiento de metas de protección (escenarios 17% y 30%). El enfoque combina objetivos de representatividad (reducción del riesgo de extinción y maximización de biodiversidad protegida) con la optimización de conectividad a través de corredores

y áreas estratégicas (Suárez-Castro et al., 2020). Aunque el análisis se plantea a nivel nacional, sus resultados son pertinentes para el Caribe y la SNSM porque resaltan que una proporción considerable de las áreas necesarias para alcanzar metas de conservación se ubica en paisajes productivos con huella humana media-alta, donde la conectividad depende de acuerdos de manejo, restauración y gobernanza local (Suárez-Castro et al., 2020).

En el entorno de la SNSM, este enfoque (que integra la representatividad de áreas protegidas con la conectividad entre ellas) resulta especialmente crítico. La conectividad funcional no puede sostenerse únicamente con el perímetro de áreas protegidas del macizo, sino que requiere estrategias complementarias de conservación en zonas de transición y matriz (p. ej., mosaicos agropecuarios, relictos de bosque seco y húmedo, franjas ribereñas), donde el diseño de corredores debe considerar costos de restauración, factibilidad social y riesgos de conflicto. En este sentido, las áreas complementarias pueden operar como “puentes” de conectividad y como espacios de manejo para reducir presiones que degradan la permeabilidad del paisaje (Suárez-Castro et al., 2020).

Figura 90 Red de corredores potenciales identificados para conectar áreas protegidas en Colombia



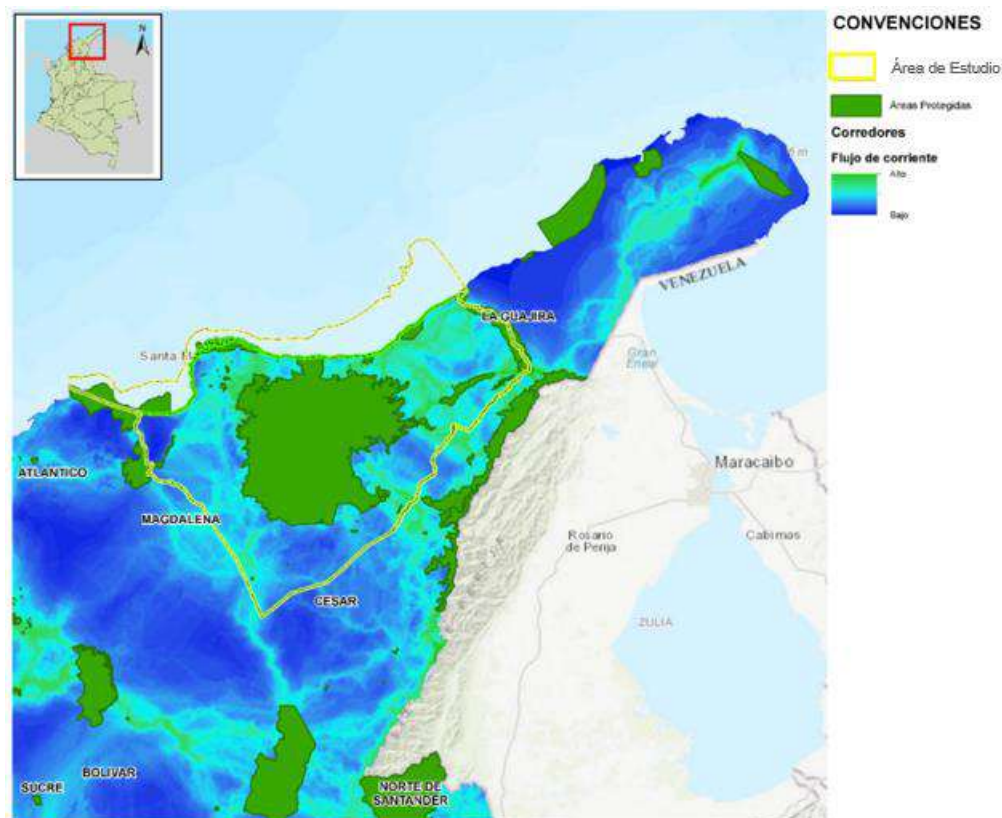
Fuente: IAvH (2021).

- Corredores de conectividad priorizados entre áreas protegidas en Colombia mediante un enfoque funcional para las aves

La SNSM también cumple un rol estratégico para la conectividad de aves, tanto residentes como migratorias, al proveer gradientes altitudinales, refugios y mosaicos de hábitat que sostienen diversidad regional. Un estudio reciente desarrolló un modelo de conectividad funcional para 26 especies de aves dependientes de bosque en Colombia, estimando superficies de resistencia y corredores de menor costo entre áreas protegidas, y diferenciando sitios críticos para mantener conectividad y oportunidades de restauración (Linero-Triana et al., 2023). Aunque el análisis es nacional, sus resultados son directamente útiles para el Caribe porque identifican prioridades de conectividad y restauración en regiones con alta transformación y presión por cambio de uso del suelo, donde la efectividad de las áreas protegidas depende de mantener enlaces funcionales con la matriz (Linero-Triana et al., 2023).

Para la SNSM, este enfoque refuerza un principio clave: la existencia de parques o reservas en el macizo no garantiza por sí sola la persistencia de poblaciones viables si no se asegura conectividad funcional a escalas relevantes para el movimiento y la dispersión, particularmente en zonas bajas y de transición que suelen concentrar cuellos de botella (Linero-Triana et al., 2023).

Figura 91 Corredores de conectividad priorizados entre áreas protegidas en Colombia mediante un enfoque funcional para las aves



Fuente: Linero Triana, D., Correa Ayram, C. A., & Velásquez-Tibatá (2023).

El análisis de los patrones actuales de conectividad en la SNSM sugiere una dualidad marcada: (i) un núcleo montañoso con remanentes de cobertura y potencial de conectividad estructural en elevaciones medias-altas; y (ii) una matriz periférica intensamente transformada donde se concentran las principales barreras funcionales (fragmentación, presión humana y conflicto). Los modelos específicos para jaguar muestran que las prioridades de conectividad deben definirse no solo por la continuidad de coberturas, sino por la integración de riesgo de conflicto y factibilidad de intervención en paisajes productivos (Granados-Peña et al., 2014; Zárrate-Charry et al., 2018). A su vez, los ejercicios nacionales sobre áreas complementarias y conectividad funcional de aves convergen en la necesidad de intervenir fuera del sistema formal de áreas protegidas, mediante restauración, acuerdos de manejo y estrategias de conservación complementarias, para sostener conectividad regional en el Caribe y alrededor de la SNSM (Suárez-Castro et al., 2020; Linero-Triana et al., 2023). En consecuencia, la incorporación de la conectividad funcional como criterio central del ordenamiento territorial en la SNSM es urgente, particularmente en zonas de transición donde se definen los cuellos de botella del movimiento y se amplifican las interacciones conflictivas entre producción y conservación.

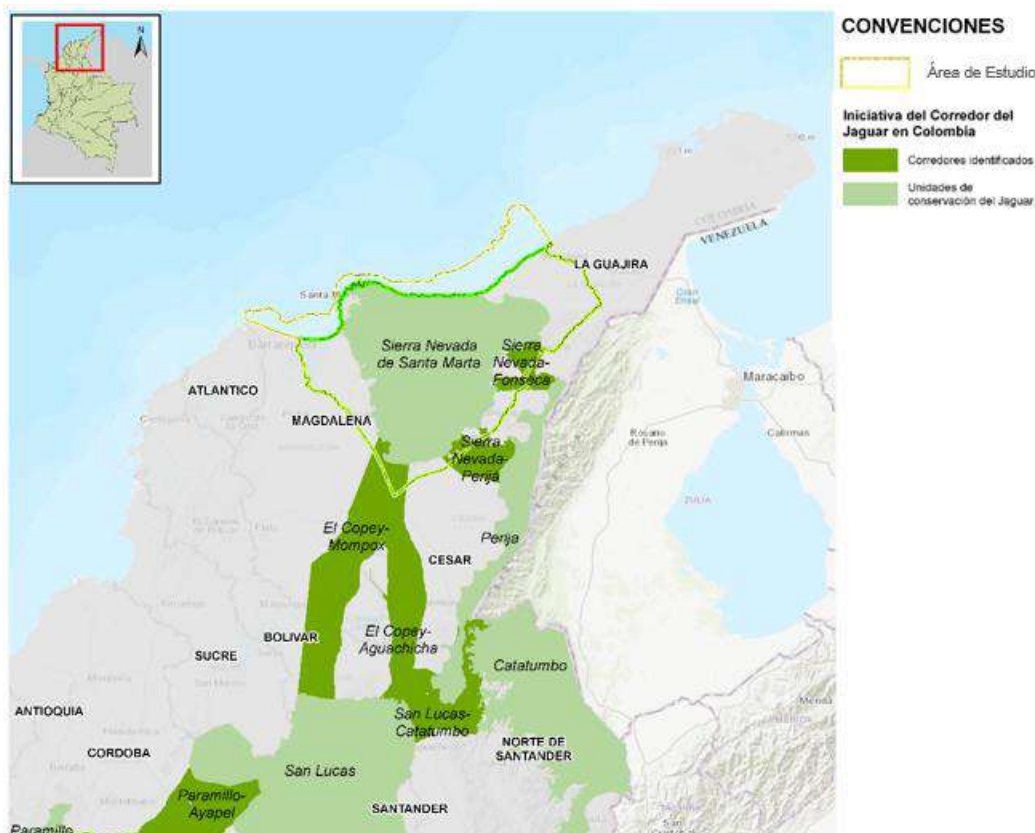
b) El corredor del jaguar

El jaguar (*Panthera onca*) es una especie focal estratégica para la conservación en paisajes transformados debido a su amplia área de acción, sus requerimientos específicos de hábitat y su alta sensibilidad a la fragmentación. Bajo el enfoque de conectividad a gran escala, el Corredor Jaguar se ha consolidado como una iniciativa continental diseñada para asegurar la supervivencia a largo plazo de la especie y su biodiversidad asociada. Su objetivo es interconectar Unidades de Conservación de Jaguar (UCJ), poblaciones de al menos 50 adultos, a través de bosques situados entre los 0 y 2000 m s.n.m., permitiendo el flujo genético y la persistencia demográfica (Rabinowitz & Zeller, 2010; Payán & von Hildebrand).

En Colombia, la conservación ha evolucionado del uso exclusivo de áreas protegidas hacia un enfoque de conectividad funcional. Iniciativas como el Corredor Jaguar y el Camino de las Anacondas demuestran que la protección de especies clave no solo resguarda la biota asociada, sino que garantiza servicios ecosistémicos vitales, como la regulación del ciclo del agua. Para un país de geografía compleja, se requieren corredores que atraviesen desde el Pacífico y los Andes hasta la Orinoquia y la Amazonia, integrando territorios indígenas y áreas no protegidas en la estrategia global.

La implementación efectiva de estos corredores, tanto a escala nacional como en la SNSM, solo es viable si se logra una zonificación adecuada del paisaje. Esto implica la adopción de mejores prácticas agropecuarias y minero-energéticas que permitan al jaguar dispersarse y encontrar presas naturales sin ser perseguido. En última instancia, la supervivencia del felino en la SNSM depende de un equilibrio entre la estructura física del paisaje y la viabilidad social de la coexistencia, reconociendo que los corredores biológicos son, ante todo, puentes entre la biodiversidad y el desarrollo humano sostenible.

Figura 92 Corredores de conectividad priorizados para el jaguar (*Panthera onca*)



Fuente: Fundación Panthera (2016).

5.2.6.1. Modelo de conectividad ecológica del jaguar

La pérdida y fragmentación del hábitat, impulsadas principalmente por actividades humanas, representan hoy una de las amenazas más severas para la persistencia del jaguar (*Panthera onca*) en paisajes tropicales. La expansión agropecuaria, la apertura de vías, la minería, los asentamientos y la infraestructura asociada (líneas eléctricas, cercamientos, centros poblados) no solo reducen el área de hábitat disponible, sino que transforman coberturas naturales que interrumpen rutas de desplazamiento, aumenta el riesgo de conflicto humano–fauna y limita la dispersión. En consecuencia, poblaciones que antes estaban conectadas quedan aisladas en parches cada vez más pequeños, con menor intercambio de individuos, mayor vulnerabilidad genética y menor capacidad de recuperarse ante eventos extremos. En regiones donde el cambio de uso del suelo ocurre de forma acelerada y desordenada, la conectividad deja de ser un atributo “deseable” del paisaje y se convierte en una condición necesaria para evitar el colapso funcional de las poblaciones.

En este escenario, la Sierra Nevada de Santa Marta se destaca como un nodo estratégico para la conservación en el Caribe colombiano, tanto por su singularidad ecológica como por su potencial papel articulador dentro de una red regional de hábitats remanentes. Al ser un macizo aislado y rodeado por paisajes altamente transformados, su importancia para el jaguar no puede evaluarse únicamente desde la conectividad interna de sus bosques y gradientes altitudinales, sino desde su capacidad de mantener conexiones hacia otras áreas clave que sostienen procesos de movimiento, dispersión y flujo génico. Como especie sombrilla, el jaguar requiere grandes extensiones de hábitat y condiciones de permeabilidad del paisaje para desplazarse entre áreas núcleo; por ello, identificar el rol de la Sierra Nevada como fuente, refugio o “puente” funcional hacia sistemas como la Serranía del Perijá, el complejo de humedales y manglares asociados al Parque Isla de Salamanca y otros remanentes naturales, es fundamental para orientar decisiones de conservación que beneficien simultáneamente a múltiples especies y ecosistemas.

Los modelos de conectividad funcional proporcionan un marco robusto para evaluar cómo las características del paisaje, y especialmente las presiones humanas, facilitan o impiden el movimiento de una especie. A diferencia de aproximaciones basadas solo en distancia o contigüidad de coberturas, la conectividad funcional incorpora la respuesta del organismo a la heterogeneidad del territorio, mediante superficies de resistencia al movimiento (derivadas de variables como cobertura del suelo, densidad de vías, asentamientos, pendiente, fragmentación o intensidad de uso humano) y métodos de modelación que estiman rutas y flujos probables entre parches de hábitat. Herramientas como la teoría de circuitos o los enfoques de costo mínimo permiten identificar corredores prioritarios, áreas de “cuello de botella” y zonas donde pequeñas intervenciones (restauración, control de expansión, mitigación vial) pueden producir grandes ganancias en conectividad. En el caso del jaguar, estos modelos son especialmente útiles para traducir dinámicas ecológicas complejas en insumos espaciales concretos para la planificación territorial y la gestión del paisaje.

Con base en lo anterior, este estudio desarrolla un modelo de conectividad funcional para el jaguar en la región Caribe de Colombia, abarcando los departamentos de Magdalena, Cesar y La Guajira, con especial énfasis en la Sierra Nevada de Santa Marta. Se modela el área de forma integral para comprender la dinámica de conectividad y movimiento no solo dentro del macizo, sino también sus conexiones hacia el exterior con la Serranía del Perijá y otras áreas de importancia regional, incluyendo el Parque Nacional Natural Vía Parque Isla de Salamanca, entre otros. El objetivo es identificar áreas núcleo, corredores y puntos críticos que sostienen la

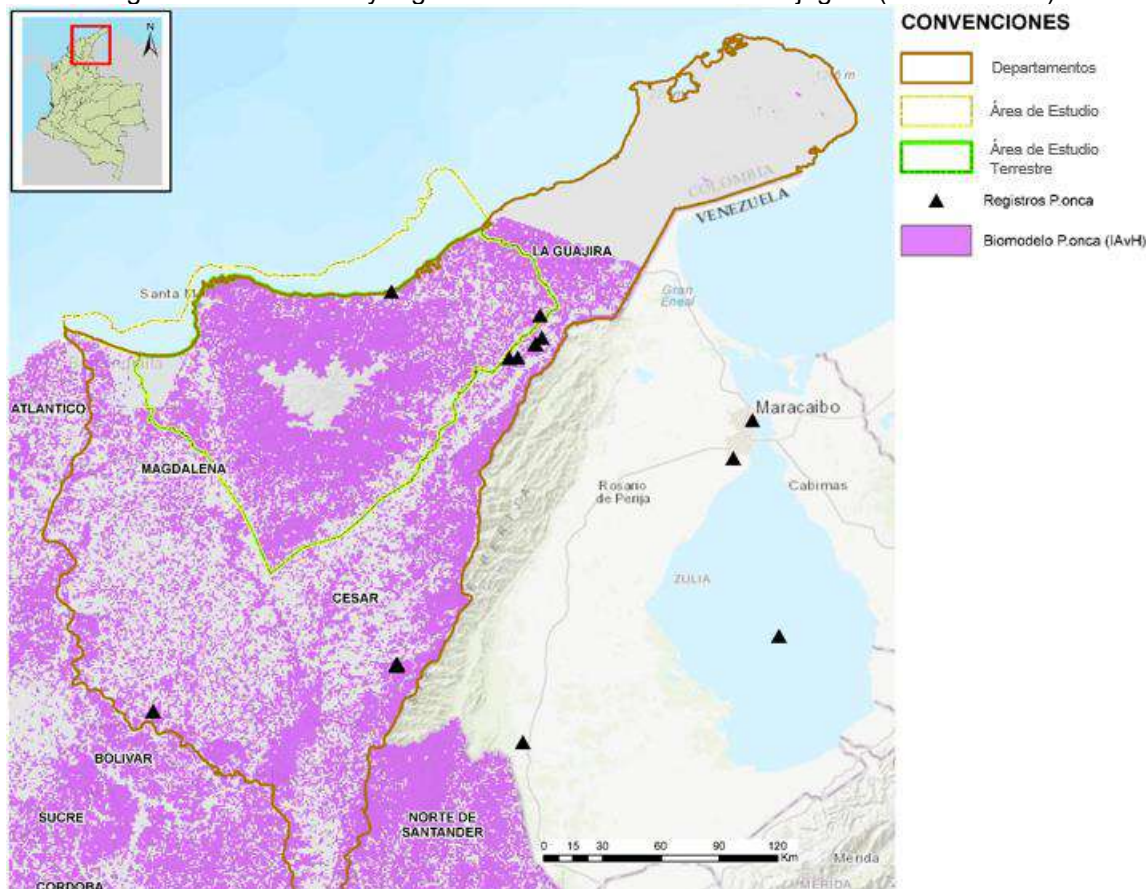
conectividad regional, aportando evidencia espacial para priorizar acciones de conservación, restauración y manejo que aseguren la persistencia del jaguar y, por extensión, la integridad ecológica del Caribe colombiano.

El jaguar (*Panthera onca*) fue seleccionado como especie focal en virtud de su condición de depredador tope y especie sombrilla, cuya persistencia depende de amplias áreas continuas y ecosistemas funcionalmente integrados. En el Caribe colombiano, su distribución se asocia a ríos, ciénagas, humedales y bosques ribereños en buen estado de conservación, por lo que constituye un indicador de la integridad ecológica de los sistemas hídricos. En este sentido, su conservación se vincula directamente con la estabilidad estructural y funcional de las cuencas hidrográficas regionales. Bajo este enfoque, se modelaron dos escenarios: i) un escenario actual y ii) un escenario prospectivo que incorpora los títulos mineros vigentes y las solicitudes en trámite.

Hábitat potencial y áreas nodo (núcleos de conectividad)

Para la construcción del modelo de conectividad funcional del jaguar (*Panthera onca*), se delimitó inicialmente el área de estudio en los departamentos de Magdalena, La Guajira y Cesar. Este dominio se ajustó al área de distribución potencial de la especie, empleando el biomodelo del Instituto Alexander von Humboldt validado por expertos (Díaz-Pulido et al., 2024) (Figura 125). Posteriormente, con base en la cartografía de coberturas del IDEAM (2022) a escala 1:100.000, se identificaron los hábitats preferenciales como bosques, vegetación secundaria alta y zonas pantanosas. Finalmente, bajo criterios ecológicos y considerando un ámbito de hogar promedio de 2.000 ha (Machado-Aguilera et al., 2024), se seleccionaron únicamente los parches de hábitat que cumplen con esta extensión mínima.

Figura 93 Bio-modelo y registros en el área de estudio del jaguar (Pantera onca)



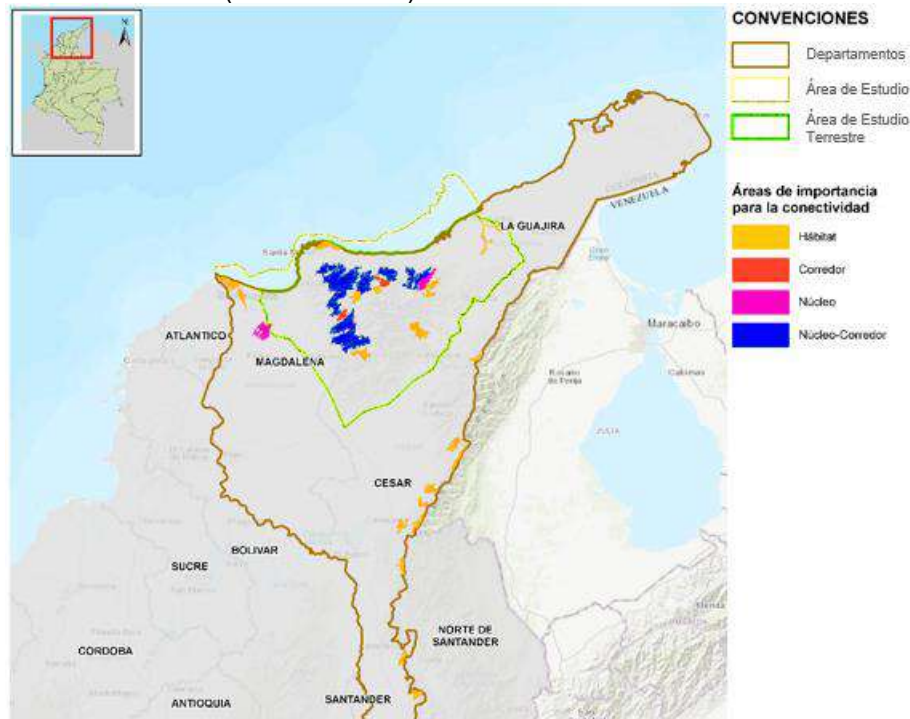
Fuente: IAvH (2026).

Con esta base se estimaron métricas de conectividad fundamentadas en la Probabilidad de Conectividad (PC), incluyendo los índices dPCIntra, dPCflux, dPCInter y dPCconnector, así como el Índice Integral de Conectividad del Paisaje (IIC), mediante el programa R y el paquete Makurhini. Para cada parche se calculó su contribución porcentual (dIIC) a la conectividad global del paisaje.

La identificación de áreas prioritarias se realizó a partir de los índices dPCIntra y dPCconnector, los cuales permiten evaluar, respectivamente, la contribución intrínseca del parche —asociada a su tamaño y capacidad de sostener funcionalidad ecológica interna— y su importancia como elemento conector dentro de la red del paisaje. Con el fin de priorizar los parches más relevantes, se seleccionaron aquellos ubicados en el cuartil superior de cada índice, definiendo así las áreas núcleo (dPCIntra) y las áreas corredor (dPCconnector).

Los nodos del modelo corresponden a estas áreas núcleo, que estructuran la conectividad funcional del jaguar y constituyen los elementos que el sistema de corredores debe mantener interconectados para garantizar la movilidad efectiva y el flujo de procesos ecológicos. El análisis espacial evidenció que la contribución de los parches a la conectividad no es homogénea: mientras algunos destacan por su extensión y capacidad de soporte interno, otros, aunque de menor tamaño, cumplen un papel crítico como conectores. En consecuencia, la pérdida o degradación de estos últimos podría generar discontinuidades significativas en la red de conectividad del paisaje.

Figura 94 Áreas nodo (núcleos) y contribución a la conectividad del paisaje (dPC) para el jaguar (*Panthera onca*) en el Caribe colombiano.



Fuente: ANLA (2025).

Resistencia al paisaje

Se construyó la matriz de resistencia del paisaje, donde se integró un conjunto de variables biofísicas y antrópicas con el fin de representar, de manera explícita, las condiciones que favorecen o restringen la movilidad del jaguar entre áreas con potencial de hábitat (nodos) y los espacios de tránsito que las conectan. Siguiendo un enfoque de integridad del paisaje, se asumió que la resistencia es un atributo emergente de la combinación de coberturas, estructura del relieve, elementos hidrológicos y presión humana, por lo que se compiló un geodataset multifuente

(Tabla 43) y se estandarizó en un marco espacial común los valores de resistencia para cada variable (Tabla 44). La variable Coberturas del suelo (IDEAM, 2022; escala 1:100.000) se empleó para diferenciar clases naturales y transformadas, y así aproximar el gradiente hábitat–matriz que condiciona el uso del espacio y la permeabilidad del territorio. A su vez, se incorporó la Elevación derivada de un DEM de 30 m como descriptor del gradiente altitudinal y de condiciones asociadas a accesibilidad, pendientes y cambios ambientales. Adicionalmente, se incluyeron componentes de hidrografía (drenaje y cuerpos de agua; IGAC) para capturar el rol de los sistemas acuáticos como potenciales corredores riparios, fuentes de recursos o, en determinados contextos, barreras físicas que reconfiguran las rutas de desplazamiento.

El componente antrópico se operacionalizó mediante variables que representan fragmentación, disturbio y riesgo para el jaguar, dadas sus respuestas típicas de evitación a infraestructura y alta actividad humana. En particular, la red de vías jerarquizadas (niveles 1–5; IGAC) se incorporó como indicador de intensidad de intervención y barrera potencial, considerando que a mayor jerarquía suele asociarse mayor tránsito, ruido, iluminación y probabilidad de eventos de mortalidad, además de procesos secundarios como expansión de asentamientos y cambios de uso del suelo en su entorno.

La influencia humana se complementó con la capa de centros poblados (IGAC) como proxy espacial de densidad de actividades y conflicto humano–fauna, y con la capa de proyectos ANLA (ANLA, 2026) para representar focos de intervención e infraestructura licenciada que pueden introducir nuevas discontinuidades o aumentar la resistencia local. Como elemento de manejo y conservación, se incorporaron las áreas protegidas (Parques Nacionales, 2026) por su potencial rol como nodos de alta funcionalidad ecológica y continuidad de coberturas naturales, y la capa de comunidades indígenas como componente socio-territorial clave para la lectura del paisaje y la formulación de medidas de conectividad compatibles con la gobernanza local. Todas las capas se homogenizaron en proyección y extensión del área de estudio y, cuando su formato original fue vectorial, se rasterizaron a una grilla de 30 m para asegurar consistencia en el análisis espacial y en la parametrización de la superficie de resistencia (Tabla 44).

Tabla 43 Variables utilizadas para cuantificar la selección de recursos del jaguar en respuesta a la heterogeneidad del paisaje en el área de estudio (Caribe colombiano).

Tipo	Nombre de la variable	Descripción	Resolución/Escala	Unidades	Fuente
Coberturas	Coberturas del suelo	Mapa de coberturas del suelo (clases/categorías) para caracterizar hábitat y matriz del paisaje	1:100.000	Categórica	IDEAM, 2022
Vías	Vías (nivel 1–5)	Red vial clasificada por jerarquía (1 a 5) para representar presión antrópica y posibles barreras al movimiento	1:100.000	Categórica	IGAC
Hidrografía	Drenaje	Red de drenaje (ríos/quebradas) para estimar cercanía a cursos de agua	1:100.000	Categórica	IGAC
Hidrografía	Cuerpos de agua	Polígonos de cuerpos de agua (ciénagas, lagunas, embalses, etc.) para caracterizar disponibilidad de agua y posibles barreras	1:100.000	Categórica	IGAC
Conservación	Áreas protegidas	Delimitación de áreas protegidas para evaluar nodos de conservación y conectividad		Binaria / Categórica	Parques Nacionales, 2026
Humano	Centros poblados	Localización de centros poblados para estimar influencia humana (p. ej., distancia o densidad)	1:100.000	Categórica	IGAC
Humano / Proyectos	Proyectos ANLA	Infraestructura/proyectos asociados a ANLA para representar focos de intervención y presión antrópica	1:25.000	Categórica	ANLA, 2026
Terreno	Elevación	Elevación del terreno para capturar gradientes altitudinales y efectos topográficos en el movimiento	30 m	m s. n. m.	DEM 30 m
Socio-cultural	Comunidades indígenas	Territorios o presencia de comunidades indígenas para integrar consideraciones socioecológicas en el análisis		Binaria / Categórica	—

Fuente: Elaboración propia (2025).

La capa de resistencia sintetiza la fricción del paisaje para el desplazamiento del jaguar a partir de la integración de variables biofísicas (coberturas, hidrografía y elevación) y antrópicas (vías, centros poblados y proyectos), estandarizadas a una resolución común para su análisis espacial. En el mapa, los valores altos de resistencia (tonos rojos–naranjas) se asocian principalmente a sectores con mayor

transformación y presión humana, típicamente vinculados a valles y planicies con predominio de actividades agropecuarias, mayor densidad de infraestructura y cercanía a corredores viales y asentamientos, lo que reduce la permeabilidad del territorio y puede generar “cuellos de botella” para el movimiento. En contraste, los valores bajos de resistencia (tonos verdes) se concentran en áreas con mayor integridad ecológica, donde persisten coberturas naturales o mosaicos más favorables y la influencia directa de elementos antrópicos es menor; estos parches funcionan como zonas potencialmente más permeables para el tránsito y, por su configuración espacial, son prioritarios para estructurar la conectividad regional. No obstante, es importante resaltar que la presencia de parches con baja resistencia no implica por sí sola hábitat permanente: para sostener la residencia del jaguar se requieren extensiones mínimas suficientemente grandes (p. ej., del orden de ≥ 10.000 ha), por lo que el análisis se orienta a identificar y conectar nodos funcionales mediante corredores que reduzcan la exposición a matrices de alta resistencia y mantengan la continuidad del movimiento entre áreas clave como la Sierra Nevada de Santa Marta y sus conexiones externas.

Tabla 44 . Rangos por variables y valores usados para describir la integridad del paisaje y resistencia para el Jaguar

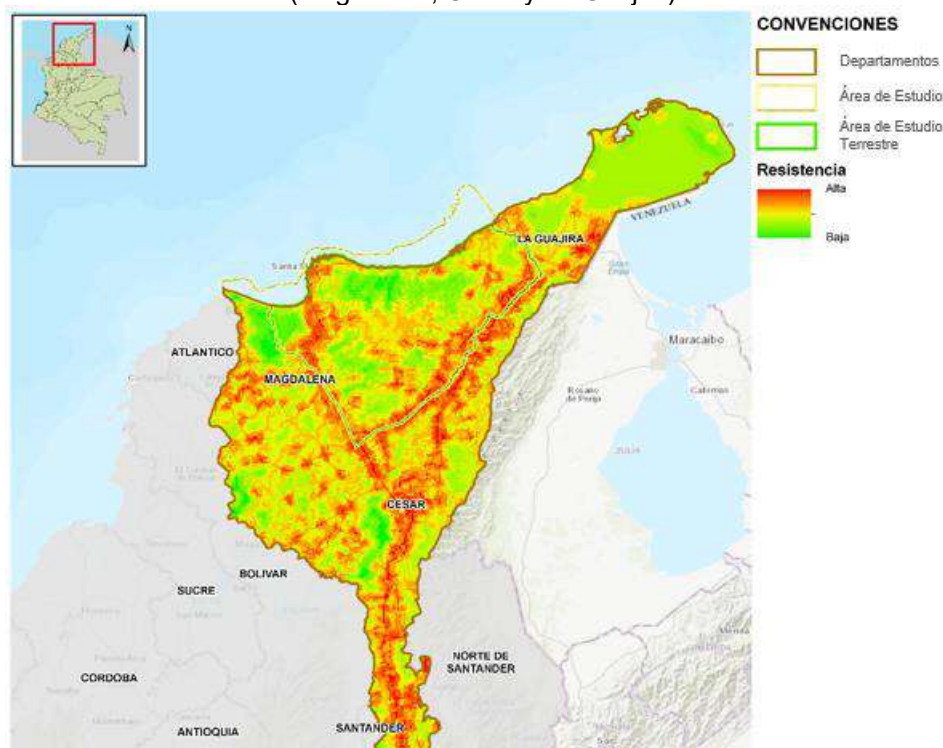
Fuente base	Código	Nombre de la categoría	Resistencia
Cobertura	111	Tejido urbano continuo	100
	112	Tejido urbano discontinuo	95
	121	Zonas industriales o comerciales	100
	122	Red vial, ferroviaria y terrenos asociados	100
	123	Zonas portuarias	100
	124	Aeropuertos	100
	131	Zonas de extracción minera	100
	132	Zonas de disposición de residuos	90
	141	Zonas verdes urbanas	85
	142	Instalaciones recreativas	95
	211	Otros cultivos transitorios	60
	212	Cereales	85
	221	Cultivos permanentes herbáceos	60
	222	Cultivos permanentes arbustivos	60
	223	Cultivos permanentes arbóreos	50
	224	Cultivos agroforestales	50
	231	Pastos limpios	90
	232	Pastos arbolados	70
	233	Pastos enmalezados	70
	241	Mosaico de cultivos	70
	242	Mosaico de pastos y cultivos	80

Fuente base	Código	Nombre de la categoría	Resistencia
	243	Mosaico de cultivos, pastos y espacios naturales	50
	244	Mosaico de pastos con espacios naturales	50
	245	Mosaico de cultivos y espacios naturales	50
	311	Bosque denso	0
	312	Bosque abierto	10
	313	Bosque fragmentado	10
	314	Bosque de galería y/o ripario	0
	315	Plantación forestal	60
	321	Herbazal	70
	322	Arbustal	30
	323	Vegetación secundaria o en transición alta	10
	331	Zonas arenosas naturales	60
	332	Afloramientos rocosos	60
	333	Tierras desnudas y degradadas	95
	334	Zonas quemadas	90
	335	Zonas glaciares y nivales	100
	411	Zonas pantanosas	0
	413	Vegetación acuática sobre cuerpos de agua	10
	421	Pantanos costeros	0
	422	Salinas	70
	511	Rios (50 m)	5
	512	Lagunas, lagos y ciénagas naturales	10
	514	Cuerpos de agua artificiales	40
	521	Lagunas costeras	20
	522	Mares y océanos	80
Elevación	1	0-1000	0
	2	1000-2000	20
	3	2000-3000	70
	4	>3000	100
Distancia a cuerpos de agua	1	< 1 Km.	0
	2	1 - 3 Km.	10
	3	> 3Km.	30
Distancia a vías	1	< 1 Km.	80
	2	1 - 5 Km.	40
	3	> 5 Km.	10
Distancia a centros poblados y zonas duras	1	< 1km	85
	2	1km - 4km	60
	3	4km - 6km	30
	4	>6km	10
	1	< 1 Km.	0
	2	1 Km. - 6 Km.	20

Fuente base	Código	Nombre de la categoría	Resistencia
Distancia a áreas RUNAP/SINAP	3	> 6 Km.	30
Pueblos indígenas	1	Presentes	10
	2	Ausentes	20

Fuente: Elaboración propia (2025).

Figura 95 Mapa de resistencia del paisaje para el jaguar (*Panthera onca*) en el Caribe colombiano (Magdalena, Cesar y La Guajira)



Fuente: ANLA (2025).

Resultados del modelo de conectividad funcional del jaguar (Caribe colombiano)

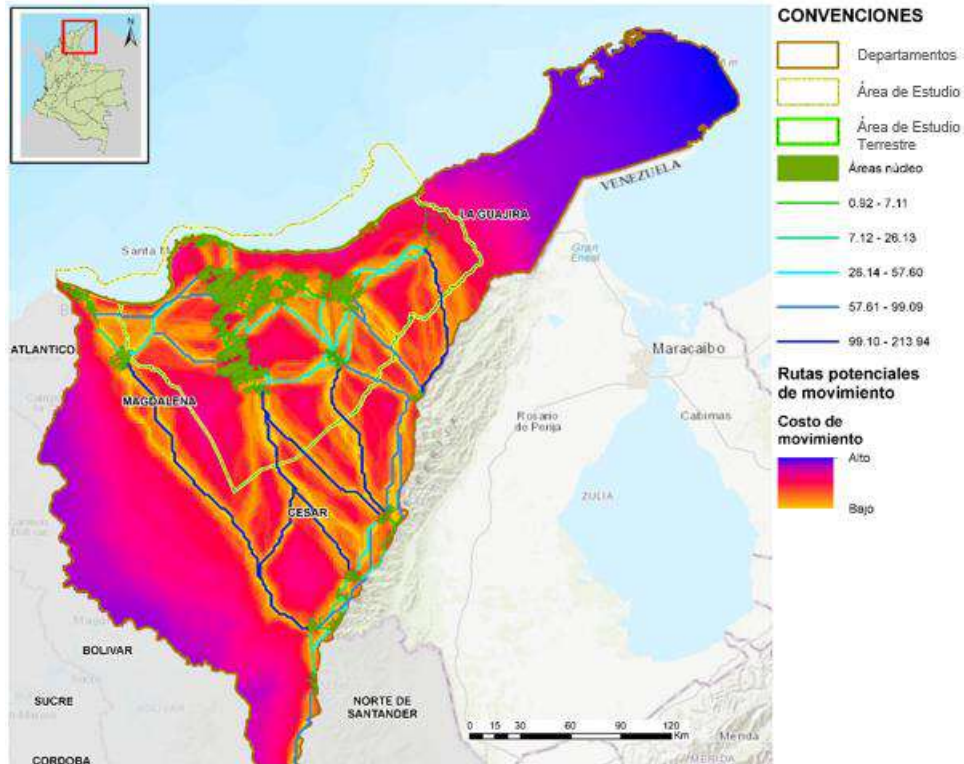
El modelo de conectividad funcional, implementado en Circuitscape, permitió representar el movimiento potencial del jaguar como un flujo ecológico a través de una superficie de resistencia del paisaje, integrando simultáneamente múltiples trayectorias posibles entre áreas núcleo. Este enfoque, basado en teoría de circuitos, es especialmente robusto en paisajes heterogéneos y fragmentados porque no se limita a un único corredor “óptimo”, sino que identifica rutas redundantes, zonas de concentración de flujo (pinch points) y sectores donde pequeñas pérdidas de permeabilidad pueden generar grandes caídas en conectividad (McRae et al., 2008; Dickson et al., 2019). En la figura se sintetizan

tres productos complementarios: (i) áreas núcleo (parches de alta importancia), (ii) rutas de menor costo (conectividad estructurada por distancia de costo acumulado), y (iii) densidad de corriente (corredores más probables y zonas críticas de paso). La combinación de estos outputs es consistente con recomendaciones de buenas prácticas que plantean usar métricas de conectividad tanto “de ruta” como “de flujo” para sustentar decisiones de conservación y restauración. (Beier et al., 2011; McRae et al., 2012).

En términos espaciales, los resultados resaltan a la Sierra Nevada de Santa Marta como el principal complejo de parches grandes y funcionalmente conectados dentro del área modelada. Estos núcleos presentan continuidad relativa en comparación con sectores más transformados del valle del río Cesar y planicies con matriz agropecuaria, donde el flujo se “canaliza” en corredores más estrechos. Este patrón es congruente con la literatura que señala que la persistencia del jaguar depende de unidades de conservación extensas (hábitat fuente) y de su conexión con otros parches, debido a sus amplios requerimientos espaciales y a la necesidad de intercambio demográfico/genético (Rabinowitz & Zeller, 2010; Zeller et al., 2013). En ese sentido, los núcleos al interior de la Sierra pueden interpretarse como unidades prioritarias para conservación, pero su valor se incrementa al analizar cómo “exportan” conectividad hacia el exterior mediante rutas de menor costo y zonas de mayor densidad de corriente.

A escala regional, la figura sugiere un gradiente de conectividad que articula la Sierra Nevada con otros sistemas estratégicos del Caribe: (i) hacia el oriente, conexiones potenciales que se aproximan a la Serranía del Perijá (eje Cesar–La Guajira oriental), y (ii) hacia el noroccidente, rutas asociadas a planicies y complejos de humedales costeros, compatibles con la conectividad hacia el Vía Parque Isla de Salamanca y áreas adyacentes. La lectura conjunta de rutas de menor costo y corredores de alta corriente es clave: mientras las primeras muestran trayectorias eficientes bajo el costo acumulado, la corriente identifica corredores más probables y puntos de estrangulamiento donde el movimiento se concentra y, por tanto, donde la pérdida de permeabilidad (p. ej., expansión vial, nuevos proyectos o intensificación de usos) tendría impactos desproporcionados sobre la conectividad funcional (McRae et al., 2008; Dickson et al., 2019).

Figura 96 Conectividad funcional del jaguar (*Panthera onca*) en el Caribe colombiano: áreas núcleo, rutas de menor costo (CWD) y densidad de corriente (corredores probables)



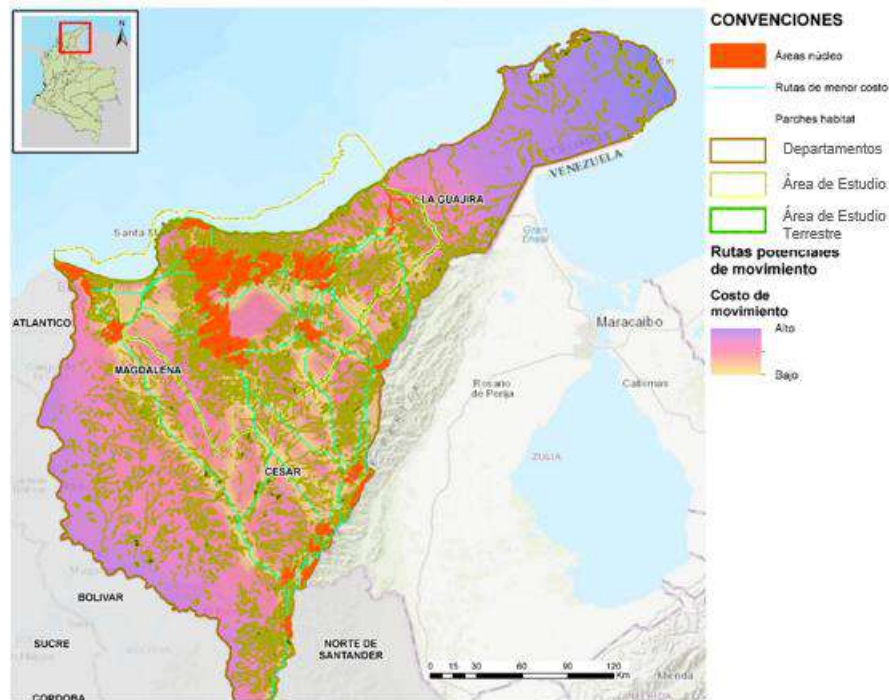
Fuente: ANLA (2025).

Adicionalmente, los resultados subrayan que la conservación efectiva no debe limitarse únicamente a la protección de los nodos, sino que también requiere asegurar la conectividad entre ellos mediante la conservación de los corredores que facilitan el flujo entre parches de hábitat. La evidencia acumulada muestra que los corredores desempeñan un papel crucial en la mejora de la conectividad y la reducción del aislamiento, aunque su efectividad depende del contexto y el diseño del paisaje (Beier & Noss, 1998). En este marco, el enfoque de conectividad por circuitos implica no solo priorizar la protección de los núcleos de hábitat en la Sierra Nevada, sino también gestionar aquellos tramos de alto flujo ecológico, donde la restauración de barreras o la mejora de la permeabilidad podría generar incrementos significativos en la conectividad (McRae et al., 2012). De acuerdo con los principios de la Jaguar Corridor Initiative, mantener la conectividad entre los núcleos y los corredores es esencial para preservar una red funcional de conservación del jaguar a largo plazo (Zeller et al., 2013; Rabinowitz & Zeller, 2010).

En este sentido, las rutas de menor costo y los corredores de alta densidad de corriente juegan un rol clave al facilitar el movimiento del jaguar a través de paisajes heterogéneos, muchos de los cuales están dominados por matrices agropecuarias.

Estos corredores siguen preferentemente áreas con coberturas naturales y zonas de baja resistencia, lo que les permite actuar como ejes de conectividad funcional. De esta manera, favorecen el desplazamiento, la dispersión y el flujo génico entre subpoblaciones. Tal como lo documentan diversos estudios, la identificación de trayectorias eficientes y zonas de concentración de flujo es fundamental para priorizar áreas donde pequeñas alteraciones en el paisaje pueden generar grandes pérdidas de conectividad, especialmente en paisajes altamente fragmentados (McRae et al., 2008; Dickson et al., 2019).

Figura 97 Áreas núcleo y fragmentos de hábitat de la especie *Panthera onca*



Fuente: ANLA (2025).

Finalmente, los parches de hábitat en verde claro, que representan coberturas preferidas por el jaguar como bosques, vegetación secundaria alta y pantanos, aunque no cumplen con el tamaño mínimo para ser considerados áreas núcleo, desempeñan una función clave como stepping stones dentro de la red de conectividad. Aunque estos parches no sostienen poblaciones residentes, son fundamentales para aumentar la permeabilidad del paisaje y reducir el aislamiento entre núcleos, especialmente para individuos en dispersión. La literatura señala que la pérdida de estos elementos intermedios podría comprometer la conectividad regional, incluso si los núcleos permanecen intactos, lo que resalta la necesidad de incorporarlos explícitamente en estrategias de conservación, restauración y ordenamiento territorial. Esto es especialmente relevante para especies de gran

rango de acción como el jaguar, donde la funcionalidad del paisaje depende de la conectividad integral (Beier & Noss, 1998; De la Torre et al., 2018).

5.2.7. Ecosistemas acuáticos continentales

Los ecosistemas acuáticos tienen la capacidad de albergar diferentes grupos hidrobiológicos entre los cuales se encuentran peces, algas, plantas acuáticas, macroinvertebrados, entre otros dependientes del agua para vivir o reproducirse. La estrecha relación que existe entre los ecosistemas acuáticos y terrestres permite el flujo de energía, nutrientes y especies, por lo tanto, cada una de las especies presentes juega un papel en el equilibrio del ecosistema y en la regulación de los ciclos naturales.

La SNSM, por su parte, representa un ecosistema estratégico compartido entre tres departamentos (Magdalena, La Guajira y Cesar), con una gran importancia hidrográfica de más de 30 ríos donde se congrega una enorme biodiversidad. Algunos de los ríos desembocan directamente en el mar Caribe y otros drenan de manera directa al río Cesar, en la Ciénaga Grande de Santa Marta y en el río Magdalena. La Sierra conecta ecosistemas de alta montaña, ríos, estuarios y manglares, lo cual implica que el estado de cada uno de estos ecosistemas dentro del área de la SNSM afecta directa o indirectamente otros ecosistemas y por consiguiente la composición y estructura de las comunidades hidrobiológicas.

La importancia de la SNSM en términos ecológicos se evidencia en las condiciones propicias para el establecimiento y conservación de las comunidades hidrobiológicas, entre otros, debido a la presencia de bosques y páramos, los cuales capturan, filtran y almacenan agua lluvia y neblina, ayudando así a regular el caudal de los ríos durante épocas lluviosas y secas. Adicionalmente, la vegetación natural actúa como un filtro biológico que retiene sedimentos, reduce la contaminación y mantiene temperaturas adecuadas del agua. Por tal razón, la pérdida de cobertura en la Sierra por causa de actividades antrópicas como el establecimiento de cultivos, ganadería y deforestación, genera presión sobre las cuencas hidrográficas de la SNSM produciendo aumento en la erosión y pérdida de la calidad de los ecosistemas acuáticos, afectando así la vida acuática.

De la misma manera se resalta la importancia de la Ciénaga Grande de Santa Marta dentro del área protegida como la laguna estuarina más grande y productiva de Colombia, la cual representa la interdependencia entre este sistema y el SNSM, ya que los 29 ríos principales que descienden del macizo sostienen el equilibrio salino del complejo lagunar y permite la existencia de extensos manglares que actúan como sumideros críticos de carbono (INVEMAR, 2024) y ofrece alimento, hábitat y

protección a especies de fauna, siendo un componente importante en la productividad pesquera, pues al descomponerse el follaje genera alimento para los peces, ostras y camarones (Aguilera-Díaz, 2011). Así mismo, la productividad biológica de la CGSM se origina de los aportes de nutrientes de los ríos que bajan de la Sierra Nevada, del río Magdalena y del mar Caribe, lo cual expone una vez más la conexión entre los sistemas hídricos del área de la reserva.

A continuación, se presenta la información correspondiente a los grupos hidrobiológicos presentes en el área de reserva.

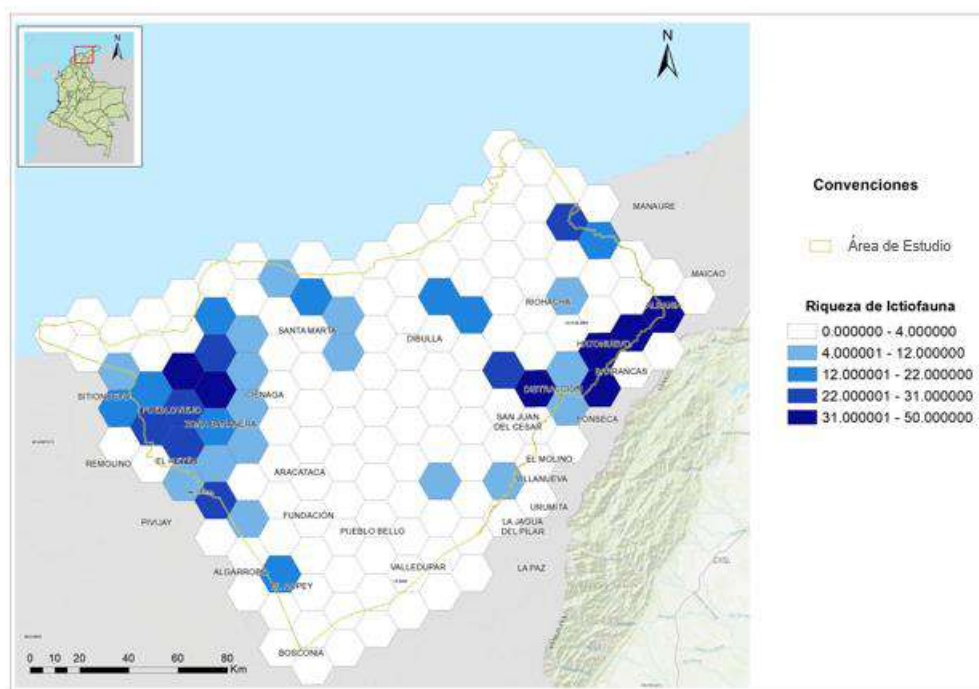
5.2.7.1. Ictiofauna

De acuerdo con el Sistema Global de Información sobre Biodiversidad (GBIF), el área de reserva con un total de 331.106, dentro de los cuales se destacan 191 especies presentes en el área de la reserva.

La especie con mayor número de registros corresponde al chivo cabezón (*Ariopsis canteri*) con 96.445 registros. Esta especie de la familia Ariidae es endémica de las costas caribeñas de Colombia y se caracteriza por ser una especie de hábitos costeros y con preferencias bentónicas (Marceniunk et al., 2017; Escobar-Delgado, 2021), cuyos juveniles tienen preferencia por presas de copépodos y los individuos adultos por crustáceos y camarones (Santos, 1998, Pardo et al., 2003; Sandoval et al., 2014).

En segundo lugar, el chivo cabezón (*Cathorops mapale*) de la familia Ariidae presenta 81.715 registros. Esta especie habita en ambientes de agua dulce, salobres en lagunas costeras y aguas marino-costeras. Es endémica de Colombia, sin embargo, presenta una tendencia sostenida de descenso en las capturas desembarcadas en la Ciénaga Grande de Santa Marta al ser capturado como pesca acompañante de la pesca industrial y de arrastre artesanal de camarón.

Figura 98 Riqueza de especies de ictiofauna



Fuente: GBIF (2025).

La corvina (*Micropogonias furnieri*) presenta el tercer lugar en registros (66.844); la cual ha sido tradicionalmente uno de los recursos ícticos más importantes en la pesquería artesanal de la Ciénaga Grande de Santa Marta. Se alimenta de moluscos, zooplancton, medusas, peces óseos y crustáceos bentónicos y habita en zonas costeras.

Los ecosistemas acuáticos de la SNSM presentan variación en su composición íctica asociadas a las diferencias altitudinales y a las concentraciones de salinidad en los sistemas lóticos y lénticos, lo que conlleva a la presencia de especies con diferentes tipos de hábitats (dulceacuícolas, estuarinos, costero-estuarinos y marinos). Adicionalmente, los gradientes altitudinales de la SNSM presentan una variación ambiental que se produce en escalas muy reducidas, lo que favorece la presencia de endemismos.

A continuación, se presenta el tipo de hábitat de algunas de las especies ícticas reportadas en cuerpos de agua de la SNSM

Tabla 45 Especies ícticas de la SNSM

Lugar	Especie	Tipo de hábitat
Río Ranchería	Gephyrocharax melanocheir	Dulceacuícola
Río Gaira – Río Piedras	Hemibrycon colombianus	Dulceacuícola
Río Ranchería	Gasteropelecus maculatus	Dulceacuícola

Lugar	Especie	Tipo de hábitat
Río Jerez	<i>Dolichancistrus setosus</i>	Dulceacuícola
Río Ranchería	<i>Imparfinis nemacheir</i>	Dulceacuícola
Río Cañas – Río Jerez – Río Ranchería	<i>Pimelodella chagresi</i>	Dulceacuícola
Río Cañas – Río Gaira	<i>Trichomycterus nigromaculatus</i>	Dulceacuícola
Río Piedras – Río Gaira	<i>Pseudophallus mindii</i>	Estuarino
Río Piedras	<i>Centropomus pectinatus</i>	Dulceacuícola, costero-estuarino
Río Palomino	<i>Dormitator maculatus</i>	Dulceacuícola y estuarino
Río Cañas, río Don Diego, río Mendihiuaca, río Palomino, río Piedras, río Ranchería, quebrada Valencia	<i>Eleotris pisonis</i>	Dulceacuícola, costero-estuarino
Río Don Diego – Río Piedras	<i>Gobiomorus dormitor</i>	Dulceacuícola, costero-estuarino
Río Don Diego, Río Jerez, Río Piedras	<i>Awaous banana</i>	Dulceacuícola, estuarino
Río Mendihiuaca	<i>Pomadasys crocro</i>	Dulceacuícola, estuarino
Río Piedras	<i>Mugil curema</i>	Dulceacuícola, estuarino
Quebrada Valencia	<i>Mugil incilis</i>	Dulceacuícola, estuarino
Ciénaga Grande de Santa Marta	<i>Anchovia clupeioides</i>	Estuarino
Ciénaga Grande de Santa Marta	<i>Eugerres plumeri</i>	Estuarino
Ciénaga Grande de Santa Marta	<i>Elops saurus</i>	Costero-estuarino
Ciénaga Grande de Santa Marta	<i>Sphoeroides testudineus</i>	Costero-estuarino
Ciénaga Grande de Santa Marta	<i>Triportheus magdalenae</i>	Dulceacuícola
Ciénaga Grande de Santa Marta	<i>Diapterus rhombeus</i>	Costero-estuarino
Ciénaga Grande de Santa Marta	<i>Achirus lineatus</i>	Estuarino
Ciénaga Grande de Santa Marta	<i>Oreochromis niloticus</i>	Dulceacuícola
Ciénaga Grande de Santa Marta	<i>Citharichthys spilopterus</i>	Costero-estuarino
Ciénaga Grande de Santa Marta	<i>Prochilodus magdalenae</i>	Dulceacuícola
Ciénaga Grande de Santa Marta	<i>Caranx hippos</i>	Costero-estuarino
Río Gaira corregimiento Minca	<i>Hemybricon sierraensis</i>	Dulceacuícola
Ríos del piedemonte de la SNSM	<i>Cordylancistrus tayrona</i>	Dulceacuícola
Tramo bajo río Gaira	<i>Hemibrycon jabonero</i>	Dulceacuícola
Tramo bajo río Gaira	<i>Caquetaia kraussii</i>	Dulceacuícola
Tramo bajo río Gaira	<i>Sicydium antillarum</i>	Estuarino
Tramo bajo río Gaira	<i>Eleotris amblyopsis</i>	Estuarino
Tramo bajo río Gaira	<i>Eleotris pisonis</i>	Estuarino
Tramo bajo río Gaira	<i>Dejaus monticola</i>	Estuarino
Tramo bajo río Gaira	<i>Joturus pichardi</i>	Estuarino
Tramo bajo río Gaira	<i>Poecilia caucana</i>	Dulceacuícola
Tramo bajo río Gaira	<i>Megalops atlanticus</i>	Estuarino

Lugar	Especie	Tipo de hábitat
Tramo bajo río Gaira	<i>Pseudophallus mindii</i>	Estuarino
Tramo bajo río Córdoba	<i>Creagrutus affinis</i>	Dulceacuícola
Tramo bajo río Córdoba	<i>Roebooides dayi</i>	Dulceacuícola

Fuente: Ramírez & Rueda (1999); Villa-Navarro et al. (2015); Blanco-Cervantes & Blanco-Cervantes (2022; 2023).

La conexión que existe entre los sistemas acuáticos y la importancia de conservación de estos ecosistemas se puede entender a partir de las especies ícticas que allí se encuentran y cuyos ciclos de vida o necesidades se desarrollan entre diferentes tipos de hábitats como por ejemplo aquellas especies catadrómas como la Anguila americana (*Anguilla rostrata*), las cuales descienden por los ríos hasta las desembocaduras o costas para reproducirse.

Las especies anfídromas como la guavina espinosa (*Eleotris pisonis*), dormilón oscuro (*Eleotris amblyopsis*), dormilón pecoso (*Sicydium salvini*), tití (*Sicydium antillarum*), también se desplazan entre aguas dulces y saladas durante parte de su ciclo de vida. Las lisas *Mugil liza* y *M. incilis* realizan migraciones reproductivas importantes en la Ciénaga Grande de Santa Marta, ya que los mugílidos se alimentan de organismos que proliferan en los lechos sedimentarios que constituyen el fondo de las lagunas costeras, como la CGSM. Sin embargo, dado que los mugílidos se reproducen sólo en aguas netamente marinas, aprovechan cuando la laguna se llena de las aguas del río Magdalena y de los afluentes provenientes de la SNSM y salen con la pluma de la CGSM hacia la zona costera. Esta migración comienza en octubre-noviembre y las dos especies se dirigen hacia el nororiente, buscando las aguas profundas cercanas a la costa del PNN Tayrona, donde se supone tiene lugar el desove. Los alevinos se concentran en áreas someras cerca de Santa Marta a partir de enero y migran en enormes cardúmenes que se desplazan en dirección suroccidente, buscando las aguas estuarinas de la CGSM (Plan Nacional de las Especies Migratorias, 2009).

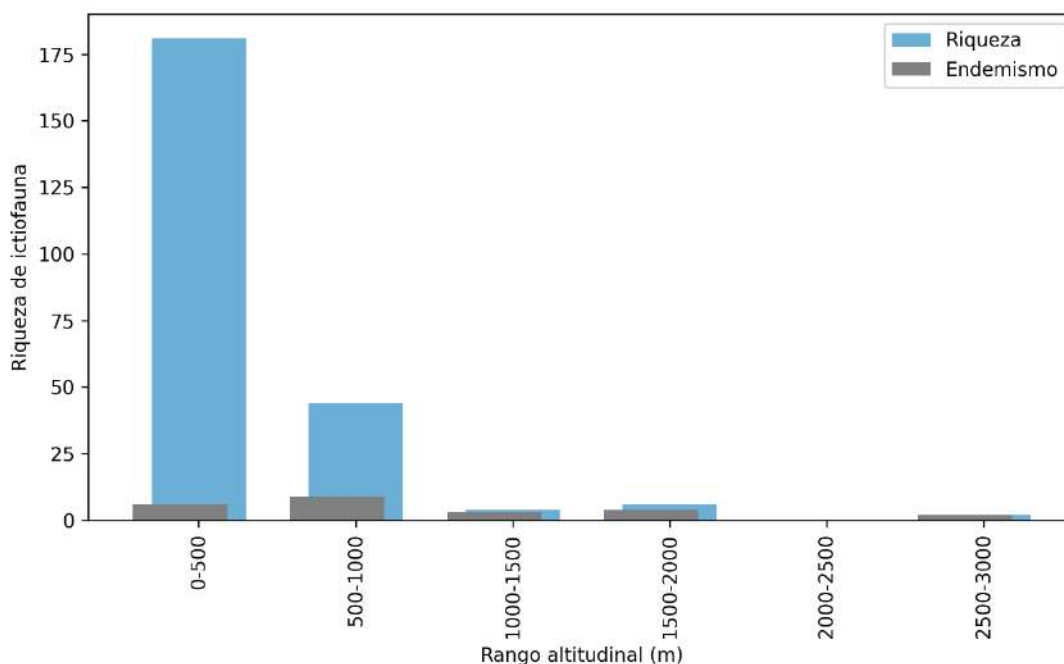
Así mismo, en los sistemas lóticos hay especies como el bocachico (*Prochilodus magdalenae*), comelón (*Megaleporinus muyscorum*) y el pataló (*Ichthyoelephas longirostris*) que realizan migraciones reproductivas por el río Magdalena y sus afluentes, siendo necesario proteger estos ecosistemas para garantizar el sostenimiento de sus poblaciones.

Ictiofauna endémica

Dentro de las especies reportadas en los cuerpos de agua de la SNSM se presentan algunas especies endémicas de la zona como es el caso de la sardinita (*Hemibrycon*

sierraensis), la cual se distribuye en la parte media del río Gaira y río Frío, el corroncho (*Cordylancistrus tayrona*) reportada en los ríos que drenan la SNSM y en el flanco occidental de la Serranía de Perijá, los bagrecitos *Trichomycterus nietoi* distribuida en la quebrada Kemakumake, *Trichomycterus garciamarquezii*, reportado en el río Tucurinca en la parte baja de la SNSM, *Trichomycterus kankuamo* presente en el arroyo blanco (Ecoparque los Besotes), *Trichomycterus arhuaco* reportado para el río Guatapurí y *Trichomycterus spectrum* la primera especie troglomorfa descrita en la región, endémica de la cuenca del río Ranchería.

Figura 99 Riqueza y endemismo de especies ícticas vs altitud



Fuente: GBIF y Lista de especies de peces de agua dulce de Colombia (2023).

Se logra evidenciar en la figura anterior que la riqueza de ictiofauna presenta una disminución progresiva con el aumento de la altitud, con la mayor riqueza entre los 0 y 500 m.s.n.m. El número de especies endémicas también disminuyó con el aumento del rango altitudinal, sin embargo, se destaca la presencia única de especies endémicas en los rangos de mayor elevación.

En el área de la Reserva se reportan 13 especies endémicas cuya distribución se restringe a los ríos que fluyen por la SNSM y otras 37 especies que se distribuyen en las cuencas Magdalena-Cauca y Caribe.

Tabla 46 Especies endémicas presentes en el Área de Reserva de la SNSM

Nombre científico	Nombre común	Distribución
<i>Gephyrocharax melanocheir</i>	Sardinita	Cuenca del Magdalena

Nombre científico	Nombre común	Distribución
<i>Hemibrycon colombianus</i>	Sardina de río	Cuenca del Magdalena-Cauca
<i>Trichomycterus nigromaculatus</i>	Guabina ciega/bagrecito	Caribe colombiano
<i>Andinoacara latifrons</i>	Mojarra azul	Magdalena-cauca, Pacífico y Caribe
<i>Triportheus magdalenae</i>	Sardina bocona	Magdalena-cauca
<i>Prochilodus magdalenae</i>	Bocachico	Magdalena-cauca y Caribe
<i>Hemibrycon sierraensis</i>	Sardinita	Río Gaira, río Frío
<i>Cordylancistrus tayrona</i>	Corroncho	Ríos de la SNSM
<i>Ichthyoelephas longirostris</i>	Pataló	Magdalena-cauca y Caribe
<i>Megaleporinus muyscorum</i>	Liseta/leporino	Magdalena-cauca y Caribe
<i>Panaque cochliodon</i>	Cucha negra	Magdalena- Cauca
<i>Cathoropus mapale</i>	Bagre mapalé	Colombia
<i>Trichomycterus arhuaco</i>	Guabina ciega/bagrecito	Río Guatapurí
<i>Trichomycterus nietoi</i>	Guabina ciega/bagrecito	Quebrada Kemakumake SNSM
<i>Characidium caucanum</i>	Rollizo	Magdalena-Cauca
<i>Parodon alfonsoi</i>	Denton	Magdalena-Cauca
<i>Parodon magdalenensis</i>	Denton	Magdalena-Cauca
<i>Curimata mivartii</i>	Bizcainia	Magdalena-Cauca/Caribe
<i>Gilbertolus alatus</i>	Boquiancha	Magdalena-Cauca/Caribe
<i>Astyanax caucanus</i>	Sardina	Magdalena-Cauca
<i>Hyphessobrycon ocaseensis</i>		Magdalena-Cauca
<i>Hyphessobrycon proteus</i>	Galocha	Magdalena-Cauca/Caribe
<i>Hemibrycon dentatus</i>	Sardina	Magdalena-Cauca/Caribe
<i>Hemibrycon santamartae</i>	Sardina	Ríos de la SNSM
<i>Creagrutus magdalenae</i>	Tota	Magdalena-Cauca
<i>Microgenys minuta</i>	Sardinita	Magdalena-Cauca
<i>Cynopotamus magdalenae</i>	Chacha	Magdalena-Cauca
<i>Brycon moorei</i>	Dorada	Magdalena-Cauca/Caribe
<i>Apteronotus eschmeyerii</i>	Mayupa	Magdalena-Cauca/Caribe
<i>Apteronotus milesi</i>	Mayupa	Magdalena-Cauca
<i>Trichomycterus banneai</i>	Bagrecito	Magdalena-Cauca
<i>Trichomycterus garciamarquezii</i>	Bagrecito	Río Tucurín en la parte baja de la SNSM
<i>Trichomycterus kankuamo</i>	Bagrecito	Arroyo blanco (Ecoparque los Besotes)
<i>Trichomycterus latistriatus</i>	Bagrecito	Magdalena-Cauca
<i>Trichomycterus retropinnis</i>	Bagrecito	Magdalena-Cauca
<i>Trichomycterus spectrum</i>	Bagrecito	Río Ranchería
<i>Trichomycterus valleduparensis</i>	Bagrecito	Río Guatapurí, sector Sabana Crespo
<i>Sturisomatichthys aureum</i>	Palito	Magdalena-Cauca/Caribe

Nombre científico	Nombre común	Distribución
<i>Sturisomatichthys leightoni</i>	Baracalde	Magdalena-Cauca/Caribe
<i>Chaetostoma thomsoni</i>	Carachama	Magdalena-Cauca
<i>Dolichancistrus carnegiei</i>	Barbón	Magdalena-Cauca
<i>Lasiancistrus caucanus</i>	Negrito	Magdalena-Cauca/Pacífico/Caribe
<i>Trachelyopterus insignis</i>	Chivo	Magdalena-Cauca/Caribe
<i>Notarius bonillai</i>	Bagre	Magdalena-Cauca
<i>Pimelodella yaharo</i>	Bagre	Ríos SNSM
<i>Cetopsorhamdia molinae</i>	Bagre	Magdalena-Cauca
<i>Imparfinis usmai</i>	Bagre	Magdalena-Cauca/Pacífico
<i>Pseudoplatystoma magdaleniatum</i>	Bagre	Magdalena-Cauca
<i>Trichomycterus nabusimakensis</i> *	Bagre	Río Fundación
<i>Trichomycterus wiwa</i> *	Bagre	Río Marocaso
<i>Lasiancistrus wiwa</i>	Bagre	Río Ranchería

Fuente: Catálogo de la Biodiversidad y la Lista de especies de peces de agua dulce de Colombia (2023).

La SNSM es considerada a nivel global como una reserva natural insustituible dada la contribución a largo plazo para la conservación de las especies amenazadas del planeta (Le Saout et al., 2013), lo cual sumado a lo anteriormente mencionado, debe ser un llamado para la preservación de áreas y ecosistemas que integran esta región para evitar que actividades antrópicas generen degradación del ecosistema y pérdida de la biodiversidad, ya que esta representa el sostén de una variedad de servicios ambientales de los cuales dependen las comunidades y principalmente porque la pérdida de elementos u organismos reducen la capacidad de recuperación del ecosistema y pone en amenaza los servicios prestados (Andrade-C, 2011).

Ichtiofauna en amenaza

Dentro de las especies reportadas en el área de Reserva de la SNSM, 22 especies se encuentran con alguna categoría de amenaza de acuerdo a la Resolución 0126 de 2024, de estas, 18 especies se encuentran en estado Vulnerable, dos (2) en Peligro: el chivo cabezón y el pataló (*Ariopsis canteri* e *Ichthyoelephas longirostris*) y dos (2) en estado Crítico: el sábalo y el bagre rayado (*Megalops atlanticus* y *Pseudoplatystoma magdaleniatum*).

Tabla 47 Especies en categoría de Amenaza de acuerdo con la Resolución 0126 de 2024

Nombre científico	Nombre común	Categoría de amenaza Resolución 0126 del 2024
<i>Mugil incilis</i>	Lisa	Vulnerable
<i>Prochelodus magdalenae</i>	Bocachico	Vulnerable
<i>Centropomus undecimalis</i>	Róbalo	Vulnerable

Nombre científico	Nombre común	Categoría de amenaza Resolución 0126 del 2024
<i>Caranx hippos</i>	Jurel	Vulnerable
<i>Joturus pichardi</i>	Dajao	Vulnerable
<i>Megalops atlanticus</i>	Sábalo	Peligro Crítico
<i>Ageneiosus pardalis</i>	Doncella	Vulnerable
<i>Ariopsis canteri</i>	Bagre	En peligro
<i>Curimata mivartii</i>	Vizcaína	Vulnerable
<i>Eugerres plumieri</i>	Mojarra rayada	Vulnerable
<i>Mugil liza</i>	Lisa	Vulnerable
<i>Sciades proops</i>	Bagre blanco	Vulnerable
<i>Sorubim cuspicaudus</i>	Blanquillo	Vulnerable
<i>Batrachoides manglae</i>	Pez sapo	Vulnerable
<i>Cathorops mapale</i>	Magre mapalé	Vulnerable
<i>Ichthyoelephas longirstris</i>	Jetudo	En peligro
<i>Megaleporinus muyscorum</i>	Liseta/leporino	Vulnerable
<i>Panaque cochliodon</i>	Cucha negra	Vulnerable
<i>Prochilodus reticulatus</i>	Bocachico	Vulnerable
<i>Pseudoplatystoma magdaleniatum</i>	Bagre rayado	Peligro Crítico
<i>Brycon moorei</i>	Dorada	Vulnerable
<i>Salminus affinis</i>	Picuda	Vulnerable

Fuente: Lista de especies silvestres amenazadas de la diversidad biológica continental y marino costera de Colombia (Resolución 0126 de 2024).

Varias especies como la mojarra rayada (*Eugerres plumieri*), el bocachico (*Prochilodus magdalena*), bagre rayado (*Pseudoplatistoma magdaleniatum*) y la dorada (*Brycon moorei*), son especie de importancia pesquera en la Ciénaga grande de Santa Marta y en otras comunidades, por lo tanto, se requiere un manejo adecuado para la preservación de los ecosistemas y de especies vulnerables o con un riesgo mayor de extinción de sus poblaciones.

Teniendo en cuenta que actividades antrópicas de algunas zonas de la Sierra han afectado la salud y la integridad de los cuerpos de agua, como el río Gaira donde se ha reportado en su parte media un estado mesotrófico con tendencia a la eutrofización por causa de la agricultura mecanizada, ganadería extensiva, invasiones de cauce, extracción de material de arrastre, vertimiento de aguas residuales y turismo (Ibarra-Trujillo & García Alzate 2017), se debe considerar la delimitación del área de reserva de la SNSM de manera que se logre recuperar la calidad de los ecosistemas acuáticos y preservar especies de gran valor para estos ecosistemas.

5.2.7.2. Macroinvertebrados acuáticos

Los macroinvertebrados acuáticos tienen una importancia funcional en los ecosistemas acuáticos, siendo entre estos, los insectos, los organismos más abundantes y diversos, aportando en la transferencia de energía de varios niveles tróficos debido a la variabilidad alimenticia que poseen (Merritt et al., 2008). Adicionalmente, aportan energía a otros sistemas, ya sea al bosque ribereño o los afluentes del río (Jackson & Fisher 1986). El proceso de descomposición de materia orgánica en el río es muy importante debido a que permite que los nutrientes estén disponibles para organismos que se encuentren en diferentes niveles de la cadena trófica (Tamaris-Turizo 2018)

En diversos cuerpos de agua de la SNSM, se han realizado diferentes estudios con el fin de conocer aspectos como los hábitos alimentarios de insectos acuáticos, distribución, grupos funcionales y bioindicación, los cuales han permitido tener un conocimiento sobre la composición y diferentes aspectos biológicos y ecológicos de este grupo hidrobiológico. Tamaris-Turizo (2018) realizó un análisis de las relaciones tróficas de macroinvertebrados acuáticos en el río Gaira a partir de la cual se determinó que la abundancia de fragmentadores disminuyó en la medida en que decreció el gradiente altitudinal y los colectores aumentaron con la disminución del gradiente altitudinal, mientras que la abundancia en los depredadores fue similar entre los sitios de elevación. Por otro lado, se concluyó en el estudio que los aportes de materia orgánica particulada gruesa (MOPG) y materia orgánica particulada fina (MOPF) son altos a lo largo del gradiente, pero disminuyen a medida que aumenta la altitud, lo que garantiza la disponibilidad de recursos para el establecimiento de organismos fragmentadores, colectores y depredadores en la parte baja del río.

De igual manera es importante resaltar que la composición de macroinvertebrados en puntos y cuerpos de agua es determinada por las características de los mismos, reflejando la sensibilidad de los diferentes taxones que responde a las presiones antrópicas ejercidas sobre los cuerpos de agua como la alteración de la cobertura vegetal, fragmentación del hábitat y pérdida de la calidad de los sistemas hídricos, haciendo posible comprender el estado de los ecosistemas acuáticos. Tobias-Loaiza & Guzmán-Soto (2022), por ejemplo, estudiaron la variación estructural de las familias de macroinvertebrados acuáticos y su relación con la calidad del agua en tres (3) quebradas en la cuenca del río Toribio, de las cuales dos (2) quebradas; quebrada La Cuca y La Marrana, se caracterizaban por tener tránsito de ganado y vecindad con cultivos de café respectivamente, mientras que la quebrada Doña Sofía, no presentaba actividades cerca y tenía un bosque de ribera bien conservado. Los resultados evidenciaron la presencia de especies sensibles a la contaminación

en la quebrada Doña Sofía, favoreciendo la abundancia de las familias Perlidae, Calamoceratidae, Ptilodactylidae, Leptophlebiidae, Hydropsychidae y Leptohyphidae, y la exclusividad de familias Notonectidae, Odontoceridae y Oligoneuriidae sensibles a contaminación orgánica, a diferencia de la quebrada La Marrana donde al presentar aguas moderadamente contaminadas la abundancia importante fue de familias tolerantes como Chironomidae y Physidae y no tolerantes a la contaminación (Simuliidae y Calamoceratidae).

Finalmente, una porción de la composición de macroinvertebrados acuáticos de la SNSM se conoce a través de Rúa-García et al. (2015) y Barragán et al., (2016), en el que muestrearon ríos de los diferentes flancos de la SNSM, los cuales corresponden en el sector noroccidental al Río Gaira, el cual posee vegetación ribereña bien conservada, sector suroccidental (río Tucurín), también con un bosque ribereño en buen estado de conservación y el sector oriental (Guatapurí y Ranchería) que cuentan con poca cobertura vegetal y gran disponibilidad de luz entrante.

Tabla 48 Composición y abundancia total de los órdenes recolectados en los ríos de la Sierra Nevada de Santa Marta.

Orden	Familia	Taxón	Abundancia	Gaira	Guatapurí	Ranchería	Tucurín
Coleoptera	Elmidae	Disersus	1	0	1	0	0
Coleoptera	Elmidae	Cylloepus	4	2	1	1	0
Coleoptera	Elmidae	Heterelmis	40	10	7	22	1
Coleoptera	Elmidae	Macrelmis	9	3	1	5	0
Coleoptera	Elmidae	Phanocerus	18	6	2	6	4
Coleoptera	Elmidae	Microcylloepus	6	0	1	5	0
Coleoptera	Elmidae	Stenelmoides	1	0	0	1	0
Coleoptera	Elmidae	Neoelmis	1	0	0	1	0
Coleoptera	Lutrochidae	Lutrochus	1	0	0	0	1
Coleoptera	Psephenidae	Psephenus	21	0	1	16	4
Coleoptera	Ptilodactylidae	Anchytarsus	14	11	0	1	2
Coleoptera	Staphylinidae	ND	12	0	7	5	0
Diptera	Athericidae	Atherix	4	4	0	0	0
Diptera	Blephariceridae	Limnomicola	11	0	5	6	0
Diptera	Ceratopogonidae	cf. Bezzia	6	1	3	2	0
Diptera	Ceratopogonidae	ND	8	1	7	0	0
Diptera	Chironomidae	ND	275	3	165	81	26
Diptera	Chironomidae	ND	372	16	175	93	88
Diptera	Chironomidae	Podonomus	1	0	1	0	0
Diptera	Chironomidae	ND	19	2	11	5	1
Diptera	Empididae	Chelifera	10	0	10	0	0

Orden	Familia	Taxón	Abundancia	Gaira	Guatapurí	Ranchería	Tucurínca
Diptera	Empididae	Hemerodromia	3	0	3	0	0
Diptera	Limoniidae	ND	11	0	6	0	0
Diptera	Psychodidae	Maruina	32	0	30	0	2
Diptera	Simuliidae	Simulium	844	41	378	304	121
Diptera	Tabanidae	Tabanus	2	0	0	2	0
Diptera	Tipulidae	Hexatoma	6	0	5	1	0
Diptera	Tipulidae	Tipula	2	1	1	0	0
Ephemeroptera	Baetidae	Americabaetis	150	0	2	21	127
Ephemeroptera	Baetidae	Baetodes	313	32	105	69	107
Ephemeroptera	Baetidae	Camelobaetis	345	4	112	64	165
Ephemeroptera	Baetidae	Mayobaetis	3	0	3	0	0
Ephemeroptera	Baetidae	Nanomis	2	0	2	0	0
Ephemeroptera	Leptohyphidae	Leptohyphes	142	28	32	60	22
Ephemeroptera	Leptohyphidae	Tricorythodes	610	7	257	147	199
Ephemeroptera	Leptophlebiidae	Terpides	4	1	0	3	0
Ephemeroptera	Leptophlebiidae	Thraulodes	113	68	12	22	11
Ephemeroptera	Oligoneuriidae	Lachlania	179	13	2	96	68
Hemiptera	Mesoveliidae	ND	1	0	0	0	1
Hemiptera	Naucoridae	Cryphocricos	11	0	6	2	3
Hemiptera	Naucoridae	Limnocoris	25	1	1	17	6
Hemiptera	Veliidae	Rhagovelia	14	0	12	0	2
Lepidoptera	Crambidae	Morfo género 1	12	0	10	0	2
Lepidoptera	Crambidae	Morfo género 2	11	0	1	3	7
Lepidoptera	Pyrilidae	Morfo género 1	41	0	12	18	11
Lepidoptera	Pyrilidae	Morfo género 2	6	0	1	5	0
Lepidoptera	Pyrilidae	Morfo género 3	61	0	11	50	0
Megaloptera	Corydalidae	Corydalus	21	4	9	8	0
Odonata	Libellulidae	Brechorhoga	4	3	1	0	0
Odonata	Gomphidae	Progomphus	3	0	1	2	0
Plecoptera	Perlidae	Anacroneuria	583	251	29	138	165
Trichoptera	Calamoceratidae	Phylloicus	25	18	0	3	4
Trichoptera	Xiphocentronidae	Xiphocentron	8	0	0	0	8
Trichoptera	Glossosomatidae	Culoptila	100	0	100	0	0
Trichoptera	Glossosomatidae	Mortoniella	74	0	72	0	2
Trichoptera	Glossosomatidae	Protoptila	85	0	84	0	1
Trichoptera	Hydrobiosidae	Atopsyche	52	0	39	1	12
Trichoptera	Helicopsychidae	Helicopsyche	20	2	0	0	18

Fuente: Barragán et al., (2016).

En el río Gaira la abundancia fue de 684 individuos y 31 especies, en el río Guatapurí 1890 individuos y 57 especies, río Ranchería 1640 individuos y 44 especies, y en el río Tucurínca 1589 individuos con 40 especies. Fueron reportados en total 72 taxones como parte de la composición de macroinvertebrados acuáticos presentes en la SNSM.

5.2.7.3. Perifiton

Este grupo corresponde a una comunidad compleja de microorganismos adheridos a un sustrato sumergido como piedras, sedimentos suaves o plantas, constituida principalmente por algas, siendo estas los productores dominantes en ecosistemas fluviales de orden inferior tales como arroyos y tributarios (Hill, 1996). Las algas de agua dulce están representadas en su mayoría por cianobacterias, algas verdes (Clorophytas), diatomeas (Bacillariophyceae) y algas rojas (Rodophytas) (Stevenson et al., 1996).

El ensamblaje de comunidades perifíticas se desarrolla en tres etapas correspondientes a la colonización, agrupamiento y crecimiento y formación de la matriz extracelular (Gamboa et al., 2003) haciendo parte de un proceso de desarrollo ordenado que muestra cambios en la estructura (composición, riqueza, abundancia y diversidad específica) de la comunidad en el tiempo, y es resultado de la modificación del medio físico por la comunidad (Odum, 1986; Lewis et al., 1999). Sin embargo, es importante tener en cuenta que, como menciona Osorio et al., (2015), el medio físico es el que maneja el tipo, la velocidad y los límites de este, lo que corresponde a una respuesta a los cambios de luz, los nutrientes y las pérdidas por herbivoría, sedimentación y muerte fisiológica a que se ve sometida la comunidad (Margalef, 1983; Roldán y Ramírez, 2008).

Dentro de los estudios realizados en la SNSM se destaca el realizado por Osorio et al., (2015), en el que se analizó la sucesión de microalgas perifíticas en tres tributarios de la cuenca del río Gaira, con diferente grado de intervención antrópica. El tributario Honduras se encuentra a 900 m.s.n.m y constituye una zona de alta intervención antrópica debido a la tala y quema de bosque, con zonas de adecuación para el cultivo de café. El tributario Picuda se encuentra a 1100 m.s.n.m, con una intervención menor, pero expuesto a la estrada de sustancias químicas como pesticidas y nutrientes. El tercer tributario (Jabalí) se encuentra a 1200 m.s.n.m considerado altamente conservado.

Los resultados obtenidos para el estudio realizado permiten determinar los cambios producidos en las comunidades fitoplanctónicas, por las condiciones fisicoquímicas de los tributarios, observándose las siguientes diferencias en la abundancia y

riqueza. El tributario La Victoria presentó un total 4.396 células en 20 géneros y 25 taxa, en La Picuda se registraron 2872 células distribuidas en 25 especies pertenecientes a 20 géneros y en el tributario Jabalí se registraron 4970 células distribuidas en 20 géneros y 22 especies, siendo este tributario el que presentó una fase de acumulación y crecimiento mucho más rápida y eficiente.

De acuerdo con las condiciones ambientales se destaca que un aumento de caudal generó un aumento de especies pioneras como *Nitzschia sp.* y *Fragilaria sp.*, adaptadas a disturbios frecuentes, mientras que la estabilidad del sustrato influyó en la aparición de *Cocconeis placentula* y *Suriella sp.*, indicativas de comunidades más maduras, por otro lado el aumento en la disponibilidad de nutrientes generó un incremento de densidad perifítica, con predominio de diatomeas tolerantes, mientras que la buena oxigenación una alta riqueza de Bacillariophyceae, y la cobertura vegetal ribereña conservada generó una respuesta de unas comunidades más diversas y estructuralmente complejas.

Adicionalmente, trabajos como el de Cabarcas-Mier y Tumaris-Turizo (2015) han permitido determinar la composición de microalgas peridíticas durante los dos periodos climáticos en los tramos medio y alto del cauce principal del río Gaira en sitios bien conservados, registrando un total de 55 morfoespecies, con la mayor abundancia de microalgas pertenecientes a la clase Bacillariophyceae (diatomeas). La abundancia de morfoespecies fue de 39 en la parte media del río Gaira (La Victoria) y 16 morfoespecies en la parte alta (San Lorenzo) en época de lluvias. Y en época seca se registraron 14 morfoespecies en La Victoria y 37 especies en San Lorenzo (véase en la tabla 49). Adicionalmente a las especies listadas en la siguiente tabla, los autores también reportan diez morfoespecies de *Navicula* distribuidas en diferentes periodos y localidades.

Tabla 49. Lista de morfoespecies de microalgas epilíticas en la parte alta (San Lorenzo) y media (La Victoria) del río Gaira SNSM

Morfoespecie	Lluvias		Sequía	
	La Victoria	San Lorenzo	La Victoria	San Lorenzo
<i>Achnanthes clevei</i> Grunow	+			
<i>Achnanthes sp.</i> Bory de Saint-Vincent	+			+
<i>Achnanthes inflata</i> (Kützing) Grunow	+			
<i>Achnanthidium exigum</i> (Grunow) D.B.Czarnecki	+			
<i>Achnanthidium cf. lanceolata</i> Kützing	+	+		+
<i>Amphora veneta</i> Kützing	+			
<i>Caloneis sp.</i> Grunow	+	+	+	+
<i>Closterium cf. parvulum</i> Nägeli	+			
<i>Cocconeis placentula</i> Ehrenberg	+	+	+	+

Morfoespecie	Lluvias		Sequía	
	La Victoria	San Lorenzo	La Victoria	San Lorenzo
<i>Cymbella</i> cf. <i>cymbiformis</i> C.Agardh	+			+
<i>Desmococcus</i> cf. <i>vulgaris</i> F.Brand				+
<i>Encyonema</i> sp. Grunow	+			+
<i>Eunotia</i> sp. Ehrenberg				+
<i>Fragilaria</i> sp. Ehrenberg				+
<i>Fragilaria rhomboides</i> (Ehrenberg) De Toni				+
<i>Gomphonema</i> cf. <i>angustum</i> M.Peragallo	+	+		
<i>Gomphonema</i> sp. Ehrenberg	+			+
<i>Gomphonema truncatum</i> Ehrenberg	+			+
<i>Gyrosigma</i> sp. Kützing			+	+
<i>Leptolyngbya</i> sp. Kützing	+	+		
<i>Melosira varians</i> C.Agardh	+			+
<i>Navicula</i> cf. <i>accomoda</i> Hustedt	+			
<i>Navicula</i> cf. <i>cryptocephala</i> Cleve				+
<i>Navicula</i> cf. <i>decussis</i> Østrup	+			
<i>Navicula</i> cf. <i>digitiradiata</i> Gregory	+			
<i>Navicula</i> cf. <i>saprophila</i> Lange-Bertalot y Bonik	+			+
<i>Navicula</i> cf. <i>schönfeldii</i> Hustedt		+	+	+
<i>Navicula gregaria</i> Donkin	+	+		+
<i>Navicula incerta</i> Lange-Bertalot in Krammer y Lange-Bertalot	+	+	+	
<i>Navicula radiosa</i> (Kützing) Rabenhorst	+	+		+
<i>Navicula</i> sp. 10 Bory de St. Vincent			+	+
<i>Nitzschia alpina</i> Hustedt			+	
<i>Nitzschia</i> cf. <i>amphibia</i> Grunow	+		+	
<i>Nitzschia</i> cf. <i>scalaris</i> Ehrenberg	+	+	+	+
<i>Nitzschia</i> sp. Hassall	+		+	+
<i>Oedogonium</i> sp. Hirn				+
<i>Oscillatoria</i> sp. Bory de Saint-Vincent	+	+		+
<i>Pinnularia</i> sp. Ehrenberg	+	+		+
<i>Rhopalodia gibberula</i> Ehrenberg	+	+		
<i>Surirella</i> cf. <i>linearis</i> W. Smith	+			+
<i>Surirella</i> cf. <i>roba</i> Leclercq				+
<i>Tabellaria</i> sp. Ehrenberg				+
<i>Tetracyclus</i> sp. Grunow				+
<i>Ulvaria ulna</i> Nitzsch.	+	+	+	+

Fuente: Cabarcas-Mier y Tamaris-Turizo (2015).

De acuerdo con los resultados obtenidos en el estudio, los autores consideran que aunque los géneros no evidenciaron exclusividad por un tramo particular del río,

puede ser que la preferencia particular del ambiente sea evidenciado a nivel de especie, debido a que algunas solo se registradas en el tramo medio (*A. mexiguum* Czarnecki, *N. cf. accomoda*, *Navicula cf. decussis* y *N. cf. Digittoradiata*) y para el tramo alto se presentaron como exclusivas *Gyrosigma* sp., *D. cf. vulgaris*, *N. cf. cryptocephala*, *S. cf. roba* y *Tabellaria* sp., lo que podría dar pautas para evaluar estas especies como posibles indicadoras de las condiciones ambientales, de acuerdo a las características propias en cada tramo.

5.2.7.4. Plancton

El fitoplancton se define como un grupo de organismos unicelulares acuáticos, los cuales se encuentran suspendidos en el agua y que, mediante corrientes, son transportados de manera pasiva. Estos microorganismos son los responsables de transformar la materia inorgánica en componentes orgánicos empleando la energía lumínica proveniente del sol mediante la fotosíntesis, constituyéndose en la base de la red trófica (Bravo-Sierra, 2004). Algunas especies presentan una amplia distribución, aunque otras prefieren ambientes determinados (Báez-Polo, 2013).

En la Ciénaga Grande Santa Marta se han realizado estudios de la composición de fitoplancton, entre ellos el trabajo de Gocke et al, (2003) donde al analizar tres (3) puntos dentro de la CGSM se encontró que el grupo más dominante fueran las cianobacterias (*Microcystis* sp. 1, *Microcystis* sp. 2, *Oscillatoria* sp., *Anabaenopsis* sp., *Chroococcus* sp., *Merismopedia* sp), seguido por las Diatomeas (*Nitzschia closterium*, *Nitzschia* sp.) y por último las clorofitas con un solo taxon (*Ankistrodesmus* sp.) La mayor proporción de cianobacterias indica una estructura fitoplanctónica típica de ambientes eutróficos y salobres, lo cual está relacionado con este sistema lagunar que recibe el ingreso de agua marina desde el mar caribe, y productivo con altas concentraciones de clorofila, lo cual lo califica como una laguna eutrófica.

El zooplacton comprende organismos heterótrofos que se alimentan generalmente de fitoplancton y bacterias y juega un papel importante en el funcionamiento de los ecosistemas acuáticos al transferir la energía desde los productores (fitoplancton, algas) hacia los consumidores de niveles superiores (Melão et al., 2005, Sterner, 2009, Fuentes, 2023).

En el 2022 fue realizada una caracterización en la Ciénaga Grande de Santa Marta, la cual fue presentada por Fuentes (2023) donde se presenta la identificación de 21

taxones de microcrustáceos zooplanctónicos colectados en la parte norte de la ciénaga.

Tabla 50 Caracterización de microcrustáceos zooplanctónicos en la parte norte de la Ciénaga Grande de Santa Marta

Orden	Familia	Especie
Harpacticoida	Ameiridae	Nitokra lacustris
Harpacticoida	Ameiridae	Nitokra puebloviejensis
Harpacticoida	Tegastidae	Parategastes
Harpacticoida	Laophontidae	Quinquelaophonte quinquespina
Harpacticoida	Tisbidae	Tisbella pulchella
Harpacticoida	Metidae	Metis holothuriae
Harpacticoida	Miraciidae	Schizopera knabeni
Cyclopoida	Cyclopidae	Halicyclops exiguus
Cyclopoida	Cyclopidae	Halicyclops gutierrez
Cyclopoida	Cyclopidae	Apocyclops panamensis
Cyclopoida	Cyclopidae	Mesocyclops
Calanoida	Pseudodiaptomidae	Pseudodiaptomus marshi
Anomopoda	Chydoridae	Leberis colombiensis
Anomopoda	Chydoridae	Karualona muelleri
Anomopoda	Moinidae	Moina reticulata
Anomopoda	Moinidae	Moinodaphnia macleayi
Ctenopoda	Sididae	Diaphanosoma brevireme
Anomopoda	Chydoridae	Ephemeroporus hybridus
Anomopoda	Macrothricidae	Macrothrix spinosa
Anomopoda	Chydoridae	Oxyurella longicaudis
Harpacticoida		

Fuente: Fuentes (2023).

5.2.8. Ecosistemas marinos

Si bien el presente apartado no pretende profundizar en los aspectos geomorfológicos, climatológicos o fisicoquímicos del área marina delimitada por el área de estudio, si es necesario realizar una descripción breve de los factores más relevantes que determinan, en gran medida, los distintos ecosistemas presentes en el área.

Se resalta su estrecha interconexión a nivel ancestral y ambiental con el territorio terrestre los pueblos indígenas de la SNSM y el mar. Eso especialmente se expresa a través de los espacios sagrados en la franja marino-costera que manifiestan

interconectividad ancestral y ambiental, espacios que toman la forma de las desembocaduras de los ríos, lagunas de mangle y otros elementos ambientales que sustentan esos intercambios energéticos.

Uno de los aspectos particulares de la geomorfología de esta zona corresponde a la plataforma continental, entendida como la porción de la corteza terrestre que se extiende más allá de la línea de costa y permanece cubierta por aguas relativamente someras antes de descender hacia el fondo oceánico.

Hacia La Guajira se desarrolla una plataforma amplia, cuyo ancho aumenta progresivamente en sentido oriental, con extensiones que oscilan entre 8 y 17 km y que finalizan a profundidades aproximadas entre -90m y -130 m, punto a partir del cual el gradiente se incrementa para dar lugar al talud continental. En contraste, el sector del Tayrona se caracteriza por la ausencia de una plataforma propiamente dicha, ya que el descenso pronunciado del fondo marino se inicia muy próximo a la línea de costa. En esta zona se destaca el cañón de La Aguja, una estructura submarina que se extiende desde profundidades cercanas a -70 m hasta alcanzar niveles del orden de -3.500 m. Finalmente, el sector de la Ciénaga Grande de Santa Marta está influenciado por la descarga y acumulación de sedimentos aportados por el río Magdalena. En este tramo, la plataforma continental es estrecha en comparación con el abanico generado por la descarga del río, con un ancho aproximado de 2 km, lo que favorece que el material transportado se deposite directamente sobre el talud (Invemar, 2010).

Por otra parte, en términos climatológicos, la zona se encuentra influenciada principalmente por los desplazamientos de la Zona de Convergencia Intertropical (ZCIT) y por la dinámica de los vientos alisios del noreste. Estos últimos ocasionan el ascenso de aguas profundas (fenómeno conocido como surgencia), frías y ricas en nutrientes, especialmente en los sectores del Parque Tayrona y Santa Marta (Invemar, 2010).

En relación con los aspectos fisicoquímicos, se ha identificado la presencia de un gradiente térmico con orientación suroccidente–nororiente, en el cual las aguas presentan mayores temperaturas hacia el suroccidente, mientras que en el nororiente se registran valores inferiores como consecuencia del fenómeno de surgencia. De manera general, en las aguas del Caribe se reconoce una estratificación térmica permanente, caracterizada por la disminución de la temperatura con la profundidad; no obstante, esta condición presenta variaciones espaciales, siendo la termoclina más profunda en el área de influencia del río Magdalena y más superficial hacia el nororiente. De forma similar, se evidencian

contrastes en la salinidad, con valores más elevados en el nororiente, asociados a la surgencia y a una menor influencia de los aportes continentales del río Magdalena. Estas diferencias crean patrones de estratificación en la columna de agua que pueden actuar como barreras físicas para el desplazamiento de ciertos organismos y para el intercambio de nutrientes (INVEMAR, 2010).

Como resultado de estas características, en el área de estudio se encuentra una amplia diversidad de ambientes, tales como playas, acantilados y litorales rocosos, los cuales albergan distintos ecosistemas. Entre estos se destacan los arrecifes coralinos, los pastos marinos y los manglares (abordados en mayor detalle en ecosistemas estratégicos).

5.2.8.1. Áreas coralinas

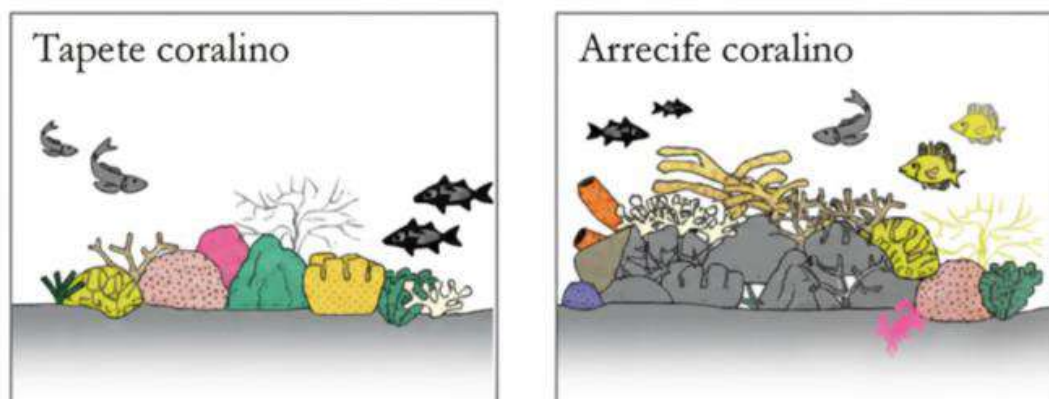
Las áreas coralinas constituyen elementos del paisaje marino dominados por estructuras biogénicas, conocidas como formaciones coralinas, que en numerosos casos alcanzan dimensiones significativas. Estas formaciones son producidas por organismos capaces de generar estructuras duras (esqueletos), principalmente corales pétreos, algas rojas calcáreas, así como de ciertos moluscos, anélidos y crustáceos. La presencia y el patrón de distribución de estas formaciones responden a la confluencia de diversos factores, entre los que se incluyen la geomorfología, la hidrodinámica, la calidad del agua, los gradientes de profundidad, las oscilaciones del nivel del mar y las perturbaciones atmosféricas (Díaz et al., 2000).

En función de su grado de desarrollo, complejidad estructural y capacidad de modificar el entorno, estas estructuras biogénicas pueden clasificarse en tapetes coralinos o arrecifes.

Un arrecife corresponde a una estructura generada principalmente por organismos vivos que modifica de manera significativa la topografía del fondo marino. Sus dimensiones son capaces de alterar las propiedades físicas (corrientes y el oleaje) y ecológicas del medio circundante. Además, es lo suficientemente compacta para resistir las fuerzas hidrodinámicas, formando un hábitat estable y persistente. De acuerdo con su morfología y localización, se reconocen arrecifes franjeantes (bordean la línea de costa) y arrecifes de parche (formaciones aisladas).

Por su parte, los tapetes coralinos representan un estado de desarrollo menos complejo o previo al de un arrecife, caracterizado por un mosaico irregular de colonias coralinas dispersas que se establecen sobre sustratos duros.

Figura 100 Formaciones coralinas



Fuente: Modificado de Díaz et al. (2000).

En el área marina del área de estudio se han registrado áreas coralinas de tipo tapete coralino en el Banco de las Ánimas (formación ubicada frente a la Ciénaga Grande de Santa Marta), así como en el Parque Tayrona. No obstante, en este último sector también se ha documentado la presencia de arrecifes franjeantes y de parche, siendo estas encontradas a más de 5 m de profundidad y al interior de las bahías (Díaz et al., 2000).

Es relevante destacar que, debido a la predominancia del litoral rocoso en el Parque Tayrona, se presentan numerosas formaciones coralinas muy someras, generalmente a profundidades inferiores a 5 m, caracterizadas por un desarrollo incipiente y conformadas por colonias de pequeño tamaño. Este patrón se asocia al elevado grado de exposición al oleaje generado por los vientos alisios, los cuales inducen una intensa turbulencia que condiciona el crecimiento natural de las colonias. A ello se suman factores como el alta pendiente del sustrato, la elevada intensidad lumínica, la abrasión producida por sedimentos movilizados por el oleaje y la competencia estacional con macroalgas, elementos que en conjunto limitan el desarrollo en estos sectores.

No obstante, aunque estos entornos pueden ser considerados marginales debido a su reducido potencial para la construcción de arrecifes, revisten una importancia significativa para la conservación de la diversidad coralina, ya que albergan comunidades variadas que, al tolerar condiciones adversas y lograr reproducirse, pueden actuar como fuentes de reclutamiento para los de arrecifes ubicados a mayores profundidades (Daza-Guerra et al., 2022).

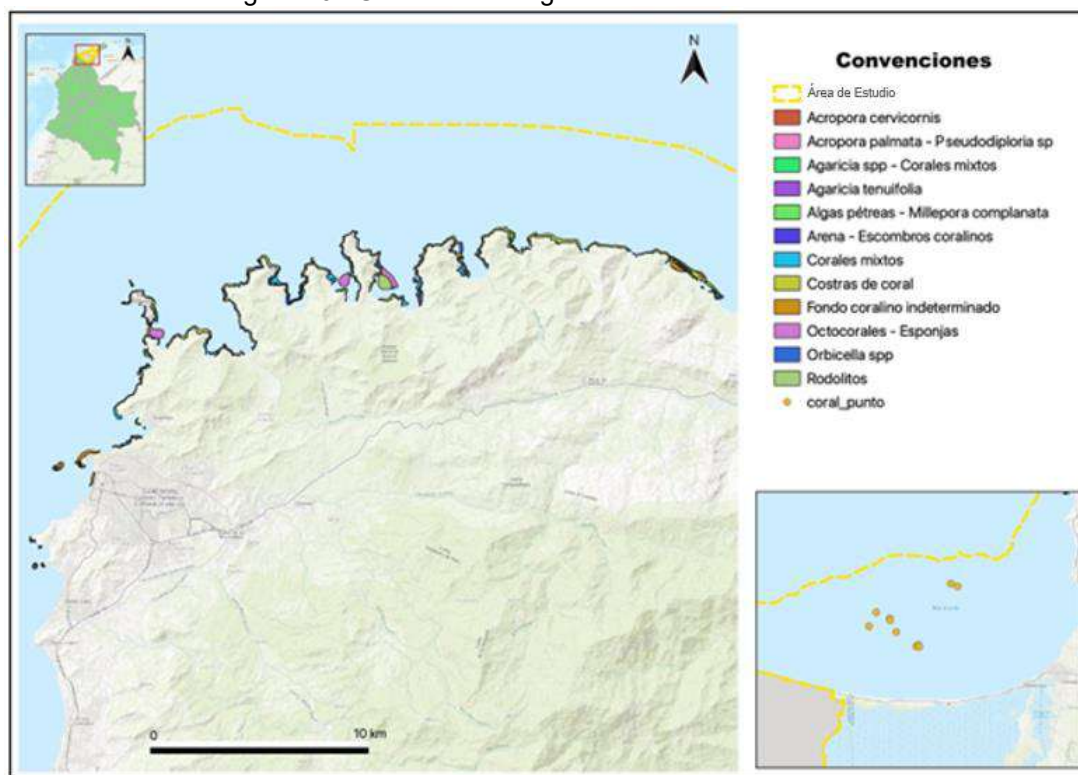
Entre las distintas aproximaciones a la zonificación e identificación de áreas coralinas en Colombia se destaca el trabajo desarrollado por el INVEMAR (Díaz et al., 2000) en el cual se usa el termino de “unidad ecológica”. Este enfoque establece

un sistema de clasificación adaptado específicamente a las formaciones coralinas del país, en el cual la denominación de cada unidad se define en función del tipo de sustrato o de la especie predominante. Bajo este esquema se identificaron un total de 25 unidades ecológicas a escala nacional, de las cuales, para el área marina del área de estudio, se reconocen las siguientes:

- Acropora palmata-Diploria strigosa (Apalm-Dstri): Crestas en ambientes de oleaje moderado.
- Acropora cervicornis (Acerv): Antiguamente dominante, hoy relegada a un papel secundario por deterioro.
- Agaricia spp-Corales mixtos (Agar-Cmix): Típica de vertientes profundas con poca iluminación.
- Agaricia tenuifolia (Aten): Típica de paredes de vertientes inclinadas y depresiones.
- Algas pétreas-Millepora complanata-Zoantídeos (Algpe-Mcom-Z): Típica de rompientes y zonas de fuerte oleaje.
- Arena-Escombros coralinos (Aresc): Fondos abrasivos detrás de las crestas arrecifales.
- Corales mixtos (Cmix): Alta diversidad de organismos y geoformas en diversos ambientes.
- Costras de coral sobre roca (Costroc): Tapetes coralinos sobre fondo rocoso expuesto.
- Octocorales-Esponjas (Oct-Esp): Dominada por sedimentos y escombros con presencia de grandes esponjas barril.
- Rodolitos (Rod): Nódulos de algas pétreas que dan un color pardo rosáceo al fondo.

Estas unidades abarcan una extensión aproximada de 800,3ha y se distribuyen de la siguiente manera:

Figura 101 Unidades ecológicas de las áreas coralinas.



Fuente: INVEMAR (2025).

Como se observa en la imagen, las unidades coralinas someras se concentran mayoritariamente dentro del PNN Tayrona. En la zona marina frente a la Ciénaga Grande de Santa Marta (Banco de las Ánimas) se registran únicamente algunos puntos aislados. La ausencia de polígonos en esta zona puede explicarse por el hecho de que las formaciones coralinas de este sector se presentan principalmente como agregados puntuales de corales pétreos, octocorales y esponjas, y no como estructuras arrecifales continuas. Como consecuencia de la influencia de aguas turbias con alto contenido de materia orgánica, provenientes del río Magdalena y de la Ciénaga Grande, estas comunidades presentan un bajo grado de desarrollo y una estructura poco compacta. No obstante, el Banco de las Ánimas se ha identificado como un ecosistema de elevada importancia ecológica y un área clave para el reclutamiento de pesquerías a escala regional (García-Urueña et al., 2020).

Por otra parte, dada su relevancia ecológica, las áreas coralinas han sido objeto de monitoreo continuo con el fin de establecer su estado de conservación, cuyos resultados se presentan de forma periódica por parte del INVEMAR. De acuerdo con el informe correspondiente al año 2025 para el sector Tayrona (Acosta-Chaparro et al., 2025), las formaciones evaluadas presentan una calificación general de

estado “Bueno”. Se identifican colonias de especies masivas, como *Orbicella faveolata* y *Montastraea cavernosa*, mientras que se evidenció una disminución en la cobertura de *Acropora palmata* (cuerno de alce). A diferencia de periodos anteriores, durante 2025 prácticamente no se registraron eventos de blanqueamiento en las estaciones monitoreadas, con excepción de casos aislados en colonias de *Pseudodiploria strigosa*. No obstante, el reporte identifica una cobertura significativa de macroalgas, situación que podría representar un riesgo futuro para la integridad de estas formaciones, dado que dichos organismos tienden a retener sedimentos finos capaces de asfixiar y provocar la mortalidad del tejido coralino adyacente (Gómez-Cubillos et al., 2020).

Por último, existen formaciones coralinas menos estudiadas que las de aguas someras, presentes en el Caribe colombiano, correspondientes a los corales de profundidad o corales de aguas frías. Estos ecosistemas marinos se originan a partir de la acumulación de esqueletos de corales pétreos y se desarrollan principalmente sobre plataformas submarinas y taludes continentales, dentro de un rango batimétrico que oscila entre los 150 y 1.500 m de profundidad.

De acuerdo con su relación con la luz, se distinguen dos grandes grupos. Los corales mesofóticos, distribuidos aproximadamente entre los 30 y 200 m, aún reciben radiación luminosa y han desarrollado adaptaciones morfológicas que les permiten optimizar la fotosíntesis bajo condiciones de baja luminosidad. En contraste, los corales azooxantelados habitan profundidades que pueden alcanzar los 1.500 m, en ambientes de oscuridad permanente correspondientes a la zona afótica, y carecen de algas simbios, por lo que no realizan procesos fotosintéticos.

Estas formaciones son consideradas verdaderos “hot spots” de biodiversidad, ya que se estima que albergan una riqueza incluso superior a la de los arrecifes someros. Al sostener una elevada diversidad biológica, estos ecosistemas contribuyen de manera significativa a la adaptabilidad y resiliencia de las áreas marinas frente a perturbaciones asociadas al cambio climático (Alonso et al., 2015).

En el área marina del área de estudio se han registrado especies de corales vinculadas a este tipo de formaciones en estaciones de estudio localizadas frente a Santa Marta y en el municipio de Dibulla, en el departamento de La Guajira (Alonso et al., 2015).

5.2.8.2. Pastos marinos

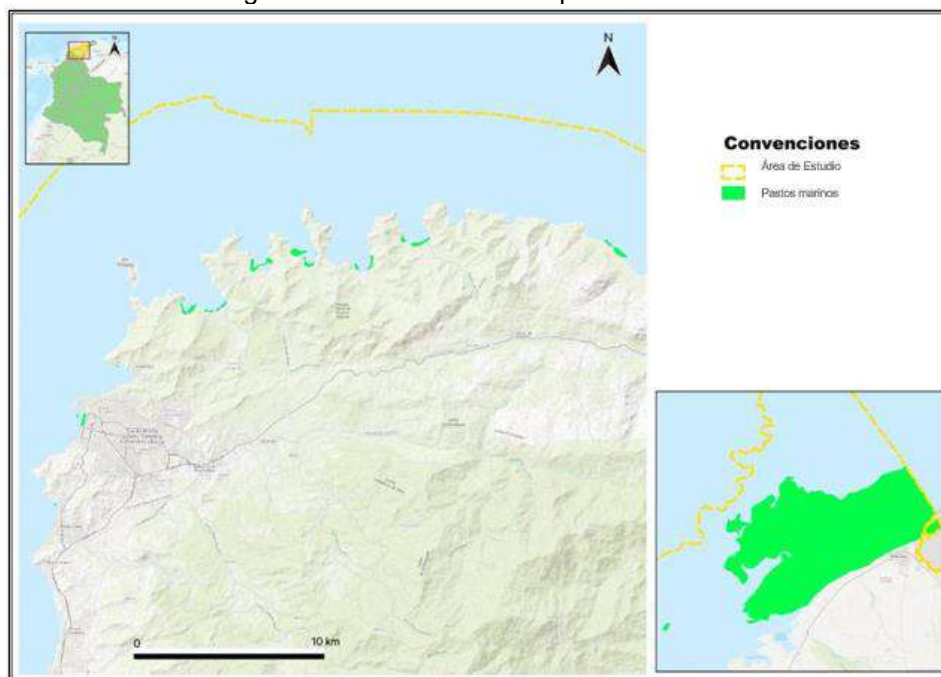
Los pastos marinos son plantas angiospermas (que producen flores, frutos y semillas) que han logrado adaptarse por completo a la vida subacuática en aguas saladas. A diferencia de las algas, con las que suelen confundirse, poseen un sistema de raíces, rizomas y hojas, y realizan su ciclo vital, incluyendo la polinización, totalmente bajo el agua. Se encuentran comúnmente en fondos arenosos o lodosos de aguas poco profundas y tranquilas, formando extensas praderas que cubren amplias áreas del fondo marino (Díaz Merlano, 2019).

Al igual que las áreas coralinas, estos ecosistemas desempeñan un papel fundamental al proporcionar hábitat y refugio a una amplia diversidad de organismos, desde pequeños invertebrados hasta tortugas, manatíes y aves. Asimismo, funcionan como zonas críticas de crianza y protección para larvas y estadios juveniles de numerosas especies, muchas de las cuales posteriormente se movilizan a los arrecifes coralinos y manglares. Adicionalmente, actúan como filtros naturales al retener sedimentos en suspensión y absorber nutrientes o contaminantes presentes en la columna de agua, y pueden almacenar dióxido de carbono (CO₂) en sus tejidos, contribuyendo a la mitigación de este gas de efecto invernadero al comportarse como sumideros de carbono en el océano (Díaz Merlano, 2019).

En el área de estudio se identifican dos zonas con presencia relevante de pastos marinos. La primera corresponde al sector del PNN Tayrona, donde se registran parches de pequeña extensión, restringidos principalmente a las bahías y ensenadas protegidas del oleaje. Esta distribución está asociada a la casi inexistente plataforma continental y a la limitada disponibilidad de sustratos aptos para la colonización. En este escenario, las praderas suelen desarrollarse en asociación con arrecifes rocosos, formaciones coralinas y manglares, configurando sistemas de elevada complejidad estructural y diversidad biológica. La segunda área corresponde al sector costero de La Guajira, el cual concentra la mayor extensión de este ecosistema dado que en las costas del departamento se registra aproximadamente el 81 % de la superficie total de pastos marinos del Caribe colombiano. Esta alta cobertura se explica por la presencia de una plataforma continental relativamente amplia en comparación con otros sectores y la acción de los vientos alisios, que favorecen el afloramiento de aguas profundas, frías y ricas en nutrientes (surgencia) lo que propicia una elevada producción de biomasa vegetal, en contraste con la aridez del entorno terrestre adyacente. En este sector, la especie dominante corresponde a *Thalassia testudinum*, también conocido como “pasto de tortuga” (Díaz et al., 2003).

Las praderas de pastos marinos abarcan una extensión aproximada de 51857.3 ha y se distribuyen de la siguiente manera:

Figura 102 Ubicación de los pastos marinos



Fuente: INVEMAR (2025).

Al igual que las formaciones coralinas, los pastos marinos son objeto de monitoreo continuo con el fin de evaluar su condición y tendencia temporal. El estado de estas praderas se determina mediante el Indicador de Condición y Tendencia de Pastos Marinos (ICTPM), el cual integra variables como la densidad de vástagos, la mortalidad, y la abundancia de peces representativos. En ambos sectores, las estaciones de monitoreo registraron una condición predominantemente favorable; no obstante, se han identificado afectaciones puntuales asociadas a la operación de embarcaciones, las cuales remueven sedimentos y favorecen procesos de sedimentación y sepultamiento de estos ecosistemas (Gómez-López et al., 2023).

5.2.8.3. Margen continental

La margen continental corresponde a la zona de transición que se extiende desde el borde del continente hasta las llanuras abisales, e incluye la plataforma continental, el talud y las elevaciones continentales. En el Caribe colombiano, la plataforma se encuentra generalmente limitada por la isóbata de -200 m, mientras que el talud alcanza profundidades del orden de -3.500 m. Si bien, bajo esta definición, los ecosistemas previamente descritos quedarían comprendidos dentro de esta unidad, adquieren especial relevancia las zonas de mayor profundidad,

particularmente en el talud continental. En el área de estudio, esta franja no abarca una superficie extensa; sin embargo, en las costas del Tayrona, dada la inexistente plataforma, el talud se inicia muy próximo a la línea de costa.

El marcado gradiente batimétrico de esta región favorece el desarrollo de una elevada diversidad de comunidades biológicas, entre las que se incluyen corales, bivalvos, esponjas, briozoos y poliquetos, así como hábitats de alta relevancia ecológica, tales como arrecifes de profundidad siendo estos altamente vulnerables debido a las bajas tasas de crecimiento y reproducción que presentan (Invemar, 2010).

5.2.8.4. Biodiversidad marina

En el área de estudio, los registros de ocurrencia¹ evidencian un gran número de especies (237) las cuales se distribuyen en 10 phylum, 56 órdenes y 14 familias. Cabe resaltar que una proporción significativa de estos registros corresponde a invertebrados, principalmente moluscos, crustáceos, anélidos y esponjas.

Dentro del grupo de los moluscos se reporta la presencia de *Anomalocardia flexuosa* (chipi chipi). Esta especie es aprovechada para el consumo humano en Colombia; sin embargo, mientras en el pasado fue objeto de comercialización a escala nacional, en la actualidad su uso se limita al ámbito local debido a la disminución de sus poblaciones. La principal presión identificada corresponde a los cambios en la calidad del agua asociados a la reducción de la salinidad, especialmente en la dinámica de ciénagas y lagunas costeras, como ocurre en la Ciénaga Grande de Santa Marta (Chasqui et al., 2022). Actualmente se encuentra en la categoría “Vulnerable” de acuerdo con la Resolución 0126 del 6 de febrero de 2024.

Si bien la mayor proporción de registros corresponde a invertebrados, el grupo de los peces presenta también una representación significativa, con un total de 56 especies identificadas. Mostrando una distribución que abarca desde zonas costeras asociadas a formaciones coralinas y fondos arenosos, hasta especies vinculadas a ambientes de mayor profundidad.

Asimismo, se registran especies de importancia para el consumo humano y la actividad comercial, entre las que se destacan *Calamus penna*, *Caranx crysos* (cojinúa), *Lutjanus purpureus* (pargo rojo), *Lutjanus vivanus* (pargo colorado) y *Rhomboplites aurorubens* (pargo camaronero).

Por otra parte, se registraron especies poco frecuentes, como *Ijimaia antillarum* (pez nariz de gelatina), un taxón con escasos reportes y asociado a ambientes de gran profundidad. Si bien en la zona marina delimitada del área de estudio, las profundidades en la mayoría de los casos no superan los 200 m, se identificaron especies de peces vinculadas a hábitats profundos que resultan de especial interés y se presentan en la siguiente tabla:

Tabla 51 Especies de peces asociadas a ambientes marinos profundos

Especie	Profundidad máxima* (m)
<i>Ancylorhynchus cycloides</i>	269
<i>Argentina brucei</i>	432
<i>Halieutichthys aculeatus</i>	507
<i>Etmopterus schultzi</i>	698

*Profundidad máxima reportada en el Caribe colombiano.

Fuente: García Ramírez & Armenteras Pascual (2015).

Es importante resaltar que, en sectores marinos dentro del área de estudio de la SNSM, se identificó una comunidad coralina de profundidad de gran relevancia ecológica en el departamento de Santa Marta, asociada principalmente al coral *Madracis myriaster*, a profundidades comprendidas entre 200 y 220 m. De manera similar, en el sector del departamento de La Guajira, a la altura del municipio de Dibulla, se registró otra formación coralina profunda a aproximadamente 70 m, caracterizada por la presencia del coral azooxantelado *Cladocora debilis*. En asociación con esta estructura se documentaron 156 especies adicionales, entre las que se incluyen otros corales escleractinios, octocorales, moluscos, equinodermos, briozoos y peces, lo que pone de manifiesto la elevada diversidad biológica de estos ecosistemas poco estudiados (INVEMAR, 2010).

5.2.9. Ecosistemas estratégicos y en amenaza

Los ecosistemas estratégicos fue una de las metas de la Política Nacional Ambiental de 1994, es así como el grupo de Biodiversidad de la Dirección de Bosques, Biodiversidad y Servicios Ecosistémicos del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, definieron ecosistemas estratégicos (Bosque seco tropical, Humedal, Paramos) las cuales son áreas clave para provisión de bienes y servicios ambientales indispensables como el agua, regulación climática y biodiversidad (MIAMBIENTE, 2025), y juegan un papel fundamental en el sostenimiento de procesos naturales, sociales, económicos, ecológicos o de otra índole, en donde se concentran funciones naturales de las cuales dependen bienes y servicios ecológicos vitales para el mantenimiento de la sociedad y la naturaleza (Márquez, 2003).

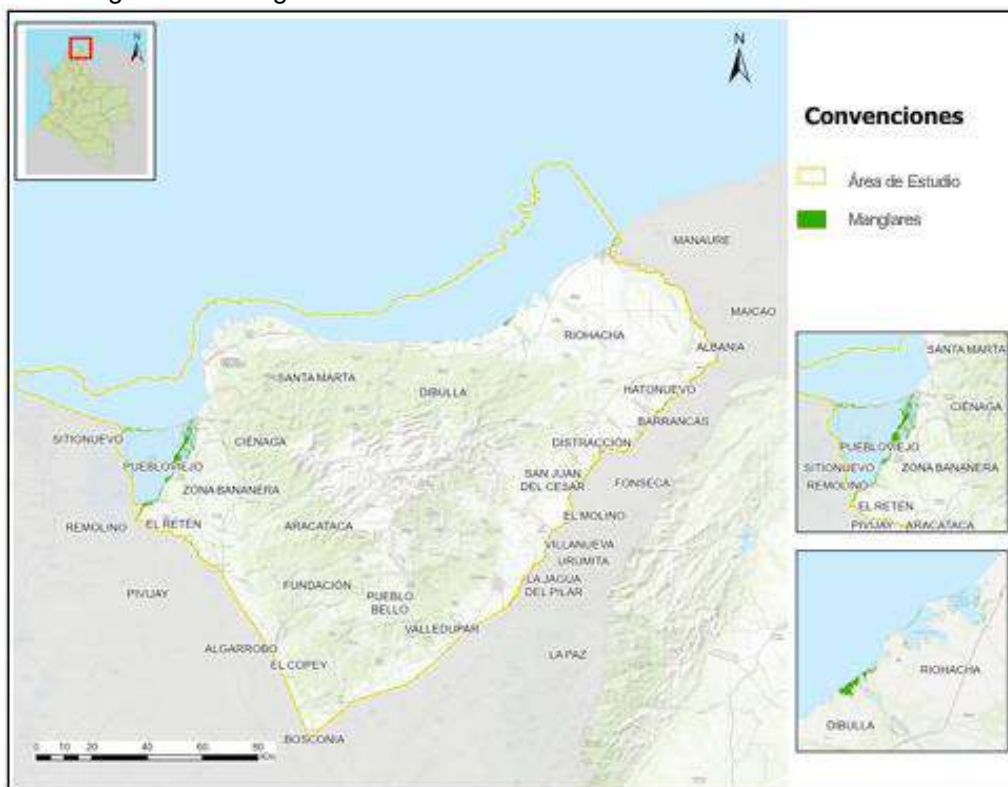
Para el área de estudio se presentan ecosistemas con alto riesgo de desaparición como el bosque seco tropical, uno de los ecosistemas más raros, transformados y fragmentados en Colombia (IAvH, 2015), y los bosques nublados los cuales presentan una vulnerabilidad adicional frente al cambio climático y presiones antrópicas directas (Dinerstein et al., 2021).

5.2.9.1. Manglares

Los manglares son ecosistemas conformados por un componente arbóreo y arbustivo, conocidos como mangles, que colonizan las líneas de costa en las zonas tropicales y subtropicales del planeta. Estas especies poseen adaptaciones morfológicas, fisiológicas y reproductivas que les permiten crecer en suelos inundados, inestables y con bajas concentraciones de oxígeno, tolerando además amplias fluctuaciones de salinidad y mareas. Además de funcionar como zonas de crianza, refugio y alimentación para una amplia variedad de especies, los manglares actúan como barreras naturales que mitigan la erosión costera al reducir la energía del oleaje. Asimismo, brindan protección a las comunidades humanas frente a los efectos de huracanes, marejadas y tsunamis, y son reconocidos como sumideros de carbono (INVEMAR, 2023).

Estudios realizados por INVEMAR, muestran que los manglares de la Ciénaga Grande de Santa Marta (CGSM) son altamente variables en los atributos evaluados y que hacen parte del IBIm (Indicador de integridad biológica para manglares). La estación climática de Aguas Negras ha permanecido en la categoría regular durante los últimos cuatro años (2020-2024), con una disminución en el valor de IBIM para el 2024 con respecto 2023, ya que se observó una disminución en la densidad de propágulos, y de otras limitantes en los procesos de regeneración natural lo cual podría tener un impacto en la integridad del bosque a corto plazo. Esto puede ser resultado de las condiciones actuales de los ecosistemas de manglar en aguas negras, ya que es la entrada permanente de aguas y carga excesiva de sedimentos (INVEMAR, 2023), lo que puede causar estrés fisiológico en los manglares del género *Avicennia*, al interrumpir la captura de oxígeno atmosférico, lo que dice a bajas tasas de crecimiento y alta mortalidad (Sidik et al., 2016; Bennion et al., 2024).

Figura 103 Manglares en la reserva de la Sierra Nevada de Santa Marta



Fuente: INVEMAR (2020).

El aporte excesivo de agua dulce al sistema, reflejan un promedio de salinidad menor que 1, promoviendo el crecimiento de especies oportunistas como macrófitos acuáticos y enredaderas herbáceas, las cuales generan interacciones de competencia con las especies de manglar (INVEMAR, 2024).

Estos manglares presentan un estado ecológico heterogéneo, que va desde condiciones buenas hasta escenarios de alerta y degradación, influenciados principalmente por la variabilidad en la salinidad. En sectores mejor conservados, la salinidad se mantiene en rangos favorables, lo que permite una estructura forestal estable, alta resiliencia y una regeneración natural sostenida, evidenciada por la presencia constante de plántulas y propágulos. En contraste, otras áreas muestran salinidades elevadas o fluctuantes, asociadas a una reducción en la calidad estructural del bosque y a signos de degradación; aunque en algunos casos recientes se observa una disminución de la salinidad acompañada por un aumento en la densidad de propágulos, lo que sugiere un potencial incipiente de recuperación. En conjunto, estos patrones reflejan un mosaico de manglares donde coexisten ecosistemas funcionales y resilientes con otros que aún presentan

limitaciones estructurales y requieren seguimiento y manejo para favorecer su recuperación (INVEMAR, 2024).

El estado de los manglares cercanos a la Sierra Nevada de Santa Marta está fuertemente condicionado por la variabilidad de las características fisicoquímicas del agua, las cuales controlan el establecimiento, la productividad y la riqueza del ecosistema (INVEMAR, 2024). Aunque estos manglares corresponden en su mayoría a un sistema fisiográfico de cuenca, las diferencias sitio-específicas en hidrología, topografía y cobertura del dosel generan una marcada heterogeneidad estructural y funcional. En general, se observan patrones consistentes con años previos, donde temperaturas elevadas y mayor radiación en sectores con menor cobertura vegetal se asocian a condiciones más estresantes, mientras que áreas con mayor conectividad hídrica presentan suelos mejor oxigenados (INVEMAR, 2024).

La salinidad emerge como un factor clave en la regulación del crecimiento, la zonación y la cobertura del manglar, mostrando una relación inversa con la extensión del bosque: periodos de salinidad elevada, asociados a fases intensas de El Niño y a la reducción del aporte hídrico continental, coinciden con pérdidas de cobertura, mientras que disminuciones de la salinidad, ligadas a eventos La Niña y a acciones de rehabilitación hidráulica, favorecen el reclutamiento de nuevos individuos y la recuperación del ecosistema. En conjunto, estos procesos reflejan un sistema dinámico altamente sensible a la variabilidad climática y a la gestión hidrológica, que determina el estado actual y la resiliencia de los manglares en la región (INVEMAR, 2024).

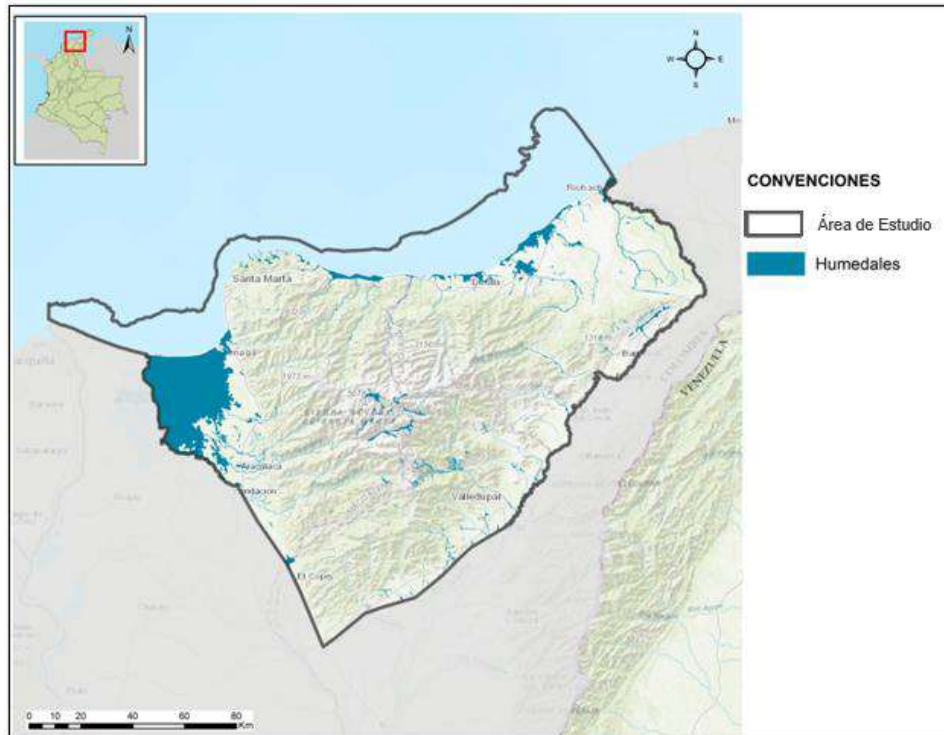
5.2.9.2. Humedales

Los humedales son ecosistemas de gran importancia ecológica debido a condiciones geomorfológicas e hidrológicas permiten la acumulación de agua temporal o permanente, dando características al suelo y organismos adaptados a las condiciones, los cuales presentan degradación afectando características físicas, biológicas y químicas así la flora y fauna presente en ellos, los humedales se clasifican en humedales marinos y costeros, humedales continentales y humedales artificiales donde la extensión total es de 2.589.839 hectáreas. En la Zona de reserva de la Sierra Nevada de Santa Marta cuenta con un área aproximada de 153.710,58 hectáreas representando cerca 8% del área total, el cambio en las características de los ecosistemas por causa de la acción humana ocasiona también la cantidad de emisiones naturales de Gases Efecto Invernadero (GEI) a la

atmosfera, situación que también viene afectando la naturalidad de los ecosistemas de humedal (IPCC, 2001).

Sin embargo, aproximadamente el 88% de los humedales del país no se encuentran bajo figuras de protección, es así como las acciones de gestión y manejo sobre estos complejos deben incluir medidas de adaptación y cambios en relación entre población y el ecosistema (MINIAMBIENTE, 2026; Burbano-Girón et al., 2020).

Figura 104. Humedales continentales en la en la reserva de la Sierra Nevada de Santa Marta



Fuente: MADS (2020).

5.2.9.3. Bosque seco tropical

El bosque seco tropical se encuentra entre los 0-1000 msnm, presenta temperaturas superiores a los 24°C (piso termino cálido) y precipitaciones entre los 700 y 2000 mm anuales con dos periodos marcados de sequía al año, presenta una vegetación características xerofíticas, correspondientes a formaciones secas tropicales los cuales se caracterizan por diversidad de fauna y flora con distintos tipos de adaptación a su medio ambiente en particular expuestos a regímenes de grave sequía y temperaturas extremas (IAVH, 1998; Hernández, 1990).

El bosque seco tropical (bs-T) es actualmente uno de los ecosistemas más fragmentados, degradados y amenazados del país (Burbano-Girón, 2013; Etter et

al., 2008). Se estima que el bosque seco tropical presentaba una extensión de más de 8.146.000 hectáreas el cual cubría San Andrés y Providencia, región norte de la península de la Guajira, Santa Marta (Magdalena), Gamarra (Cesar), Cañon de río Chicamocha (Santander), Convención y Ocaña, alrededores de Cúcuta (Norte de Santander), Cañon del Dagua (Valle del Cauca), Villa Vieja (Huila y el Valle del río Patia (Cauca) según el IAvH (1998).

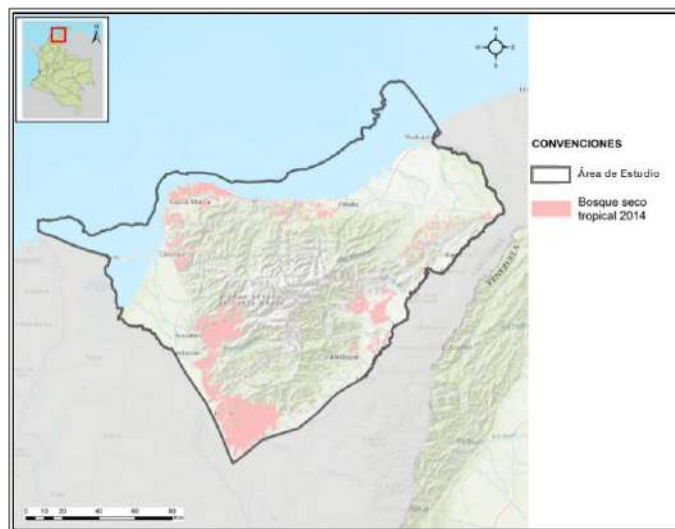
La región con mayor representatividad de bosque seco tropical es la región Caribe representa aproximadamente el 40% a nivel nacional, en el área de la zona Sierra Nevada de Santa Marta (SNSM) en el año 2014 se presenta un área aproximada 187.199,13 ha representan el 26% del área total, así mismo en el año 2018 se evidencia un área de 187.177,45 ha (Figura 105). En donde se evidencia la perdida aproximada 21,68 ha lo cual es significativo, debido a la amenaza que presenta este ecosistema en donde se estima que solo se encuentra el 12% del área original (MINIAMBIENTE, 2021). En donde se ha determinado que las presiones antrópicas como obras de infraestructura, actividades de fuego, ganadería, plantaciones y monocultivos agrícolas (Álvarez-Davila, 2019).

El bs-T se caracteriza por una vegetación decidua que experimenta una marcada estacionalidad en las precipitaciones, con cinco o seis meses de sequía y altas temperaturas (Pennington et al., 2006), además de presentar niveles de evapotranspiración superiores a los de precipitación (Dirzo et al., 2011). Los anfibios y reptiles poseen características fisiológicas que los convierten en buenos indicadores de la salud ambiental; entre ellas, la permeabilidad osmótica de la piel en regiones específicas del cuerpo, una adaptación clave relacionada con el control y la pérdida de agua por evaporación en especies del bs-T (Vargas-Salinas et al., 2019). Procesos como la savanización y el establecimiento de extensas áreas de monocultivos reducen la diversidad de anfibios, dado que una menor complejidad en la estructura vegetal se asocia con un menor número de especies (Cáceres-Andrade & Urbina-Cardona, 2009; Rojas-Ríos et al., 2011).

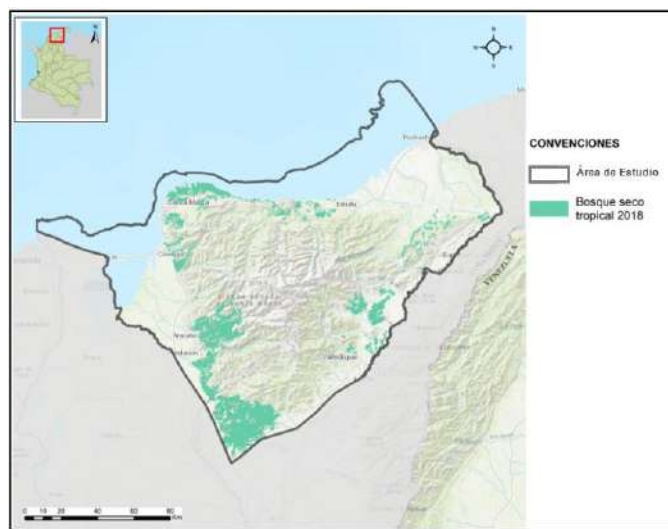
En Colombia, el bs-T no se encuentra físicamente conectado, sino fragmentado por montañas, bosques húmedos, llanuras, sabanas, zonas agrícolas y áreas urbanas (Armbrecht & Ulloa-Chacón, 1999). Esta condición de aislamiento y aridez podría favorecer el aislamiento evolutivo entre poblaciones y la formación de especies endémicas en cada fragmento, lo que sugiere una alta diversidad beta, similar a la observada en ambientes montañosos. No obstante, también podrían presentarse especies generalistas de amplia distribución compartidas entre regiones, reflejando

una alta diversidad alfa, como ocurre en otros ecosistemas de tierras bajas, tales como sabanas y bosques húmedos (Vargas-Salinas et al., 2019).

Figura 105. Bosque seco tropical en la reserva de la Sierra Nevada de Santa Marta



Fuente: IAvH (2014).



Fuente: IAvH (2018)

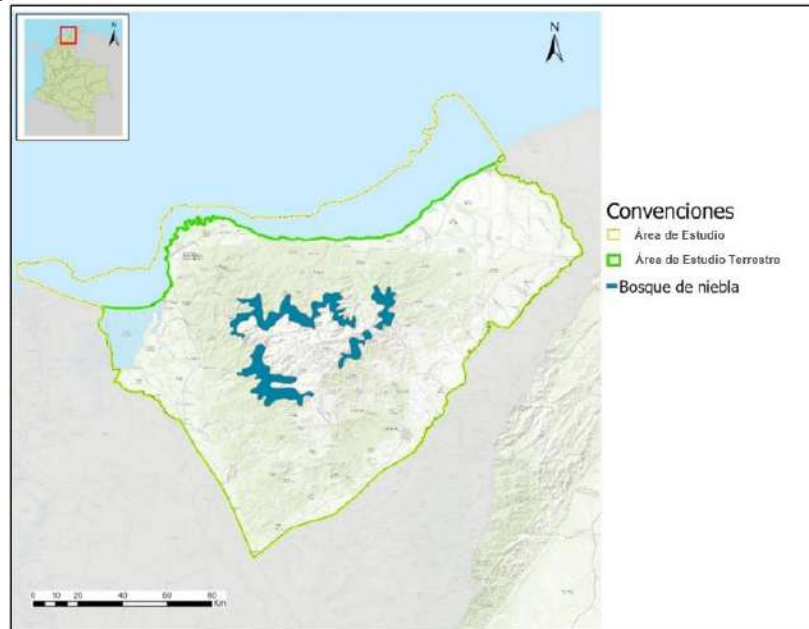
A partir de la comparación entre los mapas de bosque seco tropical (figuras del IAvH) para los años 2014 y 2018 en la Reserva de la Sierra Nevada de Santa Marta (Figura 100), no se observan cambios espaciales considerables en la extensión de este ecosistema dentro del área de estudio. La distribución general de los parches de bs-T se mantiene relativamente estable entre ambos periodos, lo que sugiere una persistencia de las condiciones ambientales y del patrón de fragmentación característico de este tipo de bosque en la región.

5.2.9.4. Bosques de niebla

Los bosques húmedos tropicales son ecosistemas fundamentales por su elevada biodiversidad y por su función en servicios ecosistémicos como la captura de carbono, la regulación climática, la protección del suelo y la regulación del agua. Dentro de estos se incluyen los bosques montanos húmedos y los bosques de niebla (bosques nublados), caracterizados por alta humedad atmosférica, nubosidad frecuente y complejidad estructural, condiciones que favorecen comunidades biológicas altamente especializadas y vulnerables a la fragmentación; en la Sierra Nevada de Santa Marta (SNSM) estos bosques son estratégicos por su papel en la conectividad altitudinal y el abastecimiento hídrico regional. (Clerici et al., 2020).

Los bosques de niebla o bosques nublados, también conocidos como selvas nubladas o bosques nubosos de montaña, constituyen un ecosistema único y estratégico de gran valor ecológico y social. Su importancia radica en el papel fundamental que desempeñan como reguladores del ciclo hidrológico y en el mantenimiento de las fuentes de agua, así como en su función como sumideros de carbono, contribuyendo a la estabilidad climática. Adicionalmente, estos ecosistemas albergan especies útiles y prometedoras y proporcionan ingresos alternativos para las poblaciones locales a través del aprovechamiento sostenible de sus recursos m (Armenteras D. et al., 2007).

Figura 106. Límite de bosque de niebla en la Sierra Nevada de Santa Marta



Fuente: Humboldt (2007).

A escala mundial, los bosques de niebla son considerados ecosistemas prioritarios debido a su elevada riqueza de especies de flora y fauna, muchas de ellas endémicas. Destacan especialmente las plantas epífitas, tanto vasculares como no vasculares, así como diversos grupos de aves, anfibios e invertebrados. Asimismo, albergan un alto número de especies amenazadas o vulnerables, lo que, sumado a su marcada sensibilidad a las perturbaciones y a su alta vulnerabilidad frente al cambio climático, los convierte en ecosistemas frágiles y sometidos a una intensa presión global (Bubb et al., 2004).

Desde el punto de vista ecológico, los bosques de niebla se desarrollan en áreas boscosas donde el aire cálido y húmedo proveniente de regiones bajas asciende y se condensa, generando una nubosidad persistente que permanece durante gran

parte del tiempo. Estas condiciones favorecen una elevada diversidad biológica, al punto de considerarse hábitat de aproximadamente el 10 % de las especies de distribución restringida. Se estima que cerca del 50 % de la diversidad de musgos del país se concentra en la franja altitudinal de los bosques de niebla, con un incremento notable de la diversidad entre los 600 y 3.300 m s. n. m (Armenteras D. et al., 2007)

En cuanto a la fauna, estos ecosistemas presentan altos niveles de riqueza y endemismo. Este patrón es particularmente evidente en los mamíferos, grupo en el que se estima que el 63 % de las especies endémicas tiene como hábitat los bosques montanos andinos, los cuales ocupan únicamente el 3,2 % del área continental. En Colombia, las zonas de mayor endemismo de aves se localizan en la región andina, donde se estima que alrededor de 130 especies endémicas habitan los bosques de niebla por encima de los 1.000 m s. n. m (Armenteras D. et al., 2007)

El bosque de niebla constituye además el hábitat de mamíferos amenazados y emblemáticos, como el oso de anteojos (*Tremarctos ornatus*) y el tapir de montaña (*Tapirus pinchaque*). En este contexto, la Sierra Nevada de Santa Marta (SNSM) se destaca como una de las regiones con mayor endemismo de anfibios en el país, particularmente de ranas y sapos, lo que refuerza la importancia de estos ecosistemas para la conservación de la biodiversidad nacional (Armenteras D. et al., 2007).

Desde una perspectiva regional, Armenteras et al. (2013) evidencian que la deforestación en Colombia presenta diferencias marcadas por región y se asocia a factores biofísicos y socioeconómicos. Para la Región Caribe, el estudio reportó una de las tasas más altas de deforestación en el periodo 1990–2005 y señala que los remanentes boscosos tienden a concentrarse en zonas montañosas con mayores pendientes y condiciones más húmedas; en este contexto, la SNSM aparece como un área clave para la persistencia de remanentes de bosque dentro de un paisaje altamente intervenido. (Armenteras et al., 2013).

En cuanto a la presión reciente sobre el bosque natural, el IDEAM registra que en 2021 Colombia perdió 174.103 ha de bosque, lo que representó un incremento del 1,5% respecto a 2020. A nivel regional, el Caribe aportó el 5,5% de la deforestación nacional en 2021 (9.544 ha) y mostró reducción frente a 2020 (12.896 ha); sin embargo, esta disminución no elimina el riesgo, dado que mantener la pérdida en una región con baja cobertura forestal acelera la fragmentación, degradación y la

pérdida del microclima húmedo, procesos críticos para la estabilidad ecológica de los bosques de niebla. (IDEAM, 2022).

Además, el IDEAM advierte que la deforestación no ocurre únicamente por fuera de figuras de conservación: en 2021 la deforestación en áreas del SINAP representó el 8% del total nacional, equivalente a 14.273 ha, lo cual evidencia presiones activas incluso dentro de territorios destinados a conservación. Este hallazgo es especialmente relevante para ecosistemas montanos húmedos como los bosques de niebla, ya que la pérdida de cobertura en zonas protegidas o aledañas incrementa el efecto borde y altera las condiciones de humedad que sostienen estos bosques. (IDEAM, 2022).

Para un enfoque directo hacia la SNSM, el documento institucional “Cifras de Monitoreo de Bosques IDEAM para las Áreas Protegidas del SPNN 1990–2020” presenta los valores históricos del Parque Nacional Natural Sierra Nevada de Santa Marta. Allí se registra que la extensión de bosque dentro del PNN fue de 178.228,45 ha en 1990 y de 177.269,03 ha en 2020, lo que implica una variación neta aproximada de –959,42 ha en el periodo 1990–2020; esta cifra sugiere que, aunque el parque mantiene una cobertura boscosa considerable, existen señales de transformación/pérdida que deben interpretarse como presión persistente sobre ecosistemas húmedos y montanos de alta importancia, incluyendo los bosques de niebla. (Parques Nacionales Naturales de Colombia, 2021).

No obstante, el estado del ecosistema no debe evaluarse únicamente por pérdida de área, sino también por fragmentación y conectividad, ya que un bosque puede persistir como cobertura, pero perder funcionalidad ecológica si se vuelve discontinuo. Evidencia basada en indicadores de conectividad (por ejemplo, el ECA) muestra que la conectividad puede deteriorarse más rápido que la cobertura: Correa-Ayram et al. (2025) reportan que, en bosques andinos colombianos, entre 1985 y 2022, la conectividad disminuyó de forma mucho más marcada que la pérdida total de área, afectando procesos como movilidad de fauna, dispersión de semillas e intercambio genético. (Correa-Ayram et al., 2025).

Finalmente, el IDEAM advierte un patrón directamente asociado a la fragmentación: en 2021 se identificaron 252 parches mayores de 50 ha, que sumaron 21.536 ha deforestadas, y el parche más grande detectado fue de 284 ha. Los bosques de niebla son particularmente sensibles a estos procesos debido a que la fragmentación incrementa bordes, reduce humedad interna y afecta especies dependientes de microclimas fríos-húmedos; por ello, aun cuando se mantenga

cobertura dentro del parque, el riesgo para la SNSM se concentra en la expansión de parches de intervención a escala regional, lo cual compromete conectividad y funcionalidad del bosque húmedo montano. (IDEAM, 2022).

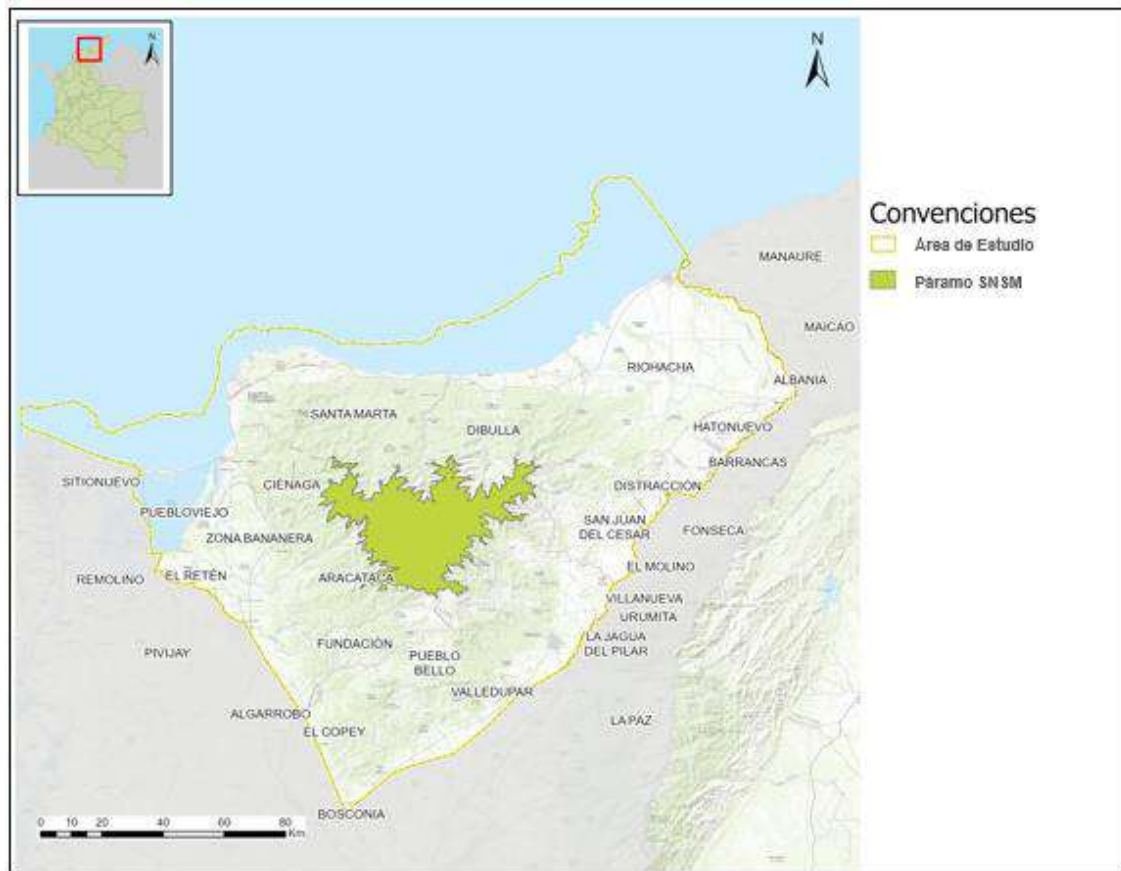
En conclusión, al integrar evidencia científica y datos oficiales de monitoreo, se observa que los bosques húmedos de la Sierra Nevada de Santa Marta incluidos los bosques de niebla son ecosistemas críticos por su rol en la regulación hídrica, protección del suelo y sostenimiento de biodiversidad; sin embargo, enfrentan presiones persistentes asociadas a deforestación, degradación y transformación del paisaje. En consecuencia, su conservación debe orientarse no solo a frenar la pérdida de cobertura, sino también a reducir fragmentación y fortalecer conectividad ecológica, especialmente en bordes y zonas de transición del territorio. (Armenteras et al., 2013; IDEAM, 2022; Correa-Ayram et al., 2025).

En esta misma línea, estudios científicos recientes muestran que la deforestación dentro de áreas protegidas en Colombia presentó incrementos durante periodos de posconflicto, indicando que el estatus legal de protección no siempre es suficiente para garantizar estabilidad ecológica. Este hallazgo es relevante para ecosistemas como los bosques húmedos y de niebla de la Sierra Nevada, ya que sugiere que cambios en control territorial, accesibilidad y expansión de actividades productivas pueden aumentar presiones incluso en áreas bajo alguna figura de conservación. (Clerici et al., 2020).

5.2.9.5. Páramos

La SNSM cuenta con un área aproximada de 147.839 hectáreas entre páramos y nevados. En esta región, las formaciones vegetales predominantes corresponden al subpáramo arbustivo, cuyo límite superior se ubica alrededor de los 3200 m en la vertiente occidental y los 3500 m en la vertiente oriental. Entre estos límites y aproximadamente los 4100 m se presenta el páramo propiamente dicho. A partir de esta altitud y hasta cerca de los 4800 m, se encuentra el superpáramo, seguido por las nieves perpetuas, que culminan hacia los 5775 m de altitud (Rangel-Ch., 2000).

Figura 107 Límite de paramo en la Sierra Nevada de Santa Marta



Fuente: MinAmbiente (2018).

Las partes altas de la Sierra presentan climas muy fríos y húmedos, así como condiciones extremadamente frías y húmedas. El primer tipo se distribuye aproximadamente entre los 2800 y 3600 m, mientras que el segundo predomina por encima de los 3600 m. La nubosidad frecuente, el rocío y la precipitación contribuyen a mantener una alta humedad tanto atmosférica como edáfica, lo cual favorece el desarrollo de comunidades vegetales características de alta montaña (Rangel-Ch., 2000).

En Colombia, los páramos constituyen el mayor reducto de ecosistemas intertropicales únicos y altamente restringidos a escala mundial, por lo cual deberían ser protegidos y conservados. Además, debido a sus condiciones climáticas extremas, fuertes pendientes y su evolución geográfica, estos ecosistemas presentan limitaciones ecológicas importantes y una alta fragilidad frente a actividades humanas, especialmente aquellas relacionadas con la agricultura y la ganadería (Rangel-Ch., 2000).

La vegetación del páramo en la Sierra Nevada de Santa Marta incluye pajonales dominados por *Calamagrostis effusa* (paja de páramo), una gramínea perenne nativa de los Andes, la cual forma combinaciones con matorrales bajos, incluyendo frailejones bajos o arborescentes, además de arbustos y arbustillos leñosos de porte bajo. Estas formaciones se distribuyen desde el subpáramo y el páramo medio, hasta localidades ecotonales y extrazonales propias de las franjas andina media y altoandina, ocupando terrenos que van desde áreas relativamente planas hasta pendientes muy escarpadas, generalmente con suelos pedregosos o rocosos (Pinto-Zárate & Rangel-Ch., 2010). Sin embargo, en muchas de estas zonas se observan diversos grados de intervención antrópica, principalmente asociados al establecimiento de ganadería, lo cual promueve el empobrecimiento del estrato bajo, la sustitución de elementos florísticos, el aumento de áreas sin cobertura vegetal y la intensificación de procesos de fragmentación y paramización. Como resultado, se generan paisajes en mosaico, con comunidades paramunas alternadas con relictos de matorrales y bosques altoandinos (Pinto-Zárate & Rangel-Ch., 2010).

Dentro de estas formaciones, especies como *Festuca cf. sanctae-martae* (pasto altoandino), *Valeriana karstenii*, *Libanothamnus occultus* (arbusto tipo frailejón, emblemático de la SNSM y catalogado como CR), y *Baccharis prunifolia* var. *sierrana* (endémica, característica de matorrales de páramo) representan elementos de alta importancia ecológica y conservacionista. Particularmente, *Libanothamnus occultus* cumple un rol relevante en la regulación hídrica, la protección del suelo y el mantenimiento del hábitat, al brindar refugio y recursos para la fauna. Igualmente, especies como *Hesperomeles obtusifolia* (árbol clave en bosques altoandinos), *Geranium sibbaldioides* (bioindicador de ecosistemas conservados), *Ageratina funckii* (arbusto nativo importante para la regeneración natural) y *Ageratina gracilis* (frecuente en ecosistemas montanos y con función regenerativa) constituyen componentes nativos de alta relevancia ecológica (Pinto-Zárate & Rangel-Ch., 2010). Este conjunto de especies se asocia a un cinturón de pajonales y matorrales secos distribuido principalmente en la transición bosque altoandino–subpáramo y en el páramo medio, especialmente en la vertiente sur de la SNSM entre aproximadamente 3300 y 3900 m (Pinto-Zárate & Rangel-Ch., 2010).

En estos ambientes, el nivel de exposición a la radiación solar favorece la retención térmica durante la noche, disminuyendo el estrés térmico sobre los organismos, lo cual permite el mejor desarrollo de arbustos y plantas leñosas en comparación con flancos más húmedos y nublados (Pinto-Zárate & Rangel-Ch., 2010). No obstante, el pastoreo afecta de manera significativa los pajonales de zonas altas (por encima

de 3700 m), facilitando su reemplazo por hierbas bajas arrosetadas y aumentando la extensión de áreas sin vegetación, lo cual intensifica los procesos erosivos asociados (Pinto-Zárate & Rangel-Ch., 2010).

Finalmente, la vegetación del páramo de la Sierra Nevada de Santa Marta presenta una importancia ambiental crítica, debido a su alta riqueza florística y su papel esencial en la conservación de la biodiversidad y el equilibrio ecológico de la alta montaña. De acuerdo con Pinto-Zárate y Rangel-Ch. (2010), los páramos del norte de Colombia registran 79 familias, 158 géneros y 218 especies, destacándose familias como Asteraceae, Poaceae, Cyperaceae, Rosaceae y Ericaceae, así como especies estructurales ampliamente distribuidas como *Calamagrostis effusa*, *Pernettya prostrata*, *Pentacalia vaccinioides*, *Hieracium avilae*, *Melpomene moniliformis* y el líquen *Dictyonema glabratum*. Además, el ecosistema adquiere un valor de conservación aún mayor por albergar especies con distribución restringida y con alto grado de amenaza, como *Libanothamnus occultus* (CR), lo que refuerza la necesidad de su protección (Pinto-Zárate & Rangel-Ch., 2010).

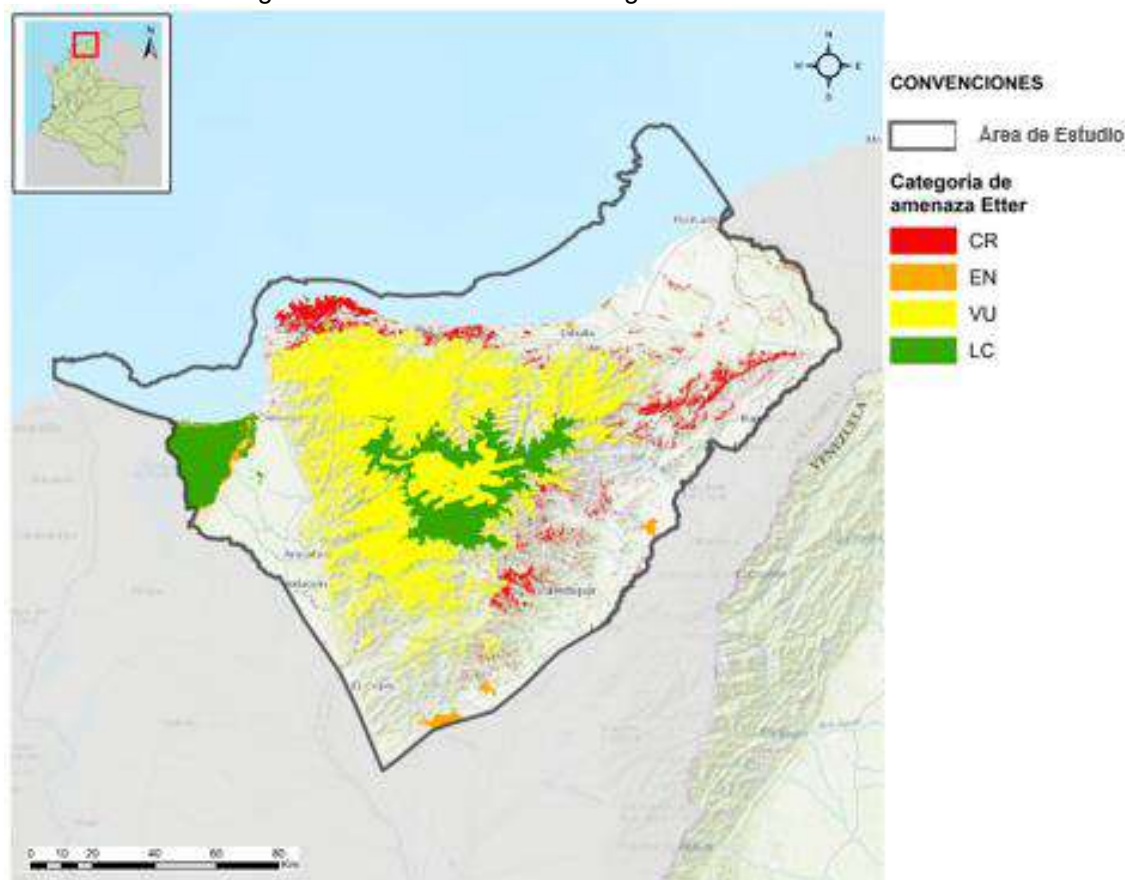
5.2.9.6. Ecosistemas en categoría de amenaza

Según el mapa de ecosistemas en categoría de amenaza Etter, 1998, teniendo en cuenta la actualización de los criterios desarrollados por la IUCN para evaluar el estado de los ecosistemas se desarrolló la herramienta de la Lista Roja de Ecosistemas (LRE) (Etter et al., 2017). En la zona de Reserva Sierra Nevada de Santa Marta (SNSM), se registran diferentes categorías de amenaza representa el 34% del área total, con un área aproximada 417.227,138 hectáreas se encuentra en como Vulnerable (VU), seguido Preocupación Menor (LC) con un área de 148.936,114 ha, en Peligro Crítico (CR) presenta 70.712,719 ha y finalmente En Peligro (EN) un área 12.831,795 ha, en diferentes tipos de biomas (Zonobioma, Orobioma, Halobioma, Pedobiomas entre otros) en diferentes estratos desde bosque denso, bosque semidenso, matorrales, pastizales, sabanas, pastos densos y lagos (Figura 108; Tabla 52). Lo cual es debido principalmente por la degradación del suelo por erosión debido a procesos de deforestación y fragmentación de los ecosistemas (Orme et al., 2005; Myers et al., 2000).

Presentan alta prioridad para la conservación y restauración, debido que se evidencia que los ecosistemas más afectados no todos presentan alguna figura de protección que permita la conservación, restauración y manejo de las áreas (González et al., 2011). Se ha venido evidenciando la concentración e intensidad del impacto en ecosistemas de la región Caribe teniendo en cuenta cambios

históricos y previsibles futuras debido al cambio climático, los procesos bióticos y abióticos en donde los patrones espaciales observados explican pérdidas en funciones ecosistémicas como la dispersión y polinización como una respuesta a cambios o disturbios en los rangos de distribución de las especies de fauna y flora (Armenteras et al., 2003).

Figura 108. Ecosistemas en categoría de amenaza Etter



Fuente: Etter (2017).

Tabla 52. Tipo de ecosistemas y fisionomía en categoría de amenaza Etter en la SNSM

Categoría de amenaza	No. Código	Tipo de Bioma	Fisionomía	Área (ha)	Área (%)
CR	A1	Zonobioma de los desiertos tropicales	Matorral abierto y succulento	3,51	0,00
LC	Agua	Hidrobiomas	Lagos, lagunas, humedales permanentes y cauces de ríos principales	49.491,75	7,62
CR	B10	Zonobioma de los bosques secos tropicales	Bosque de alta densidad	4.405,63	0,68
CR	B11	Zonobioma de los bosques secos tropicales	Bosque semidenso	1.714,79	0,26
CR	B12	Zonobioma de los bosques secos tropicales	Bosque semidenso	60.939,55	9,38

Categoría de amenaza	No. Código	Tipo de Bioma	Fisionomía	Área (ha)	Área (%)
CR	B13	Zonobioma de los bosques secos tropicales	Bosque bajo y matorrales densos	772,30	0,12
VU	B19b	Orobioma de zonobioma de bosque húmedo tropical	Bosque alta densidad	138.629,16	21,34
VU	B20b	Orobioma de zonobioma de bosque húmedo tropical	Bosque semidenso	152.885,15	23,53
VU	B21b	Orobioma de zonobioma de bosque húmedo tropical	Bosque semidenso	82.914,40	12,76
EN	B24	Helobioma de zonobioma del bosque húmedo tropical	Bosque densos y humedales	58,21	0,01
CR	B33	Halobioma de zonobioma húmedo tropical	Bosque de densidad media y baja	2.876,94	0,44
EN	B36	Halobioma de zonobioma de bosque seco tropical	Bosque bajo denso y matorrales de manglares	5.924,26	0,91
VU	N	Orobioma de zonobioma de bosque húmedo tropical	Pastizal abierto y nieve	42.798,43	6,59
EN	S12	Pedobiomas de zonobioma de bosque seco tropical y zonobioma de bosque húmedo tropical	Sabana herbácea con matorrales	6.849,34	1,05
LC	S14	Orobioma de zonobioma de bosque húmedo tropical	Pasto denso y matorral	99.444,37	15,31
Total				649.707,78	100,00

Fuente: Etter (2017)

5.3. MEDIO SOCIOECONÓMICO

El análisis socioeconómico del Territorio Ancestral Gonawindua de la SNSM requiere comprender las formas históricas y actuales de ocupación del territorio (descritas en capítulos anteriores) así como las dinámicas heterogéneas derivadas de la interacción entre los pueblos indígenas, otras comunidades étnicas, población campesina, colonos y el Estado colombiano. Desde la década de 1970, se han registrado avances significativos en el reconocimiento territorial de los resguardos indígenas —anteriormente denominados reservas indígenas—, impulsados por instrumentos internacionales como el Convenio 169 de la OIT y por la Constitución Política de Colombia de 1991. Este marco normativo ha garantizado derechos fundamentales a los pueblos indígenas, tales como el gobierno propio, la autonomía y la propiedad colectiva, lo que ha permitido la consolidación y ampliación progresiva de los resguardos de los cuatro pueblos indígenas que habitan la Sierra Nevada de Santa Marta.

De igual manera, se encuentra la población negra y afrocolombiana que ha llegado al territorio como resultado de procesos de colonización, desplazamiento forzado, búsqueda de oportunidades económicas y condiciones de seguridad. Estas comunidades se encuentran organizadas principalmente bajo la figura de Consejos Comunitarios. Asimismo, la población campesina ha desarrollado actividades agrícolas y productivas, configurando diversas formas de ocupación y uso del territorio que demandan acceso a derechos y servicios básico (PNNC, 2022).

No obstante, la coexistencia de estas comunidades ha generado tensiones sociales, particularmente para los pueblos indígenas, quienes han habitado el territorio durante miles de años, sin embargo, en algunos territorios han logrado la articulación con las comunidades negras para la defensa del territorio. La ausencia de una regulación efectiva ha facilitado el ingreso de actores privados y el desarrollo de actividades extractivistas que han incrementado las vulnerabilidades territoriales y ambientales. Entre las principales problemáticas estructurales se identifican la apertura de vías para la explotación maderera, la praderización asociada a la pérdida de cobertura boscosa, la expansión de la ganadería, el turismo no regulado, los proyectos viales y de telecomunicaciones, la explotación minera de oro y carbón, incremento de explotación de canteras y la instalación de infraestructura para el almacenamiento y transporte de hidrocarburos, gas y derivados (PNNC, 2022)

El Estado tiene la obligación de proteger la diversidad étnica y cultural, garantizando los derechos sociales, económicos y culturales de los pueblos indígenas mediante el respeto a su propiedad colectiva, autonomía y autodeterminación, como condiciones esenciales para la preservación de sus prácticas ancestrales y medios tradicionales de subsistencia. Los pueblos indígenas cumplen un papel estratégico en la conservación de los ecosistemas, por lo que el Estado debe asegurar la protección ambiental de sus territorios, en tanto esta se encuentra directamente vinculada a su supervivencia física y cultural (ONU, 2007).

Por lo tanto, sobre esta base ancestral, geográfica y político-administrativa se estructura el análisis de las dinámicas socioeconómicas del área del Territorio Ancestral Gonawindua de la SNSM, con el propósito de comprender las condiciones sociales, culturales, económicas y demográficas de la población, así como su relación e interacción con el territorio.

5.3.1. Población y dinámica de poblamiento

De manera general, el área de estudio integra tres departamentos: Cesar, Magdalena y La Guajira. En la Tabla 53 se puede inferir un análisis comparativo de la composición poblacional y étnico-racial evidenciando un crecimiento demográfico

sostenido que, según las proyecciones de población a 2035 realizadas por el DANE (2018), en términos de población total, Cesar pasa de 1.414.859 habitantes en 2025 a 1.560.560 en 2035 (10,3% de crecimiento), Magdalena de 1.529.038 a 1.638.460 (7,2%) y La Guajira de 1.073.851 a 1.205.360 (12,3%). Este incremento poblacional genera presión sobre la demanda de servicios públicos, infraestructura y recursos naturales, especialmente en zonas rurales y ambientalmente sensibles.

Tabla 53. Dinámicas de población departamentos dentro del área de estudio

Departamento	Población 2025	Indígena	Gitano(a) o Rrom	Raizal del Archipiélago de San Andrés, Providencia y Santa Catalina	Palenquero(a) de San Basilio	Negro(a), mulato(a), afrodescendiente, afrocolombiano(a)	Ningún grupo étnico-racial
Cesar	1.414.859,00	68.656 5%	24 0%	162 0,01%	94 0,01%	183.929 13%	1.161.994 82%
Magdalena	1.529.038,00	28.564 2%	46 0%	113 0,01%	96 0,01%	131.098 9%	1.369.121 90%
La Guajira	1.073.851,00	494.969 46%	38 0%	144 0,01%	151 0,01%	79.956 7%	498.593 46%
Departamento	Proyecciones Población 2035	Indígena	Gitano(a) o Rrom	Raizal del Archipiélago de San Andrés, Providencia y Santa Catalina	Palenquero(a) de San Basilio	Negro(a), mulato(a), afrodescendiente, afrocolombiano(a)	Ningún grupo étnico-racial
Cesar	1.560.560,00	76.789 5%	28 0%	181 0,01%	103 0,01%	204.123 14%	1.279.336 90%
Magdalena	1.638.460,00	32.788 2%	49 0%	123 0,01%	103 0,01%	140.582 9%	1.464.815 89%
La Guajira	1.205.360,00	550.267 46%	44 0%	166 0,01%	175 0,01%	90.378 7%	564.330 47%

Fuente: DANE (2018)

La población indígena representa un componente estructural de la región. En La Guajira, concentra cerca del 46% de la población en 2025 (494.346 personas) y se proyecta alrededor del 45,7% en 2035 (550.267), manteniéndose como el grupo poblacional predominante. En Cesar, la población indígena equivale aproximadamente al 5% de manera sostenida entre 2025 y 2035, mientras que en Magdalena representa cerca del 2%.

La población negra, mulata y afrocolombiana también tiene una presencia relevante. En Cesar, representa alrededor del 13,0% en 2025 y el 13,1% en 2035. En La Guajira, este grupo corresponde aproximadamente al 7,1% en 2025 y aumenta al 7,5% en 2035. En Magdalena, su participación es menor, cercana al 0,9% en ambos

años. Los grupos raizales, palenqueros y gitanos (Rom) mantienen una participación inferior al 0,1% en los tres departamentos, con variaciones mínimas en el periodo analizado.

La población que se reconoce como ningún grupo étnico-racial continúa siendo mayoritaria en Cesar y Magdalena, con alrededor del 82% y 89% respectivamente en 2025, manteniendo proporciones similares en 2035. En contraste, en La Guajira este grupo representa cerca del 46% en 2025 y 46,8% en 2035. En conclusión, las proyecciones muestran una región con alta diversidad étnica y crecimiento poblacional y, por tanto, una demanda de políticas públicas diferenciales, planificación territorial intercultural y fortalecimiento de la gobernanza socioambiental para responder de manera adecuada a las dinámicas demográficas y culturales del territorio.

Por su parte, el en el área de estudio abarca de manera parcial los departamentos del Cesar (20,2%), Magdalena (34%) y La Guajira (29,5%) (DANE, 2025). Sin embargo, las dinámicas de poblamiento se concentran principalmente en los siguientes municipios:

Tabla 54. Porcentaje de cada departamento en el área de estudio

DEPARTAMENTO	MUNICIPIO	AREA TOTAL HA	AREA SNSM HA	% DEL MUNICIPIO EN R. SNSM
Cesar	Valledupar	421539,15	311.922,29	74,0%
	Bosconia	58467,25	8.616,76	14,7%
	El copey	95578,10	68.485,14	71,7%
	Pueblo Bello	69510,57	69.510,57	100,0%
La Guajira	Riohacha	307344,44	307.319,54	100,0%
	Albania	54452,55	15.224,17	28,0%
	Barrancas	78334,58	19.947,13	25,5%
	Dibulla	174561,86	174.561,86	100,0%
	Distracción	23082,77	16.919,40	73,3%
	Fonseca	47343,13	8.913,26	18,8%
	Hato Nuevo	23863,67	21.505,37	90,1%
	San Juan Del Cesar	138574,37	103.814,42	74,9%
Magdalena	Santa Marta	234452,63	234.452,63	100,0%
	Algarrobo	40605,81	2.756,57	6,8%
	Aracataca	174256,60	174.243,85	100,0%
	Ciénaga	132369,54	132.369,54	100,0%
	El retén	27178,37	25.749,75	94,7%
	Fundación	97120,63	86.169,50	88,7%
	Pueblo Viejo	66427,20	66.386,13	99,9%
	Sitio Nuevo	97488,64	3.764,27	3,9%
	Zona Bananera	44560,07	44.560,07	100,0%

Fuente: DANE (2025)

Como se observa en la Tabla 54, la información evidencia una alta incidencia territorial de la Sierra Nevada de Santa Marta (SNSM) en un conjunto significativo de municipios de los departamentos de Cesar, La Guajira y Magdalena, con impactos directos en la planificación territorial, la gestión ambiental la gobernanza.

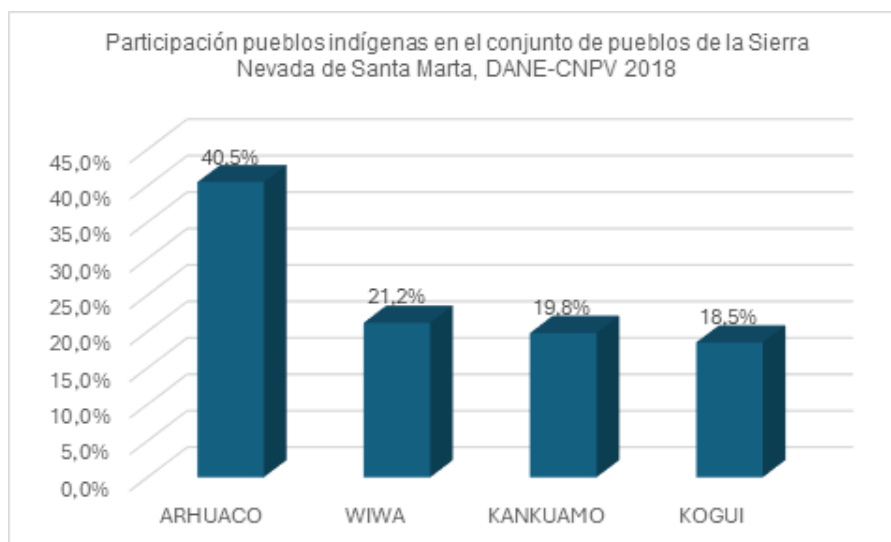
En Cesar, la presencia de la SNSM es particularmente relevante en Pueblo Bello, donde el 100% del territorio municipal se encuentra dentro del área de la Sierra Nevada, lo que convierte al municipio en un actor clave para la gestión integral del ecosistema. Valledupar presenta una alta incidencia, con aproximadamente el 74% de su territorio dentro de la SNSM, seguido de El Copey con 71,7%. En contraste, Bosconia registra una incidencia menor (14,7%), lo que refleja una distribución territorial heterogénea y la coexistencia de diferentes dinámicas de uso del suelo dentro del departamento.

La Guajira presenta municipios con incidencia total o mayoritaria de la SNSM. Riohacha y Dibulla tienen el 100% de su territorio dentro del área de la Sierra Nevada, lo que implica una alta responsabilidad institucional en la conservación y manejo del ecosistema. Hato Nuevo registra una incidencia muy alta (90,1%), mientras que San Juan del Cesar alcanza un 74,9% y Distracción un 73,3%. Otros municipios como Albania (28,0%), Barrancas (25,5%) y Fonseca (18,8%) presentan una incidencia moderada, lo que sugiere la necesidad de esquemas diferenciados de ordenamiento territorial y gestión ambiental.

En Magdalena se observa la mayor concentración de municipios con cobertura total de la SNSM. Santa Marta, Aracataca, Ciénaga y Zona Bananera tienen el 100 % de su territorio dentro del área de la Sierra Nevada, lo que reafirma el papel central del departamento en la conservación del macizo montañoso. Asimismo, Pueblo Viejo (99,9%), El Retén (94,7%) y Fundación (88,7%) presentan una incidencia casi total. En contraste, Algarrobo (6,8%) y Sitio Nuevo (3,9%) registran una incidencia menor, evidenciando diferencias significativas en la relación territorial con la SNSM.

Con base en lo anterior, en la SNSM se presenta una dinámica de poblamiento con una alta incidencia de población indígena. De acuerdo con el DANE, (2018), el total de la población de los cuatro pueblos indígenas (Arhuaco, Wiwa, Kankuamo y Kogui) en la SNSM son alrededor de 85.719 habitantes.

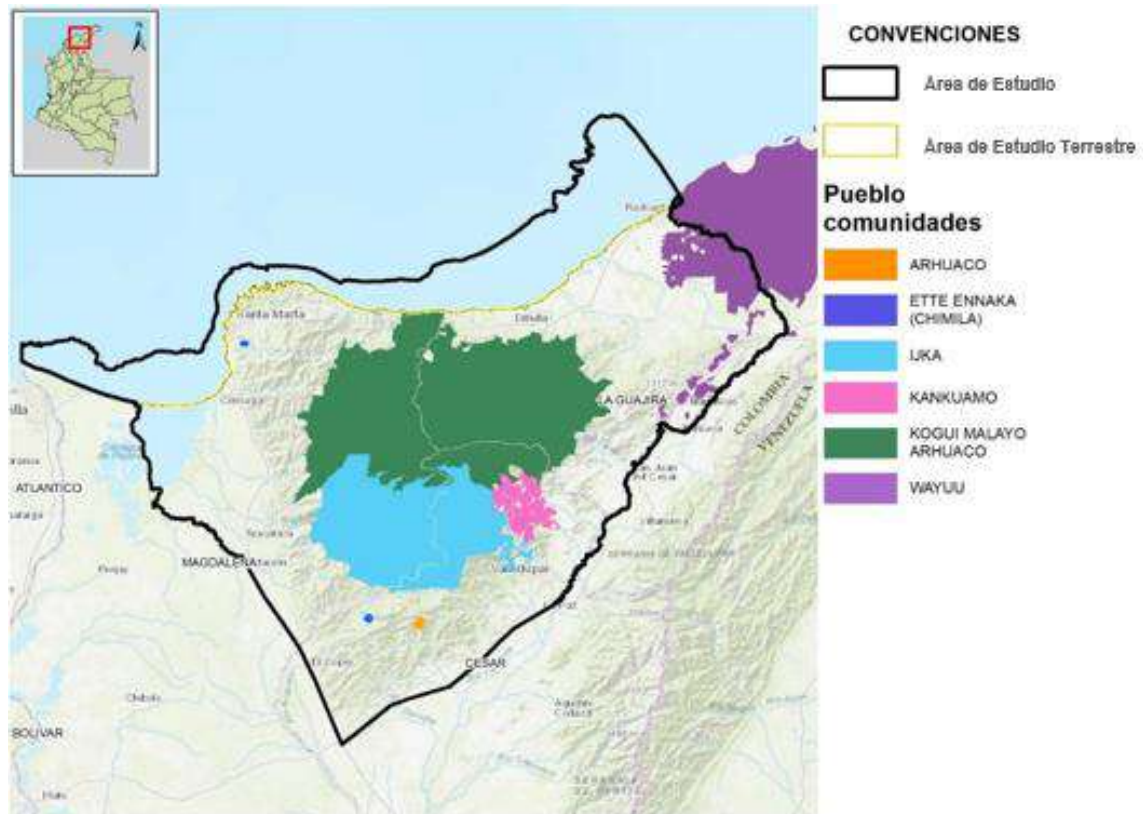
Figura 109. Participación pueblos indígenas en el conjunto de pueblos de la Sierra Nevada de Santa Marta



Fuente: DANE (2018)

La figura 110 presenta la distribución porcentual de los pueblos indígenas, evidenciando que el pueblo Arhuaco concentra el mayor peso demográfico (40,5%), seguido por los pueblos Wiwa (21,2%), Kankuamo (19,8%), y el pueblo Kogui (18,5%). Esta composición confirma que, los cuatro pueblos tienen una presencia significativa en el territorio, lo que resulta especialmente relevante para los procesos de gobernanza territorial asociados a el Territorio Ancestral Gonawindua de la SNSM, en la medida en que exige garantizar una participación efectiva, equitativa y diferenciada, acorde con los derechos colectivos, la representatividad relativa y la especial relación espiritual y cultural que cada pueblo mantiene con su territorio ancestral. En la Figura 110, se evidencia la distribución territorial de los pueblos indígenas en la SNSM:

Figura 110. Pueblos indígenas en la SNSM



Fuente: ANT (2025).

La anterior figura evidencia también la presencia de pueblos alrededor de la SNSM, tales como el pueblo indígena Wayuu y Ette Ennaka (Chimilas), que hacen parte del Territorio Ancestral Gonawindua de la SNSM. Por su parte, el pueblo Ijka es el mismo pueblo Arhuaco. La comunidad Wiwa hace presencia dentro del resguardo Kogui-malayo-Arhuaco, especialmente hacia el territorio colindante con los municipios de la Guajira.

Tabla 55. Distribución de la población indígena por departamento en la SNSM, (DANE-CNPV 2018)

Departamento	Pueblo Indígena	Población	Porcentaje	Pueblo Indígena	Población	Porcentaje	Pueblo Indígena	Población	Porcentaje	Pueblo Indígena	Población	Porcentaje
Cesar	Arhuaco	20.894	60,2%	Wiwa	3.733	20,5%	Kankuamo	16.139	95%	Kogui	3.657	23,1%
Magdalena		10.680	30,8%		766	4,2%		74	0,40%		5.553	35,1%
Guajira		2.031	5,8%		12.855	70,6%		252	1,50%		6.558	41,5%
Otros		1.106	3,2%		848	4,7%		521	3,10%		52	0,3%
Total		34.711	100%		18.202	100%		16.986	100%		15.820	100%

Fuente: DANE (2018).

La Tabla 55, evidencia una distribución territorial diferenciada de la población perteneciente a los cuatro pueblos indígenas de la SNSM por departamentos. El pueblo Arhuaco presenta una concentración predominante en el departamento del Cesar, donde se localiza el 60,2% de su población, seguido de Magdalena (30,8%), mientras que su presencia en La Guajira es menor (5,8%). Esta distribución confirma el peso territorial y poblacional del pueblo Arhuaco en la parte oriental de la SNSM.

En contraste, el pueblo Wiwa se concentra mayoritariamente en La Guajira (70,6%), con una presencia significativamente menor en Cesar (20,5%) y Magdalena (4,2%), lo que reafirma su fuerte arraigo en el norte de la Sierra Nevada y su especial relación con territorios guajiros. Por su parte, el pueblo Kankuamo presenta una localización concentrada en el Cesar (95%), lo que lo convierte en el pueblo con mayor homogeneidad territorial departamental, mientras que su presencia en Magdalena y La Guajira es menor.

Por su parte, el pueblo Kogui muestra una distribución más equilibrada entre Magdalena (35,1%) y La Guajira (41,5%), con una presencia menor en Cesar (23,1%), reflejando su ocupación histórica en distintos flancos de la SNSM. En conjunto, la información resalta que el Territorio Ancestral Gonawindua de la SNSM atraviesa realidades culturales y administrativas diversas, lo que exige enfoques diferenciados por pueblo y departamento en los procesos de coordinación interinstitucional y toma de decisiones sobre el territorio ancestral, garantizando el respeto efectivo de los derechos colectivos y la gobernanza propia de los pueblos indígenas de la SNSM.

- *Población censada por grupo étnico en resguardos indígenas de la SNSM*

Sin embargo, también habitan otros grupos étnicos que, de acuerdo con el DANE (2018), se distribuyen de la siguiente manera:

Tabla 56. Población censada en el resguardo Arhuaco de la Sierra por grupo étnico, según municipio

Dpto	Municipio	Indígena	ROM	Raizal del archipiélago de San Andrés, Providencia y Sta Catalina	Palenquero (a) de San Basilio	Negro(a), mulato(a), afrocolombiano(a)	Ningún grupo étnico	Sin Información	Total
Cesar	Valledupar	4.604	0	0	0	2	35	651	5.292
	Pueblo Bello	6.158	0	0	0	0	156	186	6.500
Magdalena	Aracataca	2.312	0	0	0	11	46	181	2.550
	Ciénaga	260	0	0	0	1	31	24	316
	Fundación	4.799	0	1	0	1	337	209	5.347
Total		18.133	0	1	0	15	605	1.251	20.005

Fuente: DANE (2018).

La información presentada en la Tabla 56 evidencia que la población censada en el Resguardo Arhuaco de la Sierra asciende a 20.005 personas, distribuidas en cinco municipios de los departamentos de Cesar y Magdalena. La composición étnica muestra una predominancia absoluta de la población indígena, lo que reafirma el carácter ancestral y étnicamente diferenciado del territorio. Del total censado, 18.133 personas (90,6%) se autorreconocen como indígenas, consolidando al pueblo Arhuaco como el grupo mayoritario dentro del resguardo. Esta alta proporción refleja la continuidad territorial, cultural y demográfica del pueblo indígena en la Sierra Nevada, así como la relevancia del resguardo como espacio de pervivencia colectiva.

La presencia de otros grupos étnicos es menor. La población negra, mulata o afrocolombiana suma 15 personas, equivalente al 0,1% del total, mientras que solo una persona se reconoce como raizal del archipiélago de San Andrés, Providencia y Santa Catalina. No se registra población perteneciente al pueblo Rom ni palenquero, lo que evidencia una composición étnica altamente homogénea en términos de autorreconocimiento.

Por su parte, 605 personas (3,0%) se reconocen como pertenecientes a “ningún grupo étnico”, lo que puede asociarse a dinámicas de residencia no indígena dentro del resguardo, procesos de interacción interétnica o dificultades en el autorreconocimiento censal. Adicionalmente, 1.251 personas (6,3%) aparecen registradas sin información étnica, lo que representa una limitación para el análisis y sugiere la necesidad de fortalecer los procesos de caracterización poblacional en territorios indígenas.

A nivel municipal, Pueblo Bello (6.500 personas) y Fundación (5.347 personas) concentran la mayor población censada dentro del resguardo, seguidos por Valledupar (5.292 personas). En estos municipios se observa una alta proporción

de población indígena, superior al 85% en todos los casos. Aracataca (2.550 personas) presenta una participación indígena igualmente significativa, mientras que Ciénaga (316 personas) registra la menor población, aunque mantiene la predominancia indígena.

Tabla 57. Población censada por grupo étnico en el resguardo Kogui-Malayo-Arhuaco, según municipio

Dpto	Municipio	Indígena	ROM	Raizal del archipiélago de San Andrés, Providencia y Santa Catalina	Palenquero (a) de San Basilio	Negro(a), mulato(a), afrocolombiano(a)	Ningún grupo étnico	Sin Información	Total
Cesar	Valledupar	3.348	0	0	0	8	48	467	3.871
La Guajira	Riohacha	2.082	0	0	0	1	9	4	2.096
	Dibulla	8.678	1	0	0	1	19	1829	10.528
	San Juan del Cesar	3.397	0	0	0	1	15	18	3.431
Magdalena	Santa Marta	3.898	1	0	0	22	1102	233	5.256
	Aracataca	642	0	0	0	0	10	141	793
	Ciénaga	1.581	0	1		6	291	87	1.966
Total		23.626	2	1	0	39	1494	2779	27.941

Fuente: DANE (2018).

La Tabla 57 muestra que la población censada en el resguardo Kogui-Malayo-Arhuaco asciende a 27.941 personas, distribuidas en municipios de los departamentos de Cesar, La Guajira y Magdalena. La composición poblacional evidencia una clara predominancia indígena, lo que reafirma el carácter ancestral, colectivo y étnicamente diferenciado del resguardo.

Del total censado, 23.626 personas se autorreconocen como indígenas, lo que equivale aproximadamente al 84,6% de la población total. Este alto porcentaje confirma que el resguardo constituye un espacio fundamental para la pervivencia física, cultural y espiritual de los pueblos Kogui-Malayo-Arhuaco en la SNSM.

La mayor concentración poblacional se registra en el departamento de La Guajira, particularmente en el municipio de Dibulla, que concentra 10.528 personas, equivalentes a cerca del 37,7% del total del resguardo, de las cuales más del 82% se reconocen como indígenas. También se destacan San Juan del Cesar (3.431 personas) y Riohacha (2.096 personas).

En el Magdalena, el municipio de Santa Marta presenta una población censada de 5.256 personas, con una alta proporción indígena (74,2%), aunque se observa una presencia significativa de población que se reconoce como “ningún grupo étnico” (21,0%), lo que sugiere dinámicas urbanas, procesos de interacción interétnica o limitaciones en el autorreconocimiento censal. Municipios como Ciénaga (1.966

personas) y Aracataca (793 personas) mantienen igualmente una mayoría indígena, aunque con porcentajes relevantes de población sin información étnica.

En Cesar, el municipio de Valledupar registra 3.871 personas, de las cuales aproximadamente el 86,5% se reconocen como indígenas, consolidando su importancia dentro del ámbito territorial del resguardo. La presencia de otros grupos étnicos es mínima. La población negra, mulata o afrocolombiana suma 39 personas (0,14%), mientras que la población Rom y raizal es prácticamente inexistente, con dos personas Rom y una persona raizal en todo el resguardo. No se registra población palenquera.

Un aspecto relevante es la categoría “Sin información”, que agrupa a 2.779 personas, equivalentes al 9,9% del total censado. Este porcentaje representa una limitación técnica para el análisis detallado y pone de relieve la necesidad de fortalecer los procesos de levantamiento de información censal y caracterización poblacional en territorios indígenas.

Tabla 58. Población censada por grupo étnico en el resguardo Kankuamo, según municipio

Dpto	Municipio	Indígena	ROM	Raizal del archipiélago de San Andrés, Providencia y Santa Catalina	Palenquero (a) de San Basilio	Negro (a), mulato(a), afro colombiano(a)	Ningún grupo étnico	Sin Información	Total
Cesar	Valledupar	8.202	0	0	1	30	438	26	8.697
Total		8.202	0	0	1	30	438	26	8.697

Fuente: DANE (2018).

De acuerdo con la tabla anterior, la población censada en el resguardo indígena Kankuamo asciende a 8.697 personas, localizadas en el municipio de Valledupar, departamento del Cesar. La composición étnica del resguardo evidencia una predominancia clara de población indígena, lo que reafirma su carácter ancestral y la centralidad del territorio para la pervivencia del pueblo Kankuamo. Del total de personas censadas, 8.202 se autorreconocen como indígenas, lo que equivale aproximadamente al 94,3% de la población. Esta alta proporción confirma que el resguardo constituye un espacio fundamental para el ejercicio de los derechos colectivos, la autonomía y la continuidad cultural del pueblo indígena.

La presencia de otros grupos étnicos es mínima. Se registra una persona palenquera (0,01%) y 30 personas negras, mulatas o afrocolombianas (0,3%). No se reporta población perteneciente al pueblo Rom ni población raizal del archipiélago de San Andrés, Providencia y Santa Catalina, lo que evidencia una composición étnica homogénea. Adicionalmente, 438 personas (5,0%) se reconocen como pertenecientes a la categoría “ningún grupo étnico”, y 26 personas (0,3%) aparecen sin información étnica. Si bien estos porcentajes son reducidos,

reflejan dinámicas de interacción territorial y la necesidad de fortalecer los procesos de caracterización poblacional.

En conclusión, el resguardo Kankuamo presenta una estructura demográfica mayoritariamente indígena, con una menor presencia de otros grupos étnicos, lo que refuerza la necesidad de políticas públicas con enfoque diferencial, planificación territorial intercultural y fortalecimiento de la gobernanza indígena.

- *Población de los pueblos indígenas por resguardo en el territorio de la SNSM*

Tabla 59. Población indígena censada en el resguardo Arhuaco de la Sierra, según municipio

Departamento	Municipio	Arhuaco	Kogui	Kankuamo	Wayuu	Wiwa	Indígena Sin Información	Total
Cesar	Pueblo Bello	5.318	685	48	0	105	2	6.158
	Valledupar	3.705	627	205	1	66	0	4.604
Magdalena	Aracataca	2.072	228	0	0	12	0	2.312
	Ciénaga	61	199	0	0	0	0	260
	Fundación	4.555	232	0	0	12	0	4.799
Total		15.711	1.971	253	1	195	2	18.133

Fuente: DANE (2018).

La Tabla 59, presenta la distribución de la población indígena por pueblo en municipios de los departamentos de Cesar y Magdalena, con un total de 18.133 personas indígenas censadas. La información evidencia una clara predominancia del pueblo Arhuaco, que concentra 15.711 personas, equivalente al 86,6 % del total.

El pueblo Kogui representa el 10,9% de la población indígena (1.971 personas), con presencia significativa en Pueblo Bello y Valledupar, mientras que los pueblos Kankuamo (253 personas; 1,4%) y Wiwa (195 personas; 1,1%) registran una participación menor, localizada principalmente en municipios del Cesar. La presencia del pueblo Wayuu es marginal, con un solo registro, y se identifican dos personas sin información sobre su pueblo indígena.

A nivel territorial, los municipios de Pueblo Bello, Fundación y Valledupar concentran la mayor parte de la población indígena, consolidándose como áreas estratégicas para la planificación y la implementación de acciones con enfoque diferencial.

Tabla 60. Población indígena censada en el resguardo Kogui-Malayo-Arhuaco, según municipio

Departamento	Municipio	Arhuaco	Kogui	Kankuamo	Wayuu	Wiwa	Chimila	Kichwa	Total
Cesar	Valledupar	458	1377	16	2	1495	0	0	3348
La Guajira	Riohacha	1313	5414	0	7	1943	0	1	8678
	Dibulla	0	0	0	8	2074	0	0	2082
	San Juan del Cesar	20	1	2	4	3370	0	0	3397
Magdalena	Santa Marta	529	83	0	0	30	0	0	642
	Aracataca	295	1273	0	0	13	0	0	1581
	Ciénaga	1133	2562	0	3	136	64	0	3898
Total		3748	10710	18	24	9061	64	1	23626

Fuente: DANE (2018).

La población indígena censada en el resguardo Kogui-malayo-Arhuaco asciende a 23.626 personas, distribuidas en municipios de los departamentos de Cesar, La Guajira y Magdalena. La composición por pueblo indígena evidencia una predominancia de los pueblos Kogui (45,3%) y Wiwa (38,4%), seguidos por el pueblo Arhuaco (15,9%), lo que refleja una estructura demográfica diversa y territorialmente dispersa.

La mayor concentración poblacional se localiza en los municipios de Riohacha, Ciénaga y San Juan del Cesar, los cuales reúnen más del 67 % de la población total del resguardo. Esta distribución confirma el carácter interdepartamental del resguardo y la necesidad de esquemas de articulación institucional y planificación territorial conjunta. La presencia de otros pueblos indígenas es menor en términos cuantitativos, pero relevante desde el enfoque de derechos y diversidad cultural.

Tabla 61. Población indígena censada en el resguardo Kankuamo, según municipio

Departamento	Municipio	Arhuaco	Kogui	Kankuamo	Wayuu	Wiwa	Total
Cesar	Valledupar	132	167	7.642	27	234	8.202
Total		132	167	7.642	27	234	8.202

Fuente: DANE (2018).

La Tabla 61, registra una población total de 8.202 personas indígenas censadas en el resguardo Kankuamo, localizadas exclusivamente en el municipio de Valledupar, departamento del Cesar. La composición por pueblo indígena evidencia una clara predominancia del pueblo Kankuamo, acompañado de una presencia minoritaria de otros pueblos indígenas de la SNSM.

El pueblo Kankuamo constituye el grupo mayoritario, con 7.642 personas, lo que representa aproximadamente el 93,2% del total indígena del resguardo. Esta alta proporción confirma el carácter ancestral y específico del territorio Kankuamo y su relevancia como espacio de pervivencia cultural, social y territorial.

Los demás pueblos indígenas presentan una participación significativamente menor. El pueblo Wiwa registra 234 personas (2,9%), seguido por el pueblo Kogui con 167 personas (2,0%) y el pueblo Arhuaco con 132 personas (1,6%). La población Wayuu es marginal, con 27 personas (0,3%), lo que indica una presencia no estructural en el resguardo.

5.3.2. Organización social y territorial

- ***Autoridades Propias de los Pueblos Arhuaco, Kogui, Wiwa y Kankuamo de la Sierra Nevada de Santa Marta***

A través de sus organizaciones representativas —la Confederación Indígena Tayrona, la Organización Gonawindúa Tayrona, la Organización Wiwa Yugumaiun Bunkuanarrua Tayrona y la Organización Indígena Kankuama— y del Consejo Territorial de Cabildos, los cuatro pueblos de la SNSMS ejercen funciones públicas de carácter especial orientadas al gobierno propio y al ordenamiento territorial ancestral (UNESCO, 2022).

El sistema de conocimiento ancestral de los pueblos Arhuaco, Kankuamo, Kogui y Wiwa constituye el eje que orienta su relación armónica con el universo físico y espiritual. Este sistema, integra prácticas culturales, rituales, ofrendas, danzas, cantos, la protección de los sitios sagrados, y es transmitido intergeneracionalmente mediante la práctica comunitaria, el uso de la lengua propia y la realización de misiones sagradas. Su aplicación resulta fundamental para la preservación del equilibrio ecológico de la Sierra Nevada y para la continuidad de la identidad cultural de los cuatro pueblos. Los portadores de este conocimiento ancestral incluyen autoridades espirituales, personas mayores y núcleos familiares que orientan los rituales, consejos comunitarios y procesos de formación cultural. Este sistema fortalece la concepción del territorio como una unidad sagrada y refuerza las relaciones espirituales, históricas y sociales de los pueblos con su entorno (UNESCO, 2022).

El proceso de salvaguardia ha contado con la participación de las comunidades y el acompañamiento del Estado colombiano, mediante espacios de diálogo intercultural, mesas de trabajo y acciones de fortalecimiento institucional, incluyendo la formulación del Plan de Manejo del Parque Nacional Natural Sierra Nevada de Santa Marta. Las medidas adoptadas contemplan planificación estratégica, coordinación interinstitucional, formación de capacidades, transmisión de saberes tradicionales y apoyo técnico y financiero para garantizar la sostenibilidad del sistema de conocimiento ancestral (UNESCO, 2022).

Los cuatro pueblos de la SNSM han logrado que el sistema de conocimiento ancestral entre a la Lista Representativa del Patrimonio Cultural Inmaterial de la Humanidad con su consentimiento previo, libre e informado, y con el respaldo de sus autoridades tradicionales. Este reconocimiento, otorgado previamente a nivel nacional en 2017, se inscribe en un esquema de gobernanza intercultural que

promueve la participación efectiva de los pueblos indígenas en la toma de decisiones, y fortalece la protección integral de los ecosistemas de la Sierra Nevada y de sus saberes ancestrales y culturales (UNESCO, 2022).

- ***Proceso histórico organizativo para el reconocimiento de los resguardos indígenas***

De acuerdo con Rodríguez y Sáenz Quitián (2012), los pueblos indígenas están organizados bajo la figura de resguardos indígenas donde ejercen su gobierno propio, autonomía y derecho a la propiedad colectiva para el desarrollo de su cultura. Este proceso ha sido producto de las constantes luchas de estos pueblos para el reconocimiento de sus derechos en el territorio y sobre todo han constituido la defensa histórica ante múltiples intentos de ocupación por colonos para la explotación agrícola avalada por la institucionalidad estatal de la época. En este contexto, y con el propósito de avanzar en la titulación colectiva de su territorio, los pueblos indígenas impulsaron un proceso de demarcación territorial sustentado en los sitios sagrados que conforman el Territorio Ancestral Gonawindua de la SNSM, la cual fue reconocida oficialmente por el Ministerio de Gobierno mediante la Resolución No. 000002 de 1973 (Rodríguez & Sáenz Quitián, 2012).

Esta delimitación dio lugar a la expedición de la Resolución No. 113 del 4 de diciembre de 1974, mediante la cual el INCORA (hoy Agencia Nacional de Tierras ANT), constituyó una reserva especial a favor de comunidades arhuacas en los municipios de Pueblo Bello, San Sebastián de Rábago, Atánquez, Fundación y Aracataca, al interior del Parque Nacional Natural Sierra Nevada de Santa Marta, con una extensión aproximada de 185.000 hectáreas posteriormente precisada por la Resolución No. 032 del 14 de mayo de 1975. Siguiendo este precedente, los pueblos Kogui y Wiwa lograron la constitución del Resguardo Kogui-Malayo-Arhuaco mediante la Resolución No. 0109 del 8 de octubre de 1980, que reconoció la propiedad colectiva de estas comunidades sobre 350.884 hectáreas (Rodríguez & Sáenz Quitián, 2012)

Posteriormente, mediante la Resolución 078 de 1983, se reconoció formalmente el carácter de resguardo indígena (Colombia, 1988) a la reserva especial constituida a favor del pueblo Arhuaco, se amplió su extensión en 10.900 hectáreas ajustando los linderos. El reconocimiento se produjo en el marco de la Ley 30 de 1988 y su Decreto Reglamentario 2001 de 1988, normas que ordenaron la transformación progresiva de las reservas indígenas en resguardos. Luego, el INCORA (hoy ANT), expidió la Resolución 078 del 19 de noviembre de 1990 para la ampliación del Resguardo Kogui-Malayo-Arhuaco en 10.896 hectáreas adicionales (Rodríguez & Sáenz Quitián, 2012).

El marco de protección territorial se fortaleció con la ratificación por parte del Estado colombiano del Convenio 169 de la OIT, que reconoció el derecho de los pueblos indígenas a la propiedad y posesión sobre los territorios que tradicionalmente ocupan, así como su dimensión cultural y espiritual colectiva. Con la Constitución Política de 1991, se reconoció la diversidad étnica y cultural de la Nación, otorgando a los resguardos el carácter de entidades territoriales, y consagró la naturaleza inalienable, imprescriptible e inembargable de las tierras comunales. La Corte Constitucional, en desarrollo de este marco, consolidó el carácter fundamental del derecho a la propiedad colectiva, al reconocer que el territorio constituye un elemento esencial para la supervivencia cultural y el ejercicio de los derechos de los pueblos indígenas.

Con la expedición de la Ley 160 de 1994 y su Decreto Reglamentario 2164 de 1995, se dio inicio a un proceso sistemático de constitución, ampliación, saneamiento y reestructuración de resguardos indígenas, garantizando tierras suficientes para el asentamiento y desarrollo de los pueblos indígenas, prohibiendo la adjudicación de baldíos en territorios ocupados ancestralmente y sujetando la propiedad colectiva al cumplimiento de la función social y ecológica conforme a los usos y costumbres propias. En este contexto, en la Sierra Nevada de Santa Marta se constituyeron nuevos resguardos y se ampliaron otros existentes, entre ellos la segunda ampliación del Resguardo Kogui-malayo-Arhuaco mediante la Resolución 029 de 1994, en 19.487 hectáreas; la constitución del Resguardo Campoalegre en el departamento del Cesar para el pueblo Wiwa mediante la Resolución 021 de 1995 con un área aproximada de 209.273 hectáreas.

El pueblo Arhuaco logró el reconocimiento del Resguardo Businchama en el municipio de Valledupar, con un área de 128.197 hectáreas bajo la Resolución 032 de agosto 14 de 1996. Por último, la constitución del Resguardo Indígena Kankuamo en 2003 con la Resolución No. 012 de abril 10, y un área de 242.122,062 hectáreas (Rodríguez & Sáenz Quitian, 2012).

Como parte de los procesos de ampliación y saneamiento, se implementó el mecanismo de certificación del cumplimiento de la función social y ecológica de la propiedad, orientado a verificar el uso sostenible de los recursos naturales y la ausencia de afectaciones ambientales. En este marco, el Resguardo Kogui-malayo-Arhuaco obtuvo dicha certificación mediante la Resolución 086 de 2006 del Ministerio de Ambiente, seguido por el Resguardo Arhuaco de Businchama mediante la Resolución 303 de 2007. Sin embargo, los procesos de ampliación pendientes no se han materializado plenamente, a pesar de los reiterados pronunciamientos de la Corte Constitucional que han reconocido el carácter

fundamental del derecho al territorio y a la propiedad colectiva como condición indispensable para la pervivencia cultural de los pueblos indígenas (Rodríguez & Sáenz Quitian, 2012).

En la actualidad, los cuatro pueblos indígenas de la SNSM continúan los procesos de recuperación y defensa de sus territorios ancestrales como parte del ejercicio de su derecho a la identidad cultural, consagrado en el artículo 7 de la Constitución Política de 1991, y como una estrategia central para garantizar la protección integral y la sostenibilidad ambiental de la Sierra Nevada de Santa Marta.

- ***Consejos comunitarios conformados por comunidades Negras, Afrocolombianos, Raizales y Palenqueros***

La población negra afrocolombiana, como se denomina localmente a estas comunidades, ha mantenido una relación histórica con las sábanas, cuya presencia tiene múltiples orígenes. Por un lado, se vincula a palenques o asentamientos de cimarrones y, por otro, al contrabando de personas esclavizadas que ingresaban por puertos ilegales en La Guajira. Herrera (2023), citando a Sánchez Quitián (2012), menciona un ejemplo relevante: en Valledupar —fundada en 1550 bajo el nombre de Santos Reyes del Valle de Upar— fue una zona de frontera empobrecida cuya economía se orientó tempranamente hacia la ganadería. La presencia de personas esclavizadas en el siglo XVI se asocia tanto a comunidades cimarronas asentadas en el valle del río Cesar como en las estribaciones de la Sierra Nevada de Santa Marta. Existen registros historiográficos sobre mercados de personas esclavizadas en Valledupar y Valencia de Jesús, con documentos notariales disponibles desde 1789 y 1727.

Estas comunidades se dedicaban principalmente al pastoreo, la pesca y la recolección, actividades sostenibles que no generaban impactos significativos sobre la cobertura natural; por el contrario, representaban formas adecuadas de manejo de ecosistemas que alternaban entre períodos de estrés hídrico e inundación. Diversos estudios geográficos y antropológicos han documentado estas prácticas como formas de convivencia con los sistemas naturales (Arango, 2023).

Actualmente, las comunidades negras, afrocolombianas, raizales y palenqueras se organizan bajo la figura jurídica de los **Consejos Comunitarios**, reconocidos como autoridades territoriales. Estos Consejos buscan el reconocimiento de estas comunidades como sujetos colectivos con derechos étnicos y territoriales en Colombia. Funcionan como personas jurídicas y ejercen la autoridad máxima en la administración interna de las tierras de propiedad colectiva adjudicadas a estas comunidades (Decreto 1745 de 1995, art. 3).

Según el Decreto 1745 de 1995, su estructura organizativa se basa principalmente en dos órganos:

1. La Asamblea General, integrada por todos los miembros de la comunidad reconocidos en el censo interno conforme a su propio sistema normativo y costumbres, la cual es la instancia suprema de decisión y se reúne ordinariamente al menos una vez al año para evaluar, deliberar y decidir sobre asuntos de interés colectivo, incluidos los procesos de adjudicación o titulación de tierras.
2. La Junta del Consejo Comunitario, elegida por la Asamblea General mediante consenso o mayoría, es responsable de ejecutar las decisiones y de administrar los bienes colectivos. Tras su elección, el acta correspondiente debe presentarse y registrarse ante la Alcaldía Municipal competente, como parte de los requisitos legales para su reconocimiento formal.

Estos consejos no solo representan a la comunidad ante autoridades locales y nacionales, sino que también ejercen funciones de gestión interna, defensa de derechos y administración territorial, lo cual incluye la conservación de los territorios colectivos y la resolución de conflictos internos, en coherencia con la normatividad étnica y con los sistemas de derecho propio de las comunidades.

En siguiente tabla, se encuentran los diez (10) Consejos Comunitarios pertenecientes a las comunidades negras en el área de estudio:

Tabla 62. Consejos Comunitarios de Comunidades Negras en el en el área de estudio

Consejo Comunitario	Resolución de adjudicación de tierras
1. Consejo Comunitario Predo El Carmen	1073 de 2018
2. Consejo Comunitario Ancestral de la Comunidad Negra de la Vereda Loma Larga "Rafael Emilio Orozco Moscote".	202351011654246 de 2023
3. Consejo Comunitario de la Comunidad Negra de Cascajalito	3088 de 2018
4. Consejo Comunitario de las Comunidades Negras de Ive Pinto	2160 de 2017
5. Consejo Comunitario Ancestral de las Comunidades Ngras de Matitas Celinda Arévalo.	202351002800986 de 2023
6. Consejo Comunitario de la Comunidad Negra del Río Tapias	202351011655596 de 2023
7. Consejo Comunitario de la Comunidad Negra Los Palenques	3089 de 2018
8. Consejo Comunitario de Comunidades Negras Obatalá	1310 de 2014
9. Consejo Comunitario La Nueva Esperanza de los Negros	7152 de 2015
10. Consejo Comunitario de la Comunidad Negra Los Morenos de Moreros	3087 de 2018

Fuente: ANT (2025).

- *Comunidades campesinas y procesos agrícolas*

De acuerdo con Herrera (2023), el análisis histórico del poblamiento destaca también que con el proceso de colonización se establecieron haciendas y los terrenos llamados “baldíos” del siglo XVIII dando paso a pequeños asentamientos campesinos, lo que impulsó la expansión de la frontera agrícola hacia las zonas limítrofes, como las estribaciones de la Sierra Nevada de Santa Marta y la Serranía del Perijá.

Durante el inicio del siglo XX con las luchas agrarias, se reclaman las llamadas “tierras libres” (incluyendo el acceso al agua) de la Sierra Nevada, lo que permitió el desarrollo de actividades productivas asociadas en las sábanas y playones. Ríos como el Garupales, Badillo, Sagarriga, Guatapurí y Cesar han sido fundamentales en este sistema, aunque desde 1950 han sufrido un proceso de agotamiento, en la medida en que diversos actores empresariales y estatales cercaron las planicies y privatizaron zonas inundables y espacios aluviales para la ganadería extensiva, el cultivo de arroz y los monocultivos de palma de aceite, dando lugar a un proceso gradual de acaparamiento de tierras y aguas, fenómeno que posteriormente se replicaría en otras regiones del Caribe. El acaparamiento también puede surgir a partir de procesos locales de cerramiento vinculados a dinámicas del capitalismo global (Arango, 2023).

Finalmente, según datos del Observatorio de Tierras Rurales (OTR) de la Agencia Nacional de Tierras (ANT), para el periodo 2017 - 2021, el número de hectáreas formalizadas y adjudicadas para desarrollo agrícola de familias campesinas en la subregión de la Sierra Nevada Perijá fue de 11,722 hectáreas. El año que más se formalizaron y adjudicaron hectáreas fue 2018 con 7,569 hectáreas, mientras que en el 2022 se adjudicaron 438 hectáreas (Agencia de Renovación del Territorio ART, 2023). La articulación con el Ministerio de Agricultura es fundamental para determinar prácticas sostenibles y de pequeña escala que puedan contribuir a la conservación de la SNSM para cerrar la frontera agrícola, frenar la deforestación y promover alternativas productivas como la agroecología, la agroforestería y los proyectos de restauración y conservación. De este modo, las comunidades campesinas puedan hacer parte de modelos de ecodesarrollo que integran la producción campesina con la protección de la biodiversidad.

5.3.3. Acceso a derechos y necesidades básicas: estadísticas de NBI.

Proporción de personas con Necesidades Básicas Insatisfechas

Según el Geoportal del Departamento Administrativo Nacional de Estadística - DANE, los tres departamentos sobre los que se extiende Territorio Ancestral

Gonawindua de la SNSM tienen una proporción de personas con Necesidades Básicas Insatisfechas en niveles altos: Cesar 44,73% (Alto); Magdalena 47,68% (Alto); y La Guajira 65,23% (Muy alto) (DANE, 2018). Teniendo en cuenta que este indicador tiene una tendencia a incrementarse en zonas rurales, es previsible que en perímetro del Territorio Ancestral Gonawindua de la SNSM el promedio sea mayor.

En el contexto del Territorio Ancestral Gonawindua de la SNSM, este indicador funciona como un descriptor de vulnerabilidad estructural en los municipios que están dentro del polígono, en su borde inmediato o en cuencas conectadas. Un NBI alto sugiere carencias persistentes en vivienda y acceso a servicios que suelen traducirse en menor capacidad adaptativa local y menor margen para sostener restricciones de uso del suelo.

Analíticamente, esto se lee como un aumento de la probabilidad de estrategias de subsistencia e informalidad territorial que terminan presionando los servicios ecosistémicos clave de la Sierra, en especial agua, cobertura boscosa y estabilidad de laderas. También permite anticipar escenarios de conflictividad donde la demanda por empleo e infraestructura se vuelve prioritaria frente a objetivos de protección biocultural, elevando el riesgo de que la protección del Territorio Ancestral Gonawindua de la SNSM sea percibida como una limitación externa y no como un arreglo legítimo de ordenamiento.

Índice de Pobreza Multidimensional

Según el Geoportal del Departamento Administrativo Nacional de Estadística, los tres departamentos sobre los que se extiende el Territorio Ancestral Gonawindua de la SNSM tienen un Índice de Pobreza Multidimensional (IPM) en niveles altos: Cesar 33,2% (Alto); Magdalena 38,6% (Alto); y La Guajira 51,4% (Muy alto) (DANE, 2018).

En el contexto del Territorio Ancestral Gonawindua de la SNSM, el IPM es un indicador de “presión social compuesta” que captura la coexistencia de déficits educativos, laborales, de salud y habitacionales que, cuando se agregan, aumentan la probabilidad de tres dinámicas críticas para el territorio: expansión y ocupación informal en zonas frágiles, dependencia de rentas de alto impacto ambiental como vía de supervivencia, y deterioro de legitimidad institucional frente a medidas de protección, consulta o control. En general, muestra hogares que no solo son pobres por una carencia, sino por múltiples privaciones que se refuerzan y reducen la

capacidad real de cumplir reglas, sostener transiciones productivas o asumir costos de conservación.

Como lectura integrada para el Territorio Ancestral Gonawindua de la SNSM, un IPM alto no debe interpretarse solo como “pobreza”, sino como un escenario de gobernanza difícil donde aumentan simultáneamente la presión por suelo y agua, la tolerancia social a proyectos de alto impacto, la vulnerabilidad a economías ilegales y el potencial de conflictividad por distribución y reconocimiento. DANE muestra que la pobreza multidimensional es marcadamente más alta en centros poblados y rural disperso que en cabeceras, lo cual es relevante porque el ámbito de la Sierra y su entorno inmediato tiene una componente rural determinante para el tipo de amenaza territorial.

5.3.4. Condiciones y medio de vida

Las condiciones y medios de vida en este territorio están vinculados a un conjunto de sectores que, de manera diferenciada en cada departamento, estructuran las actividades desarrolladas por las comunidades en general y los usos del territorio. Entre estos se destacan la agricultura y la agroindustria, ganadería y producción pecuaria, minería, pesca y acuicultura, comercio y servicios y turismo. De manera particular se incorpora un análisis sobre la sostenibilidad ancestral, orientado a reconocer los sistemas propios de manejo territorial y las prácticas culturales de las comunidades étnicas de la SNSM, dada su particularidad, continuidad historia y contribución a la permanencia colectivas en sus territorios.

Sectores clave en la región y manejo tradicional del territorio

- *Agricultura y agroindustria*

La agricultura constituye un componente estructural en los tres departamentos, aunque con escalas y niveles diferenciados. En el Magdalena, principalmente a nivel rural se ha venido desarrollando una producción agropecuaria y agroindustrial de cultivos de banano y palma africana destinada principalmente hacia la exportación, donde municipios como Ciénega, Zona Bananera, Fundación y Aracataca aportan el 86,64% del PIB subregional de este sector, de los cuales Ciénega participa con el 34,66% (Gobernación de Magdalena, 2024).

La dinámica agrícola y agroindustrial del departamento del Cesar se estructura alrededor de cultivos transitorios y permanentes como arroz, maíz, algodón y palma de aceite, actividades que conforman la base productiva y alimentan circuitos de transformación regional. La producción arrocería se concentra principalmente en el municipio de Valledupar especialmente en la zona Badillo-Patillal y en el corredor

San Diego-Codazzi, donde también se desarrollan, aunque en menor escala y con fines primarios, cultivos de yuca, plátano, guineo, tomate y frutales como mango.

De manera complementaria, la agroindustria basada en palma de aceite, orientada a la producción de aceites y biocombustibles, se localiza predominantemente en el corredor La Jagua-Becerril-Codazzi, articulándose con redes de procesamiento y comercialización. Estas dinámicas productivas dependen en gran medida del aporte hídrico proveniente de la Sierra Nevada de Santa Marta, un ecosistema estratégico por su biodiversidad, la presencia de diversos grupos humanos y su papel como principal regulador y proveedor de agua para poblaciones de montaña, áreas de influencia y distritos de riego que soportan actividades agrícolas, agroindustriales y mineras del departamento (Gobernación del Cesar, 2024).

En La Guajira, la agricultura presenta una baja participación dentro del Producto Interno Bruto (PIB), ya que solo 1.55% del área agropecuaria se destina a actividades agrícolas (esta actividad mantiene una función territorial importante, especialmente en zonas rurales donde predominan cultivos de pancoger y sistemas de producción tradicional). Pese a ello, el departamento cuenta con 41.690 hectáreas sembradas, donde predominan cultivos como maíz, yuca, café, frijol y ahuyama, los cuales aportan a la seguridad alimentaria y a la diversificación productiva local. El sector enfrenta limitaciones estructurales como baja productividad, degradación de suelos, deficiencia en infraestructura vial y escasa innovación. Asimismo, la disponibilidad y gestión del recurso hídrico constituye un factor crítico para la continuidad de las actividades agrícolas, lo cual ha sido ampliamente señalado en los ejercicios de participación ciudadana (Gobernación de la Guajira, 2024).

- *Ganadería y producción pecuaria*

La ganadería bovina extensiva se distribuye ampliamente en los tres departamentos, aunque con intensidades distintas. En el Magdalena, la ganadería se consolida como una actividad tradicional y de amplia presencia territorial, articulada a sistemas de producción extensivos que han ejercido una presión significativa sobre los ecosistemas locales, especialmente los del complejo cenagoso y del bosque seco tropical, cuya cobertura ha sido reducida y fragmentada por la expansión agrícola y ganadera en más de un 40%.

Esta dinámica productiva se desarrolla principalmente en las zonas de planicie y en el valle del río Magdalena, donde los suelos de alta productividad han sostenido históricamente la vocación agropecuaria del sur del departamento, aunque también

evidencian procesos de degradación por el pastoreo intensivo y el manejo inadecuado del recurso suelo.

La actividad ganadera, además, ha incidido en la transformación de la vegetación natural, promoviendo la expansión de palmares y la pérdida de bosques residuales, lo cual afecta la conectividad ecológica y la provisión de servicios ecosistémicos en áreas estratégicas. Estas condiciones reflejan un modelo predominantemente extensivo, con bajos niveles de tecnificación y alta dependencia del recurso hídrico, que demanda avanzar hacia prácticas sostenibles como los sistemas silvopastoriles para mitigar los impactos ambientales y mejorar la productividad de la actividad pecuaria en el Magdalena (Gobernación de Magdalena, 2024).

En el Cesar, constituye uno de los pilares históricos de la economía rural, con sistemas extensivos y doble propósito que abastecen mercados regionales con una participación del 8% del PIB, de la cual la ganadería concentra el 70%. El sector enfrenta limitaciones estructurales como insuficiente infraestructura agrícola incluyendo riego, vías terciarias y centros de acopio, escasa incorporación de tecnología y baja cobertura de asistencia técnica, que solo alcanza al 10% de las UPA, afectando la productividad y la competitividad territorial. (Gobernación del Cesar, 2024).

En La Guajira, la ganadería constituye uno de los pilares históricos de la economía rural y se desarrolla principalmente bajo sistemas pastoriles adaptados a condiciones de aridez del territorio, lo cual se refleja en un inventario departamental cercano a 2,1 millones de cabezas, donde los caprinos (42%) y ovinos (38%) son las especies predominantes, posicionando al departamento como responsable del 78% del inventario nacional de caprinos, lo que evidencia su importancia estratégica a nivel país.

Aunque también se registran bovinos, porcinos, equinos y bufalinos, su participación relativa es baja frente al dominio de sistemas caprinos y ovinos, los cuales responden a condiciones ecológicas más favorables para especies adaptadas a sequías prolongadas y a la disponibilidad limitada de forraje. No obstante, la actividad ganadera enfrenta problemáticas estructurales asociadas a la degradación de suelos, disminución del caudal hídrico, baja innovación, y a la limitada modernización de las Unidades Productivas Agrícolas (UPA), dado que solo el 3% de las UPA incorpora mejoras tecnológicas o de gestión. A estas limitaciones se suma el deterioro de la red vial terciaria, que afecta la movilidad y comercialización, así como la alta incidencia de pobreza rural (88% de los hogares campesinos),

factores que restringen la capacidad de inversión y resiliencia de las familias dedicadas a la actividad (Gobernación de la Guajira, 2024).

- **Minería**

La explotación minera, especialmente la extracción de carbón se concentra en los departamentos del Cesar y La Guajira, donde constituye uno de los sectores de mayor presencia territorial. En el Cesar, la minería aporta alrededor del 51% del PIB departamental, lo que refleja una alta dependencia al sector. El departamento cuenta con cerca de 280.000 hectáreas concesionadas, de las cuales 50.000 ha están en etapa de explotación y con una proyección de ampliarse a 120.000 ha en los próximos años. En este territorio coexisten proyectos de pequeña, media y gran minería, siendo esta última la predominante, especialmente en el denominado Corredor Minero, donde operan complejos de extracción como Calenturitas y La Jagua. La renuncia de títulos por parte el Grupo Prodeco ha puesto en evidencia la necesidad de avanzar en procesos de diversificación económica en el marco de la transición energética (Gobernación del Cesar, 2024).

En el caso de La Guajira, la minería también constituye un eje dominante, con una trayectoria de explotación carbonífera a gran escala que se articula con actividades portuarias y logísticas. No obstante, el Plan de Desarrollo Departamental 2024-2027 señala que esta actividad ha generado presiones acumulativas sobre los ecosistemas, particularmente en la media y baja Guajira, donde convergen problemáticas históricas de degradación ambiental, pérdida de coberturas, afectación de humedales y presión sobre las fuentes hídricas (Gobernación de la Guajira, 2024). La interacción entre minería, las condiciones de aridez y los procesos de desertificación ha incrementado la vulnerabilidad socioambiental del territorio, acentuada por la limitada infraestructura, la escasa diversificación productiva y los altos niveles de pobreza rural. Aunque la minería mantiene un rol significativo en los ingresos territoriales, sus beneficios se distribuyen de manera desigual y no se traducen plenamente en mejoras en las condiciones de vida de las comunidades locales.

Finalmente, para el Magdalena la minería tiene un peso considerablemente menor dentro de los medios de vida y de los usos del territorio. De acuerdo con el Plan de Desarrollo Departamental 2024-2027, la actividad minera se concentra en materias primas de menor escala como materiales de construcción, arcillas y algunos metales por lo general asociadas a procesos de formalización y a operaciones de pequeña minería. No obstante, persisten las problemáticas asociadas a la informalidad, la ocupación de cauces para extracción de materiales y la presión sobre fuentes

hídricas, especialmente en zonas donde converge la minería información y las actividades agrícolas (Gobernación de la Guajira, 2024).

- *Pesca y acuicultura*

La pesca y la acuicultura presentan una importancia diferenciada en los tres departamentos, asociada a su ubicación geográfica, disponibilidad hídrica y sistemas ecológicos predominantes. En el Magdalena, la pesca constituye una actividad tradicional y de alta relevancia para las comunidades costeras y ribereñas, especialmente en la Ciénaga Grande de Santa Marta y en los complejos lagunares de la franja costera. En estas zonas, la actividad pesquera representa una de las principales fuentes de sustento y contribuye a la seguridad alimentaria y al empleo rural (Gobernación de Magdalena, 2024).

En el Cesar, debido a su localización continental y la ausencia de sistemas costeros, la pesca tiene una participación mucho menor. Esta se desarrolla principalmente en embalses, ríos y cuerpos de agua interiores, mediante pesca artesanal de subsistencia y pequeños emprendimientos de acuicultura en estanques y represas. Aunque esta actividad no constituye un sector dominante, aporta a la seguridad alimentaria de comunidades rurales y presenta potencial de fortalecimiento en acuicultura semi-intensiva, condicionado por la disponibilidad hídrica, la calidad del agua y la tecnificación de los cultivos (Gobernación del Cesar, 2024).

En La Guajira, la pesca artesanal mantiene una presencia relevante en los municipios costeros y se articula con prácticas tradicionales que incluyen el uso de artes de captura de bajo impacto y el aprovechamiento de especies marinas asociadas a los bancos costeros, corrientes superficiales y zonas de surgencia características del litoral guajiño. Para las comunidades locales, incluida población indígena, la pesca continúa siendo un eje de sustento y una práctica cultural relacionada a los ciclos marinos, la variabilidad climática y la disponibilidad de infraestructura básica de desembarque y comercialización (Gobernación de la Guajira, 2024). La acuicultura, aunque presente, se desarrolla en escalas reducidas, donde se han identificado iniciativas pequeñas y dispersas orientadas a peces y camarones, limitadas por la disponibilidad de agua, la salinidad y las condiciones de aridez del territorio.

- *Comercio y servicios*

El comercio y los servicios constituyen una actividad transversal con especial peso en las áreas urbanas de Magdalena y Cesar. En el Magdalena, el comercio y los servicios constituyen uno de los sectores más dinámicos de la economía departamental, impulsados por la centralidad urbana y turística de Santa Marta,

ciudad que actúa como nodo regional de bienes, servicios y logística. La capital concentra la mayor oferta comercial, financiera, hotelera, gastronómica y educativa, fortalecida por la actividad portuaria y los flujos turísticos que dinamizan corredores como Santa Marta–Ciénaga y Santa Marta–Parque Tayrona (Gobernación de Magdalena, 2024).

La estructura del sector terciario en el departamento se complementa con servicios culturales, recreativos y de transporte, que funcionan como soporte fundamental del turismo costero y del intercambio económico regional.

En el Cesar, este sector también tiene un peso significativo, especialmente por Valledupar que se desempeña como el centro de articulación urbana y regional. La ciudad concentra comercio mayorista y minorista, servicios financieros, de transporte, salud, educación y servicios empresariales, atendiendo la demanda del propio departamento y territorios limítrofes del Magdalena y La Guajira. La actividad comercial está estrechamente vinculada a los sectores agropecuario y minero, ya que servicios como transporte de carga, almacenamiento, mantenimiento de maquinaria, comercio especializado y servicios técnicos se organizan en torno a estas actividades productivas (Gobernación del Cesar, 2024).

En La Guajira, el comercio y los servicios conforman un sector relevante, aunque con un menor nivel de diversificación frente a los departamentos vecinos. Riohacha concentra la mayor oferta administrativa, turística, educativa y comercial, mientras que Maicao se destaca como un centro estratégico del comercio fronterizo, con un mercado basado en la circulación de mercancías importadas y productos de consumo masivo.

Sin embargo, el sector presenta mayores niveles de informalidad y menor especialización de servicios, lo que refleja las condiciones socioeconómicas del departamento y su limitada diversificación productiva (Gobernación de la Guajira, 2024).

- **Turismo**

El turismo presenta un desarrollo diferencial en los tres departamentos, influenciado por sus características ambientales, culturales y urbanas. En el Magdalena, esta actividad constituye un sector estratégico impulsado por la presencia de atractivos de alto valor natural y cultural como Santa Marta, la Sierra Nevada de Santa Marta, el Parque Nacional Natural Tayrona y la Ciénaga Grande de Santa Marta. Estos destinos sostienen un sector turístico dinámico, con una oferta consolidada de servicios hoteleros, gastronómicos y recreativos que genera encadenamientos con el comercio, el transporte, los servicios culturales y las actividades portuarias (Gobernación de Magdalena, 2024). La infraestructura urbana y turística del

departamento, en particular en la capital, ha permitido captar flujos turísticos nacionales e internacionales de manera sostenida.

En el Cesar, el turismo se orienta principalmente hacia el turismo cultural, con un fuerte anclaje en el patrimonio musical del vallenato. Valledupar funciona como el principal destino del departamento, articulando actividades asociadas a la música, la gastronomía y eventos tradicionales, entre ellos el Festival de la Leyenda Vallenata, que se configura como el principal atractivo turístico a nivel regional (Gobernación del Cesar, 2024). La oferta turística se complementa con recorridos patrimoniales, actividades recreativas y expresiones culturales que mantienen el interés de visitantes y aportan a la identidad territorial.

En La Guajira, el turismo ha mostrado un crecimiento progresivo, especialmente en destinos de alto atractivo paisajístico como Cabo de la Vela, Punta Gallinas, la Alta Guajira y los entornos costeros de Riohacha (Gobernación de la Guajira, 2024). El departamento sobresale por sus paisajes desérticos, playas, diversidad cultural y oferta ecoturística, aunque la actividad enfrenta desafíos asociados a la informalidad, las brechas en infraestructura y las limitaciones en servicios turísticos especializados.

- Consideraciones diferenciadas para territorios indígenas y modalidades de turismo

Dentro del Territorio Ancestral Gonawindua de la SNSM, el turismo debe analizarse bajo criterios diferenciados debido a la existencia de sistemas propios de ordenamiento espiritual, cultural y territorial. Asimismo, la Corte Constitucional, mediante decisiones como las sentencias SU-383 de 2003, T-547 de 2010 y T-849 de 2014, ha señalado que las actividades externas incluyendo el turismo deben ser coordinadas con las autoridades indígenas cuando puedan generar afectaciones materiales o inmateriales en sitios de especial significado cultural.

En este contexto, es importante diferenciar entre turismo regulado, que se desarrolla bajo lineamientos institucionales, acuerdos comunitarios e instrumentos de manejo ambiental, y turismo no regulado, que puede carecer de coordinación con las autoridades indígenas o de mecanismos adecuados de gestión ambiental y sociocultural. Dado que los territorios indígenas cuentan con normas propias de uso y protección del espacio, el turismo no se incorpora de forma automática en sus sistemas tradicionales de sostenibilidad territorial, lo que exige enfoques respetuosos de la autonomía y de las decisiones adoptadas por los pueblos indígenas conforme a su normativa interna.

Sostenibilidad Ancestral

La sostenibilidad de las comunidades indígenas, negras y campesinas en su relación con el territorio

- Pueblos indígenas

En los departamentos de Cesar, Magdalena y La Guajira, las comunidades indígenas Kogui, Wiwa, Arhuaco y Kankuamo mantienen medios de subsistencia estrechamente ligadas a la agricultura tradicional y al uso sostenible de los recursos naturales. Estas poblaciones realizan cultivos de productos alimentarios como maíz, yuca, plátano, papa, hortalizas y caña de azúcar, y complementan su economía con la cría de animales domésticos, pesca en pequeña escala y prácticas de recolección que aseguran la alimentación familiar y la reproducción social de sus formas culturales y territoriales (UPD, s.f).

Además, la agricultura se articula con el intercambio de productos (trueques) entre comunidades situadas en diferentes pisos térmicos dentro de la Sierra Nevada de Santa Marta, lo que fortalece redes de reciprocidad que sostienen los medios de vida. Este modelo orientado al autoconsumo y a la gestión integral del territorio, responde a una visión ancestral de equilibrio entre las personas y el entorno natural que ha sido reconocida también como patrimonio cultural inmaterial a nivel internacional, enfatizando la interdependencia ecológica y cultural como fundamento de su subsistencia (PNUD, 2025).

Por ejemplo, en 2015, líderes arhuacos fundaron la Asociación de productores del pueblo Arhuaco de la Sierra Nevada de Santa Marta (ASOARHUACO) buscando mejorar los medios de vida sostenibles y la protección del territorio ancestral. La organización se centra en la agrosilvicultura y los productos locales de valor añadido, incluido el cultivo de café, cacao y caña de azúcar orgánicos, y la producción de artesanía tradicional, apoyando a 120 mujeres arhuacas; actualmente, estos productos se han introducido con éxito en los mercados europeos.

Para continuar fortaleciendo la protección de sus tierras ancestrales, se estableció una vigilancia comunitaria liderada por jóvenes indígenas en más de 2.550 hectáreas de bosque, han plantado alrededor de 500.000 árboles en sistemas agroforestales en 285 hectáreas, formado a más de 300 productores indígenas en prácticas técnicas y medioambientales. Se han establecido huertos domésticos y comunales con más de 300 hogares que beneficiaron directamente a unas 1.406 familias indígenas. Para mediados de 2023, ASOARHUACO se asoció con la iniciativa Bosques Sagrados para acelerar la compra y reforestación de tierras

ancestrales. En 2024, la iniciativa había adquirido 69 parcelas de tierra (un total de 5.682 hectáreas), reflejando la dedicación colectiva de la comunidad y la participación incidente de sus líderes espirituales (PNUD, 2025).

Por su parte, la comunidad Wiwa tiene cultivos de caña de azúcar para la producción de panela y la recolección de café como productos orientados al mercado. Para las comunidades donde se conservan sus tradiciones se cazan iguanas en tierras bajas cuya carne tiene un importante papel en su alimentación. Las comunidades con hábitos menos tradicionales tienen una economía cercana a la de los campesinos blanco-mestizos del entorno regional. Cada familia posee una parcela (roza), que administra según sus capacidades de trabajo y necesidades de subsistencia, también tienen terrenos comunitarios en los que se cultiva y se comparte (CIT, 2011).

Las actividades artesanales están constituidas principalmente por el tejido que recrean los momentos de la vida arhuaca. El tejido está involucrado en diversos objetos de la cultura material que distigue labores de hombres y mujeres, algunos de estos son la cestería (actividad que se transmite de padres a hijos) y la elaboración del sombrero como trabajo masculino, mientras que la elaboración de mochilas es femenina. En el telar (denominado akunkana) se elaboran las diversas piezas que componen el traje arhuaco: La manta que puede ser de lana o de algodón, el pantalón y la faja; las medias tubulares de tela que se colocan desde la rodilla con una liga que las sostienen (CIT, 2011). Es importante destacar, que, debido a las presiones generadas por las economías industriales y extractivistas, los territorios han sido transformados y a su vez, algunas prácticas y tradiciones que han presionado a las comunidades a vender productos como mochilas, artesanías y accesorios como fuente de subsistencia.

- **Comunidades negras y afrocolombianas**

De acuerdo con el CINEP (2018), los medios de subsistencia las comunidades negras están profundamente ligados la producción agrícola familiar y las relaciones comunitarias históricas de uso de la tierra de pequeña escala que están directamente vinculadas con la posesión de territorios colectivos debido al reconocimiento legal mediante la Ley 70 de 1993. Algunas de sus prácticas productivas son:

- Extracción de miel varias especies de avispas y abejas
- La pesca artesanal cuyos pescados más tradicionales en estas comunidades son: la sardinata, el dorado, el bocachico, el coroncoro entre otros.

- Los cultivos de pequeña escala más comunes: yuca, guineo filo, ahuyama, patilla, melón, frijol, ajonjolí, caña de azúcar, batata, mango, aguacate, ciruela, guanábana, zapote, papaya, níspero, limón, mello, soroo, malanga, café, coco, pepino, ají, tomate, cebollín, hojita, culantro, col, berenjena, habichuela entre otros.
- Las plantas medicinales: malambo, quina, anamú, verbena, flor de muerto, almácigo, mastuerzo, y orégano orejón.
- Algunos de sus usos son: Gavilana: sirve para tratar picadas de animales ponzoñosos. Paico: se utiliza para desparasitar, Mejorana: para dolores o mal estar del estómago, Guácimo: sirve para la gripa, Orégano: se usa para controlar el colesterol, Llantén: sirve para desinflamar el oído, Sanguinaria: se usa para controlar hemorragias, Sábila: ahora conocida como aloe vera, se utilizan como purgante y el cristal, para desinflamar, entre otros usos.
- Comunidades campesinas

Paralelamente los campesinos, aunque no todos se identifican dentro de un grupo étnico, muchos de ellos sí pertenecen a las comunidades negras e indígenas que dependen de la agricultura familiar y de pequeñas cadenas productivas locales para sostener su vida. Las dinámicas campesinas incluyen cultivos alimentarios, ganadería menor y producción de alimentos orientada tanto al autoconsumo como al mercado local, en un contexto donde las condiciones socioeconómicas y el acceso a mercados y servicios pueden influir significativamente en su estabilidad y bienestar social. Por ejemplo, en el departamento del Cesar, el SENA (2025), realizó un informe técnico en el cual se evidenció el proceso de asistencia en cultivos como maíz, yuca, ahuyama, cacao, plátano, café y frutas.

Municipios como el Copey se siembra frijol cabeza negra, cría de gallinas y cerdos, así como a la piscicultura y la producción de alimentos elaborados a partir de harina de banano, malanga y ñame. Pueblo Bello desarrolla sus actividades en torno a la producción de sachá inchi, ajonjolí, cúrcuma, jengibre, café orgánico, cacao y panela, entre otros productos agroecológicos (SENA, 2024)

5.3.5. Vulnerabilidades Socioculturales

Mediante el informe de La Comisión Nacional de Territorios Indígenas (CNTI) a través de la Secretaría Técnica Indígena (STI) se visibilizan algunas de las problemáticas que vulneran y amenazan los derechos territoriales de los pueblos indígenas Arhuaco, Kogui, Wiwa y Kankuamo que habitan desde hace miles de años en la SNSM y que buscan el reconocimiento y la garantía de sus derechos territoriales debido a los riesgos que hoy afrontan estos cuatro pueblos que se rige

por los principios de integralidad y conectividad (CNMH, 2017). De igual manera, la afectación a otras comunidades étnicas como los Wayuu, consejos comunitarios de comunidades negras y afrocolombianas y algunas comunidades campesinas locales.

- ***Deterioro del tejido social por conflicto armado***

Las comunidades ubicadas en la SNSM han afrontado históricamente los efectos del conflicto armado interno, generado por la presencia de grupos armados al margen de la ley, entre ellos guerrillas, estructuras paramilitares, disidencias de ambos y organizaciones criminales vinculadas al narcotráfico. Durante las últimas décadas, estos actores han victimizado de manera directa a la población de la región, aprovechando su ubicación estratégica y la existencia de amplias rutas comerciales para el tráfico internacional de productos derivados de cultivos ilícitos, como la marihuana y la cocaína. Como consecuencia, han impuesto de forma indiscriminada mecanismos de control territorial basados en el terror, alterando profundamente los modos de vida y los sistemas tradicionales de producción en territorios ancestrales.

De acuerdo con el Boletín 4 (octubre–noviembre de 2025) de la Unidad para las Víctimas (2025), el Registro Único de Víctimas (RUV) reporta cerca de 10 millones de personas víctimas del conflicto armado en el país. Los departamentos de Magdalena, Cesar y La Guajira concentran un total de 1.202.067 víctimas, representando una afectación significativa a nivel regional: Magdalena registra el 5,11% (543.038), Cesar el 4,46% (474.037) y La Guajira el 1,74% (184.992). Del total nacional, el 20,26% de las víctimas se autorreconoce como perteneciente a un grupo étnico, lo que equivale a aproximadamente 2.061.116 personas y evidencia una afectación desproporcionada sobre pueblos indígenas, comunidades negras y campesinas.

En coherencia con este panorama, los sujetos de reparación colectiva que son grupos, comunidades u organizaciones que han sufrido daños colectivos como consecuencia de violaciones a los derechos humanos o infracciones al derecho internacional humanitario, y que son reconocidos por el Estado como destinatarios de medidas de reparación integral (Ley 1448 de 2011, art. 152) en estos departamentos ascienden a 48 en Magdalena y La Guajira (3,54% cada uno) y 60 en Cesar (4,43%), siendo la mayoría de ellos comunidades indígenas, negras y campesinas.

El proceso de memoria histórica desarrollado por la Organización Wiwa Golkushe Tayrona en la Sierra Nevada de Santa Marta evidencia cómo el conflicto armado ha

afectado profundamente los lugares sagrados, generando una ruptura en la memoria territorial y espiritual de los pueblos indígenas. La violencia y las dinámicas del conflicto provocaron el abandono de prácticas rituales esenciales, particularmente el sistema de pagos, que articula la relación entre el territorio, el equilibrio espiritual y la pervivencia cultural (CNMH, 2017).

El deterioro de su tejido social y la transformación de sus expresiones culturales siguen estando en medio del control territorial que ejercen grupos armados legales e ilegales ocasionando la invasión de sus resguardos, en desmedro de su ejercicio de gobierno propio y dando lugar a distintos tipos de vulneración de sus lugares sagrados.

Por lo tanto, la violencia armada profana, daña y corrompe la sacralidad de espacios que ordenan la vida y el territorio, mientras la construcción de instalaciones militares o policiales en dichos lugares viola prescripciones rituales sobre el modo de habitarlos o entrar en contacto con ellos, lo cual deriva en una serie de trastornos sociales y ecológico (Saade & Páramo, 2018), aspecto que se torna constantemente en tensión porque desde la visión del Estado se requiere la intervención de la fuerza pública para combatir a los grupos ilegales (bandas criminales, guerrillas, insurgencias del paramilitarismo, entre otros).

Lo anterior lo confirma la (Defensoría del Pueblo, 2025) con la **Alerta Temprana 020-25** que constituye una advertencia sobre un escenario de riesgo estructural que va más allá de hechos aislados: se trata de un patrón de amenazas sistémicas a los derechos humanos y al DIH, se identifican múltiples vulneraciones potenciales o en curso respecto a los derechos fundamentales y a las protecciones garantizadas por el Derecho Internacional Humanitario, incluyendo:

- Combates armados entre actores ilegales.
- Reclutamiento y uso de niñas, niños y adolescentes en actividades vinculadas al conflicto.
- Desplazamiento forzado y confinamiento de comunidades.
- Homicidios selectivos y múltiples, violencia basada en género y violencia sexual.
- Amenazas, despojo, estigmatización y restricciones a la movilidad.
- Retención ilegal y ataques contra la integridad física de la población.
- Estas conductas representan una afectación grave e integral a la población residente en dichos territorios.

La alerta cubre los siguientes municipios en tres departamentos:

- **Cesar:** Valledupar, Bosconia, El Copey, El Paso, Pueblo Bello.
- **La Guajira:** Riohacha, Albania, Barrancas, Dibulla, Distracción, Fonseca, Hatonuevo, San Juan del Cesar.
- **Magdalena:** Pueblviejo, Zona Bananera, Santa Marta, Algarrobo, Aracataca, Ciénaga, El Retén, Fundación. En varios de estos territorios, las complejas dinámicas de riesgo combinan factores históricos de violencia armada con presiones recientes por el control de corredores estratégicos.

En la actualidad, el Centro Nacional de Memoria Histórica (CNMH), a través de recorridos por sitios sagrados afectados, ha venido desarrollando desde el año 2017 procesos de recuperación de la memoria histórica del territorio permitiendo recordar las causas de dichas afectaciones y visibilizar las consecuencias de la interrupción ritual sobre el territorio. La participación conjunta de Mamos y jóvenes investigadores facilitó la reactivación de los canales de transmisión de conocimiento ancestral, fortaleciendo la memoria colectiva y reafirmando el papel central del territorio sagrado en la continuidad cultural de los pueblos indígenas de la SNSM (CNMH, 2017).

- ***Deterioros del territorio, las prácticas culturales y espirituales por presencia de cultivos ilícitos***

Los cultivos de uso ilícito constituyen una amenaza crítica para los lugares sagrados y los territorios indígenas, al estar asociados a economías ilegales vinculadas al narcotráfico y a estrategias internacionales de control de drogas. Si bien estas actividades se enmarcan en una normativa nacional e internacional de lucha contra las drogas, sus efectos recaen de manera desproporcionada sobre los pueblos indígenas y las comunidades rurales (Saade & Páramo, 2018).

En diversos territorios, las comunidades indígenas y negras se han visto forzadas a reorientar sus actividades productivas y el uso del territorio hacia estas economías ilegales, no como una elección cultural, sino como resultado de condiciones estructurales de pobreza, exclusión y ausencia de alternativas económicas sostenibles. Esta inserción es reconocida por los propios pueblos como una situación no deseada, originada en la falta de oportunidades que garanticen bienestar y estabilidad social.

Po lo tanto, los impactos ambientales son profundos y afectan directamente los espacios de alto valor espiritual. La expansión de monocultivos ilícitos conlleva el uso intensivo de agroquímicos, lo que deteriora los suelos, contamina las fuentes hídricas y compromete la salud de las comunidades. Estas dinámicas generan una alteración progresiva de las prácticas sociales y culturales vinculadas al territorio, debilitando los sistemas de manejo espiritual y la relación ancestral con los lugares sagrados (Saade & Páramo, 2018).

El escalamiento del conflicto y la estrecha relación con los cultivos ilícitos, propicia escenarios de confinamiento, vulneración de derechos humanos y desplazamiento, lo que conduce al abandono de lugares sagrados y pone en riesgo la pervivencia cultural, la memoria territorial y la gobernanza indígena, con graves repercusiones en aspectos como la seguridad alimentaria debido a la restricción y la apropiación ilícita de sus alimentos, productos agrícolas y ganado de pequeña escala para todas las comunidades que habitan la SNSM. Esto, además ha generado mayor presión sobre los recursos de la cacería, afectando el medio ambiente. Los actores armados bloquean el desarrollo de las economías colectivas, al impedir el libre intercambio de productos, acabando con las cooperativas indígenas; vacunando o extorsionando a los productores y comerciantes, y controlando a los transportadores (CIT, 2011)

- **Turismo**

De acuerdo con Saade y Páramo (2018) coincidiendo con PNN (2022), el turismo, como actividad de alcance global, genera impactos económicos, ambientales y socioculturales que inciden directamente en los territorios indígenas y en la relación espiritual que estos pueblos mantienen con sus lugares sagrados. Las políticas de promoción turística han impulsado la transformación de ecosistemas y el uso del suelo mediante la delimitación de áreas protegidas y el desarrollo de diversas modalidades de turismo, lo que ha incrementado la presión sobre espacios de alto valor cultural y simbólico.

En ausencia de una gobernanza intercultural e institucional, estas dinámicas han derivado en afectaciones como la apertura de rutas turísticas sin consentimiento, el uso recreativo de sitios sagrados y la comercialización de bienes rituales, vulnerando las prácticas culturales y espirituales de los pueblos indígenas. No obstante, el turismo no constituye en sí mismo una amenaza, sino que puede representar una alternativa económica válida cuando se desarrolla con participación efectiva de las comunidades y respeto por sus sistemas de autoridad (Saade &

Páramo, 2018), El riesgo surge cuando la actividad turística se impone bajo lógicas comerciales externas, sin consulta ni concertación con los pueblos indígenas, aspecto que se ha venido abordando por Parques Nacionales Naturales PNN con el fin de garantizar el respeto por los ciclos sagrados de la SNSM realizando 4 cierres al año en lugares como el Parque Tayrona, sin embargo, aún falta mucho más control sobre las actividades turísticas.

- **Minería**

La SNSM es uno de los territorios con mayor biodiversidad del mundo. Su riqueza ambiental ha motivado la adopción de diversas figuras de protección, como la Reserva de Biosfera de la UNESCO, la Zona de Reserva Forestal (Ley 2 de 1959) y el Parque Nacional Natural Sierra Nevada de Santa Marta. No obstante, su posición geoestratégica y potencial en recursos naturales la han convertido en un foco de interés para proyectos extractivos de minería e hidrocarburos.

De acuerdo con el CNTI (2021), en las últimas dos décadas, la política minera nacional ha impulsado de forma sostenida la exploración y explotación de recursos, generando un incremento significativo de títulos y solicitudes mineras en el país y, de manera particular, en la SNSM. Este proceso ha intensificado las presiones ambientales y territoriales, manifestadas en la degradación de suelos, la contaminación de fuentes hídricas y del aire, la alteración del paisaje y la afectación de ecosistemas frágiles. Adicionalmente, estas actividades han generado impactos culturales, al restringir el acceso y la movilidad hacia espacios sagrados, poniendo en riesgo la pervivencia de los pueblos indígenas Kogui, Wiwa, Arhuaco y Kankuamo.

Si bien el marco normativo reconoce derechos específicos para los pueblos indígenas en territorios mineros, como la participación comunitaria, el derecho de prelación y la delimitación de áreas restringidas por su valor cultural y espiritual, su aplicación ha sido insuficiente. La jurisprudencia constitucional ha reiterado la obligatoriedad de la consulta previa en proyectos extractivos, reconociendo el Territorio Ancestral Gonawindua de la SNSM como un área de especial protección ambiental. En este contexto, la expansión del modelo extractivista se consolida como una de las principales amenazas para el equilibrio ambiental y la integridad cultural de la Sierra Nevada de Santa Marta, lo que exige fortalecer la protección jurídica y la gobernanza territorial indígena (CNTI, 2021).

- **Salud humana y ambiental**

Desde los liderazgos de las comunidades negras e indígenas, se ha visibilizado las afectaciones a la salud humana y ambiental producto de actividades como la minería. De acuerdo con el CINEP (2018), las comunidades afro del sur del departamento de la Guajira han denunciado los cambios en sus territorios a partir de la explotación de minería de carbón y con esta, las aperturas ferroviarias que en la década de los años setenta no contemplaba el manejo ambiental del territorio, tal como lo describen las comunidades: “llega Morrinson Kanutse, encargada de construir la línea férrea. Con la construcción de esta, el uso de explosivos afectó a las comunidades y animales en zona de influencia directa. Comenzó a sentirse la contaminación y la paulatina pérdida de soberanía territorial. Muerte de animales en la línea férrea” (p.14). “Con la llegada de la mina, los animales, en el mejor de los casos, han tenido que emigrar; la mayoría han desaparecido, a causa del descapote de la vegetación, reducción de sus territorios, ruidos de maquinarias, voladuras, transito exagerado de personas y casería comercial” (p.18).

La expansión minera ha generado procesos de compra y expropiación de tierras que han afectado profundamente los proyectos de vida de las comunidades locales, al reducir su territorio y transformar sus tradiciones basadas en la producción y el trueque en dinámicas de dependencia frente a empresas multinacionales como Cerrejón. Estas transformaciones han provocado deterioro de la salud y daños ambientales, especialmente en comunidades indígenas y negras que dependen de ecosistemas sagrados como el río Ranchería, donde la contaminación del aire y del agua por la explotación de carbón a cielo abierto ha generado enfermedades respiratorias, afecciones cutáneas y condiciones de vida adversas (CINEP, 2018)

En términos generales, las comunidades étnicas de la Sierra Nevada de Santa Marta enfrentan una creciente vulnerabilidad asociada al deterioro de los ecosistemas de los que dependen, situación que acelera y profundiza condiciones estructurales de pobreza. Continuar con estos modelos reduce cada vez más las superficies destinadas a la producción de alimentos obligando a recurrir al abastecimiento externo desde otras regiones, lo que incrementa los costos de vida y limita las posibilidades de auto sostenimiento, por lo tanto, alcanzar la sostenibilidad ambiental y social resulta cada vez necesaria para el desarrollo local y regional de las comunidades (OTEC, 2017).

6. SERVICIOS ECOSISTÉMICOS

6.1. Regulación climática local y regional

El Área de Reserva de la Sierra Nevada de Santa Marta cumple un papel determinante en la regulación climática a escala local y regional, derivado de su marcada heterogeneidad climática, la presencia de trece (13) clases climáticas según la zonificación de Caldas-Lang y la conservación de extensas coberturas naturales. A escala local, la coexistencia de climas templados, fríos, de páramo y nival —que en conjunto representan aproximadamente el 36 % del área— contribuye a la amortiguación de extremos térmicos, la regulación de la humedad atmosférica y la estabilidad del microclima, reduciendo la amplitud térmica diaria y favoreciendo condiciones ambientales más estables para los ecosistemas y las comunidades locales (IDEAM, 2015; IDEAM, 2017; Instituto Humboldt, 2016).

Los ecosistemas de bosques subandinos, altoandinos y páramos, asociados a estos climas, regulan los flujos de energía y agua mediante procesos de evapotranspiración, retención hídrica en suelos orgánicos y generación de nubosidad orográfica. Estos procesos contribuyen a la formación de microclimas fríos y húmedos y a la reducción del estrés térmico en las zonas bajas del macizo, función ampliamente documentada para los ecosistemas de montaña tropical de Colombia (Instituto Humboldt, 2016; MADS, 2018; IDEAM, 2017).

A escala regional, actúa como una barrera orográfica que intercepta los vientos alisios del noreste provenientes del mar Caribe, modulando la distribución espacial de la precipitación y generando contrastes climáticos entre las vertientes de barlovento y sotavento. Este efecto orográfico influye de manera directa en el régimen de lluvias de la región Caribe y de los valles interiores adyacentes, contribuyendo a la regulación de eventos extremos y a la estabilidad climática regional. Esta función adquiere especial relevancia frente a los escenarios de cambio climático proyectados para el norte de Colombia, que anticipan incrementos de temperatura y mayor variabilidad en la precipitación (IDEAM, 2021; IPCC, 2021).

En consideración a la influencia de la Sierra Nevada de Santa Marta, se identifican tres zonas climáticas funcionales: barlovento, núcleo orográfico y sotavento. En primer lugar, el barlovento corresponde al flanco directamente expuesto a los vientos dominantes del noreste—este provenientes del mar Caribe, donde se presenta el ascenso orográfico de las masas de aire, lo que favorece el incremento de la precipitación. En segundo término, el núcleo orográfico representa la zona central del macizo, caracterizada por las mayores elevaciones y por intensos procesos de transformación atmosférica asociados al enfriamiento adiabático, la

pérdida progresiva de humedad y la formación de nubosidad persistente. Finalmente, el sotavento corresponde al flanco opuesto al ingreso del viento, en el cual las masas de aire descienden y se recalientan, generando condiciones de sombra pluviométrica y una mayor influencia continental.

Los puntos fueron seleccionados con base en criterios fisiográficos, climáticos y de exposición a la circulación atmosférica dominante, considerando la orientación del relieve, los gradientes altitudinales y la coherencia espacial con la zonificación climática de Caldas–Lang para la región (IDEAM, 2015). De esta manera, se garantiza la representatividad de los principales gradientes térmicos y de humedad que caracterizan la Sierra Nevada de Santa Marta.

En este sentido, para entender la circulación atmosférica dominante de la Sierra Nevada de Santa Marta está influenciada principalmente por los vientos alisios del noreste–este (NE–E), asociados al anticiclón del Atlántico Norte, los cuales ingresan desde el mar Caribe e interactúan con la topografía abrupta del macizo; se emplea el análisis de trayectorias y retrotrayectorias de viento se desarrolló mediante el modelo HYSPLIT (Hybrid Single-Particle Lagrangian Integrated Trajectory), con el fin de caracterizar la dinámica atmosférica que incide sobre el Área de Reserva de la Sierra Nevada de Santa Marta, identificar las principales direcciones de ingreso de masas de aire y evaluar los procesos de transporte, transformación orográfica y dispersión atmosférica asociados al macizo.

Dentro de la configuración y selección de puntos de modelado de masas de aire se contempló los siguientes criterios:

- Barlovento: representa el flanco norte–nororiental del macizo, caracterizado por el ingreso de aire húmedo proveniente del mar Caribe bajo la influencia de los vientos alisios dominantes del noreste–este (NE–E), donde se registran los mayores aportes de precipitación orográfica.
- Núcleo orográfico: corresponde a la zona central del Área de Reserva, representativa del eje altitudinal del macizo y de los procesos de ascenso orográfico, enfriamiento adiabático y transformación de las masas de aire.
- Sotavento: se localiza en el flanco sur–suroccidental, asociado a procesos de sombra pluviométrica, descenso de masas de aire y condiciones relativamente más secas con influencia continental.

Tabla 63 Selección puntos de modelación HYSPLIT

Punto	Zona climática-funcional	Justificación fisiográfica y climática	Latitud (°N)	Longitud (°W)
P1	Sotavento	Flanco sur–suroccidental, asociado a la sombra pluviométrica, descenso de masas de aire y condiciones relativamente más secas con influencia continental.	10.62	73.62
P2	Barlovento	Flanco norte–nororiental del macizo, máxima exposición a los vientos alisios dominantes NE–E provenientes del mar Caribe; zona de ingreso de aire húmedo y mayor precipitación orográfica.	11.0	73.68
P3	Núcleo orográfico	Zona central del Área de Reserva, representativa del eje altitudinal y de los procesos de ascenso orográfico, enfriamiento adiabático y transformación de masas de aire.	10.82	73.64

Fuente: MAD(2026).

Al evaluar la variación altitudinal de la Sierra Nevada de Santa Marta, se contemplaron las siguientes alturas que buscar evaluar la variación de los flujos de aire y su incidencia en la regulación climático.

- 500 m AGL: representa la capa límite atmosférica, con interacción directa entre la atmósfera, la superficie y los ecosistemas.
- 1.500 m AGL: corresponde a la capa de mezcla regional, donde se manifiesta el transporte atmosférico dominante.
- 3.000 m AGL: refleja la circulación en la troposfera baja, con menor influencia directa de la topografía local y mayor control sinóptico.

El análisis HYSPLIT se realizó para el año 2024, seleccionado por corresponder a un período reciente, completamente documentado y climáticamente representativo para la región. Este año se caracteriza por una transición ENSO desde condiciones El Niño hacia una fase ENSO–neutral, lo que permite capturar tanto escenarios de déficit hídrico asociados a eventos cálidos como el posterior reajuste de la circulación atmosférica regional.

La selección de 2024 garantiza una adecuada representación de la variabilidad atmosférica interanual, en coherencia con los lineamientos metodológicos del IDEAM y del Panel Intergubernamental sobre Cambio Climático (IPCC), así como con la disponibilidad de reanálisis atmosféricos consolidados.

Tabla 64. Puntos y alturas definidos para el análisis de trayectorias y retrotrayectorias de viento mediante HYSPLIT

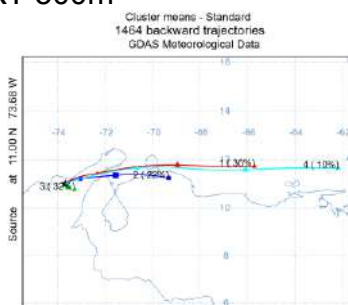
ID	Punto HYSPLIT	Zona climática-funcional	Altura de cálculo (m AGL)	Tipo de análisis	Justificación
H1	P1	Sotavento	500	Trayectoria y retrotrayectoria	Capa límite; ingreso directo de aire húmedo desde el Caribe
H2			1.500	Trayectoria y retrotrayectoria	Capa de mezcla regional; transporte dominante NE-E
H3			3.000	Trayectoria y retrotrayectoria	Circulación sinóptica troposfera baja
H4	P2	Barlovento	500	Trayectoria y retrotrayectoria	Interacción directa atmósfera-relieve
H5			1.500	Trayectoria y retrotrayectoria	Ascenso orográfico y enfriamiento adiabático
H6			3.000	Trayectoria y retrotrayectoria	Transformación regional de masas de aire
H7	P3	Núcleo orográfico	500	Trayectoria y retrotrayectoria	Descenso de aire y sombra pluviométrica
H8			1.500	Trayectoria y retrotrayectoria	Dispersión continental regional
H9			3.000	Trayectoria y retrotrayectoria	Flujo atmosférico regional de salida

Fuente: MAD (2026).

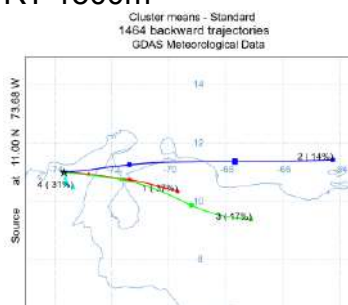
En el Punto 1 – Sotavento, el análisis integrado de trayectorias y retrotrayectorias HYSPLIT a diferentes alturas muestra una clara diferenciación vertical del control atmosférico. A 500 m predomina la influencia costera-local, con masas de aire canalizadas paralelamente al litoral caribeño, evidenciando el efecto barrero del macizo sobre la circulación de baja altura. A 1500 m se identifica la mayor interacción orográfica, donde los vientos alisios del NE-E son desviados y forzados a ascender, favoreciendo la transformación de la humedad y la regulación de la precipitación. A 3000 m domina la circulación regional y sinóptica, con trayectorias de largo alcance, en las que la Sierra Nevada influye principalmente a través de procesos verticales. En conjunto, los resultados confirman el rol del macizo como regulador climático, al modular el transporte, la ventilación y la distribución de humedad en la región norte.

Tabla 65 Modelo HYSPLIT Sotavento

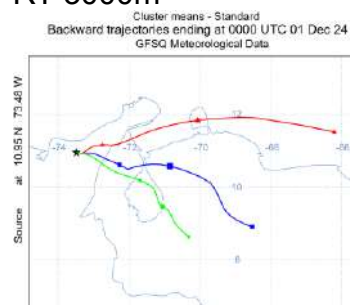
RT 500m



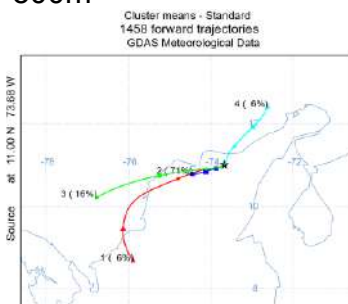
RT 1500m



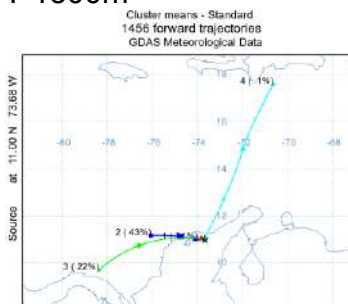
RT 3000m



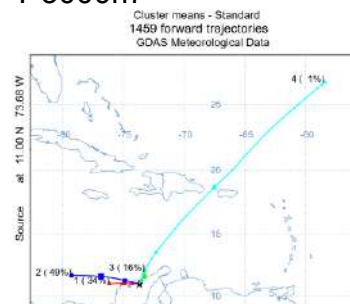
T 500m



T 1500m



T 3000m



RT = Retrotrayectoria
T = Trayectoria

Fuente: MAD (2025) con información de la NOAA (2025).

Para el Punto 2 – Barlovento, el análisis integrado de las trayectorias y retrotrayectorias HYSPLIT a 500, 1500 y 3000 m evidencia un comportamiento atmosférico diferenciado respecto al flanco norte, asociado a condiciones de sotavento orográfico. A 500 m, las retrotrayectorias muestran recorridos cortos y mayor influencia continental, con masas de aire que han interactuado previamente con el macizo, lo que refleja un efecto de sombra pluviométrica y una circulación de baja altura más estable y seca; las trayectorias en este nivel indican un transporte limitado y fuertemente condicionado por el relieve.

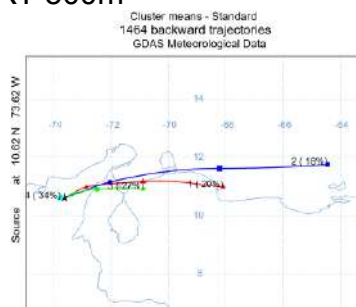
A 1500 m, se observa una mayor dispersión direccional y trayectorias más extendidas, lo que sugiere una transición hacia una circulación regional donde el flujo ha sido previamente modificado por el ascenso orográfico en el flanco norte y posterior descenso hacia el sur, reforzando condiciones de menor humedad relativa.

Finalmente, a 3000 m, las trayectorias y retrotrayectorias evidencian la dominancia de la circulación regional y sinóptica, con flujos de largo alcance que superan el control directo del relieve; no obstante, la Sierra Nevada sigue influyendo de forma indirecta al modular los gradientes verticales y la redistribución de masas de aire.

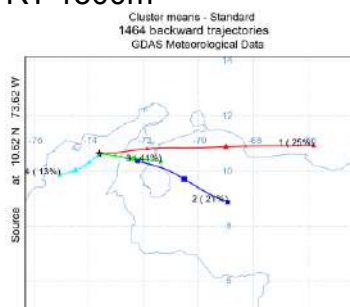
En conjunto, los resultados confirman que el costado sur responde a un régimen de sotavento, donde la Sierra Nevada actúa como regulador climático al reducir la disponibilidad de humedad, modificar la ventilación atmosférica y diferenciar las condiciones climáticas frente al flanco norte del macizo.

Tabla 66 Modelo HYTSPLIT Barlovento

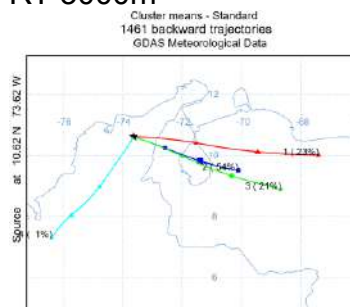
RT 500m



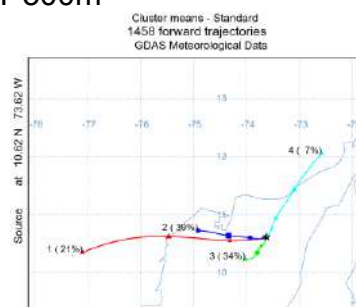
RT 1500m



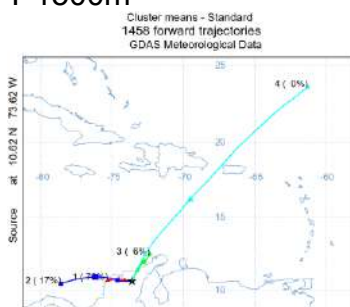
RT 3000m



T 500m



T 1500m



T 3000m



RT = Retrotrayectoria
T = Trayectoria

MAD (2025) con información de la NOAA (2025).

En el Punto 3 – Núcleo orográfico, el análisis HYSPLIT a 500, 1500 y 3000 m evidencia el dominio de los procesos orográficos sobre la circulación atmosférica. A 500 m predomina una circulación local y limitada, fuertemente condicionada por el relieve, con ascensos forzados y ventilación reducida. A 1500 m se identifica la mayor interacción entre el flujo regional y el macizo, favoreciendo el ascenso orográfico, el enfriamiento adiabático y la transformación de las masas de aire, procesos clave para la regulación de la nubosidad y la precipitación. A 3000 m domina la circulación regional y sinóptica, con trayectorias de largo alcance, mientras la Sierra Nevada influye principalmente modulando los gradientes verticales. En conjunto, este punto representa el núcleo regulador climático del macizo, controlando la dinámica vertical y condicionando el comportamiento atmosférico de la región.

Tabla 67 Modelo HYTSPLIT Núcleo orográfico

RT 500m

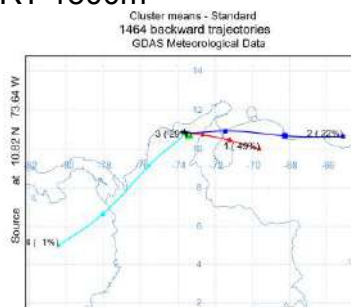
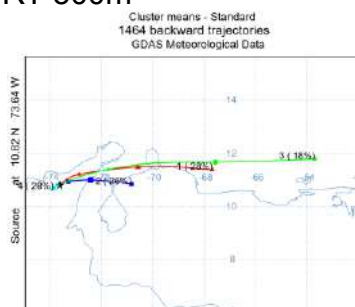
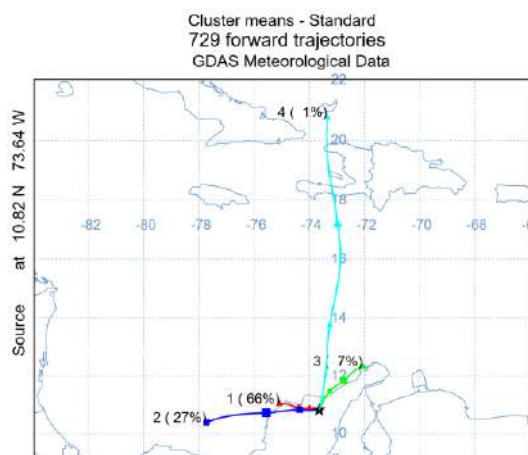
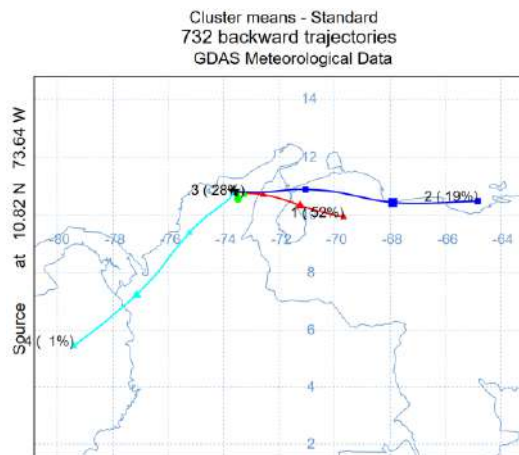


Tabla 68 Modelo HYTSPLIT día/noche sobre núcleo orográfico.
Trayectorias Retrotrayectorias

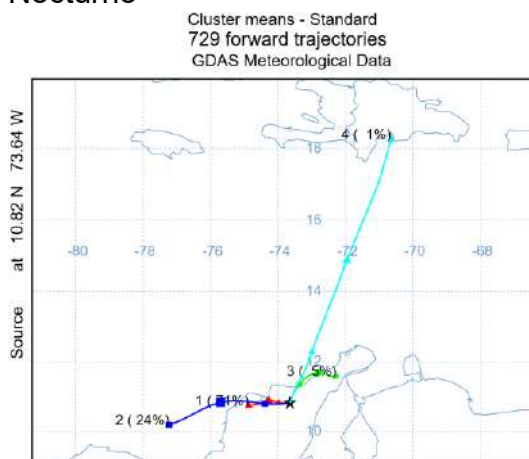
Diurno



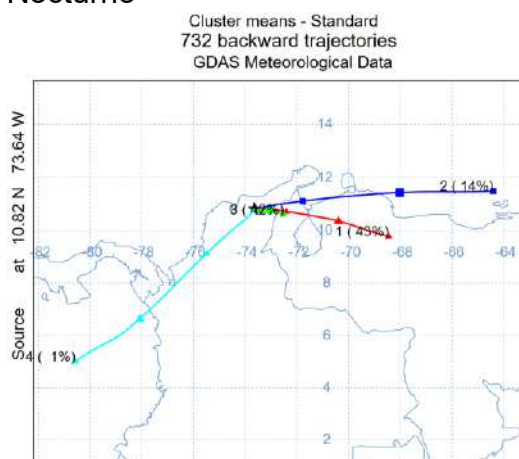
Diurno



Nocturno



Nocturno



MAD (2025) con información de la NOAA (2025).

La lectura de los flujos de aire representados en las figuras evidencia una marcada variación diurna-nocturna sobre el núcleo orográfico de la Sierra Nevada de Santa Marta. Durante el periodo diurno, las trayectorias muestran flujos más extensos y con mayor componente vertical, lo que indica una ventilación más eficiente y una mayor mezcla vertical asociada al calentamiento de las laderas y al desarrollo de flujos anabáticos; en este contexto, las retrotrayectorias reflejan principalmente el ingreso de masas de aire desde el Caribe, las cuales son desviadas y transformadas al interactuar con el macizo. En contraste, durante el periodo nocturno, los flujos se vuelven más cortos, concentrados y canalizados, evidenciando una reducción de la mezcla vertical y del alcance del transporte, coherente con el enfriamiento radiactivo, el establecimiento de flujos catabáticos y un aumento de la estabilidad

atmosférica. Estas diferencias confirman que la Sierra Nevada amplifica el ciclo térmico diario y actúa como un regulador dinámico de la circulación atmosférica regional.

6.1.1. Comportamiento de la humedad, evaporación y vientos en atmosfera y su efecto en el clima.

Es importante considerar que las dinámicas climáticas de un ecosistema complejo como lo es la (SNSM), están influenciadas por procesos como las precipitaciones líquidas y sólidas (lluvia y nieve), la evaporación y evapotranspiración (cuando se incorpora la transpiración de las plantas), así como por el movimiento de masas de aire (vientos) por efectos propios de su condición montañosa o el aporte de vientos de las zonas oceánicas y litorales. El comportamiento de estos parámetros es esencial para el ciclo hidrológico y la regulación térmica de su ecosistema. Lo anterior, se soporta por lo indicado por (Van der Ent, 2010) y (NOAA Ocean Exploration, s.f.) que, si bien evalúan este comportamiento en condiciones globales, se pueden cotejar en esta zona debido que posee condiciones de pisos térmicos, precipitación, humedad y otras variables climáticas, que permiten resaltar los siguiente:

- ✓ La precipitación ocurre cuando el aire cargado de humedad asciende, se enfría y se condensa. Este proceso libera calor latente, lo que impulsa movimientos verticales y horizontales del aire, alimentando los sistemas atmosféricos y la generación de vientos.
- ✓ Por su parte, la evaporación y la evapotranspiración transfieren vapor de agua y energía (calor latente) desde zonas litorales y océanos hacia la atmósfera, favoreciendo la formación de nubes y precipitación cuando el vapor se condensa. Este intercambio permite mantener un balance entre evaporación y precipitación, determinando si una región gana o pierde agua. Además, el vapor de agua no solo se genera de forma local, sino que puede ser transportado por los vientos y otros sistemas de circulación atmosférica, influyendo favorablemente en regiones aledañas.

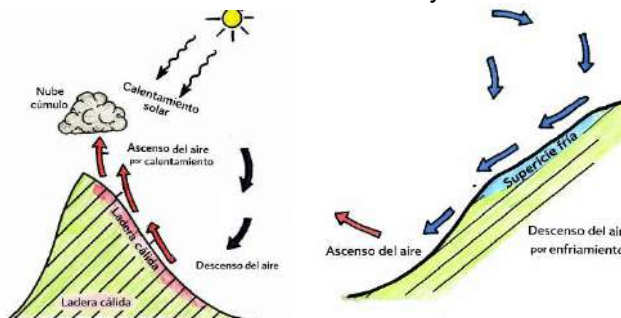
6.1.2. Condiciones de ciclo diurno y nocturno de vientos en montaña (Mountain–valley circulation)

La Sierra Nevada de Santa Marta, por su ubicación en el extremo norte del país y su cercanía al mar Caribe, constituye un ecosistema estratégico para la provisión de servicios ecosistémicos de regulación climática. Su condición de macizo montañoso aislado y su interacción con sistemas atmosféricos costeros le confieren un papel relevante en la dinámica climática regional.

Adicionalmente, el marcado gradiente altitudinal de la Sierra Nevada genera contrastes térmicos diarios significativos, producto del calentamiento diurno y el enfriamiento nocturno. Estas diferencias de temperatura favorecen la circulación local de masas de aire ascendentes y descendentes, asociadas a los vientos anabáticos y catabáticos. Este proceso puede interpretarse como una respiración de montaña, en la cual, durante el día, las masas de aire ascienden por las laderas debido al incremento de la temperatura, mientras que en horas nocturnas descienden como resultado del enfriamiento del terreno, contribuyendo a la regulación térmica del sistema. De manervca análoga a un proceso de inhalación y exhalación, estos movimientos de aire facilitan la redistribución del calor y la humedad, y favorecen el transporte y la dispersión de compuestos orgánicos volátiles biogénicos (BVOC), los cuales influyen en los procesos de formación de nubes, la generación de lluvias y la conservación y regeneración de las coberturas boscosas.

El anterior fenómeno es explicado por (MetLink, s.f.) programa educativo en meteorología y ciencias del clima desarrollado por la Royal Meteorological Society, muestra que los vientos anabáticos son flujos ascendentes generados por el calentamiento solar diurno de las laderas. El aire en contacto con la superficie calentada se expande y asciende, produciendo vientos generalmente débiles entre los 1 y 2 m/s, de importancia local, aunque pueden intensificarse en zonas costeras al reforzar las brisas marinas. Adicionalmente, los vientos catabáticos son flujos descendentes asociados al enfriamiento de las laderas, que ocurren principalmente durante la noche por enfriamiento ante la ausencia de radiación solar, especialmente bajo cielos despejados. Presentan velocidades típicas menores a los 3 o 4 m/s. Estos vientos favorecen la acumulación de aire frío en valles y la formación de escarcha, neblina y niebla.

Figura 111. Comportamiento de los vientos anabáticos y catabáticos en zonas de ladera.

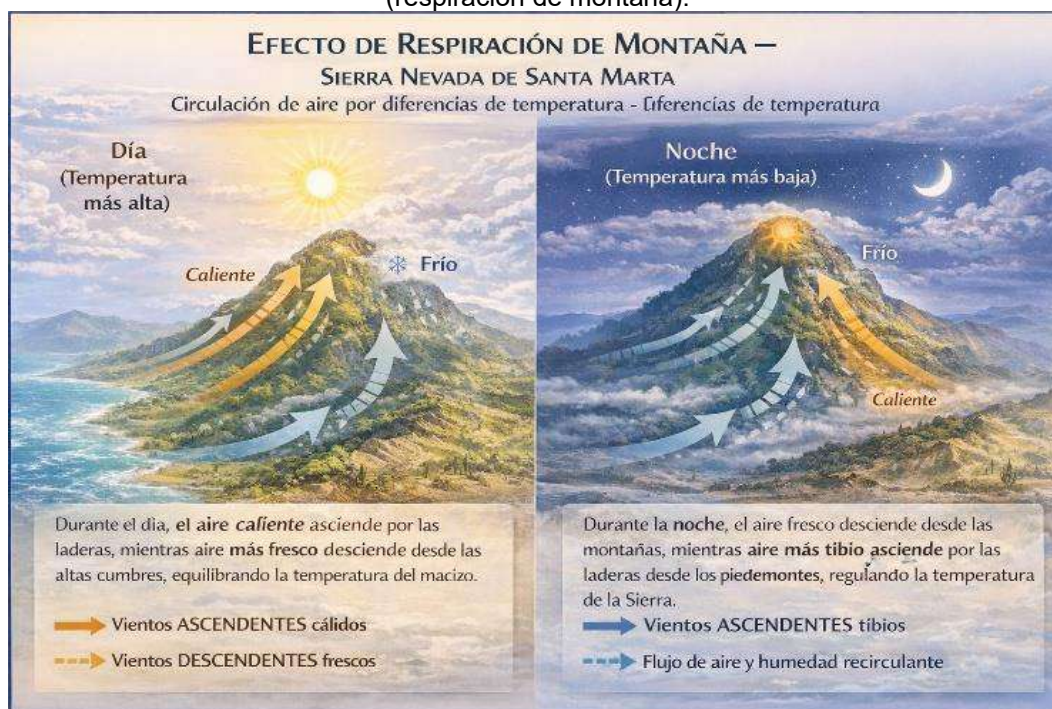


Elaboración propia con apoyo de ChatGPT OpenAI (2025).

Por lo anterior, la Sierra Nevada de Santa Marta actúa como un regulador climático natural, este servicio ecosistémico es particularmente relevante, debido a su

carácter de macizo aislado y la presencia de extensas coberturas boscosas. Por tanto, el fenómeno de los vientos anabáticos y catabáticos, con similitud a una respiración de montaña, facilita la ventilación natural del sistema, mejora la calidad del aire, favorece la formación de nubes y refuerza los procesos de reciclaje de humedad.

Figura 112. Ilustración del comportamiento del fenómeno de los vientos anabáticos y catabáticos (respiración de montaña).



Elaboración propia con apoyo de ChatGPT OpenAI (2025).

Desde una perspectiva de prevención y asegurando criterios de mitigación de los efectos del cambio climático, el fenómeno de los vientos anabáticos y catabáticos (respiración de montaña), constituye un servicio ecosistémico de regulación fundamental, ya que amortigua extremos térmicos, y fortalece la resiliencia climática de la región. La pérdida o fragmentación de la cobertura vegetal puede debilitar este proceso, incrementando la vulnerabilidad a olas de calor, sequías locales y deterioro de la calidad del aire por aumento del material particulado que se generan por la acción integrada del viento y las zonas sin cobertura vegetal.

6.2. Regulación hídrica y aprovisionamiento regional

La SNSM presta un servicio ecosistémico estratégico de regulación hídrica y aprovisionamiento regional que puede demostrarse cuantitativamente a partir de dos aproximaciones complementarias: (i) los volúmenes de oferta hídrica anual estimados por subzona en el Estudio Nacional del Agua – ENA 2022 (IDEAM, 2022), bajo escenarios de año húmedo, medio y seco; y (ii) los caudales medios, mínimos y máximos mensuales extrapolados en el presente estudio a partir del rendimiento hídrico observado en estaciones IDEAM y su proyección proporcional al área total de cada subzona hidrográfica. La convergencia de ambas fuentes confirma que el macizo no solo genera volúmenes significativos de agua en términos absolutos, sino que estructura la variabilidad intraanual y la confiabilidad del recurso en escalas regionales que abarcan las zonas Caribe–Guajira, Cesar y Bajo Magdalena–Ciénaga Grande de Santa Marta.

Desde la perspectiva volumétrica anual reportada por el ENA 2022, subzonas como Ciénaga Grande de Santa Marta (2906), Río Don Diego (1502), Río Ancho y otros directos al Caribe (1503) y Alto y Medio Cesar concentran valores de oferta en año medio que oscilan entre aproximadamente 1.000 y más de 5.000 Mm³/año, lo que evidencia la magnitud del aporte hídrico regional del sistema (IDEAM, 2022). Sin embargo, la lectura hidrológica se robustece al integrar los resultados derivados del rendimiento hídrico mensual estimado en este estudio, donde se observa que las subzonas de mayor integración altitudinal no solo presentan mayores volúmenes anuales, sino también caudales medios mensuales más persistentes y mínimos relativamente más altos durante el estiaje. Por ejemplo, la extrapolación del rendimiento hídrico para la subzona Río Don Diego (1502) arroja caudales medios mensuales estimados del orden de 20 a 63 m³/s, con mínimos que pueden mantenerse por encima de 6–25 m³/s según el mes, lo cual es coherente con su oferta anual superior a 1.150 Mm³/año en año medio y con un IUA clasificado como Bajo (IDEAM, 2022). Esta consistencia entre escala mensual y anual confirma una capacidad reguladora relativamente robusta.

La función de amortiguación de crecientes se evidencia cuando se contrastan los caudales máximos mensuales estimados por subzona, derivados del rendimiento hídrico, con los volúmenes anuales del ENA. En subzonas como Río Tapias (1504), la extrapolación muestra máximos mensuales que superan los 130 m³/s, mientras que en año seco la oferta anual descende a valores cercanos a 91,5 Mm³/año, con IUA Muy Alto y Vulnerabilidad Hídrica Alta (IDEAM, 2022). Esta combinación de alta amplitud intraanual y fuerte reducción anual en escenario seco caracteriza sistemas con menor capacidad de amortiguación estructural. En contraste, subzonas de mayor extensión y mejor integración ecosistémica presentan picos máximos

importantes en temporada lluviosa, pero mantienen caudales mínimos proporcionales más altos, lo que modera la transición entre extremos hidrológicos.

El sostenimiento de caudales en periodos de estiaje constituye uno de los aportes más críticos del servicio ecosistémico. El ENA 2022 documenta reducciones superiores al 60 % entre año medio y año seco en varias subzonas, incluyendo Río Piedras–Río Manzanares (1501), cuya oferta anual pasa de 417 Mm³/año a 103 Mm³/año (IDEAM, 2022). Esta reducción se refleja, a escala mensual, en mínimos subzonales estimados mediante rendimiento hídrico que pueden descender a rangos de 1–3 m³/s en los meses más secos, frente a máximos que superan ampliamente los 100 m³/s en temporada lluviosa. La alta amplitud intraanual confirma que la persistencia del caudal base depende del almacenamiento natural en suelos de alta montaña y de la regulación proporcionada por páramos y bosques altoandinos. Cuando la demanda anual (79,4 Mm³/año en 1501) se aproxima al volumen disponible en año seco, el sistema entra en condición de IUA Crítico y Vulnerabilidad Muy Alta, evidenciando que la función reguladora es determinante para evitar déficit estructural (IDEAM, 2022).

Este patrón se replica en subzonas con alta presión productiva. En Río Ranchería (1506), la oferta anual en año medio se aproxima a 894 Mm³/año y desciende a 119 Mm³/año en año seco, mientras que los caudales mensuales extrapolados muestran una marcada asimetría estacional, con mínimos cercanos a 0,3–6 m³/s y máximos superiores a 150 m³/s. La coexistencia de alta demanda minera y agrícola con una reducción drástica de la oferta seca posiciona esta subzona en un escenario de vulnerabilidad estructural donde la regulación natural es el principal amortiguador frente a la escasez.

En el caso de la subzona Ciénaga Grande de Santa Marta (2906), el ENA reporta 5.279 Mm³/año en año medio y 1.478 Mm³/año en año seco, con IUA Muy Alto en este último escenario (IDEAM, 2022). La extrapolación mensual del rendimiento hídrico evidencia caudales medios integrados entre aproximadamente 115 y 399 m³/s y máximos que superan los 1.100 m³/s en meses lluviosos. Esta magnitud confirma su carácter acumulativo y receptor, pero también su dependencia crítica de los aportes regulados desde las subzonas altas y medias. La reducción sostenida de caudales dulces durante el estiaje no solo afecta la disponibilidad volumétrica, sino que altera el balance hidrosalino y la resiliencia ecológica del complejo cenagoso, tal como lo documentan los perfiles de calidad regional (IDEAM, 2022; CORPAMAG, 2018).

En términos de seguridad hídrica, la articulación entre oferta anual ($\text{Mm}^3/\text{año}$) y régimen mensual (m^3/s) demuestra que la Sierra Nevada de Santa Marta no solo provee grandes volúmenes, sino que modula la confiabilidad temporal del recurso. Subzonas con IUA Alto a Crítico y IVH Alta a Muy Alta en año seco dependen directamente de la persistencia de caudales base regulados. Municipios como Santa Marta, Valledupar, Ciénaga, Fundación, Zona Bananera y Riohacha, cuyas demandas conjuntas superan los 3.000 l/s, se encuentran funcionalmente vinculados a esta estabilidad estacional.

La evidencia integrada muestra que la pérdida progresiva de la función de regulación, por degradación de coberturas en cabeceras, ocupación de zonas de alta pendiente o fragmentación ecosistémica, tendría efectos cuantificables tanto en la escala anual (reducción de oferta en año seco, incremento del IUA y del IVH) como en la escala mensual (mayor amplitud $Q_{\text{máx}}/Q_{\text{mín}}$, disminución del caudal base y mayor torrencialidad). Bajo escenarios de variabilidad climática intensificada, esta doble señal de deterioro volumétrico y estacional incrementaría el riesgo de desabastecimiento, la conflictividad por uso del agua y la inestabilidad de sistemas lénticos y marino-costeros dependientes del macizo.

En consecuencia, los datos del ENA 2022 y los resultados derivados del rendimiento hídrico confirman que el servicio ecosistémico de regulación hídrica y aprovisionamiento regional prestado por la Sierra Nevada de Santa Marta es medible, estructural y altamente sensible a la integridad de las áreas de generación y almacenamiento natural. Su conservación no solo mantiene volúmenes de oferta, sino que preserva la estabilidad intraanual y la resiliencia hidrológica del sistema regional.

Ahora bien, con base en los caudales de demanda hídrica estimados en el Capítulo “1.1.2.4 Demanda hídrica y presiones sobre el recurso” del presente documento, se realizó el análisis de la demanda de agua por subzona hidrográfica (SZH) en el área de estudio. Dicho análisis se desarrolló bajo dos escenarios:

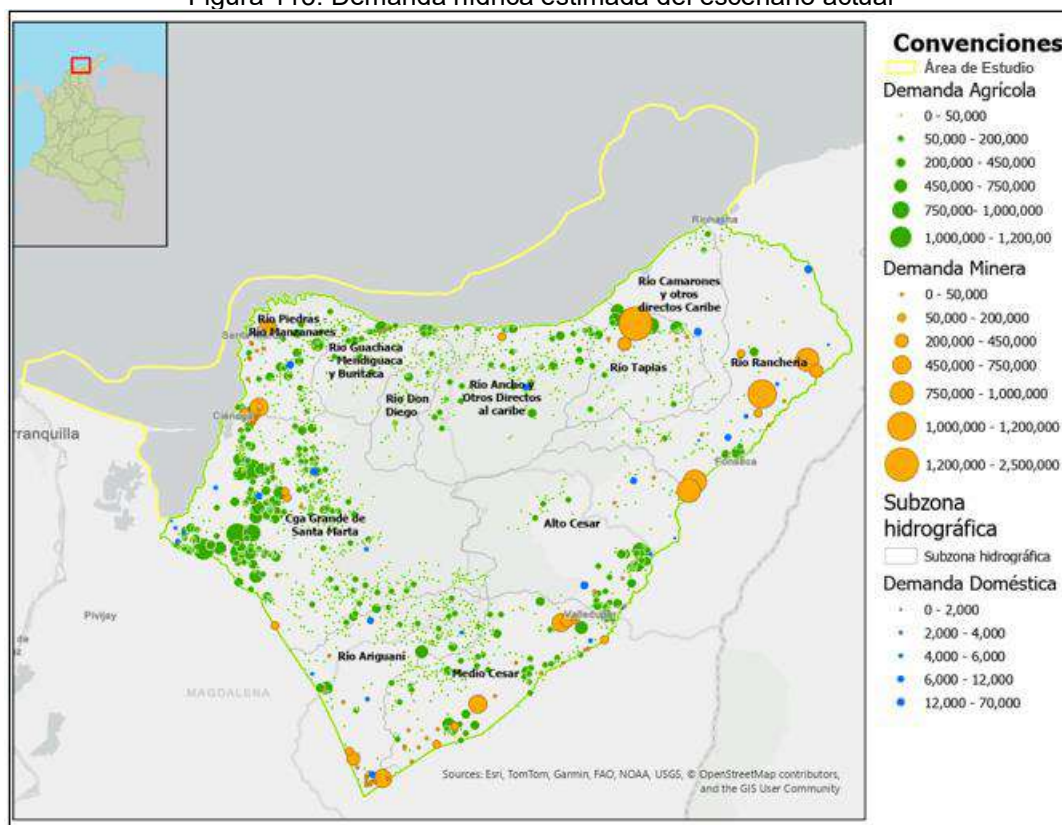
- a) un escenario de demanda actual, que considera exclusivamente los proyectos y actividades productivas existentes con uso del recurso hídrico,
- b) un escenario de demanda prospectiva, en el cual se incorpora adicionalmente la demanda asociada a un caso hipotético de autorización de la totalidad de las solicitudes mineras actualmente en trámite.

Estos escenarios permiten evaluar el comportamiento espacial de la demanda hídrica y su potencial incidencia sobre la disponibilidad del recurso a nivel de subzona hidrográfica.

a. Escenario Actual

Para el escenario de demanda actual, se evaluó la distribución espacial de la demanda hídrica asociada a los proyectos y actividades productivas existentes en el área de estudio. Los caudales estimados doméstico y para los sectores agrícola y minero fueron integrados a nivel de subzona hidrográfica, permitiendo cuantificar la demanda total del recurso y analizar su concentración espacial, obteniendo los siguientes resultados:

Figura 113. Demanda hídrica estimada del escenario actual



Fuente: MAD (2026).

La figura anterior permite visualizar la distribución espacial de los puntos de consumo y la intensidad relativa de la demanda dentro del área de estudio, facilitando la identificación de zonas con mayor concentración de usos del recurso, por otra parte, para analizar la demanda a escala regional, a continuación, se

presentan los resultados de demanda, presentando los valores agregados de demanda para cada subzona hidrográfica:

Tabla 69. Demanda de agua por subzona hidrográfica

Subzona Hidrográfica	Demanda minera (m ³ /día)	Demanda Agrícola (m ³ /día)	Demanda Doméstica (m ³ /día)	Demanda total (m ³ /día)
Alto Cesar	315,244	474,481	92,647	882,371
Cga Grande de Santa Marta	141,361	5,219,936	53,657	5,414,954
Medio Cesar	489,032	451,871	4,327	945,231
Río Piedras - Río Manzanares	316,340	344,687	76,598	737,625
Río Ancho y Otros Directos al caribe	25,737	378,789	6,235	410,761
Río Ariguaní	308,852	360,425	27,522	696,799
Río Camarones y otros directos Caribe	-	28,104	28,308	56,413
Río Don Diego	-	90,805	-	90,805
Río Guachaca - Mendiguaca y Buritaca	3,212	231,779	-	234,990
Río Ranchería	1,756,099	189,802	58,363	2,004,264
Río Tapias	2,670,359	427,220	-	3,097,580

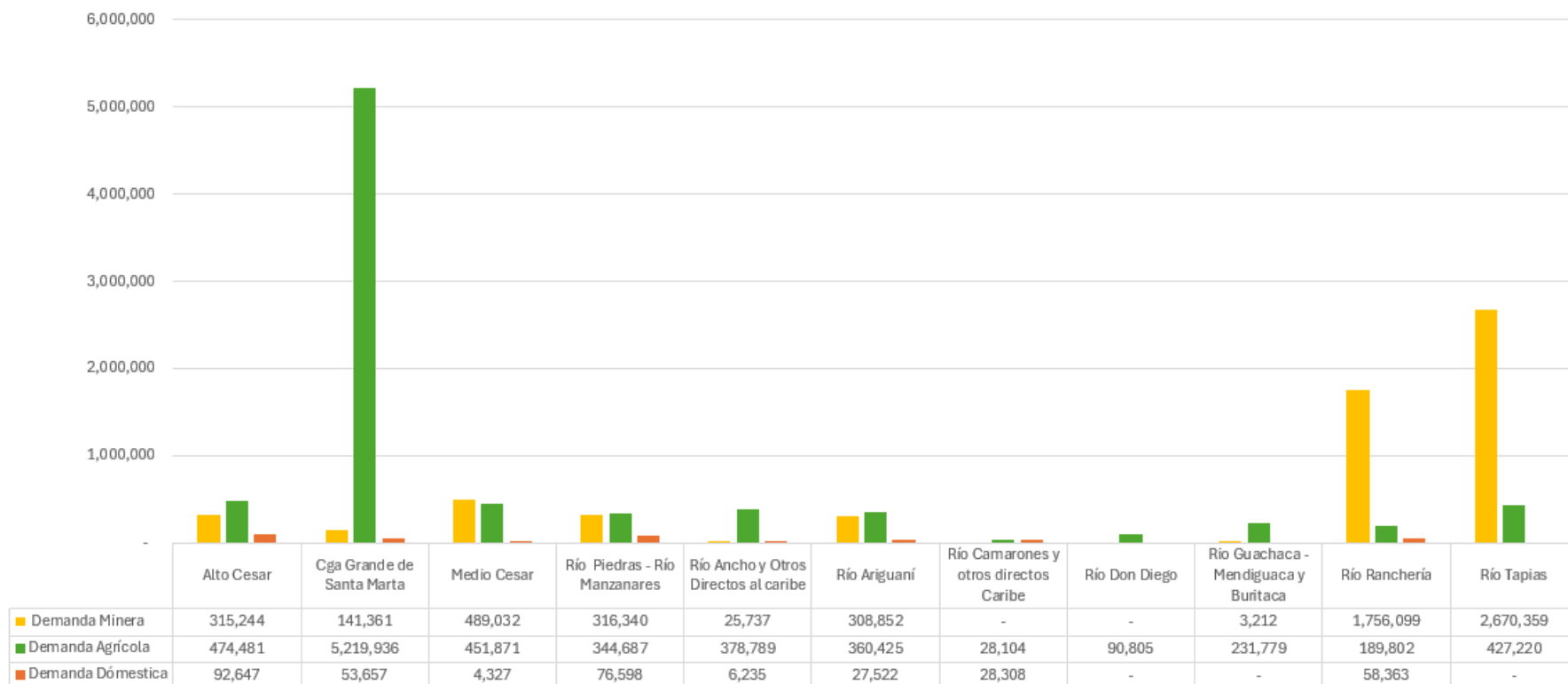
Nota: Los apartados señalados con (-) indican la ausencia de proyectos.

Fuente: MAD (2026).



Figura 114. Demanda de agua en el área de estudio

Demanda total de agua por sector (m³/día)



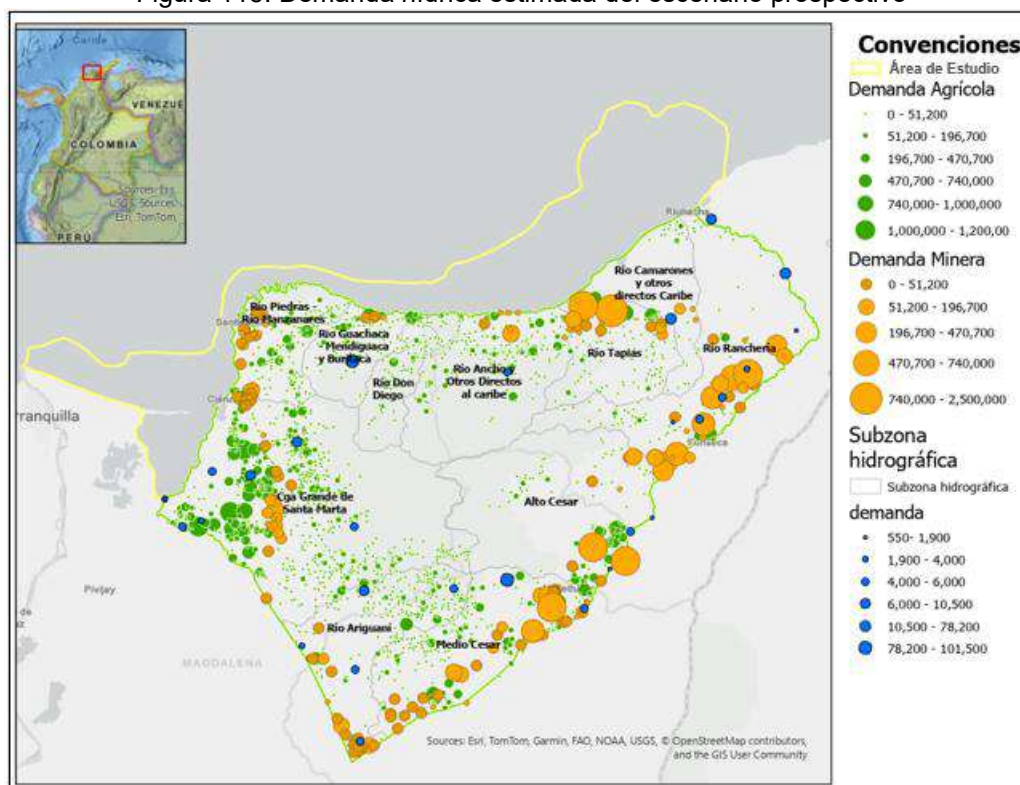
Fuente: MAD(2026).

Con base en los resultados obtenidos, se identifica que las mayores demandas del recurso hídrico se concentran en la subzona hidrográfica de la Ciénaga Grande de Santa Marta, asociadas principalmente a la alta presencia de actividades agrícolas, en particular cultivos de palma de aceite y banano. En segundo lugar, destacan las subzonas de los ríos Tapias y Ranchería, donde, además de las demandas derivadas del sector agrícola, se superponen presiones adicionales asociadas a la actividad minera, incluyendo proyectos de gran escala como el complejo carbonífero del Cerrejón, lo que podría incrementar significativamente la demanda total sobre el recurso hídrico en estas subzonas.

b. Escenario Prospectivo

Con el fin de evaluar la posible evolución de la presión sobre el recurso hídrico en el área de estudio, se desarrolló un análisis prospectivo de la demanda de agua, orientado a identificar escenarios potenciales de incremento en los requerimientos hídricos asociados a nuevas actividades desarrolladas en el área de interés. Este ejercicio considera un escenario hipotético en el cual se incorporan las demandas derivadas de proyectos mineros actualmente en trámite, y adicionalmente al incremento de la población con las proyecciones establecidas en el capítulo 1.1.2.4. *Demanda Hídrica y presiones* sobre el recurso del presente documento, permitiendo estimar el comportamiento futuro de la demanda hídrica a nivel de subzona hidrográfica.

Figura 115. Demanda hídrica estimada del escenario prospectivo



Fuente: MAD (2026).

Los resultados del análisis prospectivo realizado muestran un comportamiento incrementos significativos en la demanda hídrica entre las subzonas hidrográficas del área de estudio. En términos generales, las mayores demandas continúan concentrándose en las subzonas del río Ranchería, río Tapias y la Ciénaga Grande de Santa Marta. Sin embargo, los incrementos más representativos se registran en subzonas que presentan demandas relativamente bajas, como Río Piedras – Río Manzanares y Río Camarones y otros directos al Caribe, el análisis indica que para esta última subzona el incremento podría llegar a ser hasta 11 veces mayor a la actual. Esta situación se explica principalmente por la incorporación de nuevas solicitudes mineras en el escenario prospectivo, principalmente de explotación de materiales pétreos.

Tabla 70. Demanda de agua por subzona hidrográfica y tipo de escenario

Subzona Hidrográfica	Demanda Actual (m³/día)	Demanda Prospectiva (m³/día)
Alto Cesar	882,371	849,936
Cga Grande de Santa Marta	5,414,954	6,051,938

Subzona Hidrográfica	Demanda Actual (m ³ /día)	Demanda Prospectiva (m ³ /día)
Medio Cesar	945,231	1,220,589
Río Piedras - Río Manzanares	737,625	1,036,181
Río Ancho y Otros Directos al caribe	410,761	456,526
Río Ariguaní	696,799	704,280
Río Camarones y otros directos Caribe	56,413	343,037
Río Don Diego	90,805	90,805
Río Guachaca - Mendiguaca y Buritaca	234,990	235,504
Río Ranchería	2,004,264	2,250,517
Río Tapias	3,097,580	3,173,227

Fuente: MAD(2026).

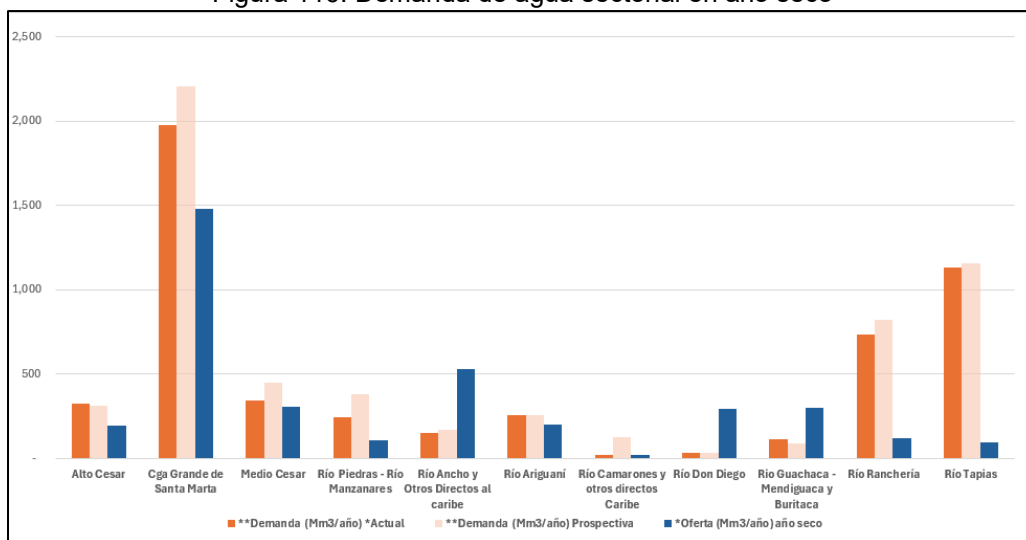
Con el fin de evaluar la relación entre la disponibilidad del recurso hídrico y las presiones antrópicas identificadas, se realizó un análisis comparativo entre la oferta y la demanda de agua por subzona hidrográfica. La oferta hídrica se tomó del Estudio Nacional del Agua – ENA 2022, la demanda hídrica corresponde a los valores estimados en el presente estudio y para fines comparativos se emplearon las unidades de demanda del ENA (Mm³/año), cabe señalar que esta estimación no incorpora otros usos del agua, retornos, ni particularidades operativas de cada actividad, por lo que constituye una aproximación de carácter general que requiere ser complementada con análisis más detallados a escala local y sectorial.

Tabla 71. Estimación de oferta y demanda por subzona hidrográfica

Subzona Hidrográfica	**Demanda (Mm ³ /año)		*Oferta (Mm ³ /año)		
	Actual	Potencial	año húmedo	año medio	año seco
Alto Cesar	322	310	4,212	1,019	196
Cga Grande de Santa Marta	1,976	2,209	17,094	5,279	1,478
Medio Cesar	345	446	7,961	1,889	307
Río Piedras - Río Manzanares	241	378	1,466	417	103
Río Ancho y Otros Directos al caribe	150	167	8,646	2,243	528
Río Ariguaní	254	257	2,806	901	199
Río Camarones y otros directos Caribe	21	125	634	145	21
Río Don Diego	33	33	4,126	1,155	292
Río Guachaca - Mendiguaca y Buritaca	114	86	4,670	1,260	300
Río Ranchería	732	821	4,097	894	119
Río Tapias	1,131	1,158	2,344	559	91

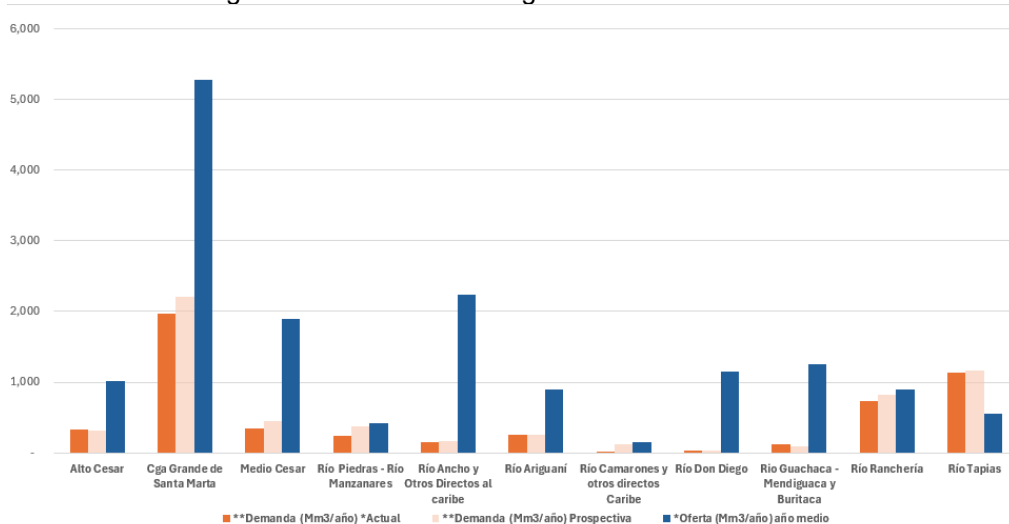
Fuente: IDEAM ((2022).

Figura 116. Demanda de agua sectorial en año seco



Fuente: IDEAM (2022).

Figura 117. Demanda de agua sectorial en año medio



Fuente: IDEAM (2022).

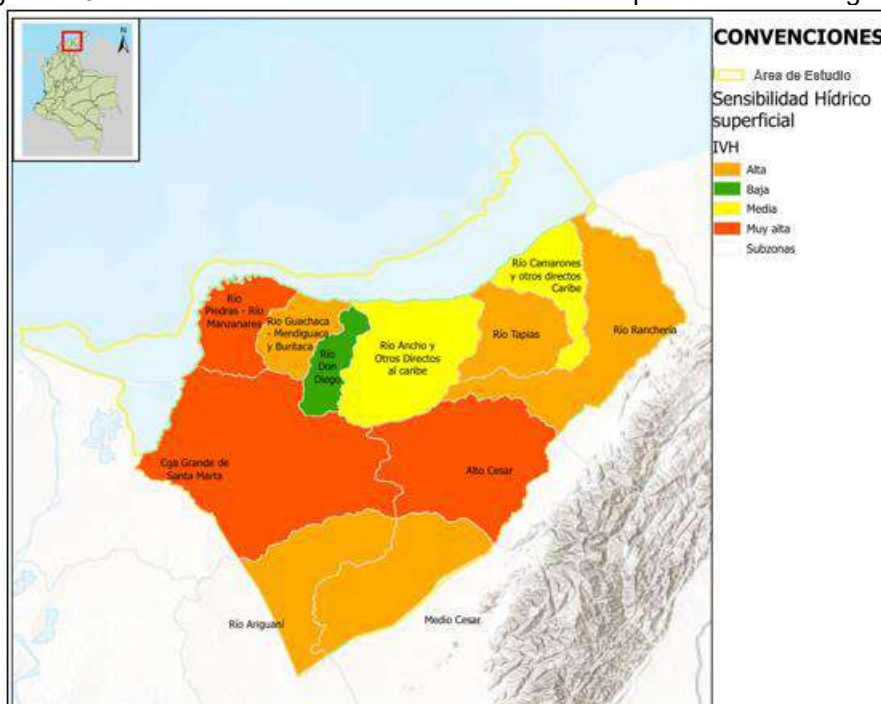
Los resultados indican que, bajo condiciones de año seco, la oferta hídrica disponible no logra abastecer la totalidad de la demanda estimada en varias subzonas hidrográficas. Esta situación es particularmente evidente en la Ciénaga Grande de Santa Marta y en las subzonas de los ríos Ranchería y Tapias, donde la demanda actual y, con mayor énfasis, la demanda potencial supera de manera significativa la oferta disponible. De forma general, estas mayores presiones se

concentran en las zonas bajas del área de estudio, caracterizadas por una alta intensidad de actividades productivas, adicionalmente, estas zonas carecen de figura de protección ambiental, lo que las deja en una situación de alta vulnerabilidad frente a la gestión del recurso.

Frente a la sensibilidad del recurso el Grupo de Regionalización y Centro de Monitoreo de la ANLA, realizó el análisis de la oferta y demanda de recursos naturales, en este sentido para la alteración de la disponibilidad de agua se emplea el índice de vulnerabilidad hídrica al desabastecimiento – IVH, el cual representa la fragilidad que tienen los sistemas hídricos superficiales de mantener la oferta de agua dadas sus condiciones de uso y regulación y, de esta manera, identifica la vulnerabilidad en el abastecimiento de agua que presentan los usuarios del recurso.

De este modo, se tomó la información de la oferta hídrica disponible para la condición de año seco, reportada en el ENA (IDEAM, 2022), la cual se considera la condición más crítica, y se le restó la demanda hídrica superficial por SZH, de acuerdo con los registros de captaciones indicados en el SIRH, con el fin de establecer el índice del uso del agua - IUA. Posteriormente, se combinó con la índice regulación hídrica - IRH para obtener el índice de vulnerabilidad hídrica al desabastecimiento – IVH, obteniendo como resultado para el área de interés lo siguiente:

Figura 118. Vulnerabilidad hídrica al desabastecimiento por subzona hidrográfica



Fuente: MAD(2026).

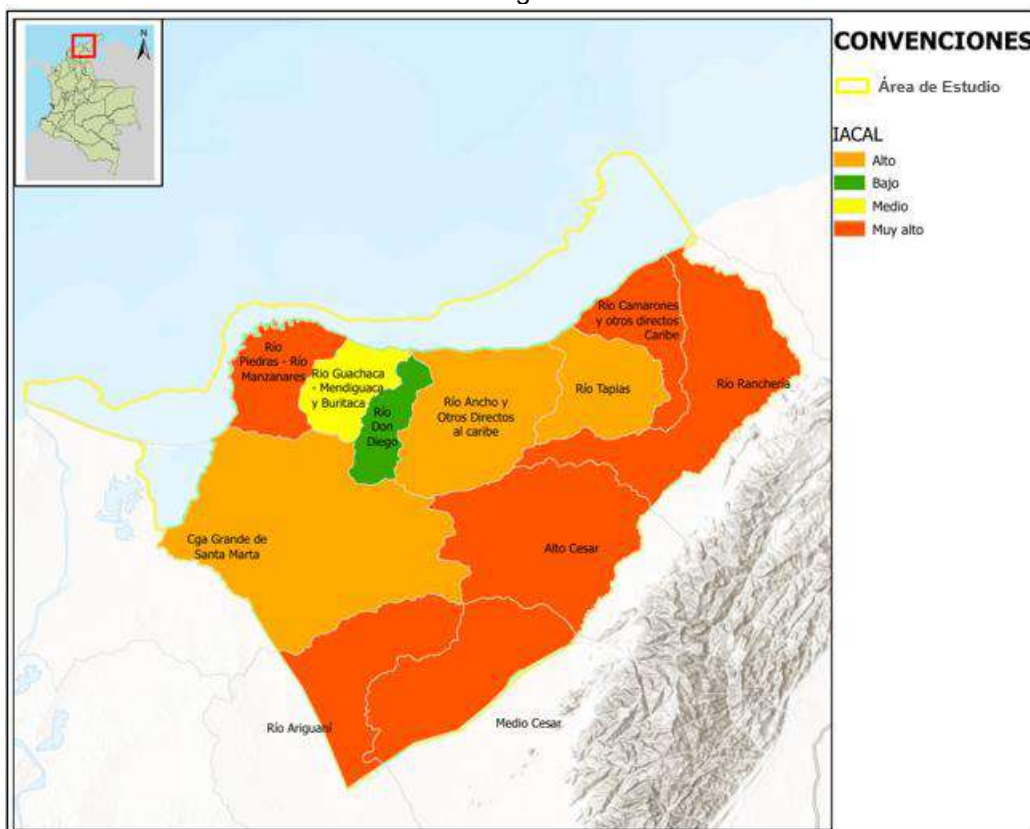
Con base en lo anterior, se evidencia un escenario de riesgo significativo de desabastecimiento del recurso hídrico en el área de estudio, particularmente en las subzonas clasificadas con sensibilidad alta y muy alta. Subzonas como Ciénaga Grande de Santa Marta, Alto Cesar, Río Ranchería, Río Tapias y Río Ariguaní presentan una elevada presión sobre la oferta hídrica superficial, asociada a una alta demanda antrópica. Esta condición incrementa la probabilidad de déficits hídricos, especialmente durante periodos de estiaje o en escenarios de año seco, comprometiendo el abastecimiento para actividades productivas y centros poblados.

Adicionalmente, sustentado en la evidencia aportada por los indicadores de presión, uso y vulnerabilidad hídrica del ENA 2022, se resalta la importancia de fortalecer los instrumentos de ordenamiento ambiental y considerar la implementación o ampliación de figuras de protección que permitan salvaguardar el recurso hídrico, ya que, la persistencia de estas condiciones incrementa el riesgo de desabastecimiento hídrico, no solo para las actividades productivas, sino también para los centros poblados que dependen funcionalmente de estas fuentes, lo que podría afectar la seguridad hídrica, la estabilidad socioeconómica y la sostenibilidad ambiental del territorio.

De igual modo, para la sensibilidad del recurso por alteración a la calidad de agua se tuvo en cuenta el índice de alteración de potencial de la calidad del agua (IACAL) reportado en el ENA 2022; adicionalmente, se tuvo en cuenta el índice de calidad del agua – ICA, calculado por Grupo de Regionalización y Centro de Monitoreo de la ANLA, el cual, se realiza a partir de monitoreos reportados por parte de los expedientes objeto de seguimiento en la ANLA, y el caudal de vertimientos acumulado por subzona hidrográfica, de acuerdo con la información registrada en el SIRH.

A partir de la información disponible en el SIRH respecto a los vertimientos de agua superficial reportadas por las autoridades ambientales en su jurisdicción respectiva, se procede a determinar a nivel de subzona hidrográfica el caudal acumulado de vertimientos. Seguidamente, se realiza una clasificación de sensibilidad por vertimientos sobre el recurso hídrico superficial.

Figura 119. Vulnerabilidad a la alteración en la calidad del agua superficial por subzona hidrográfica



Fuente: MAD(2026).

De lo anterior se puede observar que, una parte significativa del área de estudio presenta condiciones críticas asociadas a procesos de deterioro de la calidad del agua superficial. Subzonas como Alto Cesar, Río Ranchería, Río Ariguani y Medio Cesar se clasifican con un riesgo muy alto de alteración, lo que indica una fuerte presión antrópica sobre los cuerpos de agua, asociada principalmente a actividades antrópicas como agrícolas intensivas, descargas difusas, intervención del cauce, entre otras que pueden reducir la capacidad de autodepuración de los sistemas hídricos. De forma particular, se resalta la subzona Ciénaga Grande de Santa Marta que muestra un alto riesgo, posiblemente asociado a la convergencia de múltiples presiones antrópicas y la alta sensibilidad de los ecosistemas acuáticos y estuarinos presentes en esta área.

Las subzonas clasificadas con riesgo medio son: Río Ancho y otros directos al Caribe y Río Tapias, las cuales representan áreas de transición, donde la calidad del recurso hídrico podría verse comprometida ante incrementos en la presión antrópica o una gestión inadecuada del territorio. Por otra parte, subzonas como Río

Don Diego y Guachaca–Mendihuaca–Buritaca presentan niveles bajos de alteración, lo que refleja mejores condiciones de conservación en las cuencas altas, donde predominan coberturas naturales y una menor intensidad de uso del suelo, y donde adicionalmente se presenta la actual zona de reserva natural.

Es entonces que, el índice del IACAL confirma que los mayores riesgos de alteración del recurso hídrico se concentran principalmente en las zonas bajas del área de estudio, donde confluyen mayores niveles de intervención antrópica. Esta situación incrementa la vulnerabilidad de los sistemas hídricos frente a procesos de degradación progresiva, reforzando la necesidad de implementar estrategias de gestión, control y protección definitivas que permitan salvaguardar el recurso hídrico.

- **Importancia del recurso hídrico subterráneo en la definición del servicio ecosistémico**

Al igual que el recurso hídrico superficial, el agua subterránea también aporta en la definición del servicio ecosistémico estratégico de regulación hídrica y aprovisionamiento regional.

En el marco del servicio ecosistémico de regulación hídrica, es importante mencionar que en la SNSM y sus alrededores se desarrolla un sistema hidrológico integrado en el que interactúan de manera permanente las aguas superficiales y subterráneas, entre la cuales existe una conectividad.

En primer lugar, es importante mencionar que en el área analizada los acuíferos se desarrollan en los depósitos cuaternarios y las rocas terciarias dispuestos en los alrededores del macizo rocoso que conforma la SNSM, el cual está constituido principalmente por rocas ígneo metamórficas con bajas posibilidades de infiltración y en donde la baja porosidad se desarrolla a partir de fracturas y su posible interconexión (porosidad secundaria), por lo tanto, en estos sectores predominan los procesos de escorrentía superficial.

De esta manera, los altos volúmenes de precipitación que se presentan en el macizo generan escorrentía superficial en las laderas, la cual, al alcanzar las zonas planas y semiplanas del piedemonte y los valles aluviales, se infiltra en unidades geológicas permeables, específicamente en sedimentos cuaternarios y unidades terciarias, que son los que conforman los principales niveles acuíferos en el área analizada. Esta dinámica configura zonas de recarga que permiten el almacenamiento subterráneo y la regulación natural de las corrientes superficiales.

Las direcciones de flujo regional muestran que el agua subterránea se moviliza desde el piedemonte de la sierra hacia zonas de descarga como la Ciénaga Grande de Santa Marta, el mar Caribe y los principales sistemas fluviales, tales como los ríos Cesar, Ranchería, Aracataca y Fundación, los cuales presentan comportamientos influentes y efluentes según el gradiente hidráulico local.

Esta interacción río - acuífero demuestra la existencia de una conexión hidráulica funcional que regula tanto el almacenamiento subterráneo como el mantenimiento del caudal base de los ríos a lo largo del año hidrológico y amortigua las variaciones estacionales, constituyendo un mecanismo natural de regulación del recurso hídrico. Por lo tanto, el agua subterránea no debe considerarse como un componente aislado del sistema, sino como un elemento esencial del servicio ecosistémico de regulación hídrica.

En este contexto, la SNSM no solo actúa como generadora de esorrentía superficial, sino como el principal sistema de recarga y regulación subterránea regional. La alteración de la cobertura vegetal, la intervención del complejo rocoso o la modificación del régimen hídrico superficial impactarían directamente los procesos de infiltración, almacenamiento y flujo subterráneo, comprometiendo la estabilidad del sistema hídrico integral y, por ende, la disponibilidad de agua en las zonas de mayor densidad poblacional.

Por otro lado, el servicio ecosistémico de aprovisionamiento regional se materializa en el uso directo del recurso hídrico subterráneo por parte de la población y los sectores productivos. El inventario de 1.788 puntos de agua subterránea (1.020 aljibes, 649 pozos, 92 piezómetros y 27 manantiales) evidencia la magnitud del aprovechamiento y la dependencia territorial del recurso.

Los aljibes abastecen principalmente viviendas rurales para uso doméstico y pecuario, mientras que los pozos soportan acueductos, actividades comerciales, agrícolas y ganaderas, además del uso doméstico. En particular, se destaca que cerca del 90% de los habitantes del municipio de Santa Marta se abastecen mediante aguas subterráneas, lo que confirma su papel estratégico en la seguridad hídrica regional.

Así, el agua subterránea constituye un pilar importante en el servicio ecosistémico de aprovisionamiento, dado que el recurso está disponible para abastecer una parte importante de la demanda para consumo humano, producción y sostenimiento de las dinámicas socioeconómicas regionales.

La concentración de puntos de agua subterránea en las zonas de piedemonte y planicies aluviales (donde predominan unidades geológicas con alta porosidad y permeabilidad) demuestra que el aprovechamiento está directamente asociado a la dinámica de recarga proveniente de la SNSM.

Por lo tanto, a partir de lo anteriormente expuesto queda claro que, desde el componente subterráneo, el servicio ecosistémico de regulación hídrica y aprovisionamiento regional se sustenta en un sistema hidrogeológico interconectado que permite la recarga, almacenamiento, regulación y suministro del recurso a escala regional.

La alteración de las zonas de recarga, del régimen hídrico superficial o de las unidades geológicas estratégicas afectaría directamente la capacidad del sistema para regular flujos y sostener el abastecimiento, comprometiendo la seguridad hídrica para diferentes usos.

En consecuencia, mediante la protección del área de reserva de la SNSM se salvaguarda un servicio ecosistémico esencial para el bienestar humano y la estabilidad territorial, cuyo soporte hidrogeológico resulta determinante para su sostenibilidad.

6.3. Regulación atmosférica y calidad del aire

La calidad del aire en el área de estudio se caracteriza como una condición atmosférica regional de fondo, estrechamente asociada al funcionamiento del sistema climático y a la dinámica de la circulación atmosférica. Los patrones de viento dominantes, la migración estacional de la Zona de Convergencia Intertropical (ZCIT), la marcada heterogeneidad altitudinal y el régimen de precipitación controlan los procesos de dispersión, dilución y remoción de contaminantes en la atmósfera, constituyéndose en los principales mecanismos de regulación atmosférica del territorio.

Para efectos de esta caracterización regional, las concentraciones de los contaminantes criterio definidos en el Artículo 2 de la Resolución 2254 de 2017 (PM_{10} y $PM_{2,5}$) se interpretan mediante una clasificación de condición regional, establecida a partir de la comparación individual de las concentraciones registradas en cada punto o estación de monitoreo con los niveles máximos permisibles definidos en la norma para el tiempo de exposición anual. Bajo este enfoque, las concentraciones que superan los valores normativos se clasifican como condición regional alta; aquellas comprendidas entre el 80 % del valor normativo y el nivel

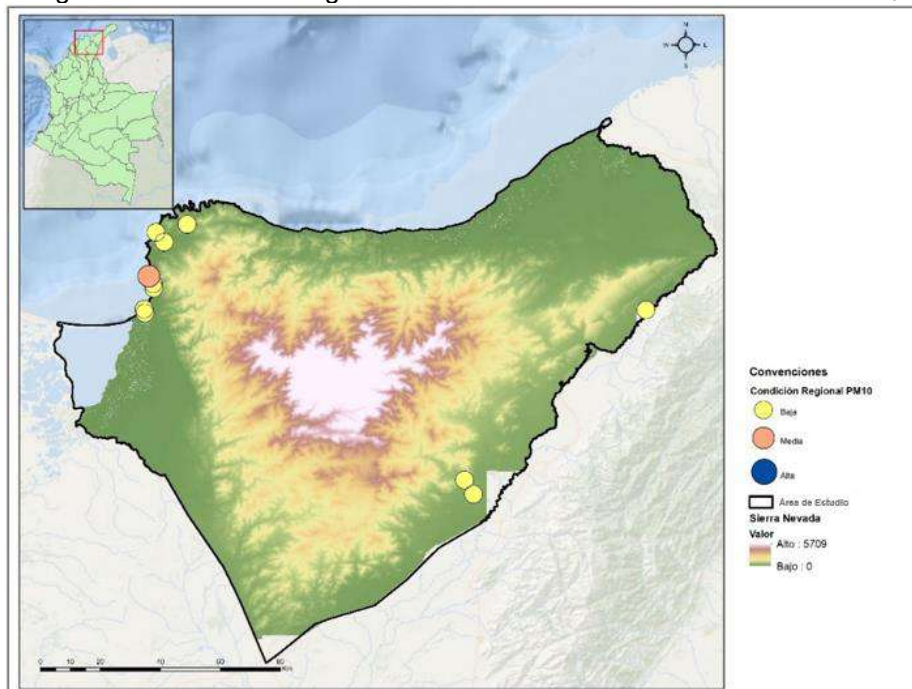
máximo permisible como condición regional media; y las concentraciones inferiores al 80 % del valor normativo como condición regional baja. Esta clasificación se emplea como un criterio de análisis comparativo de alcance regional, sin constituir una declaratoria formal de cumplimiento o incumplimiento normativo.

La información analizada corresponde a los promedios anuales registrados en las estaciones de monitoreo ubicadas dentro del área de estudio, pertenecientes a los Sistemas de Vigilancia de la Calidad del Aire (SVCA) de las autoridades ambientales regionales CORPAMAG, CORPOCESAR y CORPOGUAJIRA, los cuales presentan una repetitividad temporal igual o superior al 75 % del año 2024, garantizando la representatividad temporal de la información empleada en la caracterización.

Con base en la información disponible para los contaminantes particulados PM_{10} y $PM_{2,5}$, proveniente de once (11) estaciones de monitoreo para PM_{10} y cuatro (4) estaciones para $PM_{2,5}$, la condición atmosférica regional se caracteriza predominantemente por una condición regional baja frente a los valores normativos establecidos. Este comportamiento similar para ambos contaminantes particulados se asocia a la limitada presencia de fuentes industriales de gran escala dentro del Área de Reserva, la baja densidad de infraestructura vial, el carácter predominantemente natural del territorio y la elevada capacidad de dispersión atmosférica inducida por la circulación regional y el régimen de precipitación.

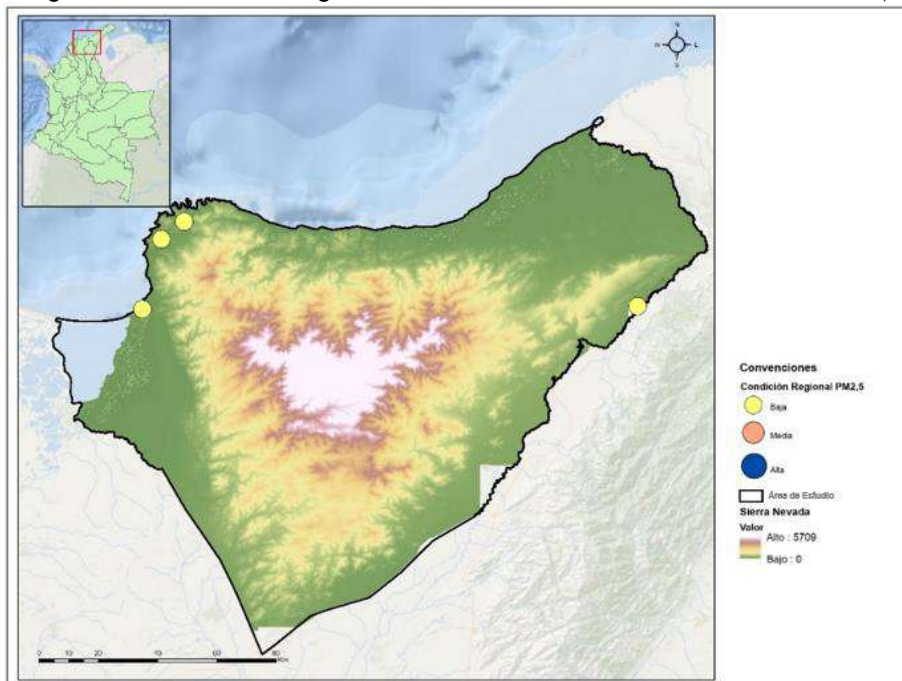
En consecuencia, la calidad del aire en el Área de estudio se caracteriza como el resultado del funcionamiento del sistema climático regional, con una atmósfera que presenta alta capacidad de autorregulación, dispersión y dilución de contaminantes, constituyéndose en un elemento de referencia ambiental que contribuye a la protección, conservación y gestión integral de la SNSM.

Figura 120. Condición regional atmosférica Calidad de aire 2024 de PM_{10}



Fuente: SISAIRE (2024).

Figura 121. Condición regional atmosférica Calidad de aire 2024 de $PM_{2,5}$



Fuente: SISAIRE (2024).

Los resultados del modelado de trayectorias y Retro trayectorias de masas de aire mediante el modelo HYSPLIT evidencian que la SNSM presenta una elevada capacidad de ventilación, dispersión y dilución de contaminantes atmosféricos, lo que sustenta la condición regional baja de los contaminantes particulados PM_{10} y $PM_{2.5}$.

A escala vertical, el análisis a 500 m AGL muestra una circulación local condicionada por el relieve, sin patrones persistentes de estancamiento en la capa límite; a 1.500 m AGL se identifica la mayor interacción entre los vientos alisios dominantes del noreste–este y el macizo, favoreciendo el ascenso orográfico, la mezcla vertical y la redistribución eficiente de masas de aire; mientras que a 3.000 m AGL predomina la circulación regional y sinóptica de largo alcance, que facilita la evacuación de contaminantes fuera del dominio del área de estudio. Asimismo, las diferencias entre barlovento, núcleo orográfico y sotavento, junto con la variabilidad diurna–nocturna observada sobre el macizo, confirman que los procesos orográficos y la dinámica atmosférica regional actúan como mecanismos naturales de autorregulación de la calidad del aire en el Área de estudio.

La regulación atmosférica asociada a la calidad del aire constituye un servicio ecosistémico fundamental, en la medida en que contribuye a la protección de la salud humana, al mantenimiento de la integridad de los ecosistemas y a la estabilidad de los procesos ecológicos y climáticos del territorio. Una atmósfera con alta capacidad de dispersión, dilución y remoción de contaminantes reduce la exposición de las comunidades y de los ecosistemas sensibles a concentraciones nocivas de material particulado, favorece la conservación de la biodiversidad y soporta el funcionamiento adecuado de otros servicios ecosistémicos, como la regulación climática, el ciclo hidrológico y la productividad biológica.

En el contexto de la SNSM, este servicio adquiere especial relevancia al actuar como un factor de resiliencia ambiental frente a presiones antrópicas externas y a los efectos del cambio climático, consolidando al territorio como un referente regional de calidad ambiental y como un soporte clave para las estrategias de conservación y gestión integral del área.

6.4. Compuestos Orgánicos Volátiles Biogénicos (BVOC) y aerosoles biológicos.

Los Compuestos Orgánicos Volátiles Biogénicos (BVOC) y los aerosoles biológicos no deben considerarse contaminantes, ya que forman parte de los procesos naturales de los ecosistemas. Estos compuestos y aerosoles son emitidos principalmente por la vegetación, cumplen funciones clave como:

- ✓ Los (BVOC) actúan como mecanismos de defensa y comunicación entre plantas e insectos, ayudan a las especies a adaptarse a condiciones de estrés, y favorecen la formación de aerosoles.
- ✓ Los aerosoles biológicos ayudan la formación de nubes y la generación de núcleos de condensación que favorecen la precipitación. Por tanto, contribuyen a la regulación térmica de la atmósfera, amortiguando el calentamiento superficial y facilitando la estabilidad climática.

Los (BVOC por su sigla en inglés) son compuestos orgánicos derivados de las plantas, clasificados dentro de los terpenos, se forman por la unión de dos unidades de isopreno, lo que les da una fórmula molecular de ($C_{10}H_{16}$), generalmente volátiles y reportados como isopreno, terpenos, monoterpenos y sesquiterpenos, son de bajo peso molecular y son emitidos por las plantas. Por otra parte, según (Li, 2019) *“los aerosoles biológicos se definen como partículas de origen microbiano, vegetal o animal, a menudo denominadas “polvo orgánico”, que pueden contener bacterias, hongos, virus, alérgenos y diversas toxinas”*, estos aerosoles pueden ser de origen primario como polen, esporas y bacterias y secundario que se forman a partir de reacciones químicas o físicas de los aerosoles primarios con componente o contaminantes presentes en la atmósfera.

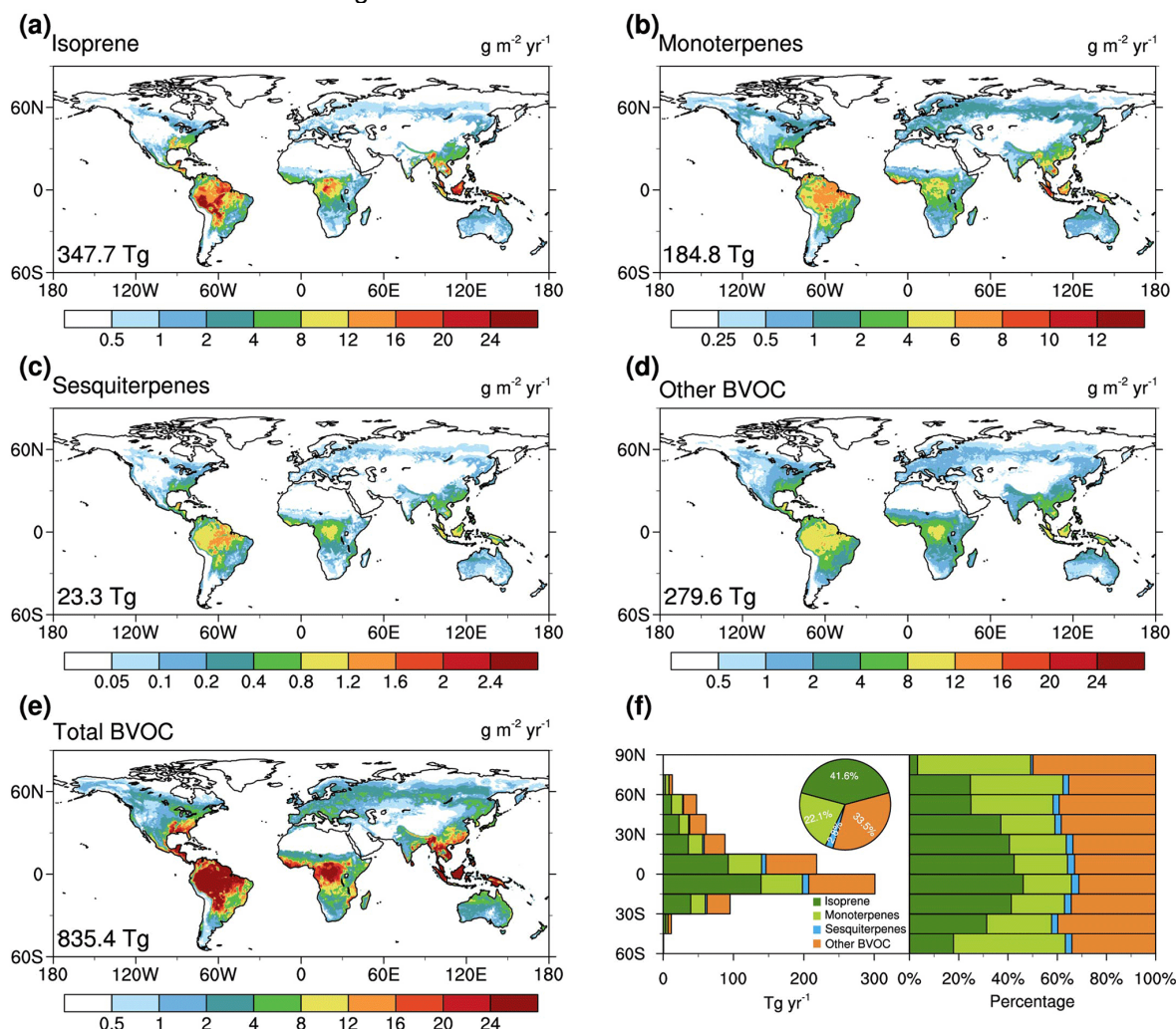
Según estudios realizados por (Amazon Tall Tower Observatory (ATTO), s.f.) la emisión de isopreno y terpenos aumenta con temperatura, radiación y estrés hídrico; durante episodios de calor en temporadas secas, los árboles incrementan monoterpenos y sesquiterpenos, alterando la química oxidativa y la formación de partículas finas que influyen favorablemente en la formación de nubes y lluvia.

Por otra parte, investigaciones recientes (Wang, 2024), que estudiaron el comportamiento de estos compuestos a nivel global, muestran que en la zona norte del país se presentan emisiones relevantes de isoprenos, monoterpenos y BVOC totales, esto debido a las condiciones ambientales favorables asociadas a una alta cobertura vegetal y existencia de bosques primarios. En particular, regiones como América Central y la Sierra Nevada de Santa Marta se reconocen como emisores significativos de este tipo de compuestos, lo cual muestra la relevancia del ecosistema a pesar de su nivel de intervención.

Estas emisiones están estrechamente relacionadas con las características biofísicas propias de la SNSM, donde la presencia de una amplia cobertura boscosa, distribuida en múltiples pisos térmicos. Permiten que dichas zonas

boscosas se mantengan por las condiciones de humedad y precipitación que facilitan la generación, transporte y distribución de dichos compuestos, entre otros factores ambientales. En este contexto, los BVOC cumplen un papel clave en la regulación ecosistémica, contribuyendo a procesos de protección y estabilidad ambiental.

Figura 122. Emisión anual de BVOC -2024.



Fuente: Wang (2024).

Es de considerar que este tipo de compuestos presentan rasgos que, junto con la hidrología, condiciones de alta humedad, estrés térmico, bosques húmedos y secos que presenta la sierra nevada, favorecen la mezcla y movimiento de los BVOC y la relación con el crecimiento de aerosoles orgánicos secundarios que luego actúan como núcleos de condensación de nubes, influyendo en precipitación local.

La pérdida de cobertura boscosa primaria implicaría una reducción significativa en la emisión de isoprenos, monoterpenos y otros BVOC, lo que conllevaría una desestabilización de los procesos ecológicos propios de la Sierra Nevada de Santa Marta. En consecuencia, la conservación de los bosques primarios resulta fundamental, dado sostenimiento de un servicio ecosistémico estratégico asociado a la regulación climática y al mantenimiento del ciclo hidrológico.

Esta función adquiere especial relevancia considerando que las proyecciones de cambio climático para el norte del país, particularmente en sectores de La Guajira y el norte del Cesar y Magdalena, indican un incremento considerable de la temperatura y la frecuencia e intensidad de eventos de sequía. En este escenario, la protección de la Sierra Nevada de Santa Marta se consolida como un elemento clave para mitigar impactos climáticos, garantizar la provisión hídrica regional y reducir la vulnerabilidad ambiental frente a escenarios futuros.

6.5. Sumideros de carbono

Se reconoce que la atmósfera es la capa de gases que rodea la Tierra y se mantiene unida por efecto de la gravedad. Esta envoltura gaseosa es esencial para la vida, ya que regula la temperatura del planeta, filtra la radiación solar nociva y permite el desarrollo de los procesos biogeoquímicos. Su composición es principalmente Nitrógeno (N₂) con un 78 %, Oxígeno (O₂) con un 21 %, y un 1 % restante conformado por otros gases y vapor de agua. Entre ellos, el Dióxido de Carbono (CO₂), aunque presente en una proporción aproximada del 0,04 %, juega un papel determinante en la regulación de la temperatura global debido a su capacidad de generar efecto invernadero, reteniendo parte del calor que ingresa al planeta.

La atmósfera se divide en capas según su temperatura y composición química. La Exosfera, ubicada entre 600 y 10.000 km de altura, es la capa más externa, mientras que la Troposfera o Biosfera, que se extiende desde la superficie hasta aproximadamente 12 km, concentra la vida, el clima y la mayor parte de las actividades humanas. Adicionalmente, la atmósfera es dinámica y está en constante movimiento debido a la influencia de la radiación solar, los patrones de viento, la rotación terrestre y la interacción con los océanos, factores que determinan el comportamiento climático y la distribución de los gases que la componen.

En relación con lo anterior, La (NASA, 2025) ha documentado cómo el aumento de CO₂ coincide con un incremento sostenido en la temperatura media global, las siguientes figuras muestran gráficos con dicha correlación.

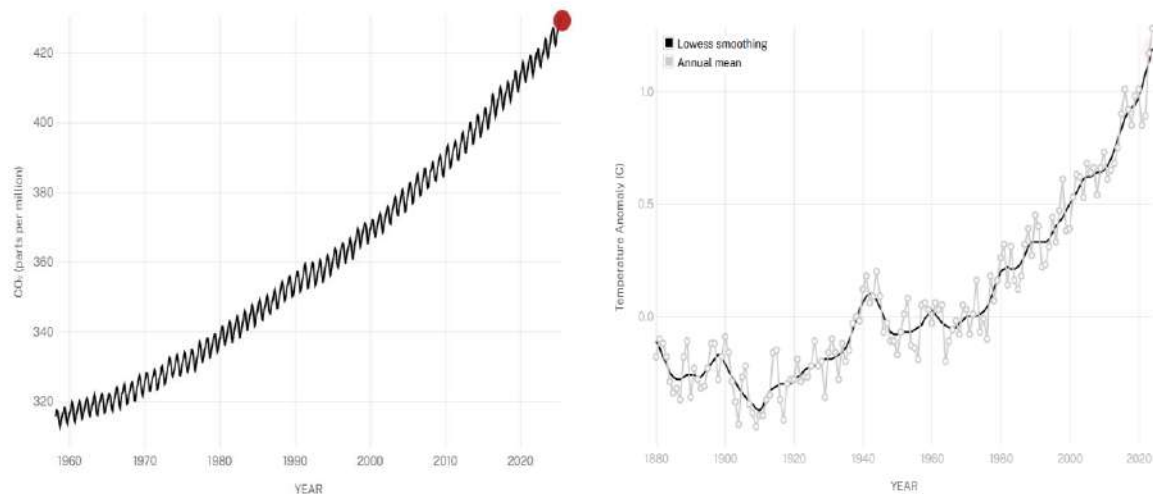
Figura 123. correlación entre la temperatura y el Dióxido de Carbono - 2017

MEDICIONES DIRECTAS: 1958-PRESENTE

Fuente de datos: NOAA, medido en el Observatorio de Mauna Loa

ÍNDICE GLOBAL DE TEMPERATURA TERRESTRE-OCEANO

Fuente de datos: Instituto Goddard de Estudios Espaciales (GISS) de la NASA. Crédito: NASA/GISS

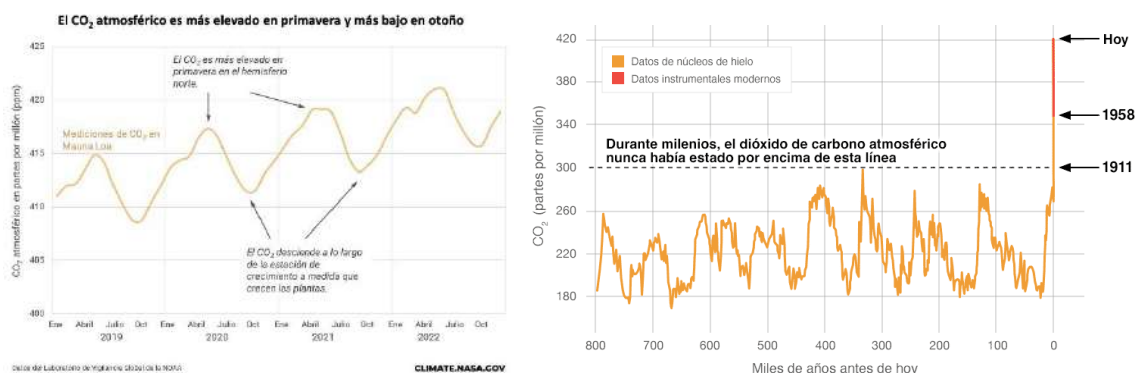


Fuente: NASA (2017).

En consecuencia, se considera que el dióxido de carbono (CO_2) es un gas relevante en la dinámica atmosférica e influye en el clima, este gas proviene principalmente de la quema de combustibles fósiles, incendios forestales y procesos naturales como erupciones volcánicas. Según (NASA, 2025), muestra evidencia que, desde el inicio de la era industrial en el siglo XVIII, las actividades humanas han incrementado su concentración en la atmósfera en un 50 %, alcanzando niveles un 150 % superiores a los registrados en 1750, superando incluso las variaciones naturales ocurridas al final de la última glaciación hace 20.000 años. Igualmente, se reporta que los niveles de CO_2 presentan fluctuaciones estacionales debido a los ciclos de fotosíntesis.

En el hemisferio norte, durante la primavera, las plantas absorben CO_2 para su crecimiento, reduciendo su concentración en la atmósfera, mientras que en otoño e invierno este vuelve a aumentar por la descomposición de la materia vegetal. Un patrón similar, aunque menos intenso, ocurre en el hemisferio sur, debido que tienen menor cantidad de tierra y vegetación que en el norte. A continuación, se muestran las figuras con el comportamiento histórico del CO_2 en miles de años y el comportamiento de este en el ciclo anual.

Figura 124. Comportamiento histórico del CO₂ en miles de años y el comportamiento de este en el ciclo anual 2025.



Fuente: NASA (2025).

La creciente concentración de dióxido de carbono (CO₂) en la atmósfera constituye actualmente uno de los principales riesgos planetarios, en la medida en que es un factor determinante del incremento de la temperatura media global. Este fenómeno se estima que conllevará una serie de impactos de alta magnitud, entre los que se destacan la pérdida y degradación de ecosistemas, el aumento del nivel medio del mar, así como alteraciones significativas en los regímenes de precipitación, incluyendo cambios en la intensidad, frecuencia y estacionalidad de las lluvias y prolongados periodos secos.

En este contexto, los repositorios naturales de carbono, entendidos como aquellos ecosistemas con capacidad de capturar, retener y almacenar (CO₂), adquieren una relevancia estratégica tanto a escala regional como global. Estos sistemas desempeñan un papel fundamental en la mitigación del cambio climático, al actuar como reguladores térmicos del sistema climático. Adicionalmente, su conservación resulta clave para el mantenimiento de la biodiversidad y de servicios ecosistémicos esenciales.

Considerando que la SNSM alberga uno de los mayores reservorios de carbono de la región Caribe, según lo indicado en el Atlas de Carbono, elaborado por el Sistema de Parques Nacionales Naturales (SPNN, 2020). Este documento estimó que el Parque Nacional Natural Sierra Nevada de Santa Marta con 177.753 ha de bosques en área protegida y un almacenamiento estimado de 52,4 millones de toneladas de CO₂ equivalente (MtCO₂e), cifra que aumenta a más de 91,8 MtCO₂e al considerar sus áreas con función amortiguadora (0–10 km). Este volumen posiciona a este ecosistema como un sumidero de carbono estratégico a escala regional y nacional,

sustentado en su gradiente altitudinal continuo que conecta bosques secos, húmedos, montanos y ecosistemas altoandinos.

Igualmente, el Atlas indica que el 44 % del área continental del sistema protegido de la Sierra Nevada de Santa Marta (SNSM) mantiene cobertura boscosa, porcentaje significativo considerando su localización en el bioma Caribe-Andes, históricamente sometido a presión antrópica. Esta cobertura forestal es el soporte directo del almacenamiento de carbono en biomasa aérea y subterránea. Por otra parte, la Sierra cuenta con regulación climática de alta montaña, que según evidencia científica demuestra el rol principal que juegan los ecosistemas de montañas en la provisión de servicios ecosistémicos y la regulación climática, entre otros (Foro Mundial de Montañas, 2016); esto muestra que el estado de este ecosistema crea condiciones microclimáticas que favorecen la productividad primaria y la acumulación de carbono en suelos, reforzando la función de sumidero a largo plazo.

Por otra parte, el Atlas de Carbono indica que entre 1990 y 2019, la SNSM registró una deforestación acumulada de 24.193 ha dentro del área protegida, lo que generó emisiones cercanas a 7,1 MtCO₂e, ubicándola entre los parques con mayores emisiones históricas de la Dirección Territorial Caribe. Este proceso representa una pérdida directa de capacidad de secuestro y almacenamiento de CO₂ equivalente. Esto, se ve agravado por el contexto climático identificado en el estudio glaciar: aumento de temperaturas, reducción de regulación hídrica y mayor pérdida de la cobertura glaciar, según (Cabrera, 2022) que valoró la evolución de dos nevados en Colombia a partir de sensores remotos e imágenes satelitales. La rápida pérdida glaciar documentada en este estudio sirve como una señal de alerta temprana sobre la sostenibilidad del sumidero de carbono de la SNSM.

La disminución de glaciares compromete la regulación hídrica y térmica que sostiene los bosques montanos y altoandinos, los cuales concentran importantes reservas de carbono. Los anteriores factores, muestran una afectación de la función del ecosistema como sumidero, lo cual soporta la necesidad de controlar las presiones antrópicas.

El Atlas muestra que la SNSM presenta la mayor regeneración natural acumulada de la dirección territorial Caribe, con 9.185 ha regeneradas en el área protegida, que han capturado aproximadamente 2,7 MtCO₂e. Este proceso evidencia una resiliencia ecológica relevante, aunque insuficiente para compensar completamente las emisiones históricas por deforestación. La regeneración confirma que, bajo

condiciones de protección efectiva y estabilidad climática, la Sierra conserva un potencial activo de recuperación de su función como sumidero.

6.6. Carbono azul

El carbono azul se refiere al dióxido de carbono (CO_2) que es capturado, secuestrado y almacenado en forma de carbono orgánico por los ecosistemas marinos y costeros, principalmente los manglares y los pastos marinos. En los manglares, el carbono se almacena en el suelo, en la biomasa aérea viva (hojas, ramas y tallos), en la biomasa subterránea viva (raíces) y en la necromasa (madera muerta y detritos), siendo el suelo el compartimento que concentra la mayor cantidad de carbono. En los pastos marinos, el carbono se integra en las hojas, raíces, tallos y rizomas, y de manera predominante en el sedimento.

Si bien en el área marina delimitada del área de estudio no se presentan extensas coberturas de estos ecosistemas, su presencia contribuye de manera significativa a la importancia de esta área protegida en los procesos de mitigación de emisiones de gases de efecto invernadero. En donde el suelo es el principal almacén de carbono y mayor potencial de secuestro de carbono que algunos ecosistemas terrestres debido a la disminución de la tasa de descomposición de la materia orgánica depositada en los suelos evitando la liberación en forma CO_2 a la atmósfera (Donato et al., 2011), se ha reportado almacenamiento de carbono orgánico en marismas 255 Mg/ha, pastos marinos 108 Mg/ha (IPCC, 2013; Howard et al., 2014), en donde existen consideraciones en las cuales se calcula que prevenir las emisiones en ecosistemas marinos puede contribuir entre el 3-7% de las emisiones actuales de combustibles fósiles (un total de 7200 Tg/ha) en dos décadas (Nelleman et al., 2009).

6.7. Servicios asociados a los Bosques de niebla

Los bosques de niebla se destacan por su importancia estratégica en la generación y provisión de bienes y servicios ecosistémicos para la población. Estos ecosistemas presentan el valor agregado de suministrar servicios hídricos adicionales, como la captura de agua por condensación de nubes y neblina (Bubb et al., 2004), proceso que ocurre gracias a la vegetación asociada, la cual intercepta y retiene la humedad proveniente de las nubes. Adicionalmente, se ha evidenciado que la cantidad de agua producida en los bosques de niebla es mayor en comparación con otros bosques de montaña, debido a que en estos ecosistemas las pérdidas y el consumo de agua por la vegetación son menores (Bubb et al., 2004).



En la SNSM, la demanda hídrica asciende a 80,3 millones de m³, beneficiando a una población aproximada de 1.095.162 habitantes. Además del consumo de agua potable, el recurso hídrico es utilizado para actividades agropecuarias e industriales, así como para la generación hidroeléctrica, lo que resalta el papel fundamental que cumplen los bosques de montaña en la regulación y provisión del recurso hídrico, especialmente en los países andinos (Bubb et al., 2004). Las principales fuentes hídricas originadas en la SNSM incluyen los ríos Aracataca, Sevilla, Frío y Tukurinca, los cuales abastecen cultivos de banano, palma africana, limón, mango, pastos y otros frutales (Armenteras D. et al., 2007).

Estos ecosistemas, en especial los localizados en la región andina, presentan una alta riqueza de especies, asociada al elevado endemismo de los bosques andinos en comparación con otros bosques del mundo (Gentry, 1992, en Bubb et al., 2004). En Colombia, los bosques de niebla albergan especies de flora y fauna amenazadas y/o emblemáticas, como la palma de cera (*Ceroxylon* spp.), los pinos nativos colombianos, el oso de anteojos (*Tremarctos ornatus*) y el tapir de montaña (*Tapirus pinchaque*), entre otros (Armenteras D. et al., 2007). Asimismo, las comunidades locales extraen diversos productos del bosque de niebla, como frutas, plantas medicinales y ornamentales. Los usos maderables se relacionan principalmente con la extracción de leña y madera para construcciones locales, mientras que los usos no maderables incluyen la cacería, la extracción de plantas ornamentales, resinas y materia prima para la elaboración de artesanías (Armenteras D. et al., 2007).

Los bosques de niebla también se han consolidado como destinos turísticos de relevancia, especialmente para las comunidades locales y las entidades gubernamentales, debido a su potencial para fomentar la conservación y generar conciencia ambiental entre los visitantes (Armenteras D. et al., 2007). No obstante, la ausencia de una planificación adecuada y la implementación de malas prácticas turísticas pueden generar impactos negativos sobre estos ecosistemas frágiles. En Colombia, la SNSM se encuentra entre los Parques Nacionales Naturales con bosques de niebla más visitados, con un promedio de 56.220 visitantes por año (Armenteras D. et al., 2007).

A pesar de su importancia ecológica, se estima que los bosques de niebla están desapareciendo rápidamente, incluso a una tasa superior a la de los bosques húmedos tropicales. LaBastille y Pool (1978, en Bruijnzeel, 2000) documentaron que durante la década de 1970 los bosques nublados de Centroamérica y el Caribe presentaban las tasas de pérdida más altas entre los diferentes tipos de bosque. En Colombia, se estima que cerca del 90 % de los bosques de niebla de los Andes del

Norte han sido transformados principalmente en pastos y cultivos agrícolas (Armenteras D. et al., 2007).

Esta situación se ve agravada por la concentración de la población en zonas montañosas de los Andes, lo que, sumado a la expansión de la actividad agrícola, ha generado una alta intervención de los ecosistemas de montaña y, en particular, de los bosques de niebla. Estos ecosistemas suelen estar asociados tanto a cultivos de subsistencia de comunidades locales como a cultivos comerciales de café, frutas, hortalizas y flores. En el caso del café, su rango óptimo de cultivo se ubica entre los 1.200 y 2.200 m s. n. m., lo cual coincide en gran medida con el rango altitudinal característico de los bosques de niebla (Armenteras D. et al., 2007). Por su parte, los pastizales destinados a la ganadería predominan en áreas ubicadas por encima de las zonas cafeteras, dentro de la franja de selvas y bosques andinos. Otras amenazas relevantes incluyen los cultivos ilícitos, la cacería y la extracción de madera. Cabe destacar que la densidad poblacional en los municipios con presencia de bosques de niebla ha sido considerablemente mayor que la densidad nacional durante el periodo 1951–2005 (Armenteras *et al.*, 2007).

La presión antrópica y la transformación de los bosques de niebla hacia otros usos del suelo podrían generar disminuciones significativas en los caudales hídricos, especialmente durante las épocas de sequía, debido al papel clave que estos ecosistemas desempeñan en la regulación hídrica. Adicionalmente, el cambio climático tiende a alterar los patrones de formación y condensación de las nubes, lo que podría ocasionar importantes cambios ecológicos, incluyendo la desaparición de especies asociadas a estos ambientes (Armenteras D. et al., 2007). En particular, los anfibios y las epífitas podrían verse gravemente afectados debido a su alta sensibilidad a las variaciones en la humedad. Asimismo, la fragmentación del hábitat en los bosques de niebla incrementa el riesgo de extinción de especies asociadas, siendo las aves frugívoras uno de los grupos más vulnerables, ya que presentan una mayor probabilidad de desaparición en bosques de montaña intervenidos y fragmentados en Colombia (Armenteras D. et al., 2007).

6.8. Soporte a biodiversidad, endemismo y regulación ecosistémica

Debido a que las características propias de la SNSM, que presenta todos los pisos térmicos del país compresos en un único macizo, sumado a su ubicación latitudinal, los niveles de radiación solar y la incidencia de los vientos alisios del norte y de los monzones regionales del valle del Magdalena, junto con distintos gradientes de humedad a lo largo de sus cuencas, ha propiciado la formación de numerosos

microclimas, que la consolidan como un sistema aislado, funcionando como una isla biogeográfica, que favorece la especiación (alopátrica, simpátrica, etc.) de biodiversidad, y especialmente de endemismos (Bartels, 1984) a lo largo de toda su historia evolutiva, que incluye varios periodos de glaciación durante el pleistoceno, y diferentes procesos de dispersión desde sus zonas bajas, así como desde otras formaciones de origen andino como el Perijá, Mérida y Macuira.

Es así que la SNSM es considerada como un centro de endemismo nacional y continental que sustenta hábitats clave en la preservación de muchas especies endémicas y migratorias (Strewe y Navarro, 2003, Dechner y Diazgranados, 2007, Botero-Delgadillo, 2011, Bayly et al., 2016, Castaño-Urbe et al., 2013, Le Saout et al., 2013, Granados-Peña et al., 2014); pudiéndose hallar más de 150 especies endémicas por encima de los 1.700 msnm (FPSN, 2000; Fortier et al., 2025). Por lo cual se puede concluir que un servicio ecosistémico propio de producción de nuevas especies y de endemismos, por lo cual en términos evolutivos y biogeográficos este servicio para el país es invaluable.

Al presentar rangos de distribución restringidos y adaptaciones ecológicas específicas, la fauna que habita en la SNSM cumple funciones que no pueden ser sustituidas por especies de otros sistemas montañosos (Adams, 1973; Brown, 1991), por lo que los servicios ecosistémicos atribuidos a estas especies contribuyen un valor agregado a su importancia ecológica en las regiones que habitan (Luck et al., 2003; Naidoo y Ricketts, 2006). En este sistema se concentra aproximadamente el 13 % de los endemismos de vertebrados de Colombia, siendo las aves el grupo mejor representado, seguidas por anfibios, reptiles y mamíferos (PNNC, 2022). Además, el plan de manejo reconoce al páramo como un centro biogeográfico de diferenciación y especiación, lo cual refuerza su valor como objeto de conservación por singularidad y procesos evolutivos en curso (PNNC & CTC, 2020; Escobar et al., 2022; Gómez et al., 2024).

En términos de endemismo, los vertebrados de la SNSM presentan patrones particularmente relevantes en los grupos de aves y reptiles, tanto dentro del área actual como en la propuesta de ampliación del Parque Nacional Natural Sierra Nevada de Santa Marta. Algunas zonas del sector noroccidental del macizo concentran hasta 33 especies endémicas, lo que subraya su alto valor para la conservación (PNNC, 2020). Entre los reptiles registrados se destacan especies como *Anolis menta*, *Anolis paravertebralis*, *Atractus sanctamartae* y *Anolis solitarius*, conocidas únicamente a partir de sus localidades tipo, lo que evidencia la necesidad de fortalecer los estudios sobre biodiversidad, estado poblacional y características de sus hábitats, como base para el diseño de estrategias de conservación efectivas.

Los servicios de regulación asociados a la artropofauna endémica y de distribución restringida son esenciales para la estabilidad de los ecosistemas de la Sierra. Tarántulas, abejas nativas, escarabajos y lepidópteros especializados sostienen procesos de polinización, descomposición y control biológico a lo largo de distintos pisos altitudinales, garantizando la reproducción de plantas propias de la Sierra Nevada y la regeneración de sus bosques (Wells et al., 1983; Gnaspini, 1996; Bolaño Manjarres et al., 2023). La pérdida de estas especies endémicas interrumpiría interacciones planta–animal altamente especializadas, afectando la resiliencia de los ecosistemas frente al cambio climático.

Los anfibios y reptiles endémicos, muchos de ellos confinados a microhábitats específicos de bosques nublados, páramos y zonas riparias, cumplen funciones clave en la regulación de poblaciones de invertebrados y en el mantenimiento del equilibrio trófico local (Isaacs-Cubides et al., 2021). Su estrecha dependencia de gradientes de humedad y temperatura los convierte en indicadores sensibles de cambios ambientales, permitiendo detectar alteraciones en la funcionalidad de los ecosistemas antes de que se manifiesten impactos mayores (Urbina Cardona, 2016).

Las aves endémicas, en particular colibríes, frugívoros y especies del sotobosque, son fundamentales para sostener los servicios de polinización, dispersión de semillas y control de poblaciones, especialmente en bosques montanos y de alta montaña (Botero-Delgadillo, et al., 2021; Velez et al., 2025). Su especialización ecológica y su dependencia de hábitats bien conectados hacen que desempeñen un papel insustituible en la continuidad de los procesos ecológicos a lo largo de los gradientes altitudinales de la Sierra Nevada (Isaacs-Cubides et al., 2021)

Los mamíferos endémicos o con poblaciones genéticamente diferenciadas en la Sierra Nevada de Santa Marta desempeñan un rol central en los servicios de soporte, especialmente mediante la dispersión de semillas y la estructuración del paisaje. Al desplazarse entre diferentes pisos altitudinales, estas especies facilitan la conectividad funcional entre ecosistemas, promoviendo la regeneración forestal y el mantenimiento de la diversidad vegetal propia de la Sierra. La pérdida de estas especies comprometería procesos ecológicos clave y reduciría la capacidad adaptativa de los bosques (Aldana Dominguez, et al., 2017; Bogoni et al., 2020; Ghimire et al., 2025)

En los ecosistemas costeros y marinos, aunque muchas especies no son estrictamente endémicas, las poblaciones asociadas a la Sierra Nevada cumplen funciones clave en la transferencia de energía y nutrientes entre ambientes

terrestres y oceánicos (Sheaves, 2009; Pittman et al., 2025). Esta conectividad permite que los servicios ecosistémicos marino-costeros se integren con los procesos ecológicos de la montaña, reforzando la funcionalidad del sistema en su conjunto (Correll et al., 1992).

En términos de regulación ecosistémica, debido al gradiente altitudinal en el área de estudio, se presenta una conectividad altitudinal que conecta diversos ecosistemas desde tierras bajas hasta el páramo, lo que favorece la integridad funcional del paisaje (PNN, 2020). Esta conectividad soporta procesos ecológicos que dependen del gradiente, incluyendo movimientos altitudinales de polinizadores asociados a las distintas épocas del año (López-Segoviano et al., 2025) y patrones de dispersión de semillas característicos de bosques montanos (Chapman et al., 2016).

Asimismo, el mantenimiento del gradiente altitudinal en la SNSM es clave para componentes estructurales como las epífitas, cuya diversidad y recambio cambian con la elevación (Ding et al., 2016), tales como las familias Orchidaceae y Bromeliaceae. La familia Orchidaceae son de los grupos más diversos reflejando alta variedad de microhábitats y gradientes de humedad y temperatura en bosques nublados y montanos; su alta especialización en polinización, dependencia de hongos micorrícicos y sensibilidad a cambios microclimáticos las convierte en bioindicadores de integridad ecológica (Li et al., 2021; Hernandez-Perez et al., 2018; Waterman & Bidartondo, 2008).

Las Bromeliaceae cumplen roles funcionales clave en los ecosistemas de bosque nublado y montano actuando como captadoras y almacenadoras de agua y nutrientes a través de sus rosetas foliares, lo que contribuye al mantenimiento del ciclo hidrológico del dosel que almacenan agua y materia orgánica, además sostienen comunidades asociadas (microbiota e invertebrados) y contribuyen a procesos como ciclaje de nutrientes y mantenimiento de biodiversidad local, ampliando la complejidad estructural y funcional del dosel y del sotobosque en bosques húmedos (Ladino et al., 2019; Benzing, 2000; Nadkarni & Primack, 1989). Adicionalmente, estas estructuras forman fitotelmas que crean microhábitats estables para una amplia diversidad de invertebrados y anfibios, influyendo en la dinámica trófica y en los procesos de reciclaje de nutrientes del dosel forestal (Kitching, 2001; Richardson, 1999). La diversidad de esta familia suele ser alta en bosques nublados y subandinos, y la pérdida de cobertura boscosa, así como el cambio climático alteran el balance hídrico del dosel aumentando la vulnerabilidad de bromelias de distribución restringida (Benzing, 2000; Nadkarni, et al., 2010).

En consecuencia, una dominancia/alta representación de Orchidaceae y Bromeliaceae representa un sistema montano con alta integridad del dosel, humedad elevada y microhábitats epifíticos conservados, atributos sensibles a fragmentación, incendios y desecación del bosque, por lo cual es necesario conservar y proteger.

En el componente altoandino, la vegetación de páramo con estrato dominante (pajonal) y Asteraceae aporta una fracción significativa de la diversidad herbácea-arbustiva, asociada a la oferta de recursos para insectos altoandinos y a la respuesta de la cobertura a gradientes de temperatura, viento y radiación (Giraldo-Cañas, 2015; Galván-Carvajal et al, 2023). Las Poaceae y Cyperaceae cumplen un papel fundamental en la regulación hídrica de cuenca 461reas461ráficas, la retención de humedad y la estabilidad de suelos. En contextos de cambio climático, estos grupos vegetales son ampliamente utilizados como indicadores ecológicos para evaluar desplazamientos altitudinales de la vegetación y la pérdida o transformación de hábitats fríos, dada su estrecha relación con gradientes térmicos y de humedad en la alta montaña andina (Cleef, 1981; Madriñán et al., 2013; Buytaert et al., 2011; Ruiz et al., 2018).

Dentro de los ecosistemas acuáticos, el gradiente altitudinal tiene un efecto en la variación del número de especies de peces en las cuencas de los ríos, el cual muestra un valor más alto de especies a menores alturas (Jiménez-Segura et al. 2014; Carvajal-Quintero et al. 2015). Sin embargo, el número de especies se reduce a medida que aumenta la altitud y a su vez, aumenta la diversidad β y el porcentaje de especies endémicas (Carvajal-Quintero et al. 2015; Jiménez-Segura, Galvis, Cala et al. 2016). Esta distribución altitudinal puede estar influenciada por la pendiente, la velocidad, la temperatura del agua y la altura de la columna de agua (Cala-Cala, 2019).

Estudios realizados en ríos costeros de la SNSM indican que la estructura de la comunidad íctica obedece a un gradiente longitudinal, que resulta en una variación en la composición de especies y en la disminución de la biodiversidad (Ospina et al., 2023), pudiendo este gradiente estar relacionado con la complejidad, la diversificación y a las características de los hábitats (presencia de rápidos y remansos, ancho, profundidad y tipo de sustrato), los cambios en las condiciones fisicoquímicas como salinidad y temperatura, el tipo de coberturas (Jackson et al., 2001 en Ospina et al., 2023), la cantidad de oxígeno disuelto, luz, vegetación en el río y por la aparición de potenciales depredadores e interacción con otras especies (Granado-Lorencio, 1995).

Para el caso del estudio realizado por Ospina et al. (2023), la distribución y abundancia de los ensamblajes de peces más alejados de la desembocadura parecieran estar determinados por factores ambientales mientras que para aquellas zonas más cercanas a la desembocadura, la disponibilidad de recursos y la capacidad de las especies de explotarlos, es más determinante. Así mismo, la composición de especies endémicas reportadas en los ríos y quebradas del área de Reserva de la SNSM responde a las características de los hábitats los cuales determinan su distribución.

La importancia de la conectividad longitudinal tanto de los cauces se hace evidente en la preservación de los procesos ecológicos y biológicos que se desarrollan dentro de los ecosistemas acuáticos, como por ejemplo los desplazamientos migratorios de especies anádromas, catádromas y potamódromas, o desplazamientos para recolonización de hábitats idóneos, así como también, el mantenimiento de condiciones estables y la calidad fisicoquímica de los sistemas lóticos y lénticos que como en el caso de la Ciénaga Grande de Santa Marta, debe mantener un balance hídrico entre el agua salada que ingresa del mar y el agua dulce aportada por afluentes, ya que ese balance aporta a la riqueza en el ecosistemas y permite que los manglares crezcan brindando recursos para que muchas especies re reproduzcan allí. Así mismo, la conectividad de las coberturas vegetales también juega un papel importante dentro de los ecosistemas acuáticos, ya que permite mantener el flujo de energía y aportar condiciones favorables al sistema.

Finalmente, la diversidad endémica de peces en el área de Reserva de la SNSM constituye un servicio de ecosistémico de soporte y regulación al sostener funciones ecológicas esenciales como el control biológico, el cual es prestado potencialmente por especies que tienen dietas herbívoras e insectívoras, las cuales ayudan a controlar el crecimiento abundante de algas y plantas exóticas, y se alimentan de larvas de insectos y otros invertebrados (Huertas-Rodríguez et al., 2022) como es el caso de *Hemibrycon sierraensis* y *Trichomycterus nietoi* (Ardila 2014; García-Alzate et al., 2015). Además, especies con dieta detritívora pueden aportar a la regulación de la dinámica de las redes alimenticias y a la calidad hídrica, evitando la desoxigenación mayor de cuerpos de agua y aportando al reciclaje de nutrientes dentro de ecosistemas acuáticos (Holmlund y Hammer, 2004; Huertas-Rodríguez et al., 2022). Así mismo, las especies endémicas prestan un servicio de regulación como recurso genético que se mantiene en una distribución geográfica limitada.

La fauna endémica de la SNSM también sustenta importantes servicios culturales, al representar valores identitarios, espirituales y simbólicos para las comunidades locales y pueblos indígenas. Así entonces, la conservación de estos linajes únicos

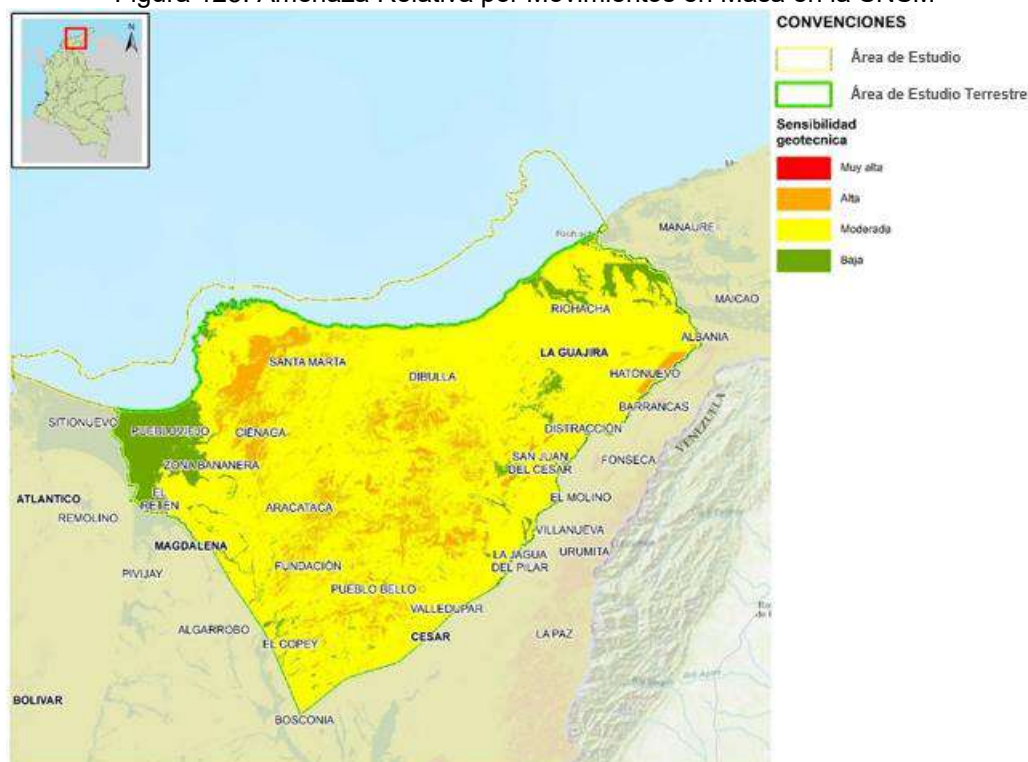
no solo protege la biodiversidad, sino que garantiza la continuidad de los procesos ecológicos y culturales que dependen de la integridad de los gradientes altitudinales y la conectividad ecológica del territorio.

6.9. Control de erosión y estabilidad de laderas

La erosión es, básicamente, la remoción del material superficial por acción del viento o del agua (Duque Escobar & Escobar P, 2016), el cual puede ser impulsado por actividades antrópicas y naturales (Hawker, Smith, Bell, & Parker, 2020). De acuerdo con el Mapa Nacional de Amenaza Relativa por Movimientos en Masa y sus memorias explicativas (SGC, 2017), los fenómenos de erosión en la SNSM estarían relacionados directamente con la geología, la geomorfología, pendiente, los suelos edáficos y las coberturas de la tierra presentes en el territorio. En adición a lo anterior, el ejercicio aquí mencionado tiene en cuenta dos factores detonantes de fenómenos de remoción en masa: clima y sismo.

El área propuesta para la delimitación de la reserva de la SNSM presenta susceptibilidad de ocurrencia de movimientos en masa de baja a alta, siendo la categoría de moderada la que mayor área abarca, seguida de la categoría alta, la cual aumenta, muy probablemente, en aquellas zonas donde aumenta la pendiente al interior de la Sierra. Por otra parte, si se expande el área de interés a la delimitación del Territorio Ancestral Gonawindua de la SNSM, se encuentra que siguen preponderando las zonas de moderada susceptibilidad, pero que aumentan aquellas de categoría baja, asociadas principalmente a zonas de llanura, depósitos de ríos, zonas cenagosas, entre otros.

Figura 125. Amenaza Relativa por Movimientos en Masa en la SNSM



Fuente: SGC (2017).

En línea con lo señalado, es necesario entender aquellos factores que pueden ser alterados de manera antrópica y conllevarían a la modificación en las condiciones de susceptibilidad de ocurrencia de fenómenos de remoción en masa:

- Variables Suelos edáficos y Coberturas de la tierra: según lo señalado por Duque Escobar & Escobar P (2016), la deforestación y las actividades agropecuarias, 464re como las actividades de ingeniería vinculadas con excavaciones, construcción de terraplenes y adecuación de terrenos para edificaciones, entre otros, exigen el retiro de la vegetación y la movilización de grandes volúmenes de suelo, lo cual deja dichas 464reas desprovistas de vegetación o de la protección del suelo y las hace susceptibles a inestabilidad por procesos de erosión y movimientos en masa, tal como se observa en la Figura 126. Además, como lo afirma Aguirre, Piraneque y Robles (2024), inherente al sector agrícola se asocian procesos de deforestación y cambio en las coberturas de los suelos.
- Detonante clima: de acuerdo con Hawker, Smith, Bell & Parker (2020), se prevé que las tasas de degradación del suelo aumenten con el cambio climático, el incremento de las inundaciones, entre otros; además, señala que todas aquellas condiciones climatológicas que resultan en un exceso de

precipitación, formación de hielo o fuertes vientos y nieve también contribuyen a la ocurrencia de procesos erosivos. Asimismo, Durán-Izquierdo & Olivero-Verbel (2021) señala que la SNSM tiene una alta predisposición a la erosión y, por tanto, es altamente vulnerable al cambio climático.

Figura 126. Erosión del suelo en las laderas deforestadas en Sierra Nevada de Santa Marta



Fuente: Hawker, Smith, Bell & Parker (2020).

Caracterización de erosión y régimen sedimentológico actual

La SNSM ha sido históricamente una fuente fundamental de sedimentos para las cuencas fluviales y las zonas costeras cercanas. De acuerdo con Von Axel & Von Erffa (2016), desde el Cuaternario tardío, la Sierra ha contribuido al suministro de sedimentos hacia el litoral, influyendo en la configuración de playas, barras y otros depósitos costeros, especialmente en sectores cercanos al piedemonte del macizo, lo cual deja en evidencia que estos procesos erosivos y de sedimentación han sido persistentes a lo largo de la historia geológica reciente. Por su parte, Idárraga García et al. (2011) señala una conexión entre la erosión en las laderas de la Sierra y la acumulación de sedimentos en los abanicos aluviales y terrazas fluviales del piedemonte occidental a partir de estudios en depósitos aluviales presentes entre Pozos Colorados y el río Córdoba, los cuales están compuestos por materiales clásticos derivados de la Sierra; dichos depósitos constituyen un registro geomorfológico clave del aporte sedimentario continuo y reflejan la eficiencia de los

procesos erosivos y de transporte fluvial en un contexto topográfico montañoso, como el de la Sierra.

Asimismo, la importancia de la SNSM como fuente de sedimentos se observa en la dinámica de los ríos que nacen en ella y drenan hacia sistemas como la Ciénaga Grande de Santa Marta y la costa Caribe. Es el caso de los ríos Aracataca y Fundación, los cuales realizan una contribución significativa y continua de sedimentos a escala regional (Restrepo-López, Ortiz-Royero, Otero-Díaz, & Ospino-Ortiz, 2015).

Consecuencias de mayor erosión, sedimentación, pérdida de estabilización

Así pues, el hecho de que la SNSM funcione como una estrella hídrica desde la cual nacen distintos ríos adquiere relevancia en relación con fenómenos erosivos, pues cuando el suelo erosionado es arrastrado a los cursos de agua, las cargas sedimentarias aumentan y conllevan a una disminución de la calidad del agua (Hawker, Smith, Bell, & Parker, 2020); también, este aumento en la sedimentación puede afectar procesos hidrológicos relacionados con la disponibilidad del recurso, recarga de acuíferos, e incluso generar daños a instrumentos de las comunidades. De acuerdo con (Parques Nacionales Naturales de Colombia, 2022), la Sierra enfrenta un proceso creciente de erosión, cuyas zonas de mayor criticidad se encuentran en los flancos occidental y norte, donde la alta vulnerabilidad recae no solamente en procesos antrópicos, sino también por las características propias de estas áreas (topografía escarpada, fuertes pendientes, suelos superficiales, materiales geológicos inestables, y alta variabilidad climática).

Figura 127. Sedimentación en Río Frío (arriba) y Río Sevilla (abajo)



Fuente: Hawker, Smith, Bell & Parker (2020).

En línea con lo presentado a lo largo de esta sección, la SNSM desempeña un papel fundamental en el control de la erosión y la estabilización de laderas, gracias a la interacción entre su relieve montañoso, la cobertura vegetal natural y los procesos hidrológicos que allí se desarrollan. La cobertura boscosa que abarca gran parte del macizo actúa como barrera natural frente a la erosión hídrica, ya que amortigua el impacto de la lluvia sobre el suelo, reduce la escorrentía superficial y favorecer la infiltración de agua a los acuíferos. Al mismo tiempo, la capa vegetal ayuda a mantener la cohesión del suelo y de los materiales superficiales, lo que contribuye a la estabilidad de las laderas y disminuye la ocurrencia de procesos de remoción en masa. Este servicio ecosistémico es especialmente relevante en un territorio de rasgos geomorfológicos con fuertes pendientes y un clima caracterizado por alta pluviosidad, ya que ayuda a regular la producción y el transporte de sedimentos hacia las cuencas bajas y las zonas costeras, mitigando efectos adversos sobre los ecosistemas y las actividades humanas aguas abajo. Así las cosas, este es un servicio ecosistémico de regulación, pues trae beneficios resultantes de la regulación de procesos ecosistémicos (MINAMBIENTE & Instituto Humboldt, 2017), siendo este en este caso el control de la erosión.

Esto quiere decir que este servicio ecosistémico en el sistema de la SNSM no solo impide la totalidad de la erosión en la región, sino que trae equilibrio a las dinámicas naturales que, como se mencionó, han sido de importancia para la evolución geológica y dinámicas geomorfológicas en el presente y pasado reciente de la costa Caribe colombiana, pues, como lo menciona INVEMAR (2007), la evolución de las zonas costeras guarda una estrecha relación con la carga sedimentaria transportada por fuentes hídricas desde el continente (INVEMAR, 2010).

Además, podría entenderse que este servicio ecosistémico se presta también en un ámbito regional para parte del Caribe colombiano pues, según lo mencionado en Aguirre, Piraneque y Robles (2024), la SNSM se encuentra en un contexto *“donde ejercen efecto la influencia del mar, la posición astronómica de la zona ecuatorial (temperaturas elevadas) y el clima intertropical inestable, por lo que es sometido a fenómenos ciclónicos del Caribe donde la presencia de fuertes vientos y fuertes lluvias tienen como consecuencia el incremento de la erosión del litoral e inundaciones en el territorio. Además, su topografía y los suelos son expuestos a la brisa marina seca y caliente, que arrastra y acumula sales al interior”*, donde la Sierra actuaría como una barrera natural a la circulación de los vientos, lo que disminuiría la erosión y probabilidad de ocurrencia de fenómenos de remoción en masa en las inmediaciones de la Sierra.

Tal aspecto adquiere relevancia teniendo en cuenta que cerca del 28% de la línea de costa del litoral Caribe presenta procesos de erosión activa (INVEMAR, 2007), contexto en el cual el aporte sedimentario de la SNSM forma parte del material básico que configura abanicos aluviales, terrazas, llanuras costeras y depósitos sedimentarios marinos, y, así, promueve la estabilidad costera y la atenuación frente a procesos erosivos.

Teniendo en cuenta lo aquí presentado, se realizaron modelaciones cuantitativas y cualitativas que permitieran conocer las dinámicas y procesos erosivos en la Sierra, tanto en condiciones actuales como en escenarios de cambio climático.

Las metodologías utilizadas se detallan en el Anexo 14.4 de consulta “Metodologías de modelación – Servicio ecosistémico control erosión y estabilización de laderas”, por lo que aquí se presentan los resultados y la discusión de estos.

6.9.1. Modelo cuantitativo de erosión en la Sierra Nevada de Santa Marta

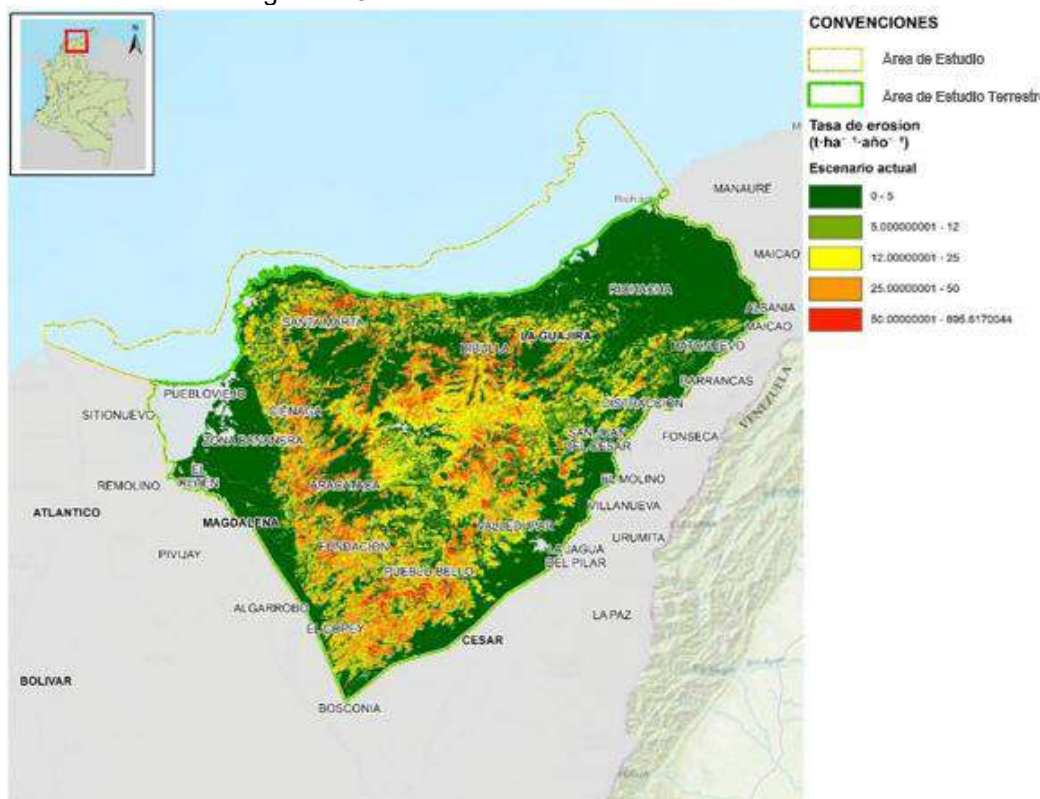
En territorios montañosos y ambientalmente estratégicos como la SNSM, la combinación de pendientes pronunciadas, altos volúmenes e intensidades de

precipitación y transformaciones en la cobertura del suelo, favorece el desarrollo de procesos erosivos que inciden directamente sobre la estabilidad del terreno, la degradación de los suelos y la regulación hidrológica de las cuencas (SGC, 2017). En este contexto, se hace necesario implementar un análisis específico de la erosión hídrica superficial, orientado a estimar la pérdida potencial de suelo y tasa de erosión anual. Para ello, se adopta un enfoque cuantitativo basado en la Ecuación Universal Revisada de Pérdida de Suelo (RUSLE), ampliamente utilizada para la evaluación de la erosión laminar y en escala regional (Renard et al., 1997; Panagos et al., 2015).

6.9.2. Resultados de la modelación

En el escenario actual (1996 - 2025), los resultados evidencian un predominio de áreas clasificadas en la categoría de amenaza muy baja, las cuales representan más del 50% del área modelada. Por su parte, se observa que una proporción del territorio cuenta con categorías de amenaza alta y muy alta, que en conjunto suman alrededor de un 18%; esto es de gran importancia teniendo en cuenta las cuantificaciones aquí encontradas, cuyo pico máximo es de cerca de 900 toneladas por hectárea al año.

Figura 128. Pérdida de suelo - Escenario actual

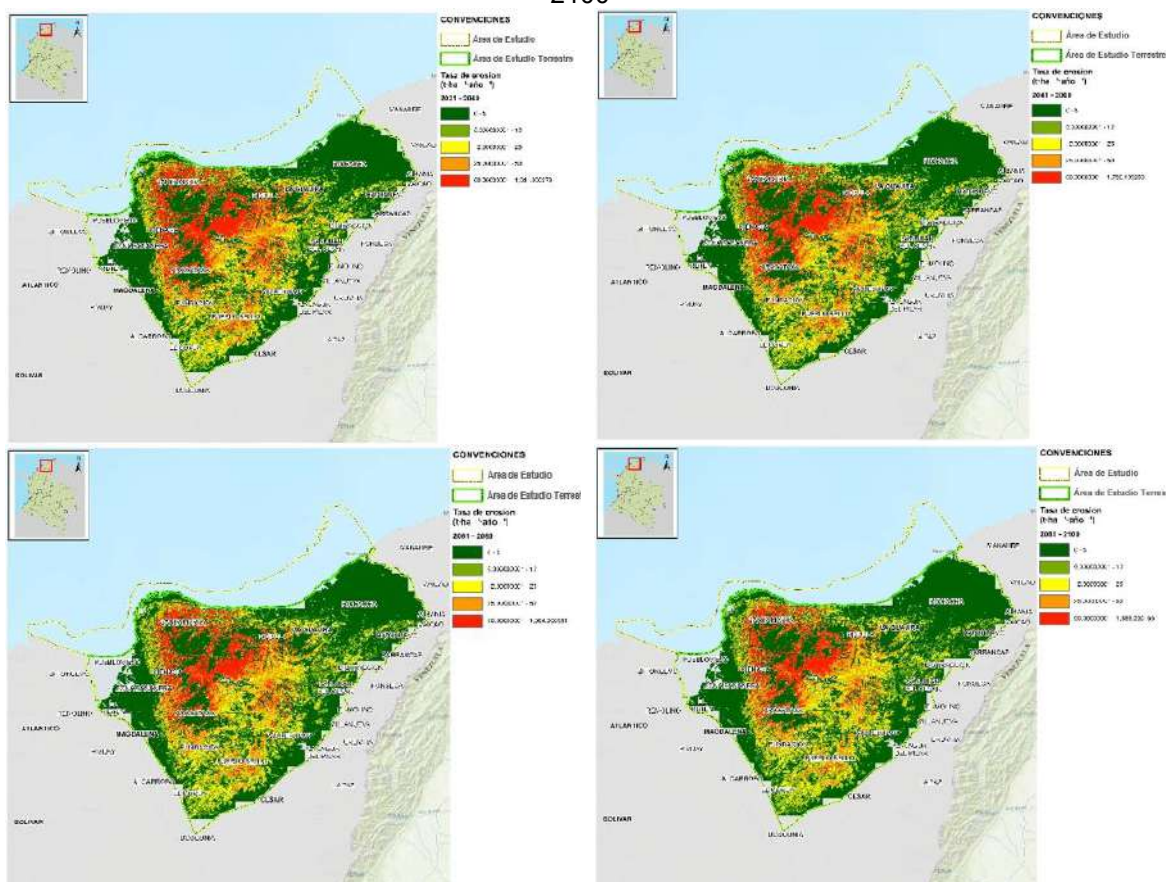


Fuente: MAD(2026).

Para los escenarios proyectados se observa un comportamiento con respecto a las áreas con categoría de erosión muy baja, las cuales se mantienen alrededor del 54%; asimismo, las zonas con categoría media se mantienen de manera constante cerca del 13%. Las categorías que más variación tienen son las bajas, en un rango entre 12.07% y 10.84%, y las altas, con un pico de 11.85 % y una proporción mínima de 8.43%. Finalmente, los sectores con categoría Alta varían entre un 11.52 % y 9.92%.

Vale la pena mencionar, que los valores máximos potenciales de erosión encontrados aquí superan las mil toneladas por hectárea al año.

Figura 129. Escenarios de modelación a) 2031 - 2040; b) 2041 - 2060; c) 2061 - 2080; d) 2081 - 2100



Fuente: MAD(2026).

En términos generales, el análisis multitemporal revela una tendencia clara hacia la disminución de las áreas de amenaza de pérdida de suelo alta y muy alta y el incremento progresivo de las categorías de amenaza media, baja y muy baja entre el 2031 y el 2100.

A continuación, se presentan los valores de erosión potencial porcentual para el área de estudio en los distintos escenarios modelados:

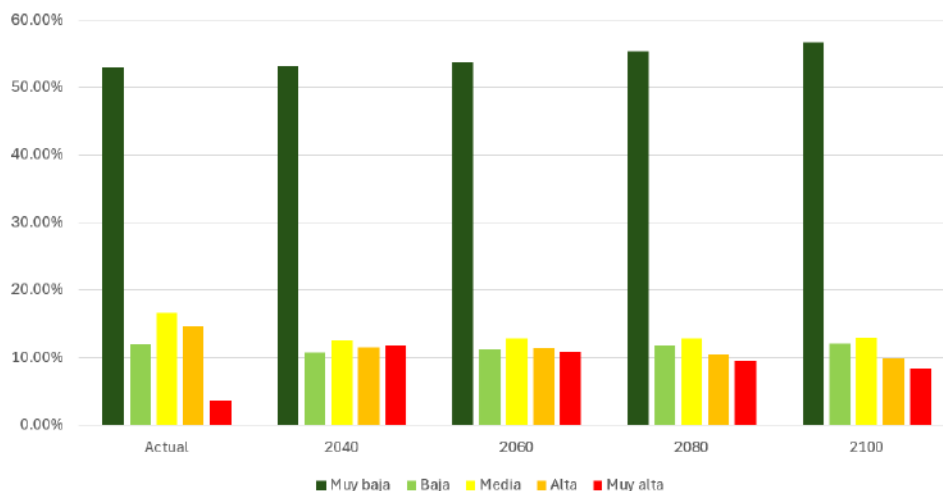
Tabla 72. Distribución porcentual de categorías de erosión en escenarios modelados

Categorías	Escenario Actual	2031 - 2040	2041 - 2060	2061 - 2080	2081 - 2100
Muy baja	53.05	53.17	53.75	55.35	56.66
Baja	11.99	10.84	11.16	11.74	12.07
Media	16.64	12.61	12.84	12.88	12.91
Alta	14.64	11.52	11.34	10.54	9.92
Muy Alta	3.68	11.85	10.91	9.5	8.43

Fuente: MAD(2026).

Figura 130. Pérdida potencial de suelo en escenarios modelados

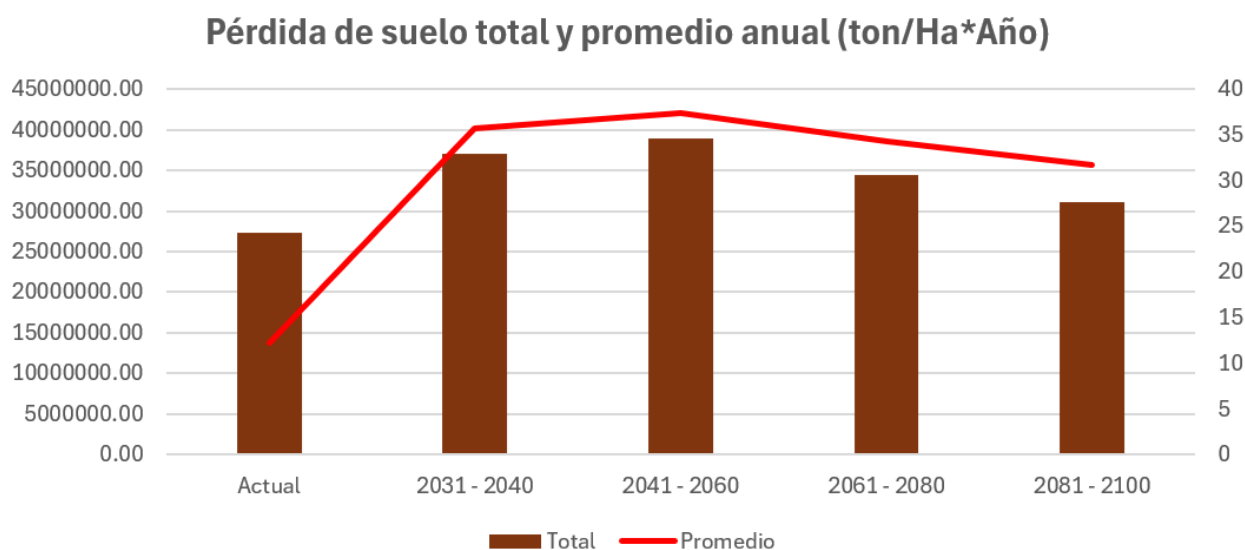
Pérdida potencial de suelo (t/Ha*Año)



Fuente: MAD(2026).

Asimismo, es posible estimar los valores en toneladas por hectáreas al año de pérdida potencial de suelo, representado en la siguiente gráfica:

Figura 131. Pérdida de suelo total y promedio en escenarios modelados



Fuente: MAD(2026).

Así pues, se encontraría que los máximos valores de pérdida de suelo para la SNSM estarían en el período 2041 – 2060 (alrededor de 39 millones de toneladas por hectárea al año), y los menores en el escenario actual (cerca de 27 millones de toneladas por hectárea al año).

6.9.3. Modelo cualitativo de erosión en la Sierra Nevada de Santa Marta

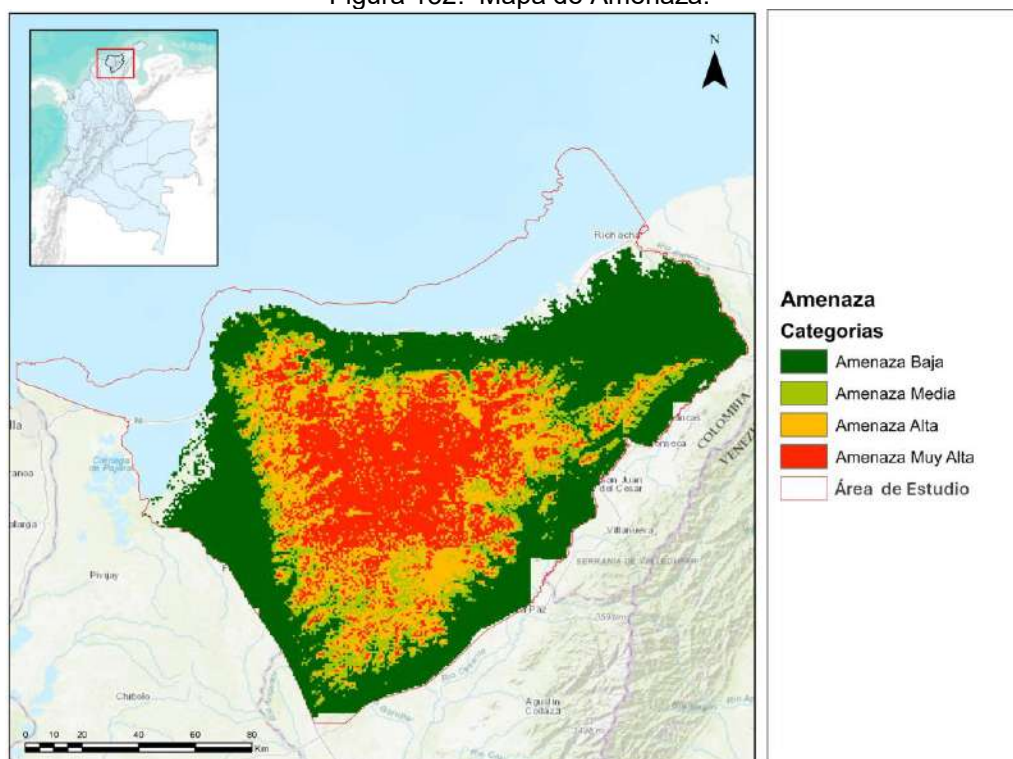
De manera complementaria al análisis cuantitativo de la erosión hídrica superficial, el presente estudio incorpora un enfoque cualitativo orientado a la caracterización geoambiental de la SNSM, de conformidad con los lineamientos establecidos en la Guía metodológica para la zonificación de amenaza por movimientos en masa a escala 1:25.000 (SGC, 2017). Este enfoque tiene como propósito comprender la interacción entre los componentes físicos y bióticos del territorio, así como los procesos geomorfológicos e hidrológicos que condicionan la estabilidad de las laderas y la ocurrencia de procesos erosivos y de remoción en masa.

Resultado de la amenaza

Una vez elaborado el mapa de susceptibilidad por movimientos en masa, se procedió a la generación del mapa de amenaza mediante la integración de dicha susceptibilidad con el factor detonante de precipitación correspondiente al año 2025, empleando un modelo de tipo multiplicativo, conforme a los lineamientos establecidos por el Servicio Geológico Colombiano (2017). En este enfoque, la

susceptibilidad representa la predisposición intrínseca del terreno frente a la ocurrencia de procesos de inestabilidad, determinada por las condiciones geoambientales, mientras que la precipitación actúa como el principal factor detonante, al incrementar las condiciones de saturación y reducir la resistencia de los materiales superficiales. Esta integración permite representar de manera más realista la amenaza por movimientos en masa en la SNSM bajo las condiciones climáticas actuales.

Figura 132. Mapa de Amenaza.



Fuente: MAD(2026).

Panorama cambio climático.

Una vez realizado el análisis de susceptibilidad y de amenaza por movimientos en masa bajo condiciones climáticas actuales, se plantea la evaluación del panorama de cambio climático como una fase posterior del estudio. Este análisis tiene como objetivo examinar cómo las variaciones proyectadas en el régimen de precipitaciones podrían modificar la amenaza en la SNSM, considerando la precipitación como el principal factor detonante de los procesos de inestabilidad del terreno.

Para ello, se propone la incorporación de los escenarios de cambio climático del (Cambio_Precipitacion_Escenario_SSP585), correspondientes a los horizontes temporales 2026, 2040, 2080 y 2100. Estos escenarios permiten analizar, a diferentes escalas temporales, los posibles cambios en la intensidad y distribución

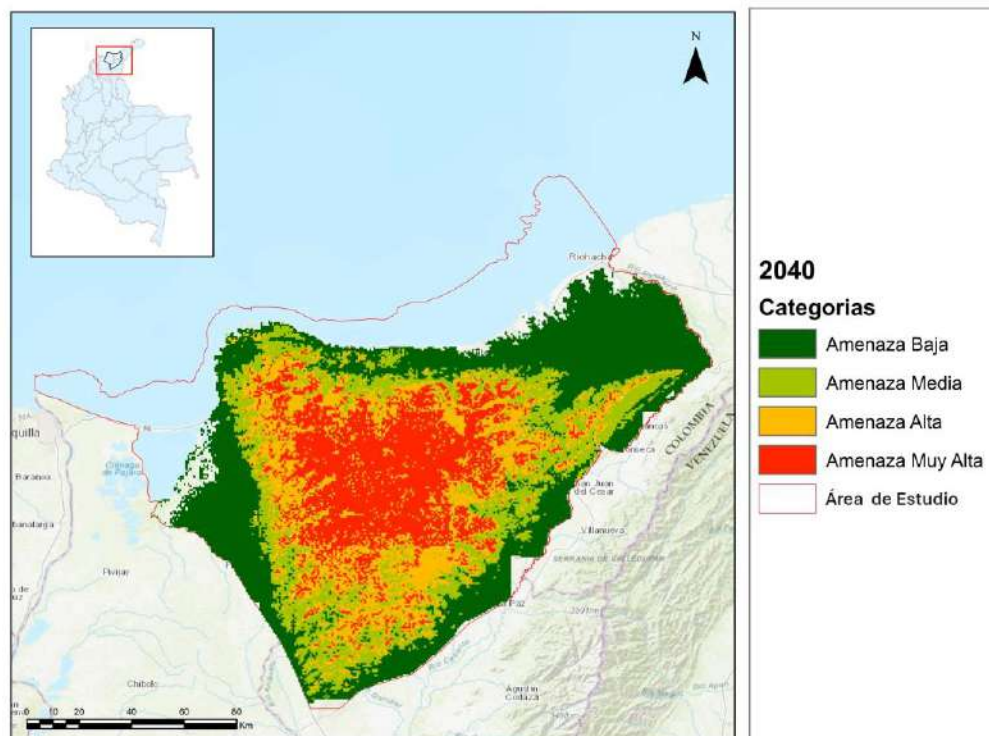
espacial de la precipitación y su influencia sobre la activación de movimientos en masa.

Desde el punto de vista metodológico, el análisis prospectivo se realizará manteniendo constante el mapa de susceptibilidad previamente obtenido, e integrando la precipitación proyectada como factor detonante. De esta manera, la amenaza futura se estimará mediante la combinación entre la susceptibilidad del terreno y las proyecciones de precipitación para cada escenario temporal, permitiendo identificar áreas donde podría incrementarse la amenaza como resultado de los efectos del cambio climático.

Este enfoque no busca predecir eventos específicos, sino ofrecer una visión precavida del comportamiento potencial de la amenaza bajo escenarios climáticos futuros, constituyéndose en un insumo relevante para la planificación territorial, la gestión del riesgo y la formulación de estrategias de adaptación en la SNSM.

Resultados de amenaza 2040

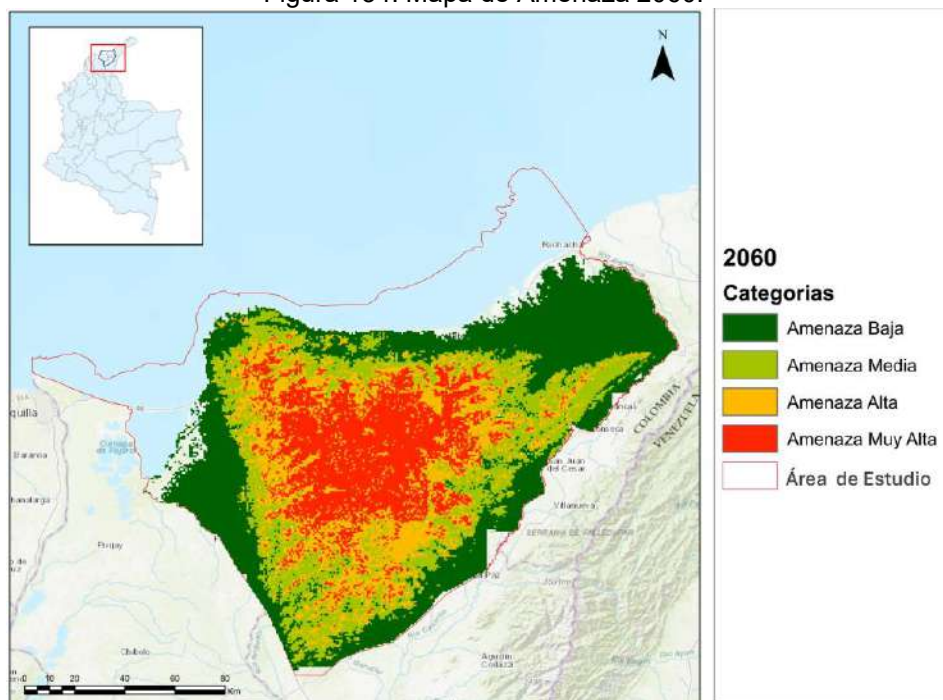
Figura 133. Mapa de Amenaza 2040.



Fuente: MAD(2026).

Resultados de amenaza 2060

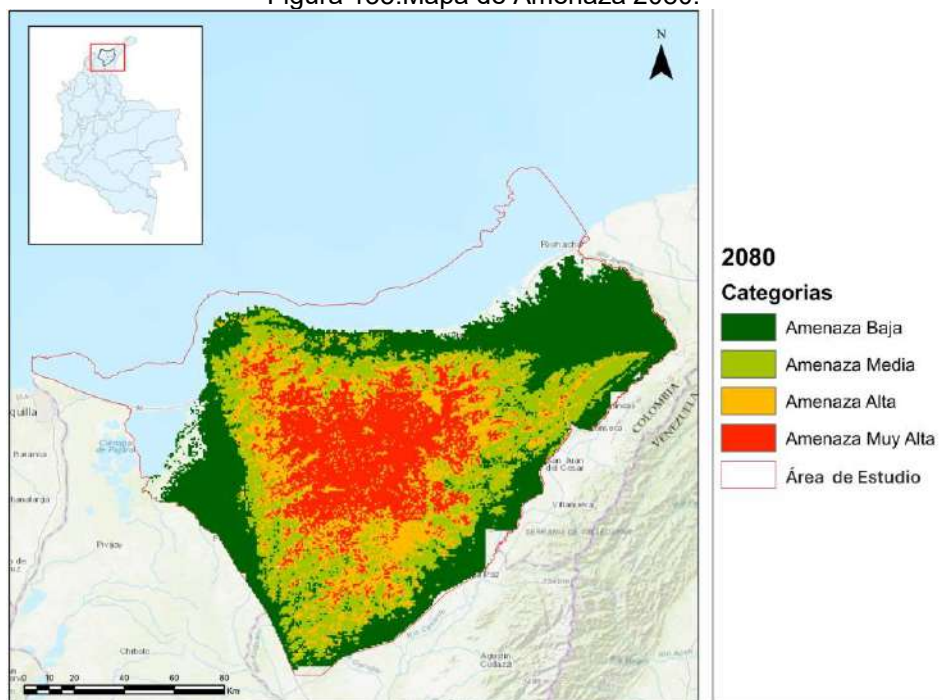
Figura 134. Mapa de Amenaza 2060.



Fuente: MAD(2026).

Resultados de amenaza 2080

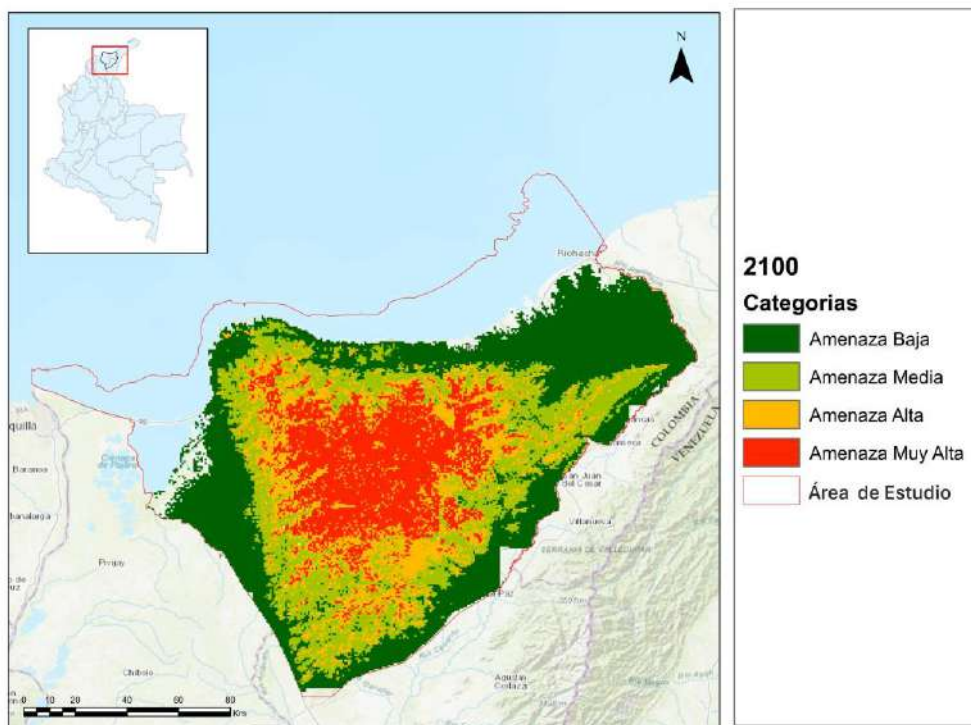
Figura 135. Mapa de Amenaza 2080.



Fuente: MAD(2026).

Resultados de amenaza 2100

Figura 136. Mapa de Amenaza 2100.



Fuente: MAD(2026).

Resultados y análisis en la amenaza multitemporal

El análisis de la amenaza por movimientos en masa se desarrolló a partir de Cambio_Precipitación_Escenario_SSP5-8.5 con el mapa base de susceptibilidad, mediante un modelo multiplicativo que permitió evaluar la evolución espacial y temporal de la amenaza bajo condiciones actuales y escenarios futuros de cambio climático. Este enfoque hizo posible estimar la amenaza para el contexto actual correspondiente al año 2025, así como para los horizontes proyectados de 2040, 2060, 2080 y 2100, considerando un escenario de altas emisiones caracterizado por incrementos progresivos en la intensidad y variabilidad de la precipitación.

En el escenario actual (2025), los resultados evidencian un predominio de áreas clasificadas en la categoría de amenaza baja, las cuales representan aproximadamente el 46,4 % del área de estudio. No obstante, se identifica una proporción significativa del territorio bajo categorías de amenaza alta y muy alta, que en conjunto superan el 42 %, lo que refleja una condición de inestabilidad relevante asociada a sectores con alta predisposición geomorfológica, pendientes pronunciadas, litologías susceptibles a la meteorización y regímenes de

precipitación elevados. Este escenario confirma que, incluso bajo condiciones actuales, la precipitación actúa como un factor detonante eficaz en zonas previamente predispuestas a procesos de remoción en masa.

Para el horizonte de 2040, se observa una reducción marcada de las áreas clasificadas como amenaza baja, las cuales descienden al 35,3 %, acompañada de un incremento notable de la amenaza media, que alcanza el 20,9 %. Este comportamiento indica una transición progresiva de sectores previamente estables hacia condiciones de mayor inestabilidad, como respuesta al aumento proyectado en la precipitación, lo que incrementa la probabilidad de activación de movimientos en masa en zonas con susceptibilidad moderada.

En el escenario correspondiente al año 2060, la tendencia de intensificación de la amenaza se consolida. La amenaza media continúa en aumento, alcanzando el 23,4 %, mientras que la categoría de amenaza muy alta se mantiene por encima del 21 %. Este patrón evidencia una expansión espacial de condiciones críticas, donde los valores de precipitación proyectados superan con mayor frecuencia los umbrales de estabilidad del terreno, reforzando el papel del clima como principal factor detonante frente a las condiciones intrínsecas del medio físico.

Hacia el año 2080, la amenaza media alcanza su valor más alto, con un 24,7 % del área de estudio, mientras que las categorías de amenaza alta y muy alta presentan ligeras disminuciones porcentuales, sin que ello implique una reducción efectiva del nivel de amenaza. Este comportamiento responde a una redistribución interna de las categorías, en la que áreas previamente clasificadas como muy alta tienden a desplazarse hacia niveles altos o medios, manteniendo una condición generalizada de inestabilidad bajo escenarios de precipitación más extremos.

Para el escenario de 2100, se registra una leve recuperación de la amenaza baja, que alcanza el 37,0 % del territorio; sin embargo, la amenaza media se mantiene elevada con un 24,7 %, y las categorías de amenaza alta y muy alta continúan ocupando más del 38 % del área de estudio. Estos resultados indican que, a pesar de las fluctuaciones entre categorías, el territorio conserva una estructura de alta vulnerabilidad frente a procesos de remoción en masa, condicionada por un régimen de precipitaciones intensificado y por la persistencia de factores geológicos, geomorfológicos y antrópicos desfavorables.

Tabla 73. Porcentajes de amenaza multitemporales.

Porcentaje de categorías					
Área en Km ²					
	2025	2040	2060	2080	2100
Baja	8144,9	6200,0	6210,9	6212,6	6490,9
Media	1914,7	3662,9	4104,5	4341,0	4333,2
Alta	3512,4	3708,5	3459,9	3324,0	3148,6

Muy Alta	3970,9	3963,7	3760,3	3658,0	3565,0
Área SNSM	17560	17560	17560	17560	17560
Porcentajes de categorías					
	2025	2040	2060	2080	2100
Baja	46,4	35,3	35,4	35,4	37,0
Media	10,9	20,9	23,4	24,7	24,7
Alta	20,0	21,1	19,7	18,9	17,9
Muy Alta	22,6	22,6	21,4	20,8	20,3
Porcentaje	99,9	99,9	99,9	99,9	99,9

Fuente: MAD(2026).

En términos generales, el análisis multitemporal revela una tendencia clara hacia la disminución de las áreas de amenaza baja y el incremento progresivo de las categorías de amenaza media, alta y muy alta a lo largo del siglo XXI. Esta evolución confirma que el cambio climático, bajo el escenario SSP5-8.5, actúa como un amplificador de la amenaza por movimientos en masa, aumentando la frecuencia y magnitud potencial de estos procesos y resaltando la necesidad de incorporar escenarios climáticos futuros en la planificación territorial, la gestión del riesgo y la toma de decisiones ambientales en la SNSM.

Tabla 74. Análisis de categorías.

Análisis Total de categorías				
Categoría	Promedio (%)	Rango (%)	Cambio neto (%)	Tendencia
Baja	37,9	11,1	-9,4	Descendente marcada
Media	21,0	13,8	13,8	Ascendente fuerte
Alta	19,5	3,2	-2,1	Leve descenso
Muy Alta	21,5	2,3	-2,3	Leve descenso

Fuente: MAD(2026).

6.9.4. Relación y correlación conceptual entre el modelo cuantitativo de erosión y el modelo cualitativo de amenaza

El análisis integrado de la modelación de erosión y de la amenaza por movimientos en masa en la SNSM se fundamenta en la existencia de una correlación conceptual y funcional entre ambos enfoques, pese a que responden a metodologías y variables de análisis diferentes.

El modelo cuantitativo de erosión, basado en la ecuación RUSLE, permite estimar la pérdida potencial de suelo asociada a la acción de la precipitación, la pendiente, las propiedades del suelo y la cobertura vegetal. Este modelo captura

principalmente procesos de erosión hídrica superficial, los cuales constituyen uno de los mecanismos iniciales de degradación del terreno y de debilitamiento de las laderas.

Por su parte, el modelo cualitativo de susceptibilidad y amenaza por movimientos en masa, desarrollado conforme a la Guía metodológica del Servicio Geológico Colombiano (2017), integra la interacción entre factores condicionantes relativamente permanentes (geomorfología, pendiente, unidades geológicas superficiales y cobertura del suelo) y el factor detonante de precipitación, con el fin de estimar la probabilidad relativa de ocurrencia de procesos de remoción en masa.

La correlación entre ambos modelos se manifiesta en que las zonas con mayores tasas de erosión potencial coinciden, de manera general, con sectores clasificados con susceptibilidad y amenaza media a muy alta, especialmente en áreas caracterizadas por pendientes pronunciadas, materiales poco consolidados y coberturas degradadas. En estos sectores, la pérdida progresiva de suelo estimada por la RUSLE contribuye a la reducción de la cohesión y resistencia de los materiales superficiales, incrementando la predisposición del terreno a la ocurrencia de deslizamientos y flujos de detritos cuando actúa la precipitación como detonante.

Desde esta perspectiva, el modelo cuantitativo de erosión puede interpretarse como un indicador indirecto de degradación progresiva del terreno, mientras que el modelo cualitativo de amenaza representa la respuesta integrada del sistema geoambiental frente a esa degradación, bajo condiciones climáticas actuales y futuras. Así, ambos modelos no se superponen, sino que se complementan, permitiendo una comprensión más completa de la dinámica de inestabilidad en la SNSM.

6.9.5. Influencia de eventos de precipitación de alta y baja intensidad en los modelos

Uno de los aspectos críticos en la interpretación conjunta de los modelos es la forma en que estos representan la precipitación. Tanto en la modelación de erosión como en el análisis de amenaza, la precipitación se incorpora a partir de valores medios multianuales o promedios anuales, lo cual introduce implicaciones importantes en relación con la representación de eventos extremos.

En el caso del modelo RUSLE, el factor R se calcula a partir de la precipitación media mensual y anual, lo que implica que el modelo asume una respuesta promedio del sistema frente a la lluvia, sin discriminar explícitamente eventos de alta intensidad y corta duración, los cuales suelen ser los principales responsables de procesos erosivos severos y de activación de movimientos en masa. De esta

manera, si bien el modelo permite identificar zonas con alta capacidad erosiva potencial, puede subestimar los efectos de tormentas extremas que generan picos abruptos de escorrentía y erosión concentrada.

De forma similar, en el modelo de amenaza por movimientos en masa, la precipitación se incorpora como un factor detonante categorizado, basado en rangos de precipitación media anual. Este enfoque resulta adecuado para análisis regionales y comparativos, pero no representa de manera explícita la frecuencia ni la magnitud de eventos extremos, tales como lluvias intensas concentradas en periodos cortos, que son determinantes en la activación de flujos de detritos y deslizamientos superficiales.

No obstante, el uso de valores promedio permite capturar tendencias estructurales del clima y evaluar cómo los cambios proyectados en el régimen de precipitación, bajo escenarios de cambio climático, modifican de manera sostenida la amenaza. En este sentido, los modelos asumen que un incremento progresivo de la precipitación media se traduce en una mayor probabilidad de alcanzar, con mayor frecuencia, umbrales críticos de saturación del suelo, aun cuando los eventos individuales no sean representados de manera explícita.

Así, los resultados deben interpretarse como una evaluación de la sensibilidad del sistema frente a cambios en el régimen climático de fondo, más que como una simulación de eventos extremos específicos.

6.9.6. Comparación temporal entre el modelo de erosión y el modelo de amenaza bajo escenarios de cambio climático

El análisis multitemporal de ambos modelos evidencia comportamientos diferenciados, pero coherentes, frente al cambio climático. En el caso del modelo de erosión hídrica, los escenarios proyectados muestran una relativa estabilidad en la proporción de áreas clasificadas en categorías muy baja y media, con variaciones moderadas en las categorías baja, alta y muy alta. No obstante, los valores máximos de pérdida potencial de suelo alcanzan magnitudes muy elevadas, lo que indica que, aunque la distribución porcentual no cambie de manera drástica, la intensidad del proceso erosivo puede incrementarse localmente.

Por su parte, el modelo de amenaza por movimientos en masa presenta una evolución temporal más marcada. Los resultados muestran una disminución progresiva de las áreas clasificadas como amenaza baja y un incremento sostenido de la amenaza media, especialmente entre los años 2040 y 2100. Aunque las categorías de amenaza alta y muy alta presentan ligeras disminuciones

porcentuales, estas continúan ocupando una proporción significativa del territorio, lo que indica que la amenaza permanece elevada a lo largo del tiempo.

La comparación de ambos modelos a través del tiempo sugiere que, mientras la erosión responde de manera más gradual a los cambios en el régimen de precipitación, la amenaza por movimientos en masa refleja una respuesta no lineal, donde pequeños incrementos en la precipitación media pueden generar cambios relevantes en la categorización de la amenaza, especialmente en zonas previamente predisuestas.

En conjunto, el análisis integrado permite concluir que el cambio climático no solo intensifica los procesos de degradación superficial del suelo, sino que también reconfigura espacialmente la amenaza por movimientos en masa, ampliando las áreas bajo condiciones de inestabilidad moderada y manteniendo sectores críticos con amenaza alta y muy alta. Esta evolución refuerza la necesidad de considerar ambos enfoques de manera conjunta, ya que la erosión actúa como un proceso de debilitamiento progresivo del terreno, mientras que la amenaza por movimientos en masa representa la manifestación más crítica de dicha degradación bajo condiciones climáticas cambiantes.

En este sentido, los resultados presentados en la Tabla 75 confirman que este análisis permite concluir que la combinación del modelo cuantitativo de erosión y del modelo cualitativo de amenaza proporciona una visión más robusta y coherente del comportamiento geoambiental de la SNSM frente al cambio climático.

Tabla 75. Comparación multitemporal con los modelos empleados.

Horizonte temporal	Modelo de erosión hídrica (RUSLE)	Modelo de amenaza por movimientos en masa	Lectura integrada del comportamiento del sistema
Escenario actual 2025	Predominio de categorías de erosión muy baja y baja, con focos localizados de erosión alta y muy alta asociados a pendientes pronunciadas y coberturas degradadas. Valores máximos elevados de pérdida potencial de suelo (> cientos t/ha/año).	Predominio de amenaza baja (~46 %), pero con una proporción significativa de amenaza alta y muy alta (>40 %), concentrada en flancos montañosos y sectores de alta predisposición geomorfológica.	El sistema presenta condiciones de equilibrio relativo, aunque con sectores críticos donde la erosión superficial contribuye al debilitamiento del terreno y a una amenaza relevante por movimientos en masa.
2040	Distribución porcentual de erosión relativamente estable, con ligeras variaciones en categorías baja y alta. Incrementos locales en la intensidad de pérdida de suelo.	Disminución marcada de la amenaza baja (~35 %) e incremento significativo de la amenaza media (~21 %).	La intensificación del régimen de precipitación comienza a reconfigurar la amenaza, ampliando zonas con inestabilidad moderada, aun cuando la erosión responde de forma gradual.

Horizonte temporal	Modelo de erosión hídrica (RUSLE)	Modelo de amenaza por movimientos en masa	Lectura integrada del comportamiento del sistema
2060	Se alcanzan los valores máximos de pérdida potencial de suelo total, indicando intensificación del proceso erosivo, aunque sin cambios drásticos en la proporción de categorías.	Consolidación de la amenaza media (~23 %) y mantenimiento de la amenaza muy alta por encima del 21 %.	La erosión actúa como un factor acumulativo de degradación, mientras la amenaza refleja una respuesta más sensible al cambio climático.
2080	Tendencia estable en la distribución de categorías de erosión; persistencia de focos de erosión alta en laderas críticas.	Pico máximo de la amenaza media (~24,7 %) y ligera reducción porcentual de las categorías alta y muy alta.	Se observa una redistribución interna de la amenaza, donde áreas previamente muy inestables migran hacia niveles medios, sin pérdida real de criticidad del sistema.
2100	Ligero incremento de áreas con erosión baja y muy baja, pero mantenimiento de valores elevados de pérdida potencial en sectores específicos.	Recuperación parcial de la amenaza baja (~37 %), con permanencia de amenaza media, alta y muy alta en más del 60 % del territorio.	El sistema mantiene una estructura de alta vulnerabilidad, condicionada por la persistencia de factores geomorfológicos y el régimen de precipitación intensificado.

Fuente: MAD(2026).

Los escenarios de cambio climático incluidos en el análisis deben leerse como un ejercicio prospectivo: no predicen con certeza lo que ocurrirá, sino que permiten explorar cómo podría cambiar la distribución espacial de la erosión y de la amenaza si se modifica el régimen climático. Por ello, las diferencias frente al escenario actual no representan inconsistencias del ejercicio, sino señales útiles para priorizar áreas donde los procesos podrían intensificarse y donde conviene reforzar medidas preventivas (IDEAM, 2024).

En la comparación multitemporal se observa una reconfiguración progresiva de la amenaza a lo largo del siglo XXI. En términos areales, disminuye la participación de la amenaza baja (46,4 % en el escenario actual; 35,3 % en 2040; 37,0 % en 2100) y aumenta la amenaza media (10,9 % en el escenario actual; 20,9 % en 2040; 24,7 % en 2100), mientras que las clases alta y muy alta conservan proporciones relevantes con variaciones más moderadas hacia el final del periodo (alta: 20,0 % a 17,9 %; muy alta: 22,6 % a 20,3 %). Este patrón sugiere un desplazamiento desde condiciones bajas hacia condiciones intermedias, sin eliminar la persistencia de sectores críticos.

Espacialmente, los resultados mantienen un patrón consistente: las condiciones más severas se concentran en el cinturón montañoso y en las laderas, con énfasis en la vertiente noroccidental que desciende hacia el sector Santa Marta, Ciénaga y Aracataca, mientras que los sectores más planos o con condiciones más áridas presentan predominio de categorías bajas. En términos de gestión, esto refuerza la

priorización de vertientes y laderas donde la topografía y la conectividad hidrológica facilitan la concentración de escorrentía y la movilización de sedimentos.

Las diferencias entre el modelo cuantitativo y el cualitativo bajo cambio climático se explican por su forma de responder al insumo climático: el cuantitativo expresa cambios como un gradiente continuo (y puede mostrar incrementos localizados aun cuando los porcentajes por clases no cambien abruptamente), mientras el cualitativo redistribuye el territorio entre categorías debido a umbrales de clasificación, lo que puede producir variaciones areales más visibles.

En cualquier caso, la lectura integrada debe considerar que el análisis con promedios climáticos no captura plenamente amplificadores clave, como el aumento de temperatura, los cambios futuros de cobertura y la ocurrencia de eventos extremos. Estos factores pueden intensificar la erosión y la inestabilidad real por encima de lo sugerido por los mapas, especialmente si se degrada la cobertura vegetal o se incrementan las lluvias de alta intensidad. En consecuencia, los resultados constituyen una base para planificación preventiva y priorización territorial, complementable con evaluaciones específicas de extremos y dinámica de coberturas.

6.9.7. Observaciones y limitaciones de las modelaciones

Una vez desarrollado el método de análisis propuesto, fue posible identificar una serie de observaciones y limitaciones que deben ser consideradas al momento de interpretar los resultados obtenidos. Si bien la metodología permite integrar de manera consistente la susceptibilidad del terreno con el factor detonante de precipitación, su alcance se encuentra condicionado por la naturaleza y disponibilidad de los insumos utilizados, así como por las simplificaciones inherentes al enfoque adoptado.

En particular, el análisis de amenaza se fundamenta en el uso de la precipitación como factor multiplicativo principal, lo cual resulta coherente con los lineamientos metodológicos establecidos por el Servicio Geológico Colombiano. No obstante, este enfoque no discrimina la influencia de otras variables climáticas relevantes, como la temperatura, que pueden modificar las condiciones físico-mecánicas del suelo y los procesos de meteorización a lo largo de horizontes temporales extendidos, caso que adquiere aún más relevancia en un contexto como la SNSM, donde la desglaciación podría jugar un papel fundamental en las dinámicas erosivas. De igual forma, el método no incorpora de manera explícita la evolución de variables geomorfológicas ni los cambios en la cobertura y uso del suelo, factores que pueden experimentar transformaciones significativas en un periodo cercano a los 80 años y que influyen directamente en la estabilidad de laderas.

Adicionalmente, el empleo de datos de precipitación con resoluciones espaciales originalmente más elevadas implicó procesos de ajuste y reescalamiento para lograr su compatibilidad con la resolución espacial de 90 metros establecida para los modelos de susceptibilidad y amenaza. Este empalme, aunque necesario para garantizar la coherencia espacial del análisis, puede introducir generalizaciones locales que afectan la representación de la variabilidad microclimática, especialmente en áreas de topografía compleja como la SNSM.

En este contexto, los resultados obtenidos deben ser interpretados como una aproximación de carácter regional, orientada a identificar tendencias espaciales y temporales de la amenaza bajo escenarios de cambio climático, más que como una predicción puntual del comportamiento futuro de los procesos de remoción en masa. En consecuencia, se recomienda que los productos derivados de este estudio sean complementados, en etapas posteriores, con análisis que incorporen variables adicionales y con estudios de mayor detalle a escalas locales, particularmente en zonas identificadas con niveles altos y muy altos de amenaza.

6.10. Servicios culturales y espirituales Conectividades Bioculturales ambientales-Ancestrales

Los servicios ecosistémicos culturales se refieren a los beneficios no materiales que las personas obtienen de los ecosistemas, los cuales contribuyen al bienestar humano, la identidad social y la cohesión cultural. Estos servicios incluyen valores espirituales y religiosos, conocimientos tradicionales, sistemas simbólicos, sentido de pertenencia, recreación, turismo, educación ambiental y apreciación estética del paisaje. A diferencia de otros tipos de servicios ecosistémicos, los culturales se expresan principalmente a través de las relaciones sociales, las prácticas culturales y las cosmovisiones que las comunidades desarrollan en interacción constante con su entorno natural (Millennium Ecosystem Assessment [MEA], 2005).

Los servicios ecosistémicos culturales, son especialmente relevantes para comunidades indígenas, negras y campesinas, ya que los ecosistemas no solo proveen recursos para la subsistencia material, sino que también constituyen espacios de transmisión de saberes, prácticas rituales y construcción de identidad colectiva. En este sentido, organismos internacionales han resaltado que estos servicios fortalecen la resiliencia social, promueven la continuidad cultural y apoyan procesos de conservación ambiental, al reconocer que la protección de los ecosistemas está estrechamente vinculada con los valores culturales y espirituales que las comunidades les atribuyen (TEEB, 2010; IPBES, 2019).

Sin embargo, desde la visión ancestral de los pueblos indígenas, los ecosistemas no están fraccionados, sino que todo está estrechamente interconectado, donde no es posible considerar una visión extractiva en la que se oferten servicios o bienes, pues la SNSM es considerada:

“un cuerpo humano, donde las cumbres nevadas representan la cabeza; las lagunas de los páramos, el corazón; los ríos y arroyos, las venas; las capas de tierra, los músculos; y las hierbas, el cabello. En base a esto, toda la geografía de la Sierra es un espacio sagrado”. (PNUD, 2025, citando el Plan de Vida del Cabildo Arhuaco Magdalena Guajira, p.4).

Según el CIT (2015), cada ser vivo integra un profundo significado espiritual dentro de la identidad cultural y la transmisión de conocimientos para el desarrollo de sus actividades cotidianas. Algunos de seres sagrados dados por la Madre Tierra son:

- El **ayu**, o hoja de coca, y el **poporo**: son elementos centrales en la vida cultural y espiritual del pueblo arhuaco (lku). El poporo, utilizado exclusivamente por hombres con madurez psicológica y responsabilidad, es un objeto sagrado que simboliza el origen y la unión de fuerzas complementarias. Su uso se complementa con el **jwa** o ambira, elaborado a partir de plantas cocidas. El ayu es una planta sagrada que facilita la comunicación entre el mundo material y espiritual, cumple un papel fundamental en los rituales y forma parte de la vida cotidiana. Además, el intercambio de hojas de ayu representa un acto de saludo y apertura al diálogo dentro de la comunidad.
- Los tejidos en su conjunto, tales como el **tutuzoma**, un gorro de algodón tejido a mano con una guía o alma de fique que usan los hombres, al igual que el vestido de mujeres y hombres son elaborados principalmente de fuentes naturales como el algodón. Para las **tutus** (mochilas), también lo usan al igual que hilos de lana y maguey; las tutus representan la fertilidad, la feminidad y el vientre materno. Cada una elaborada con un diseño particular que encierra un contenido y una razón de ser de la vida arhuaca donde existen al menos ochenta figuras tradicionales. En ocasiones, se tejen figuras no tradicionales con fines de comercialización.

Para la elaboración de las viviendas se utilizan materiales propios de la tierra según la zona climática. Por ejemplo, en las zonas templadas y frías las paredes son de barro junto con un enjaule de chusque (chusquea spp) y techo de ucha (paja criolla). En clima cálido, las paredes son similares, pero los techos son de palma amarga o

iraca. Las **Kunkurwas** son espacios ceremoniales sagrados conformados por dos edificaciones que simbolizan los cerros donde habitan los padres espirituales. Su construcción responde a una organización diferenciada: una está destinada a los hombres y la otra a las mujeres. En estos lugares residen los **Mamu** (Mamos) y los jóvenes que se preparan para asumir este rol espiritual.

La salud se preserva cuando se respeta la **ley de origen** o cuando se llevan a cabo prácticas tradicionales orientadas a su restablecimiento. Los **Mamu** son los responsables de realizar las consultas tradicionales y de guiar los procesos necesarios para recuperar el equilibrio físico y espiritual. En determinados casos, estas prácticas se complementan con el uso de plantas específicas, las cuales deben recolectarse en lugares definidos y mediante procedimientos particulares, de acuerdo con la enfermedad y el nivel de afectación de cada persona. En consecuencia, los tratamientos son personalizados y dependen directamente de las características de cada persona. (CIT, 2015)

Cada ser ocupa un lugar en el mundo; por ejemplo, las piedras desempeñan un papel esencial en el equilibrio del entorno según el lugar que ocupan. Los espacios destinados al saneamiento suelen estar señalados por piedras de gran o mediano tamaño, así como por cerros, árboles antiguos, remansos, lagunas y otros elementos naturales. Cada uno de estos representa una fuerza vital, ya sea física o espiritual y actúan como mediadores en los procesos de restablecimiento del orden y el equilibrio (CIT, 2015).

Por lo tanto, hablar de servicios culturales y espirituales, es hablar de la base de la existencia de los pueblos indígenas y étnicos de la SNSM la cual es la Ley de Origen, desde la cual tanto el mundo físico -material como el espiritual van ligados, razón por la cual no se dimensiona desde sus tradiciones y creencias la fragmentación de la Madre Tierra en componentes, sino en las relaciones e interacciones entre esta y cada ser humano.

La estabilidad hídrica y la integridad de los ecosistemas son determinantes para una amplia variedad de actividades y dimensiones del bienestar de las comunidades indígenas, negras y campesinas de la SNSM. En términos materiales, sostienen el acceso al agua para consumo, la agricultura tradicional, la pesca artesanal, la obtención de plantas medicinales y otras prácticas asociadas a la subsistencia. Desde la perspectiva de muchos pueblos indígenas de Colombia, el agua no solo es percibida como un recurso natural, sino como un ser vivo y elemento espiritual que estructura la vida comunitaria, regula el equilibrio del territorio y orienta rituales, cantos y normas tradicionales inscritas en la Ley de Origen (Comunidad Planeta

Azul, 2025). En esta misma línea, diversos estudios en la región indica que la red hídrica de la SNSM cumple un papel central para el funcionamiento ecológico y para la continuidad sociocultural de sus comunidades, dado que cualquier alteración en los caudales y calidad de los cuerpos de agua repercute simultáneamente en la salud, la organización territorial y las prácticas tradicionales (Izquierdo, 2022).

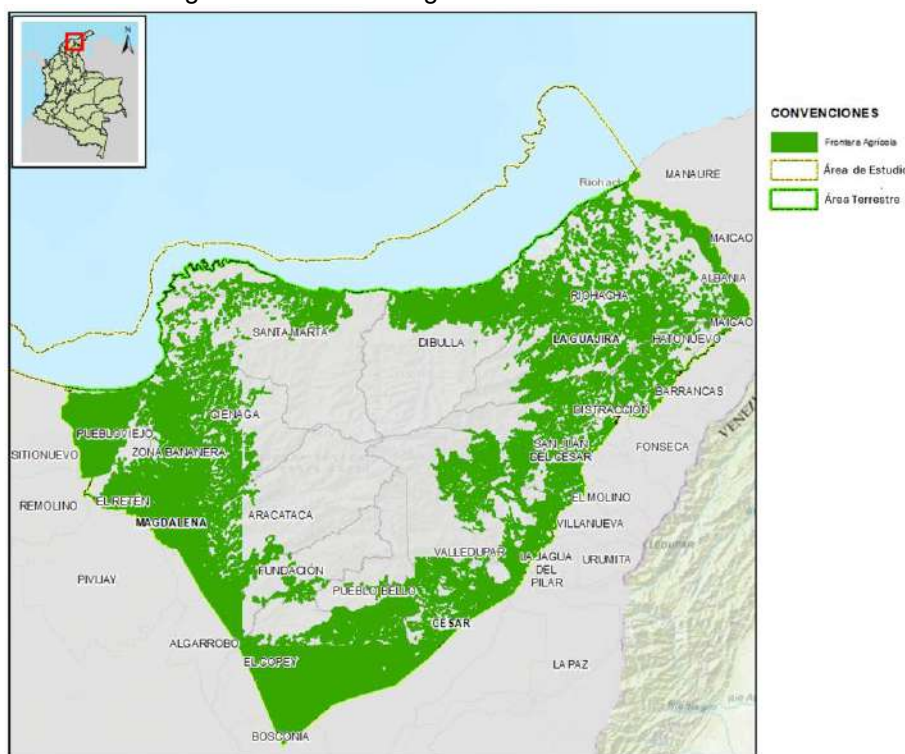
7. ANÁLISIS DE PRESIONES Y AMENAZAS

7.1. Frontera agropecuaria

La SNSM experimenta presiones complejas al ser un enclave de la biodiversidad rodeada de actividades económicas intensas. En este contexto, el análisis de expansión agropecuaria se aborda bajo el marco legal de la frontera agropecuaria en la Sierra Nevada, entendida bajo el marco legal de la Frontera Agrícola Nacional, directriz establecida por la UPR (Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural, 2018). Este instrumento técnico normativo define los límites permitidos para la producción frente a los ecosistemas de especial importancia ecológica.

De acuerdo con la Resolución 261 de 2018, este límite se entiende como la divisoria del suelo rural que separa las zonas de promoción productiva de aquellas áreas protegidas o excluidas por mandato de ley. Mediante el uso de datos del Sistema de Información para la Planificación Rural Agropecuaria (SIPRA), se realizó un análisis espacial del área de estudio, revelando una distribución del suelo que resulta crítica para la estabilidad del macizo. Esta integración de información geográfica y estadística permite orientar la política pública, contrastando la normativa oficial con la realidad biofísica del territorio.

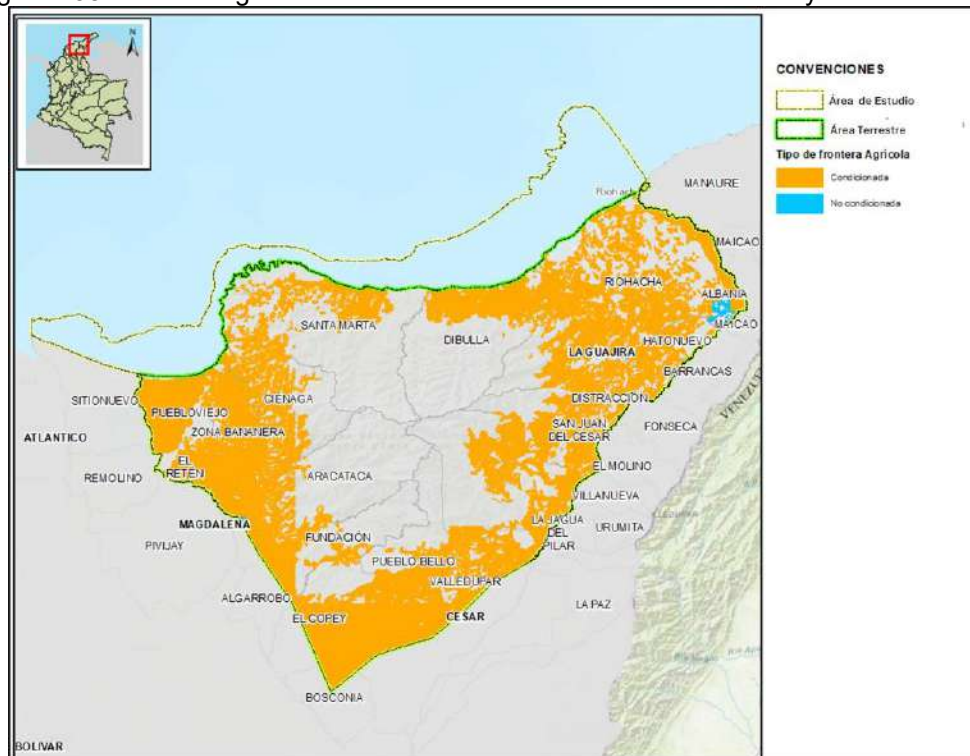
Figura 137 Frontera Agrícola dentro del área de estudio



Fuente: SIPRA. (2025)

Tras el procesamiento cartográfico de esta fuente, se identificó que un total de 739.960,13 hectáreas se encuentran catalogadas bajo la figura de Frontera Agrícola Nacional, lo que representa el área donde legalmente se permiten y promueven actividades productivas, siempre que no entren en conflicto con las restricciones ambientales y étnicas del macizo. Es imperativo precisar que, dentro de este territorio, la gran mayoría de esta superficie se clasifica como Frontera Condicionada, lo que implica que el desarrollo de actividades productivas está subordinado al cumplimiento de normativas ambientales estrictas y al respeto de la integridad cultural y territorial de los pueblos indígenas del macizo. Esta frontera condicionada en esta zona responde principalmente al traslape con resguardos indígenas y zonas de reserva forestal protectora.

Figura 138 Frontera Agrícola dentro del área de estudio condicionada y no condicionada



Fuente: SIPRA- UPR. (2025)

Por otro lado, para el análisis se tuvo en cuenta también la capa de "Identificación de las áreas con restricciones al desarrollo de las actividades agropecuarias" de la UPR, la cual identifica áreas donde la producción está limitada o prohibida por razones legales, técnicas o ambientales. Se divide principalmente en:

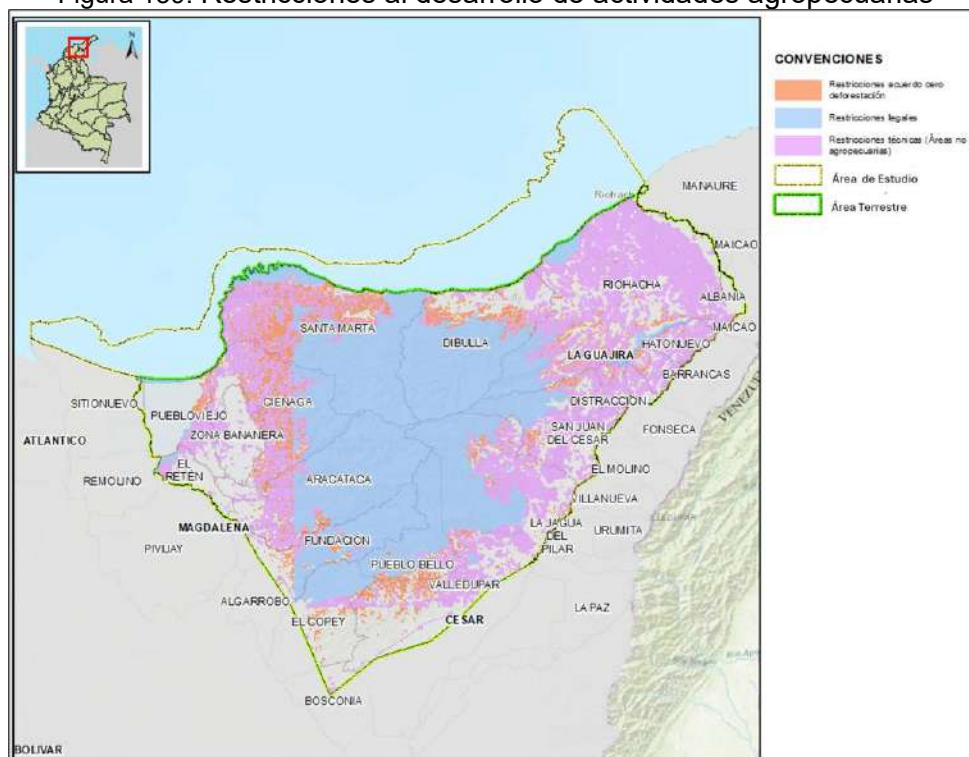
- ✓ Restricciones Legales: Áreas donde existe una norma que prohíbe la agricultura, como los Parques Nacionales Naturales, Santuarios de Flora y Fauna o Páramos delimitados.
- ✓ Restricciones Técnicas (Áreas no agropecuarias): Zonas que, por su naturaleza física (pendientes extremas, cuerpos de agua o afloramientos rocosos), no permiten el desarrollo de cultivos o ganadería.
- ✓ Restricciones por Acuerdos de Cero Deforestación: Áreas con coberturas boscosas que el Estado se ha comprometido a proteger mediante acuerdos internacionales para evitar la pérdida de biodiversidad y la emisión de carbono.

Al cruzar la Frontera Agrícola con el área de Restricciones de la UPR y la delimitación del área de estudio, se evidencia que la Sierra Nevada de Santa Marta es un territorio con una sensibilidad jurídica y ecológica extrema. El análisis

cartográfico detallado permite estimar que el 59,8% del área de restricción está blindado por Restricciones Legales, concentradas principalmente en el núcleo del macizo (Parques Nacionales y sitios sagrados), mientras que el 40,13% restante se distribuye en Restricciones Técnicas que actúan como un cinturón de protección biofísica en las zonas de ladera.

Por otra parte, resulta notable la baja representatividad de la categoría de Acuerdos de Cero Deforestación, la cual abarca apenas el 0,07% del área total de restricciones. Esta cifra no debe interpretarse como una ausencia de importancia, sino como una señal de alerta técnica y política. La baja presencia de estos acuerdos puede indicar que la frontera agropecuaria está avanzando sobre áreas boscosas que aún no han sido integradas formalmente en los compromisos internacionales de protección de bosques primarios. También puede indicar que, al ser tan reducidos, son vulnerables a la fragmentación pudiendo afectar los corredores biológicos que conectan la base de la montaña con las zonas de restricción legal.

Figura 139. Restricciones al desarrollo de actividades agropecuarias



Fuente: Fuente: SIPRA- UPRA. (2025)

Esta distribución espacial confirma que la Sierra Nevada es un ecosistema donde la normativa ambiental y la limitación geográfica se complementan para restringir de manera absoluta la expansión de la frontera agropecuaria. Así mismo, esta configuración demuestra que la frontera agropecuaria real opera en un escenario de conflicto.

A pesar de este blindaje, la baja representatividad de acuerdos formales de conservación en las zonas de transición (cero deforestaciones) expone la vulnerabilidad de los últimos parches de bosque bajo. Esto sugiere que, mientras el centro de la Sierra está protegido por la ley, las zonas bajas y medias siguen siendo amenazadas ya que la frontera agropecuaria continúa avanzando silenciosamente.

Ganadería

A nivel nacional se reporta según el censo pecuario año 2025, se registra un aumento de aproximadamente 3,94% respecto al 2024 de la población bovina en el país. Es así como el departamento de Magdalena representa el 5,43% de la concentración del ganado bovino (ICA, 2026). En el área de la SNSM se presenta según la Zonificación de aptitud para la producción de leche y carne de ganado bovino UPRA (2019), en donde el aproximadamente el 52,5% no es apta debido a restricciones físicas y socioecossistémicas, así mismo la exclusión legal representa el 23,7% debido a la normatividad no permite el desarrollo en la producción (Figura 140, Tabla 76).

Según el censo bovino para el periodo 2025 (ICA, 2026), se registraron en el departamento del Magdalena municipios de exclusión legal como Aracataca con 20.883 bovino en 179 finca, Ciénaga con 874 bovinos y 17 fincas, Fundación 29.846 bovinos en 168 fincas, Santa Marta con 9.130 bovinos en 75 fincas y Valledupar con 261.310 bovinos en 2.105 finca. Así mismo en el departamento de La Guajira en los municipios de Dibulla con 19.675 bovinos en 396 fincas, Riohacha con 74.617 bovinos en 1.420 fincas, San Juan de Cesar con 59.556 bovinos en 1.098 fincas y finalmente en el departamento del Cesar en el municipio de Pueblo Bello con 7.510 bovinos en 202 fincas. Lo cual corresponde a una de actividades que se evidencian en las zonas amortiguadoras y contiguas al PNN Sierra Nevada y Tayrona los cuales generan afectaciones y cambios de las coberturas presentes en la zona SNSM (PNN, 2020).

La ganadería es catalogada el principal motor de transformación y las principales causas de la deforestación en el territorio nacional en donde se evidencia un modelo

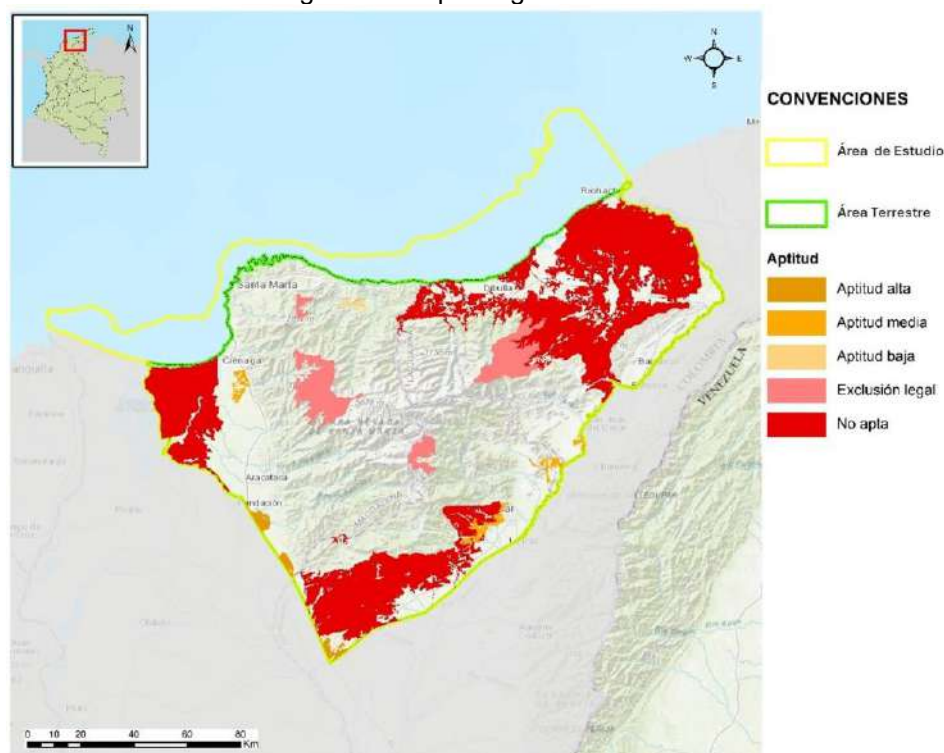
de ocupación del territorio el cual opera de la siguiente manera; la ganadería de carne se extiende hasta los frentes de colonización regulando el mercado de las tierras recién abiertas antes de dar paso a la producción agrícola tecnificada, conforme la agricultura amplia su cobertura, la ganadería de carne cede el terreno y se extiende en zonas de colonización o sigue ocupando aquellas tierras no aptas para el uso agrícola extensivo (IDEAM, 2018; Palacio, 2001).

Tabla 76. Aptitud de carne y leche bovina en pastoreo.

Aptitud Leche Bovina en Pastoreo			Aptitud Carne Bovina en Pastoreo		
Aptitud	Área (ha)	Área (%)	Aptitud	Área (ha)	Área (%)
Aptitud alta	5.059.403	4,4	Aptitud alta	10.213.416	9,0
Aptitud media	7.178.766	6,3	Aptitud media	7.695.934	6,7
Aptitud baja	14.919.893	13,1	Aptitud baja	9.253.532	8,1
No apta	59.919.154	52,5	No apta	59.919.333	52,5
Exclusión legal	26.997.755	23,7	Exclusión legal	26.997.755	23,7
Total	114.074.971	100	Total	114.079.970	100

Fuente: SIPRA-UPRA. (2019)

Figura 140. Aptitud ganadería bovina



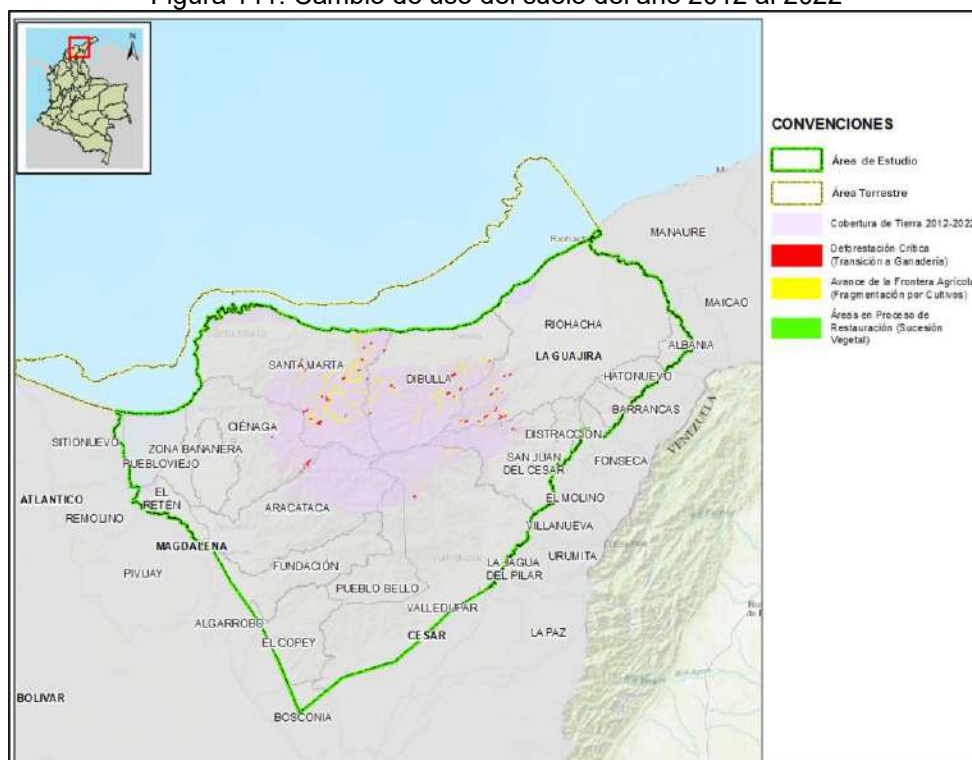
Fuente: SIPRA –UPRA. (2019)

7.2. Cambio de uso del suelo

El análisis del cambio de uso del suelo sobre el conflicto territorial en la Sierra Nevada de Santa Marta se realizó teniendo en cuenta la delimitación normativa de la frontera agrícola, haciendo el contraste entre la legalidad con la realidad biofísica del terreno. Al cruzar las series históricas de cobertura con las áreas de exclusión legal y frontera condicionada previamente identificadas, se pretende determinar la magnitud de las presiones antrópicas (como la deforestación y la potrerización) que han alterado el equilibrio del ecosistema y el territorio ancestral en la última década. La información cartográfica utilizada para el análisis fue descargada desde el aplicativo SIAC (Sistema de Información Ambiental de Colombia) de Cobertura de Tierra para el año 2012 y 2022. Mediante el uso de herramientas de geoprocetamiento, se identificaron las dinámicas de cambio en el área de estudio, contrastando la 'fotografía' del estado actual de las coberturas con las restricciones legales en la Frontera Agrícola analizadas previamente. Este cruce de información permite evidenciar si existe una ocupación de hecho en áreas donde la norma prohíbe el desarrollo agropecuario, así mismo, es fundamental para identificar no solo la pérdida de cobertura boscosa, sino la naturaleza del cambio: si la vegetación natural ha sido desplazada por áreas agrícolas, permitiendo así localizar geográficamente las zonas donde la frontera agropecuaria ha ignorado las restricciones legales y ambientales.

Al contrastar el uso de suelo en el año 2012 y 2022 dentro de la matriz de cambio generada en el cruce de información, se revela una dinámica de transformación alarmante en los bordes de la zona de restricción legal. Mediante el cálculo de estadísticas descriptivas sobre la matriz de cambio, se identificó que 539,43 hectáreas de bosque denso y abierto transitaban hacia coberturas de pastos limpios y malezas entre 2012 y 2022. Esta transición, conocida técnicamente como potrerización, confirma que la frontera agropecuaria no es estática, sino que avanza activamente sobre los ecosistemas de protección. En el mapa, los polígonos se encuentran resaltados en rojo. La ubicación de estos 'hotspots' de cambio revela que la presión antrópica no es uniforme, sino que se concentra en corredores específicos donde la frontera agrícola está perforando la conectividad ecológica entre las tierras bajas y el corazón protegido del macizo.

Figura 141. Cambio de uso del suelo del año 2012 al 2022



Fuente: SIAC. (2012) y IDEAM. (2022)

Por otro lado, este análisis espacial de las dinámicas de cobertura (2012-2022) revela un territorio en disputa. Mientras que los núcleos de Deforestación Crítica (rojo) y Avance de Frontera (amarillo) se concentran en las zonas bajas de Dibuja y Santa Marta, evidenciando una presión constante sobre el bosque seco y subandino, aparecen pequeños pero significativos parches de Restauración (verde). Estos últimos, aunque de baja representatividad espacial, son indicadores de resiliencia ecológica en sectores donde la presión agropecuaria ha cedido, permitiendo que la vegetación secundaria inicie la recuperación de los servicios ecosistémicos y la conectividad ancestral en el área de estudio.

A continuación, se detallan las áreas que han sufrido un cambio de uso del suelo:

Tabla 77. Áreas que han sufrido un cambio de uso del suelo del año 2012 al 2022

Tipo de cambio	Descripción	Hectáreas Totales
Crítica (rojo)	Deforestación para ganadería (Bosque denso a Pasto limpio)	539,43
Presión (naranja)	Avance de Frontera Agrícola (Bosque denso a Mosaico de Cultivo)	11.672,47
Recuperación (verde)	Restauración del Ecosistema (Pasto Limpio a Vegetación Secundaria)	82.94

Fuente: SIAC. (2012) y IDEAM. (2022)

7.3. Infraestructura

La Sierra Nevada de Santa Marta constituye un territorio ambiental estratégico de relevancia nacional e internacional, caracterizado por su alta diversidad biológica, complejidad ecosistémica, función reguladora del recurso hídrico y profundo valor sociocultural para los pueblos indígenas originarios. Este macizo montañoso es reconocido como Reserva de la Biosfera, Área Importante para la Conservación de las Aves (AICA) y región prioritaria para la conservación de la biodiversidad en Colombia.

El desarrollo del sector de infraestructura, industria, vías y puertos constituye una de las principales fuentes de presión antrópica actual sobre el territorio evaluado, particularmente en áreas ambientalmente estratégicas y socioculturalmente sensibles como la Sierra Nevada de Santa Marta. La consolidación de corredores logísticos, la expansión portuaria y la ejecución de proyectos viales de gran escala han generado procesos intensivos de transformación del paisaje, con impactos directos e indirectos sobre los ecosistemas, los recursos naturales y las dinámicas sociales.

Las actividades industriales vinculadas a la petroquímica, la metalmecánica, la logística portuaria y el transporte de mercancías demandan la ampliación constante de infraestructura física, generando procesos de ocupación territorial, cambio de uso del suelo, remoción de cobertura vegetal y fragmentación de ecosistemas. Esta presión se intensifica en zonas de alta conectividad vial y cercanía a nodos portuarios, donde se concentran las actividades económicas y los flujos comerciales.

La construcción, ampliación, rehabilitación y mantenimiento de infraestructura vial genera presiones significativas sobre los ecosistemas de la Sierra Nevada de Santa Marta, principalmente por:

- Remoción de cobertura vegetal.
- Fragmentación de hábitats naturales.
- Interrupción de corredores biológicos.
- Alteración del drenaje superficial.
- Incremento en la susceptibilidad a procesos erosivos y movimientos en masa.

Estas presiones se intensifican debido a las condiciones geomorfológicas del macizo, caracterizadas por altas pendientes, suelos frágiles y elevada pluviosidad

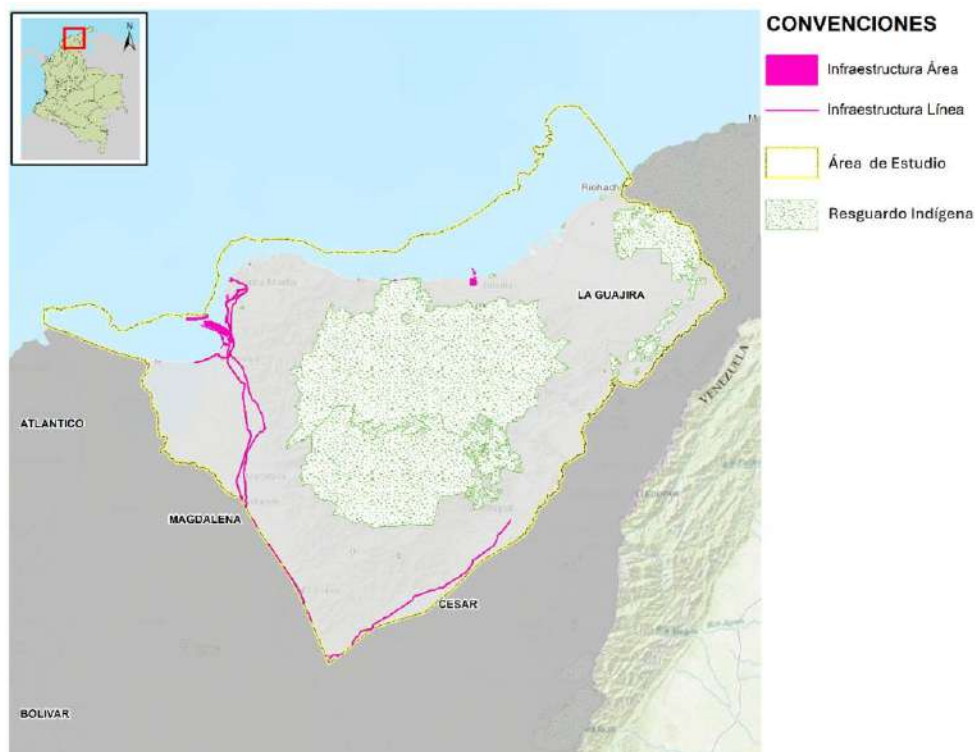
El análisis evidencia que el desarrollo de infraestructura constituye una de las principales fuentes de presión antrópica sobre la Sierra Nevada de Santa Marta, generando amenazas críticas sobre la biodiversidad, el recurso hídrico, la estabilidad geotécnica y la integridad sociocultural.

En este sentido, se concluye que cualquier intervención en infraestructura deberá estar precedida por una rigurosa evaluación ambiental integral, con enfoque ecosistémico, intercultural y territorial, garantizando la sostenibilidad ambiental, la protección de los valores ecológicos estratégicos y el respeto por los derechos colectivos de las comunidades indígenas.

En lo referente a proyectos con licencia ambiental por parte de la ANLA, se cuentan con 20 expedientes distribuidos en los siguientes subsectores:

- 8 puertos: incluye el puerto carbonífero de Santa Marta, puerto multipropósito Brisa en el departamento de La Guajira, puerto carbonífero en la ensenada de Alcatraz municipio de Ciénaga Magdalena “Puerto Drummond”, entre otros.
- 4 segundas calzadas: construcción y operación de la segunda calzada Ye de Ciénaga – Mamatoco, variante Ciénaga, ruta del Sol sector 3 – construcción segunda calzada de Valledupar – Bosconia – Ye de la Ciénaga y construcción segunda calzada troncal del Caribe.
- 3 carreteras: vía alterna al puerto marítimo de Santa Marta, construcción del proyecto vía alterna al puerto de Santa Marta, correspondiente a la variante Ye de Gaira – Rodadero y ruta del sol sector 3 - construcción anillo vial de Bosconia.
- 2 aeropuertos: actualización del plan de manejo ambiental del aeropuerto internacional Simón Bolívar de la ciudad de Santa Marta y Aeropuerto Internacional Simón Bolívar.
- 2 vías férreas: red férrea del Atlántico y línea férrea doble la loma puerto Drummond sector 1 y sector 3 de la red férrea del Atlántico.
- 1 estabilización de playas: diseño y construcción de estructuras de protección costera para controlar los procesos erosivos que afectan la línea de la costa entre Bocas de Ceniza y Punta Betín, departamento de Magdalena.

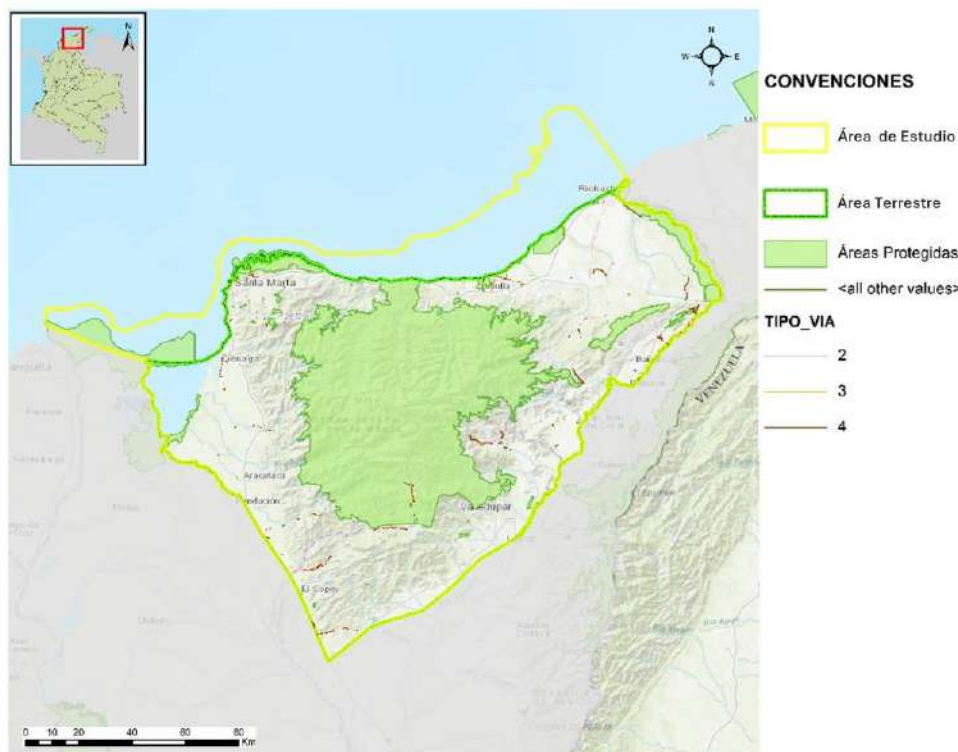
Figura 142. Listado de proyectos del sector de infraestructura licenciados por la ANLA



Fuente: MAD(2026).

De acuerdo con el IGAC año 2017 a escala 1:100.000, las vías tipo 2 a 4 las cuales son vías no pavimentadas y angostas se encuentran en Zona de reserva de la Sierra Nevada de Santa Marta (SNSM) en coberturas naturales y seminaturales, en donde se evidencia que aproximadamente el 40% de las vías se encuentran fuera del área de reserva temporal y áreas protegidas como se evidencia en la siguiente Figura:

Figura 143. Vías en la Zona de reserva de la Sierra Nevada de Santa Marta (SNSM)



Fuente: IGAC. (2017)

La presencia de vías en coberturas naturales y seminaturales representa una amenaza latente para la pérdida de cobertura y modificación de las mismas, debido que la apertura de vías presenta una relación directa con la deforestación, en donde más del 70% de los focos de pérdida de bosque se ubican a menos de 2 km de una es así como para el 2022 el 95% de la deforestación se efectúa en un radio de 5,5 km alrededor de las carreteras, debido que la deforestación está condicionada con la accesibilidad al recursos (Gonzales et al., 2018).

7.4. Energía

Desde el sector de energía, se localizan 21 proyectos con licencia ambiental, los cuales se distribuyen de la siguiente forma:

- 14 líneas de transmisión: Valledupar – Cuestecitas, Cuestecitas – Majayura, Cerromatoso – Chinú – Copey, entre otras.
- 3 proyectos solares: parque solar Valledupar, parque solar fotovoltaico del Coper 200MW y su línea de transmisión 220Kv y Estudio de Impacto Ambiental proyecto fotovoltaico Celsia Solar Valledupar.

- 3 subestaciones: construcción y operación de la subestación eléctrica con un nivel de tensión de 220 Kw y su conexión al Sistema Interconectado Nacional (SIN), subestación Colectora 500kv y líneas de transmisión Colectora Cuestecitas y Cuestecitas La Loma 500kv - conexión Cuestecitas La Loma y UPME-06 de 2014, subestación río Córdoba 220kv y líneas de transmisión asociadas.
- 1 termoeléctrica: Termoguajira.

Figura 144. Listado de proyectos del sector de energía licenciados por la ANLA



Fuente: MAD(2026).

7.5. Turismo no regulado

El auge del turismo digital ha facilitado la promoción de destinos prohibidos a través de plataformas en línea, donde se ofertan recorridos a zonas de alto valor ecológico y cultural como lagunas, páramos y glaciares, que son sagrados para los pueblos indígenas y constituyen las zonas primitiva e intangible del área protegida. Estas actividades no solo están en contravía de la normativa del Parque, sino que también desbordan la capacidad de las entidades encargadas de su gestión.

Esta área protegida presenta características topográficas, climáticas y un historial evolutivo que la convierten en un territorio único, además de ser catalogada como

el entorno natural más irremplazable del mundo debido al valor de las especies que habitan en él.

Sin embargo, las actividades turísticas no reguladas y los recorridos a zonas intangibles, como los glaciares, están alterando sus ecosistemas. Es importante resaltar que estos glaciares son fundamentales no solo para la conservación del ecosistema, sino también para el abastecimiento de agua a más de 2.5 millones de personas. La intervención humana en estos territorios amenaza tanto la biodiversidad como la preservación de estos lugares, que constituyen el núcleo principal donde se unifica la energía y el conocimiento de la red del sistema de espacios sagrados de los pueblos indígenas.

El incremento del turismo, particularmente bajo modalidades no reguladas o de baja planificación, ha generado presiones ambientales crecientes que se traducen en amenazas significativas para los componentes abiótico, biótico y socioeconómico del territorio. Estas dinámicas se han visto intensificadas por la ausencia de instrumentos efectivos de ordenamiento turístico, la limitada capacidad institucional para el control ambiental y el crecimiento espontáneo de infraestructura informal.

El presente análisis identifica como principales presiones asociadas al turismo no regulado la ocupación de ecosistemas frágiles, la generación inadecuada de residuos sólidos, los vertimientos directos a cuerpos de agua, la expansión de infraestructura turística informal y la alteración de dinámicas socioculturales. Estas presiones generan amenazas críticas tales como la pérdida de biodiversidad, la degradación del recurso hídrico, la compactación y erosión del suelo, la afectación a territorios sagrados y el incremento de conflictos socioambientales.

La evaluación integradora evidencia que las amenazas alcanzan niveles altos, especialmente sobre los ecosistemas estratégicos, las fuentes hídricas y la integridad cultural de los pueblos indígenas. En este contexto, se concluye que el turismo no regulado constituye uno de los factores de mayor riesgo ambiental para la sostenibilidad de la Sierra Nevada de Santa Marta, comprometiendo su resiliencia ecológica y su estabilidad territorial.

Adicionalmente, es importante señalar que, desde la perspectiva de las comunidades étnicas de la Sierra Nevada de Santa Marta, las actividades turísticas tanto reguladas como no reguladas no hacen parte de sus sistemas propios de sostenibilidad ni de sus prácticas tradicionales de relación con el territorio. Los pueblos indígenas mantienen una concepción integral y espiritual del espacio, en la cual ciertos sitios, especialmente aquellos de carácter sagrado o de importancia

ritual, requieren condiciones estrictas de protección y acceso restringido. En este contexto, la presencia de visitantes externos en zonas sensibles puede generar tensiones con los principios que orientan el manejo ancestral del territorio y afectar los equilibrios culturales y espirituales que regulan la permanencia y el ordenamiento propio. Por esta razón, el turismo se identifica como una presión adicional sobre la integridad territorial y cultural de estas comunidades, especialmente cuando ocurre en lugares que forman parte de la red de espacios sagrados o en áreas donde la normativa propia establece restricciones para evitar alteraciones en el funcionamiento espiritual y ecológico del territorio.

7.6. Deforestación y fragmentación

En las últimas décadas, los procesos de deforestación y fragmentación ecosistémica han emergido como una de las principales presiones antrópicas sobre este macizo montañoso, asociados principalmente a la expansión de la frontera agropecuaria, el desarrollo de infraestructura vial y de servicios, la ocupación informal del territorio, el turismo no regulado y las actividades extractivas. Estas dinámicas han generado una transformación acelerada del uso del suelo, alterando de manera significativa la estructura, función y conectividad de los ecosistemas naturales.

De manera complementaria, la fragmentación ecosistémica ha generado la ruptura de la conectividad ecológica entre los distintos pisos térmicos de la Sierra Nevada, afectando los flujos biológicos, los patrones de migración de fauna, la dispersión de semillas y los procesos evolutivos. La configuración resultante de parches aislados de bosque incrementa la vulnerabilidad de los ecosistemas, reduce su resiliencia frente al cambio climático y eleva el riesgo de extinción local de especies endémicas y en condición de amenaza.

El análisis integral evidencia que las principales amenazas derivadas de estos procesos incluyen la pérdida acelerada de biodiversidad, la degradación del recurso hídrico, el incremento de la erosión y la inestabilidad geotécnica, así como la afectación a la integridad cultural de los pueblos indígenas, cuyos sistemas productivos y espirituales dependen directamente del equilibrio ecosistémico del territorio.

La información cartográfica utilizada para el análisis fue descargada desde el aplicativo SIAC de Cobertura de Tierra para el año 2022, filtrando las categorías y

agrupándolas en Bosque Conservado (Código 31111: Bosque Denso Alto de Tierra Firme; Código 31112: Bosque Denso Alto Inundable; y Código 31121: Bosque Denso Bajo de Tierra Firme), Fragmentación Activa (Código 3131: Bosque Fragmentado con Pastos y Cultivos; Código 3132: Bosque Fragmentado con Vegetación Secundaria; y Código 3133: Bosque Fragmentado por Degradación), y en Recuperación y transición (Código 323: Vegetación Secundaria o en Transición; y Código 32111 / 32113: Herbazales)

Al realizar esta agrupación, se puede evidenciar el estado de la cobertura arbórea en el área de estudio revela una fragilidad estructural crítica. Si bien el 56% del territorio se mantiene como Bosques conservados, existe un 8,46% (más de 21.000 hectáreas) bajo procesos de fragmentación activa. Es alarmante observar que la superficie en degradación supera a la superficie en recuperación (6,77%), lo que indica que la Sierra está perdiendo bosque a un ritmo más acelerado de lo que logra restaurarlo naturalmente. Esta brecha negativa confirma que las medidas de control actuales son insuficientes para frenar el avance de la frontera agrícola sobre los ecosistemas clímax.

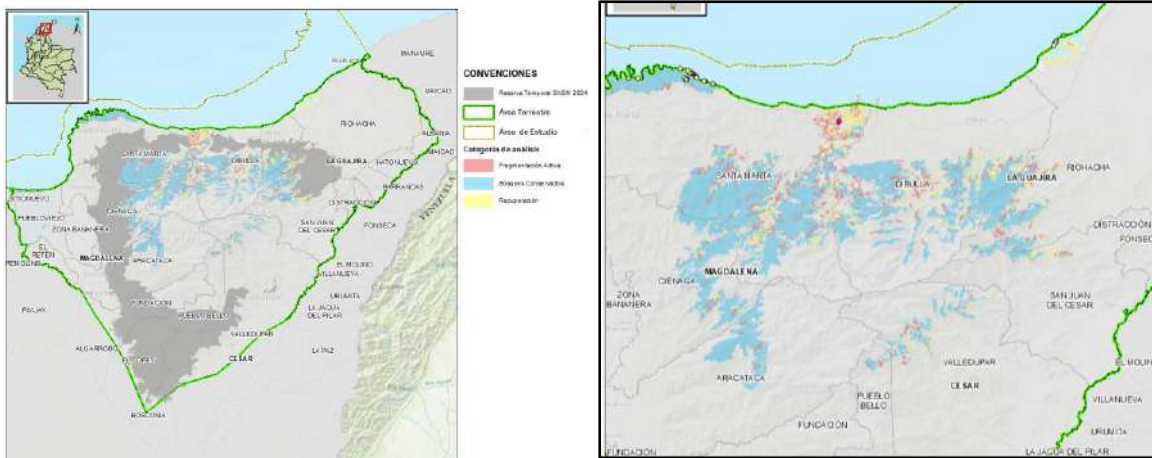
Tabla 78. Deforestación año 2022

Tipo de cambio	Descripción	Porcentaje (%)	Hectáreas Totales
Bosques conservados	Representan el estado ideal del ecosistema.	56,17%	139.676,64
Fragmentación activa	No son bosque total, pero tampoco son pasto, son el punto medio de la degradación.	8,46%	21.042,74
Recuperación y transición	Actúan como "puentes" o conectores.	6,77%	16.833,10
Otras coberturas	Demás coberturas	28,60%	71.086,13

Fuente: SIAC. (2012) & IDEAM. (2022)

Por otro lado, se evidencia una fragmentación más evidente, ya que no es visible un polígono sólido de bosque sino una fragmentación activa representada en color rojo que está dispersa dentro del interior de los bosques conservados representada en color azul. Esto es un indicio de degradación interna que crea "claros" en la selva, destruyendo el hábitat desde adentro.

Figura 145. Fragmentación y relación sitios sagrados de la Sierra Nevada año 2022



Fuente: SIAC. (2012) & IDEAM. (2022)

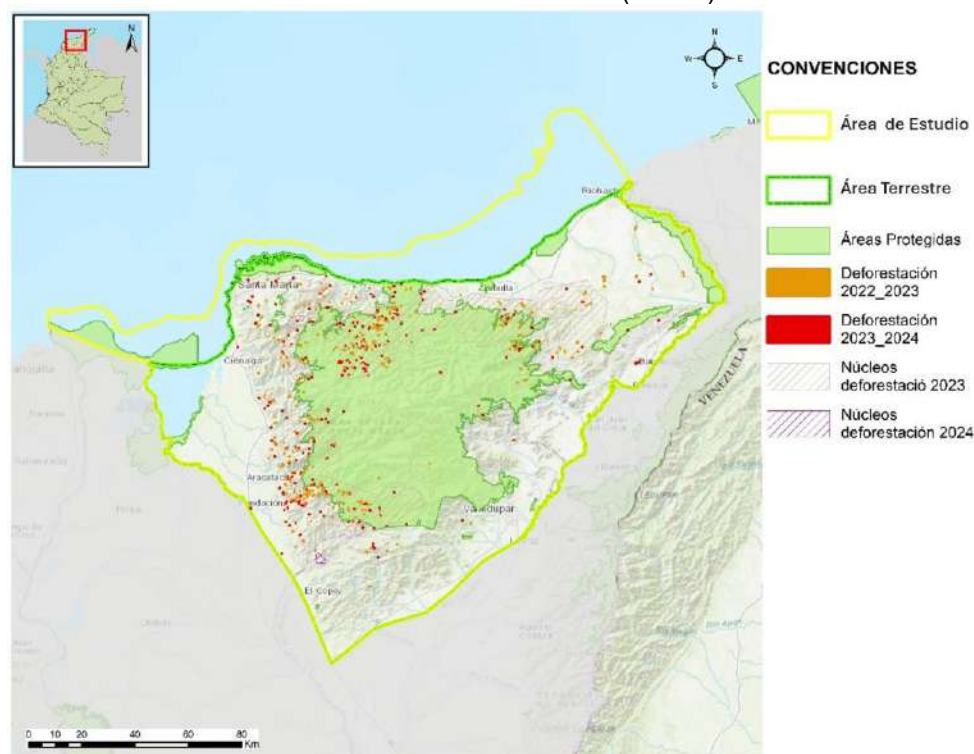
Por otro lado, se puede evidenciar un aislamiento en la zona Dibulla, donde se observan núcleos azules que están quedando rodeados por una mezcla de fragmentación y áreas de recuperación. Esto sugiere que los corredores biológicos que conectan la parte alta de la Sierra con el mar están seriamente comprometidos. Así mismo, aunque hay zonas de recuperación, están muy dispersas. Para que el área de estudio recupere su salud ecosistémica, esos parches amarillos deberían estar conectados. Actualmente, parecen intentos aislados de la naturaleza por regenerarse en medio de una matriz dominada por la presión antrópica.

Así mismo, el análisis de integridad estructural en el área de estudio permite concluir que la Sierra Nevada de Santa Marta enfrenta una fragmentación de carácter selectivo. Al contrastar la ubicación de los 348 Sitios Sagrados con las dinámicas de cobertura, se identifica que 5 hitos ya se encuentran inmersos en zonas de fragmentación activa, 20 en bosques conservados y 1 en áreas de recuperación y transición.

De este análisis se evidencia que, si bien existen instrumentos de protección legal sobre el territorio, persisten presiones que continúan afectando su integridad ecológica. En efecto, al superponer estos resultados con la Reserva Temporal SNSM 2024, se identifican focos de fragmentación al interior del área, lo que sugiere dinámicas de transformación del territorio asociadas, entre otros factores, al avance de la frontera agrícola, con efectos sobre la biodiversidad y sobre las condiciones

paisajísticas y ecológicas que sustentan la pervivencia de la Ley de Origen de los pueblos de la Sierra Nevada de Santa Marta. Adicionalmente, se identifican núcleos de deforestación correspondientes a los años 2023 y 2024, con base en la información reportada en los informes trimestrales del IDEAM.

Figura 146. Núcleos de deforestación y deforestación año 2023, 2024 en la Zona de Reserva Sierra Nevada Santa Marta (SNSM).

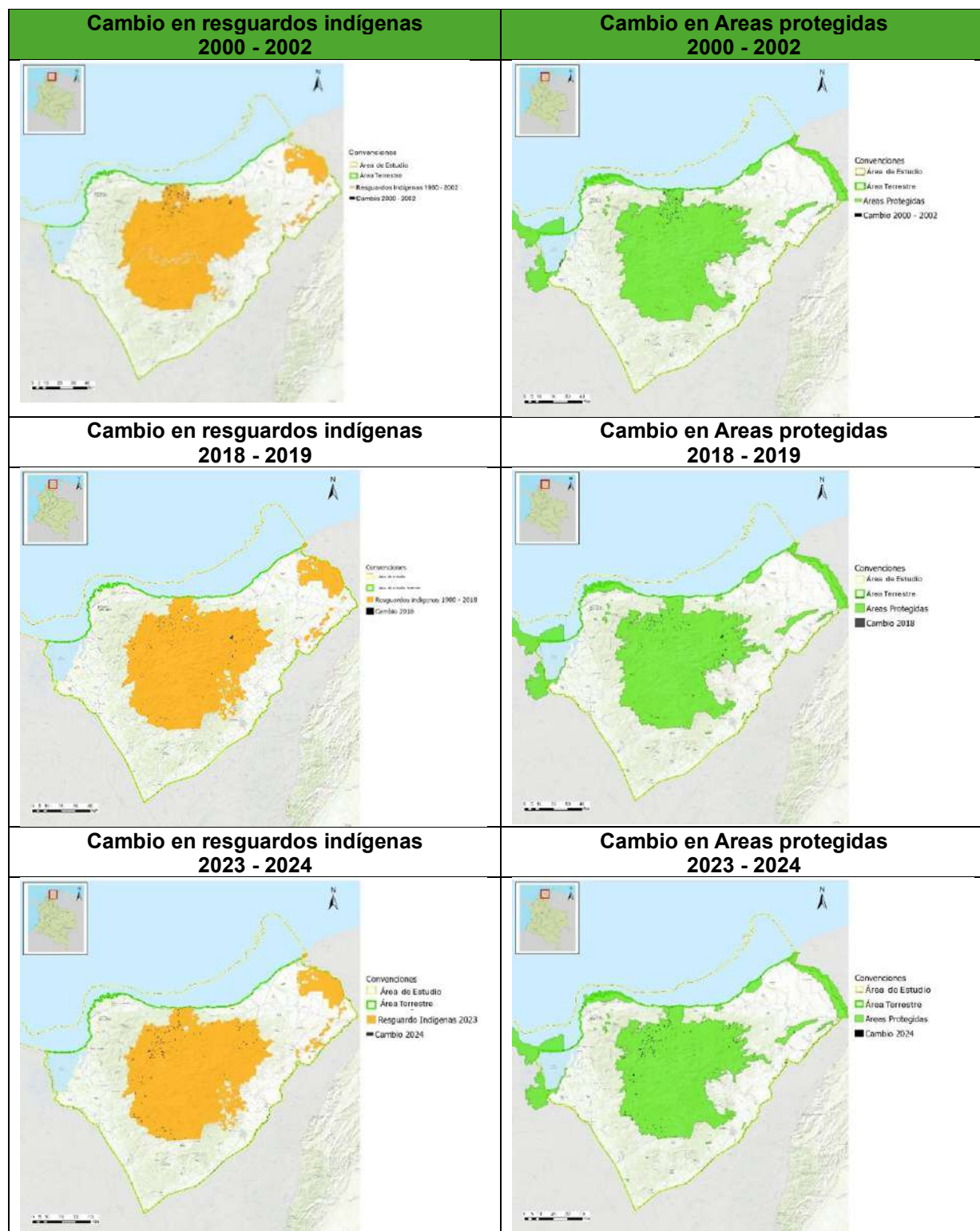


Fuente: IDEAM. (2025)

7.7. Análisis temporal de la deforestación en resguardos indígenas y áreas protegidas

Con base en los datos analizados para los periodos 2000 – 2002, 2018 – 2019 y 2023 – 2024 (Figura 148), se evaluó la dinámica temporal de la deforestación dentro de los resguardos indígenas y áreas protegidas, considerando que la declaratoria de los resguardos no fue simultánea, sino que se consolidó de manera progresiva a lo largo del tiempo, así como su posible influencia en la pérdida de cobertura vegetal.

Figura 147. Cambios por deforestación con respecto a resguardos indígenas y áreas protegidas en la zona Sierra Nevada de Santa Marta (SNSM) periodo: 2000-2002; 2018-2019; 2023-2024.



Fuente: IDEAM. (2025, 2000-2002; 2018-2019; 2023-2024)

Durante el periodo de 2000 – 2002 se registraron los valores más altos de deforestación. En los resguardos indígenas, la pérdida total fue de 568,42, concentrándose principalmente en el Resguardo indígena Kogui, Malayo y Arhuaco con 533,61 ha, seguido por el resguardo Arhuaco O Ijke con 23,08 ha y el Resguardo Wayuu de Mañature con 11,73 ha.

En las áreas protegidas, la deforestación total alcanzo 586,78 ha, destacándose la Sierra Nevada de Santa Marta con 449,32 ha, la Ciénaga Grande de Santa Marta con 95,46 % y el Bosque seco de Jacob Moises Luque con 0,77 ha. Estos resultados evidencian una alta presión antrópica, incluso dentro de figuras de protección y además, reflejan un escenario previo a la consolidación de varias figuras de protección y a un control territorial limitado.

En el lapso entre 2018 - 2019 se observa una disminución moderada de la deforestación. En resguardos indígenas, el total descendió a 474,33 ha, con valores de 425,20 ha en el resguardo Kogui, Malayo y Arhuaco 47,74 ha en el resguardo O Ijke y 1,39 en el resguardo Wayuu de la Alta y Media Guajira.

Por su parte, las áreas protegidas registraron un total de 442,25 ha, concentrado principalmente en la Sierra Nevada de Santa Marta con 434,88 ha y en menor proporción en Bañaderos Cuenca Alta del rio Camarones con 7,36 ha. En comparación con el periodo 2000 – 2002, la deforestación se redujo aproximadamente 16,5 % en resguardos indígenas y un 24,6 % en áreas protegidas. Esto también coincide con el fortalecimiento institucional y la ampliación del reconocimiento legal de los territorios indígenas.

Para el periodo de 2023 y 2024, presenta la reducción más significativa de la deforestación. En los resguardos indígenas, la pérdida total fue de 158,23 ha, correspondiente a 134,28 ha en el resguardo Kogui, Malayo y Arhuaco y 23,94 % en el resguardo Arhuaco O Ijke, lo que representa una disminución superior al 70% respecto a los periodos anteriores.

En las áreas protegidas la deforestación alcanzo 143,53 ha, distribuida en la Sierra nevada de Santa Marta con 142,72, Bañaderos Cuenca Alta del rio Camarones con 0,61 y Caracoli Sabanas de Manuela con 0,20 ha. Frente al periodo 2000 – 2002, la reducción supera el 75%.

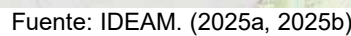
Los resultados indican que la reducción progresiva de la deforestación está estrechamente relacionada con la declaratorio gradual de los resguardos indígenas, así como con la consolidación de áreas protegidas. En este contexto, los territorios indígenas muestran una mayor capacidad de control de la perdida de cobertura

vegetal a medida que se fortalecen sus derechos territoriales y sistemas de gobernanza propia. Esto puede sugerir que la protección legal acompañada de manejo comunitario constituye un factor determinante para la conservación a largo plazo del territorio.

La fragmentación se refiere a los cambios de las coberturas naturales que provoca transformaciones en los diferentes atributos de la biodiversidad y configuración del paisaje, ya que los cambios dentro de las variables paisajísticas afectan de manera directa a los patrones espaciales del paisaje que influyen de manera directa sobre los procesos ecológicos (Santos & Tellería, 2006; Gurrutxaga & Lozano, 2012). La SNSM por considerarse una zona donde se puede encontrar todos los pisos térmicos, por tener un régimen pluvial abundante y suelos fértiles, hace que sea más susceptible a transformación por cultivos y a su vez la de mayor intervención antrópica generando fragmentación sobre bosques naturales de la zona. Las actividades antrópicas, como el cambio de coberturas naturales a pastos, las actividades agropecuarias mixtas, las coberturas agrícolas y las quemas, representan las presiones que ocupan la mayor extensión de área dentro de los parques naturales de Colombia (Gualdrón et al., 2025). En este contexto, la Sierra Nevada de Santa Marta (SNSM) se encuentra entre las cinco áreas protegidas en situación de alarma, al presentar una de las mayores transformaciones respecto a su área total, con un 15,33 % para el año 2024 (Gualdrón et al., 2025).

Al correlacionar los biomas previamente descritos anteriormente y el Mapa de Cobertura de la Tierra- Corine Land Cover, escala 1:100.000 en el periodo 2022 (Ideam, 2025b), el Área de Reserva de la Sierra Nevada de Santa Marta (SNSM) evidencia la alta diversidad a nivel ecosistémicas los cuales son definidos según variables: clima, tipo de agua, zona hidrológica, paisaje, relieve, suelos, ambiente edafología, sustrato, temperatura, salinidad, provincia. Lo anterior concuerda debido a las características biogeográficas del área de estudio en donde se encuentran desde Zonobioma Alternohigrico Tropical definido por diferentes coberturas entre mosaico de pastos y cultivos, Afloramientos rocosos, arbustal, bosque fragmentado, bosque denso bosque de galería entre otras, hasta el Orobioma de paramo con diferentes coberturas como afloramiento rocoso, arbustal, herbazal, zonas arenosas naturales, bosque denso entre otras (MINAMBIENTE, 2022).

Figura 148. Ecosistemas-coberturas seminaturales de la zona (SNSM)



abierto y materiales de cantera cerca de las estribaciones (muchas vinculadas geológicamente a la formación del Valle del Cesar); en la vertiente norte y oriental (La Guajira) existen títulos de oro y cobre en la cuenca alta del Ranchería y sus afluentes; y en el piedemonte occidental (Magdalena) se hallan concesiones de gravas y calizas para la construcción.

Según la información reportada por la plataforma ANNA MINERÍA de la Agencia Nacional de Minería, relacionada con los títulos y solicitudes vigentes mineras, dentro del límite del área de estudio:

- 121 títulos vigentes en seis (6) modalidades: contrato de concesión L 685 (104), contrato de concesión D 2655 (10), contrato en virtud de aporte (4), autorización temporal (1), reconocimiento propiedad privada (1), y licencia de explotación (1). Se encuentran 120 títulos activos y 1 suspendido correspondiente a contrato en virtud de aporte.
- 4 de los títulos vigentes activos, se sobreponen con el área de 5 resguardos indígenas, los cuales se relacionan a continuación:

Tabla 79. Títulos vigentes que se cruzan con resguardos indígenas.

No. Título	Titulares	Municipio	Etapas actual	Clasificación	Fecha de expedición	Fecha de expiración	Resguardo indígena
501318	(78174) MARJAL S.A.S	Barrancas	No indica	No indica	15/07/2021	15/04/2022	Wayuu de Trupigacho y La Meseta
00-1976	(22225) CARBONES DEL CERREJON - CERREJON CDC C DEL C, (12209) CERREJON ZONA NORTE SOCIEDAD ANONIMA - CZN S.A.	Albania, Barrancas, Hatonuevo y Maicao	Explotación	No indica	17/08/1990	26/02/2034	Wayuu Cuatro De Noviembre
067-2001	(22510) CONSORCIO CARBONES DEL CERREJÓN - CERREJÓN CDC C DEL C - Y CERREJÓN ZONA NORTE S.A.	Barrancas y Hatonuevo	Explotación	Grande	26/10/2001	26/10/2031	Wayuu de Provincial
HI7-08101X	(20088) DISNA INC. COLOMBIA	Hatonuevo	Explotación	Mediana	11/02/2009	10/02/2039	Wayuu de Lomamoto Wayuu Rodeito - El Pozo

Fuente: ANM. (2026)

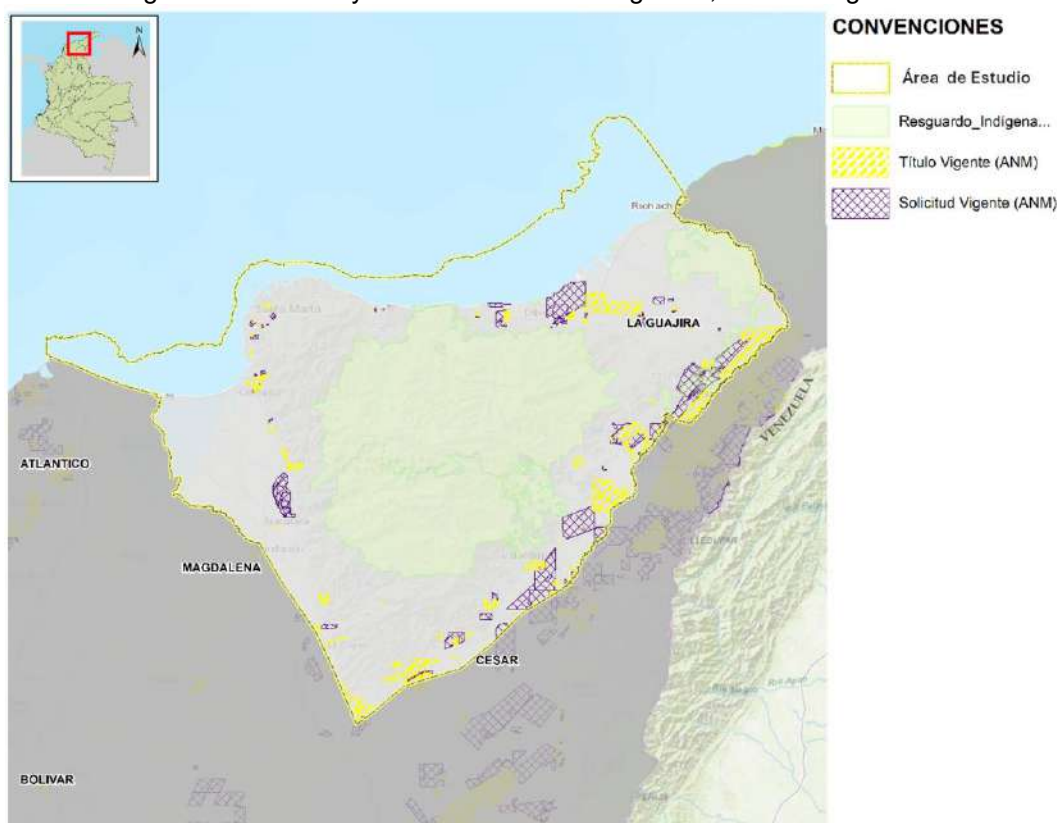
- Por otro lado, se identifican 101 solicitudes vigentes, distribuidas de la siguiente forma: contrato de concesión L 685 (72), área de reserva especial (19), solicitud de legalización (4), contrato de concesión diferencial (3) y área de reserva especial declarada (3).
- 8 de las solicitudes vigentes, se sobreponen con el área de 10 resguardos indígenas, los cuales se relacionan a continuación:

Tabla 80. Solicitudes vigentes que se cruzan con resguardos indígenas.

No. Título	Titulares	Municipio	Clasificación	Fecha de solicitud	Resguardo indígena
506807	(86776) MINERA ESTRELLA C.I S.A.S	Albania, Barrancas y Hatonuevo	Grande	13/09/2022	Wayuu de El Zaino, Guayabito y Muriaytuy
					Wayuu de Provincial
					Wayuu Rodeito - El Pozo
					Wayuu de Trupiogacho y La Meseta
					Wayuu de El Cerro De Hatonuevo
					Tamaquito II
					Wayuu de Lomamato
					Wayuu de Provincial
501282	(77008) BACCANCAS COLOMBIA SAS	Valledupar	Grande	20/01/2021	Wayuu de Trupiogacho y La Meseta
					Kankuamo
OG2-084815	(18857) NEGOCIOS MINEROS S.A.	Hatonuevo y Barrancas	Mediana	2/07/2013	Wayuu de El Zaino, Guayabito y Muriaytuy
					Wayuu Rodeito - El Pozo
PET-08111	(52092) MIGUEL ÁNGEL SUAREZ NIÑO, (17111) PEDRO NEL BUITRAGO RODRIGUEZ	Distracción, Fonseca y Barrancas	Mediana	29/05/2014	Wayuu de Potrerito
					Wayuu de Trupiogacho y La Meseta
RGP-10101	(57260) JOHANA MALAVER ROSAS, (27537) LUDBIN FORTUNATO AMEZQUITA SATOBA	Hatonuevo y Barrancas	Mediana	25/07/2016	Wayuu de Provincial
					Wayuu de Trupiogacho y La Meseta
					Wayuu de El Cerro De Hatonuevo
506268	(83499) SAUL DAVID CARRILLO URARIYU	Fonseca y Barrancas	Mediana	8/07/2022	Wayuu de El Zaino, Guayabito y Muriaytuy
					Wayuu de Trupiogacho y La Meseta
					Wayuu de Cerrodeco
511166	(96409) PAIM DE COLOMBIA S.A.S.	Riohacha y Hatonuevo	Mediana	11/06/2025	Resguardo Indígena Wayuu de Mañature
					Resguardo Indígena Caña Brava
504103	(83499) SAUL DAVID CARRILLO URARIYU	Barrancas	Pequeña	19/01/2022	Wayuu de Trupiogacho y La Meseta

Fuente: ANM. (2026) - ANT. (2025)

Figura 149. Títulos y Solicitudes mineras vigentes, Áreas Indígenas en 2025



Fuente: ANM. (2026)

- En temas de licenciamiento, de acuerdo con la Base de Datos Corporativa (BDC) de la ANLA, en el área de estudio hay un proyecto licenciado del sector de minería, que corresponde al proyecto minero de explotación de carbón bloque central del cerrejón zona norte (LAM1094).

Adicionalmente, es necesario tener en cuenta que la infraestructura asociada incluye vías de acceso, campamentos, polvorines, maquinaria pesada (retroexcavadoras, bulldozers) y en algunos casos plantas de beneficio.

Si bien la Sierra no cuenta con grandes minas industriales en operación dentro del corazón del macizo, en sus zonas de influencia existen explotaciones de mediana escala: por ejemplo, canteras de materiales cerca a Ciénaga y Santa Marta que proveen insumos a la construcción regional, o minas de carbón al sur (municipio de Pueblo Bello, Cesar) en la periferia del territorio Arhuaco. Estas actividades conllevan la apertura de vías terciarias y trochas para camiones, la instalación de trituradoras, patios de acopio y tuberías para lavar mineral, generando perturbaciones adicionales al paisaje.

Desde una perspectiva socioecológica, la minería legal en la Sierra Nevada de Santa Marta se manifiesta en una proliferación de títulos mineros otorgados dentro del área de estudio, generando una presión sobre el mismo. Diversas fuentes coinciden en que la cantidad de concesiones mineras es significativa: ya en 2017, el Consejo Territorial de Cabildos Indígenas denunciaba la existencia de 285 títulos mineros vigentes dentro de este territorio ancestral, con 132 proyectos mineros en marcha y 7 bloques mineros activos, además de 1.320 solicitudes de nuevos títulos en espera de aprobación. De igual forma, un líder del pueblo Wiwa reportó en 2019 al menos 180 títulos mineros otorgados y 5 bloques de explotación en funcionamiento.

En la última década, la tendencia en la titulación minera ha sido al alza: según el Centro de Investigación y Educación Popular (CINEP), entre los años 2020 y 2022 aumentó significativamente el número de nuevas solicitudes de títulos mineros, alcanzando un pico en 2022, principalmente en los departamentos de La Guajira y Magdalena, con empresas interesadas en explotar arenas, gravas, carbón, cobre y oro en distintas zonas de la Sierra, evidenciando la fuerte presión del sector extractivo sobre el territorio (Guarnizo, 2025).

Los títulos mineros legales se concentran mayormente en las zonas bajas y medias de la Sierra, que coinciden con áreas de piedemonte y valles habitados por población campesina o colindantes con la infraestructura regional. Por ejemplo, en la vertiente sur (Cesar y Magdalena) hay concesiones de carbón a cielo abierto y materiales de cantera cerca de las estribaciones (muchas vinculadas geológicamente a la formación del Valle del Cesar); en la vertiente norte y oriental (La Guajira) existen títulos de oro y cobre en la cuenca alta del Ranchería y sus afluentes; y en el piedemonte occidental (Magdalena) se hallan concesiones de gravas y calizas para la construcción. Un análisis de la Agencia Nacional de Minería sobre la ampliación del PNN Sierra Nevada reveló que el polígono del parque (incluyendo áreas recién incorporadas al mismo en 2023) tenía superposición con 36 títulos mineros vigentes, abarcando un traslape de 12.085 hectáreas dentro del área protegida.

Es decir, incluso zonas de alto valor ambiental bajo protección formal se ven interceptadas por concesiones mineras otorgadas previamente. Si bien actualmente no se permiten nuevas adjudicaciones dentro de Parques Nacionales (por la normatividad que declara excluibles esas áreas), la presencia de títulos antiguos plantea un desafío de incompatibilidad normativa.

La infraestructura asociada a la minería legal incluye vías de acceso, campamentos, polvorines, maquinaria pesada (retroexcavadoras, bulldozers) y en algunos casos plantas de beneficio. Si bien la Sierra no cuenta con grandes minas industriales en operación dentro del corazón del macizo, en sus zonas de influencia existen explotaciones de mediana escala: por ejemplo, canteras de materiales cerca a Ciénaga y Santa Marta que proveen insumos a la construcción regional, o minas de carbón al sur (municipio de Pueblo Bello, Cesar) en la periferia del territorio Arhuaco.

7.8.2. Minería Ilegal

Paralelamente a la minería formal, la minería ilegal o de hecho se ha expandido en la Sierra Nevada, constituyendo una de las presiones más preocupantes en años recientes (Global Protection Clusters, 2025). Se entiende por minería ilegal aquella que opera sin título ni licencia ambiental, frecuentemente vinculada a economías criminales y grupos armados. En el contexto del área de estudio, la minería ilícita se concentra principalmente en:

- Explotación de oro aluvial en los ríos de piedemonte, especialmente en la vertiente nororiental (La Guajira). Desde 2017 se ha documentado la presencia de retroexcavadoras y entables auríferos clandestinos en la cuenca del río Jerez (municipio de Dibulla), territorio de la comunidad Wiwa de Arimaka. Este río, afluente del Ranchería, ha sufrido desviaciones y vertimiento de lodos y mercurio por la extracción de oro, actividad presuntamente controlada por las llamadas *Autodefensas Conquistadoras de la Sierra* (ACSN, grupo armado ilegal) (Global Protection Clusters, 2025).

Por ejemplo, la continuidad de la minería aurífera ilegal en la cuenca del río Jerez ha llevado contaminación al agua y los peces con metales pesados, así como presencia de cadmio (Cd) y arsénico (As) bioacumulados en peces consumidos por la comunidad. Estos indicios revelan el grave impacto sanitario y ecológico de la minería aurífera ilegal en esa cuenca (Procuraduría General de la Nación, 2024).

Además del Jerez, otras microcuencas han sufrido minería aurífera de hecho en menor escala, por ejemplo, en ríos de la vertiente noroeste (zona de Palmor, Ciénaga) y la vertiente oriental (algunos arroyos tributarios del Ranchería). Aunque menos documentadas, comunidades Arhuacas y Kogui han señalado la presencia de pequeños grupos de mineros informales (a



veces pobladores locales impulsados por la pobreza) lavando oro en quebradas y excavando túneles en lechos secos (Paz Cardona, 2019).

La minería ilegal sin apoyo técnico genera contaminación (por uso de mercurio metálico para amalgamar el oro) y alteración de cauces. Es sabido que la minería de oro aluvial produce efectos prácticamente irreversibles en la diversidad hidrobiológica debido al mercurio, que se convierte en metilmercurio tóxico y se bioacumula en peces y humanos.

- Canteras y areneras clandestinas para materiales de construcción. El auge de obras civiles en la región Caribe (carreteras, urbanizaciones en ciudades como Valledupar, Santa Marta, Riohacha) ha disparado la demanda de arena, grava, piedra y arcilla. Según líderes Wiwa, esto ha motivado un crecimiento de canteras ilegales en varias cuencas de la Sierra en Cesar, Magdalena y La Guajira, donde se extraen agregados de ríos y cerros sin permisos (Paz Cardona, 2019). Por ejemplo, se han reportado extracciones informales de material de río en la cuenca del río César (sur de la Sierra) y explotaciones de roca en cerros del piedemonte de la Sierra en el sector de Mingueo (Dibulla) y Pueblo Bello. Estas actividades con frecuencia son “*invisibles*” a la autoridad, operadas por pequeños contratistas locales o auspiciadas por actores ilegales que evaden controles. Las canteras ilegales conllevan deforestación local, detonaciones sin medidas de seguridad y sedimentación de cauces, afectando la dinámica fluvial.
- Guacherías o extracciones informales en antiguos frentes mineros. Se ha detectado que, tras el cierre o abandono de algunas minas legales, ingresan mineros ilegales a explotar los remanentes de mineral (*remining*). Por ejemplo, en las estribaciones del Cesar hay casos de minas de carbón inactivas que son explotadas ilegalmente a baja escala por grupos locales, sin ningún plan de manejo. Estas intervenciones sin control suelen dejar pasivos ambientales graves: taludes sin reforestar que se convierten en focos de erosión, pozos inundados sin tratamiento, etc. Un estudio técnico resaltó que muchas actividades mineras abandonadas en la Sierra terminan “*sin medidas adecuadas, generando puntos de erosión que luego se convierten en focos de contaminación*” por residuos (Paz Cardona, 2019).

La minería ilegal en la Sierra suele estar ligada a la presencia y financiamiento de grupos armados al margen de la ley. Históricamente, los territorios indígenas de la Sierra padecieron la incursión de guerrillas y paramilitares por economías ilícitas (coca o marihuana en décadas pasadas); ahora, con la bonanza del oro, actores

emergentes como las AGC (*Autodefensas Gaitanistas de Colombia*, también llamadas Clan del Golfo) y facciones residuales paramilitares (*Los Pachencia*) disputan el control de zonas mineras estratégicas. Estas bandas ejercen extorsión (“vacunas”) a mineros ilegales y garimpeiros, e imponen su “ley” a comunidades locales mediante amenazas y violencia. La Defensoría del Pueblo ha alertado que la alianza entre economías ilegales (minería, narcotráfico) y grupos armados reconfigura dinámicas de violencia en la Sierra, exacerbando el riesgo para la población civil e indígena (Defensoría del Pueblo de Colombia, 2018).

Por ejemplo, en 2021–2022 se reportaron amenazas y desplazamientos forzados de comunidades Wiwa en Dibulla atribuidos a disputas por las rutas para sacar oro del río Jerez (Global Protection Clusters, 2025). La violencia socioambiental asociada a la minería ilegal se manifiesta también en asesinatos selectivos y amenazas contra líderes indígenas que se oponen a la explotación. De hecho, “*sus líderes hoy están amenazados*”, afirma un artículo sobre el territorio Wiwa, dado que la comunidad ha denunciado y resistido la minería ilegal en su territorio (Paz Cardona, 2019).

Otro aspecto es el “lavado” de minerales: el oro extraído ilegalmente suele ser comercializado a través de canales legales mediante compraventas y exportadores que mezclan oro de origen ilícito con producciones legales para evadir controles. En el caso de la Sierra, no se cuenta con cifras exactas de producción ilegal, pero la facilidad de sacar oro por la frontera con Venezuela o por puertos informales hace pensar que gran parte del oro de la Sierra termina “blanqueado” en el mercado internacional, alimentando economías criminales.

En síntesis, la minería ilegal ejerce una presión multifacética: deforesta parches de bosque ribereño, contamina ríos con sedimentos y mercurio, invade territorios sagrados sin respeto por la cosmovisión indígena y fortalece la presencia de actores armados y economías ilícitas en la región. Su carácter clandestino dificulta la cuantificación exacta, pero los estudios de campo y las alertas oficiales señalan focos definidos (cuenca del Jerez, zonas del Ranchería, canteras dispersas) que requieren atención urgente. La tendencia de esta presión, de no mediar intervención, es a la expansión, dado el alto precio del oro y la demanda regional de materiales de construcción.

Además de la extracción minera en sí, hay una serie de actividades conexas o indirectamente ligadas a la minería que actúan como presiones adicionales sobre el territorio de la SNSM:



- Apertura de caminos y trochas: Tanto la minería legal como la ilegal han impulsado la creación de vías de acceso en áreas antes remotas. Empresas legales construyen carreteras o mejoran caminos rurales para movilizar maquinaria y mineral; por su parte, mineros ilegales suelen abrir trochas clandestinas con bulldozer o a punta de machete para llegar a quebradas auríferas. Estos caminos informales generan fragmentación del hábitat (cortan la continuidad boscosa facilitando la entrada de colonos y cazadores) y aceleran la erosión (al remover cobertura vegetal en laderas empinadas). Un ejemplo es la trocha que conduce al sector de Arimaka en la cuenca del Jerez, abierta ilegalmente para transportar combustible y equipos, que ha causado deslizamientos en la pendiente andina. Asimismo, en la zona de Pueblo Bello (Cesar) comunidades Arhuacas han denunciado la apertura de senderos hacia sitios sagrados con el fin de saquear minerales o artefactos, profanando dichos lugares.
- Transporte y comercialización de minerales: La circulación de volquetas, camiones y mulas cargadas con mineral extraído también ejerce presión: las rutas de sacar la producción suelen atravesar ríos (vadoseo), generar ruido y emisiones, y en el caso del oro ilegal, han implicado la creación de puntos de acopio clandestinos donde se manipula el material. Por ejemplo, se identificaron patios en la periferia de Santa Marta y Valledupar donde se recibía oro de origen ilegal de la Sierra para su venta. Estas operaciones de transporte clandestino requieren logística clandestina (sobornos en retenes, horarios nocturnos) que socavan la gobernanza territorial.
- Lavado de dinero y de oro: La minería ilegal conlleva esquemas financieros ilícitos. “Lavado de minerales” se refiere a que el oro extraído sin título se hace pasar por oro legal mediante empresas fachada, facturas falsas, etc. Aunque este fenómeno en sí no “impacta” el ecosistema directamente, representa una presión institucional: corrompe funcionarios, dificulta la trazabilidad y permite que continúe la extracción en terreno. Es decir, mientras existan canales para lavar el oro, la presión sobre la Sierra continuará porque la actividad sigue siendo rentable.
- Materiales de procesamiento: Muchas veces el mineral extraído en la Sierra es procesado dentro del mismo territorio ancestral: por ejemplo, molinos de mandíbula y rastras para pulverizar roca aurífera, o entables con mercurio junto a los ríos. Estas plantas artesanales vierten sus colas y relaves directamente al entorno. Incluso proyectos legales han dejado *pasivos* si no

hacen cierre adecuado. La recomendación técnica ha sido implementar planes de cierre, saneamiento y restauración ecológica en todos los frentes mineros, pues de lo contrario quedan puntos de contaminación permanentes. La realidad es que muchas minas pequeñas (legales e ilegales) se abandonan sin restauración, y los químicos residuales (aceites, combustibles, mercurio, cianuro en algunos casos) quedan infiltrándose en suelos y aguas. Esto constituye una presión difusa pero continua en el tiempo.

- Otras actividades ilícitas asociadas: La presencia de minería ilegal suele coexistir con otras economías ilícitas en las mismas áreas, como cultivos de uso ilícito (*coca*), laboratorios de droga, contrabando de gasolina, etc. (Defensoría del Pueblo de Colombia, 2018). Todas estas actividades combinadas crean una suerte de “enclave de ilegalidad” donde impera la ley del más fuerte y se margina el control ambiental. Por ejemplo, en la vertiente norte, sectores donde hay minería de hecho también han servido de escondite para laboratorios de cocaína, y sus operadores incluso profanaron sitios sagrados indígenas durante sus actividades (buscando tesoros arqueológicos para financiarse, práctica de *guaquería*). La Defensoría del Pueblo señala que la *guaquería* —búsqueda ilegal de arte prehispánico en la Sierra— suele acompañar a la minería ilegal, y “*profana los sitios sagrados y atenta contra el patrimonio cultural*” de los pueblos indígenas (Defensoría del Pueblo de Colombia, 2018).

En suma, las actividades conexas intensifican las presiones más allá del acto extractivo puntual. Un camino informal puede abrir un nuevo frente de colonización; un campamento de mineros ilegales puede generar cacería de fauna para autoconsumo; los residuos mal dispuestos pueden convertirse en fuentes de contaminación crónica.

7.8.3. Impactos de la minería

Desde la perspectiva ambiental, la minería constituye una actividad con potencial de afectación principalmente sobre el agua, el suelo, el aire y la biodiversidad. En la SNSM, la conflictividad ambiental asociada a la minería puede entenderse a partir de la concurrencia de: i) títulos mineros otorgados o en trámite; ii) posibles superposiciones con áreas de especial importancia ambiental o cultural; y iii) la existencia de actividades extractivas informales. Estos factores resultan particularmente sensibles debido a la presencia de ecosistemas estratégicos, así como de territorios colectivos de pueblos indígenas (Arhuaco, Kogui, Wiwa y

Kankuamo), cuya relación con el territorio incorpora dimensiones culturales, espirituales y de subsistencia.

En términos ambientales, distintos estudios a nivel nacional han identificado que la actividad minera puede generar afectaciones sobre las rondas hídricas, la calidad del aire, el suelo y la biodiversidad, comprometiendo la provisión de servicios ecosistémicos (Mora, 2023).

En este contexto, es relevante destacar que las tensiones socioambientales no se restringen a la minería ilegal. Los títulos mineros formalmente otorgados o con expectativas de desarrollo en el territorio, al habilitar usos del suelo y procesos de ocupación, pueden generar presiones sobre áreas de alta sensibilidad ecológica y cultural, especialmente cuando se presentan superposiciones o proximidades con resguardos indígenas, áreas protegidas o zonas de importancia ecosistémica.

Los impactos ambientales más relevantes tienden a concentrarse en:

- a. Alteración de la calidad y disponibilidad del recurso hídrico (superficial y subterráneo), así como de la dinámica hidrogeomorfológica y sedimentológica, asociada a cambios en la infiltración, incremento de sedimentos y riesgos de contaminación.
- b. Generación de pasivos mineros asociados a estériles y relaves, con potencial de lixiviación;
- c. Alteración de la geoforma del terreno, de las condiciones geotécnicas, de la calidad del suelo y de la percepción visual del paisaje, derivadas de procesos de excavación y remoción de materiales;
- d. Alteración de la concentración de contaminantes criterio y/o de sustancias tóxicas en el aire; y
- e. Alteración de la estructura ecológica del paisaje, así como de ecosistemas y hábitats acuáticos y terrestres.

Adicionalmente, la minería ilegal en Colombia se asocia con múltiples impactos ambientales y sociales de carácter significativo. En términos ambientales, esta actividad genera la contaminación de fuentes hídricas, especialmente por el uso de sustancias como el mercurio y otros productos químicos (por ejemplo, cianuro o ácido sulfúrico) empleados en procesos de beneficio, así como el aumento de la sedimentación en ríos, la deforestación, la degradación del suelo y la pérdida de biodiversidad. A nivel social, se relaciona con problemáticas como el trabajo informal, condiciones laborales precarias, afectaciones a la salud de las comunidades y conflictos territoriales. Finalmente, se ha identificado su vínculo con

economías ilegales y actores armados, lo que complejiza su control y profundiza los riesgos para la gobernanza territorial (Mora, 2023).

Estas consideraciones resultan pertinentes para la SNSM, aunque deben interpretarse a la luz de sus particularidades biofísicas, como la presencia de cuencas de alta pendiente, suelos con susceptibilidad a procesos erosivos y una alta dependencia de las comunidades locales del recurso hídrico. En este sentido, las afectaciones sobre el agua adquieren especial relevancia, no solo por su papel en la regulación ecológica, sino también por su importancia en el abastecimiento para poblaciones aguas abajo y su valor cultural para los pueblos indígenas.

Asimismo, la evidencia sugiere que los impactos asociados a los títulos mineros pueden presentarse desde etapas tempranas del ciclo minero, como la exploración y la construcción de infraestructura (vías de acceso, campamentos y plataformas), generando cambios en la cobertura del suelo, aumento del tránsito y fragmentación del paisaje. De igual forma, la exposición de materiales geológicos al agua y al oxígeno puede activar procesos geoquímicos que derivan en drenajes con carga contaminante, cuyos efectos pueden persistir en ausencia de medidas adecuadas de manejo, cierre y restauración.

Respecto a las dinámicas territoriales, la sola expectativa de desarrollo de proyectos mineros puede actuar como un factor de transformación del territorio, al incentivar procesos de ocupación, cambios en el uso del suelo y tensiones entre distintos actores. En la SNSM, estas dinámicas adquieren una complejidad adicional debido a la coexistencia de múltiples figuras de ordenamiento, ambientales, mineras y étnicas, así como a la necesidad de garantizar la protección de los derechos territoriales de los pueblos indígenas y la integridad de sus sistemas de conocimiento.

En consecuencia, el análisis de la minería en la SNSM debe centrarse en la interacción entre instrumentos formales (como los títulos mineros), dinámicas informales o ilícitas y las particularidades territoriales de la región. Los impactos potenciales más relevantes se relacionan con la afectación del recurso hídrico, la alteración del medio geoambiental, la generación de pasivos mineros, la fragmentación de ecosistemas y la ocurrencia de efectos acumulativos. Estos aspectos deben evaluarse considerando la alta sensibilidad ecológica del territorio, su importancia en función de los servicios ecosistémicos que provee, su significado cultural para los pueblos indígenas y las capacidades institucionales para su gestión y control.

7.9. Hidrocarburos

De acuerdo con el Mapa de Tierras de la Agencia Nacional de Hidrocarburos (ANH), actualizado al 26 de marzo de 2026, se identifican siete (7) tipos de áreas, los cuales se encuentran distribuidos así:

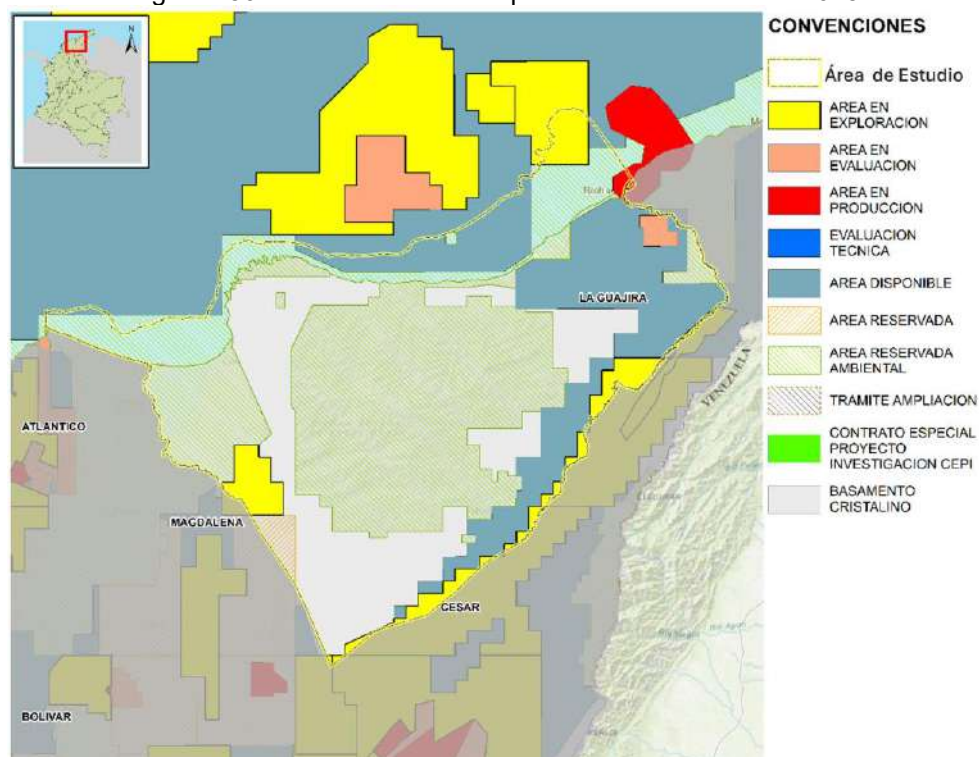
Tabla 81. Relación de Áreas de Hidrocarburos que se cruzan con el área de estudio.

LEYENDA	Área (ha)	% Área
AREA RESERVADA AMBIENTAL	1.126.816,55	49,74%
AREA DISPONIBLE	469.207,26	20,71%
AREA RESERVADA	22.314,97	0,99%
AREA EN EXPLORACION	127.708,42	5,64%
AREA EN PRODUCCION	5.320,59	0,23%
AREA EN EVALUACION	13.169,51	0,58%
BASAMENTO CRISTALINO	500.843,29	22,11%
TOTAL	2.265.380,57	100,00%

Fuente: ANH. (2026)

En la siguiente figura se detalla la distribución espacial de los bloques de Hidrocarburos:

Figura 150. Localización de Bloques de Hidrocarburos a 2025.



Fuente: ANH. (2026)

En relación con el licenciamiento ambiental, y de acuerdo con la Base de Datos Corporativa (BDC) de la ANLA, en el área de estudio se identifican un total de 13 proyectos activos del sector de hidrocarburos con licencia ambiental, de los cuales 7 corresponden al subsector de transporte y conducción.

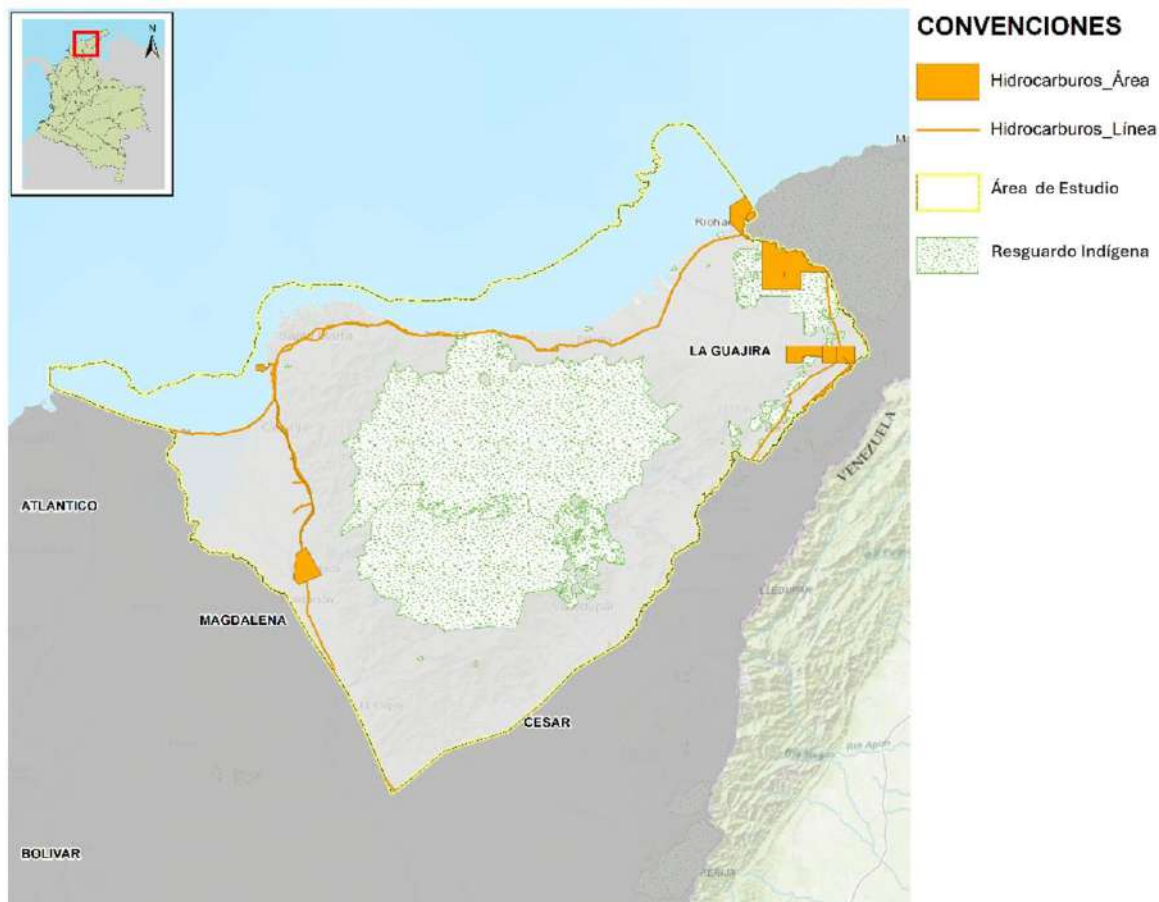
Tabla 82. Listado de proyectos licenciados del sector de hidrocarburos por la ANLA a 2025

Expediente	Subsector	Proyecto	Etapas	Ubicación	No. Acto Administrativo	Fecha AA
LAM0683	Exploración	Bloque exploratorio Patillal Noreste	Operación	Hatonuevo, san Juan del Cesar	1517	11/12/1995
LAM3256	Exploración	Área de perforación exploratoria Calisto	Desmantelamiento y/o abandono	Riohacha	708	8/06/2005
LAM5630	Exploración	Área de perforación exploratoria El Cenizo	Desmantelamiento y/o abandono	Aracataca, Ciénaga y Fundación	1131	30/09/2014
LAV0045-13	Exploración	Área de perforación exploratoria María Conchita	Operación	Riohacha	262	10/03/2015
LAM0724	Explotación	Sistema de compresión de gas contrato de asociación Guajira	Operación	Riohacha	4790	4/12/1996
LAV0004-00-2019	Transporte y Conducción	Gasoducto regional Zona Bananera	Operación	Ciénaga y Zona Bananera	2382	3/12/2019
LAM0115	Terminal	Actualización PMA TM Pozos Colorados	Operación	Santa Marta	979	6/09/1995
LAM0034	Transporte y Conducción	Gasoducto Ballenas Barrancabermeja	Operación	Aguachica, Manaure y Barrancabermeja	44	18/01/1994
LAM0129	Transporte y Conducción	Proyecto de gasoducto regional Magdalena	Operación	Barranquilla, Cartagena, Pueblo Nuevo, Santa Marta y Tolú	341	11/04/1995
LAM0241	Transporte y Conducción	Construcción y operación gasoducto de la costa atlántica y construcción del Loop Palomino La Mami	Operación	Atlántico, Bolívar, Córdoba y Sucre	1133	12/12/1999
LAM0832	Transporte y Conducción	Ampliación de poliductos Pozos Colorados - Ayacucho	Operación	Aguachica, Pelaya, Santa Marta y Aracataca	414	16/05/1991
LAM1802	Transporte y Conducción	Estación compresora de Palomino de	Operación	Dibulla	262	21/03/2013

Expediente	Subsector	Proyecto	Etap	Ubicación	No. Acto Administrativo	Fecha AA
LAV0020-00-2022	Transporte y Conducción	Operación y mantenimiento del gasoducto Albania - Maicao	Operación	Albania y Maicao	2143	18/10/2023

Fuente: ANLA. (2025).

Figura 151. Proyectos del sector de hidrocarburos licenciados por la ANLA



Fuente: ANLA. 2026.

7.9.1. Impactos de los hidrocarburos

El sector de hidrocarburos presenta una serie de impactos ambientales, los cuales generan potenciales afectaciones sobre la funcionalidad y los diversos servicios ecosistémicos que presta la SNSM, los cuales pueden incurrir en efectos directos sobre el estado de los recursos naturales renovables.

En la siguiente tabla se relacionan las principales actividades asociadas al sector de hidrocarburos que tienen el potencial de suscitar cambios ambientales, socioeconómicos y culturales:

Tabla 83. Principales actividades del sector de hidrocarburos

Fase de proyecto	Etapas del proyecto	Actividades principales
Preoperativa	Planificación del desarrollo del campo	Establecimiento bases de diseño para el desarrollo del campo Definición de tecnología de producción Número y características de pozos a perforar (explotación) Requerimientos de instalaciones en superficie Planificación ambiental (impactos, análisis de riesgos, evaluación económica de los impactos, zonificación) plan de contingencias y desmantelamiento
Operativa	Construcción	Ejecución de obras civiles (vías y locaciones de pozos, instalaciones de apoyo, talleres, etc....) Perforación de pozos Tendido líneas de flujo Construcción de facilidades en superficie (almacenamiento, líneas de conducción, facilidades de recuperación secundaria y mejorada) Construcción de sistemas de manejo, tratamiento y disposición final Construcción de redes de servicio (agua y energía) Restauración abandono de actividades
	Operación y mantenimiento	Explotación (extracción de los hidrocarburos) Tratamiento en superficie de los fluidos de perforación Manejo, tratamiento y disposición de residuos Mantenimiento de instalaciones Almacenamiento y transporte Venta de productos Restauración de áreas afectadas Actividades de WORKOVER Proyectos de reutilización Ejecución de proyectos para incrementar o mantener la producción Monitoreo y seguimiento

Fase de proyecto	Etapas del proyecto	Actividades principales
Post-operativa	Preparación para el cierre de la operación	Planificación de la atención de derrames de la operación solución de sitios impactados y deudas sociales (informar a las comunidades y autoridades respectivas) Manejo, tratamiento y disposición de residuos (para residuos líquidos según Resolución 631 de 2018) Monitoreo y seguimiento
	Restauración y abandono	Desmantelamiento de instalaciones Limpieza y restauración de áreas afectadas Recuperación paisajística Manejo, tratamiento y disposición de residuos Monitoreo y seguimiento Evaluación ex - post Entrega del área

Fuente: Elaboración propia (2025)

Las actividades de construcción, perforación y operación asociadas a la explotación de hidrocarburos generan impactos ambientales sobre los recursos naturales renovables (agua, suelo y aire) y los ecosistemas, reflejados en modificaciones en su calidad y en las dinámicas socioambientales del área donde se desarrollan los proyectos.

Los impactos ambientales más relevantes según (Velásquez, 2017):

- Alteración en la calidad del recurso hídrico subterráneo, alteración en la oferta y /o disponibilidad de recurso hídrico superficial.
- Alteración de la concentración de contaminantes criterio y/o de sustancias tóxicas en el aire.
- Alteración de la estructura ecológica del paisaje, así como de ecosistemas y hábitats acuáticos y terrestres.
- Alteración a la calidad del suelo.
- Alteración a comunidades de flora, fauna terrestre y acuática.

Adicionalmente, entre los efectos ambientales de la extracción de hidrocarburos incluyen la transformación de ecosistemas, la alteración de fuentes hídricas y la emisión de GEI. La actividad tiene impactos en las zonas boscosas, principalmente

a través de su infraestructura de transporte y conducción por ductos de hidrocarburos líquidos y gaseosos, la construcción de pozos y facilidades de procesamiento, las áreas de almacenamiento y la construcción o adecuación de vías de acceso a los puntos de exploración, explotación o facilidades centrales de procesamiento del hidrocarburo.

Las zonas de producción de hidrocarburos suelen convertirse en fuertes polos de atracción de población que busca empleo o provee servicios a los campamentos petroleros (Dureau y Goueset, 2001), fenómenos de inmigración, modificaciones en el empleo, cambios en las dinámicas económicas y en las dinámicas sociales, entre otras. Este crecimiento poblacional no controlado se traduce en mayores impactos sobre los bosques aledaños a las áreas de explotación (impactos ambientales indirectos de los proyectos de hidrocarburos), los cuales en muchos casos pueden superar el impacto directo del establecimiento del pozo o en general de los proyectos de hidrocarburos (EAE ANA, 2021).

La explotación de hidrocarburos y construcción de infraestructura asociada (pozo, locaciones y carreteras), generan impactos como la alteración de los cauces fluviales así como la reducción de caudales en ríos y quebradas, así mismo altera la estructura física y química del suelo en el área de intervención debido a la remoción de la capa forestal deja el suelo expuesto a la erosión, lo que incrementa la sedimentación en cuerpos de agua cercanos, así mismo afecta la estabilidad del ecosistema generando impactos como la alteración de la calidad del suelo, alteración de la estructura ecológica del paisaje.

Respecto a las dinámicas territoriales, las diferentes actividades tienden a generar alteración en la economía local, afectación de las formas de vida tradicionales de comunidades indígenas y campesinas derivando impactos como la alteración en el uso socioeconómico del suelo, generando un cambio en el uso de la tierras por otras actividades relacionadas con la actividad petrolera, así como el cambio de la mentalidad urbana generando cambio de relación ser humano-naturaleza establecidas por siglo por algunas comunidades indígenas y campesinas.

En el área de estudio SNSM en particular, debido a gran diversidad ecosistémica, en la fauna y flora en general, se presentan alta cantidad de endemismos lo cual hace que la vulnerabilidad ante posibles derrames de hidrocarburos adicionalmente puede generar una marcada afectación de las comunidades y las actividades antrópicas del área afectada. Esta condición en este medio obliga a revisar y asegurar tanto las labores de explotación como de transporte, que son las etapas en las cuales con mayor frecuencia se presentan las pérdidas de contención en el sector hidrocarburos.

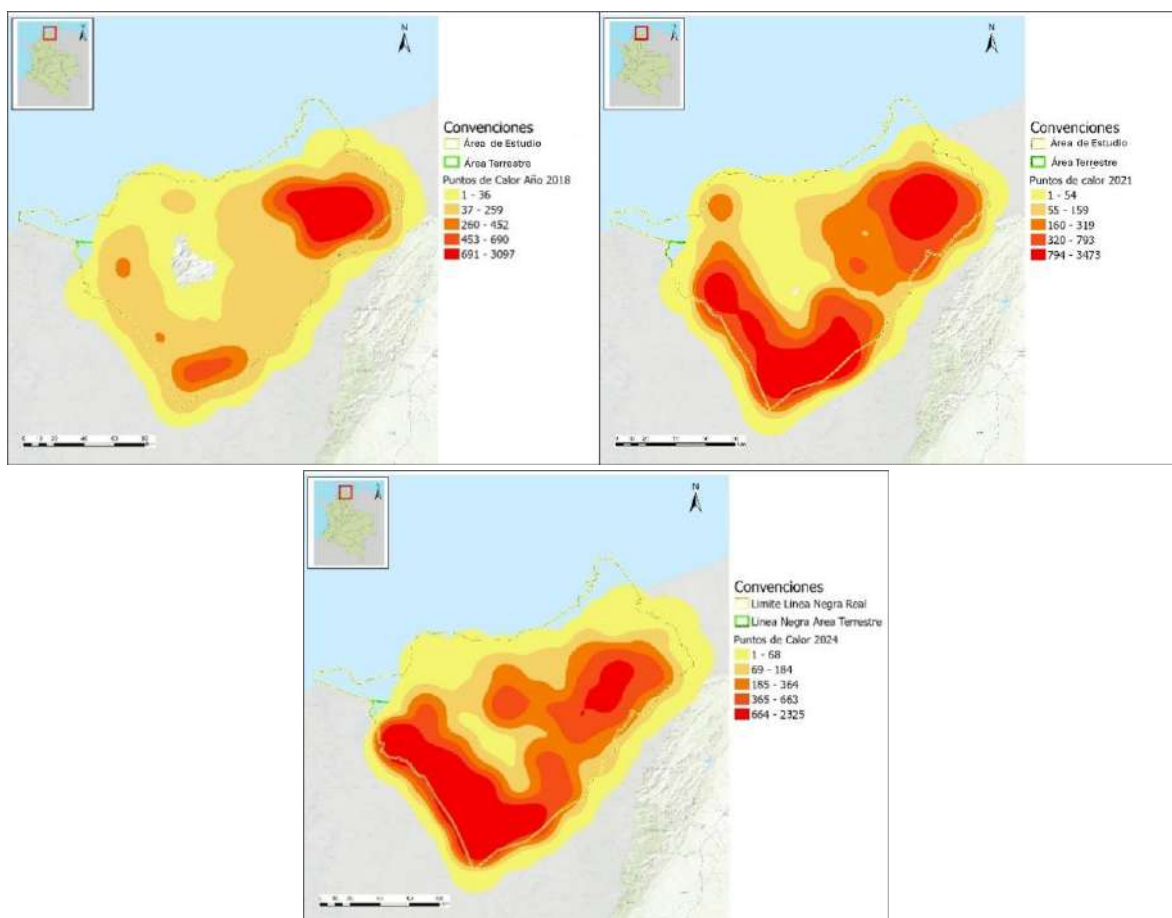
Respecto a contingencias, los impactos de las descargas de petróleo dependen de sus características, las cantidades, las circunstancias del derrame (p. ej., las condiciones climáticas, las características del suelo) y las características específicas del ecosistema (p. ej., cobertura vegetal, quebradas, ríos, humedal). Existe amplia evidencia de que los derrames, incluso, de cantidades relativamente pequeñas de petróleo, como las cantidades comúnmente transportada en vehículos, en aguas o áreas con actividades agrícolas o pecuarias pueden tener impactos adversos significativos en el suelo, la vegetación y la vida silvestre. Adicionalmente, la alteración de la calidad del agua destinada para el consumo humano, tanto superficial como subterránea generando el deterioro de la calidad de vida de las comunidades indígenas y campesinas del área de estudio SNSM.

7.10. Incendios Forestales

A partir de la densidad de Kernel se evidencia una distribución espacial no aleatoria de los puntos de calor dentro del área de estudio. Las zonas clasificadas con mayor intensidad (colores rojos) representan sectores donde se registra una mayor concentración espacial de detecciones térmicas durante el periodo de análisis.

La estimación de densidad Kernel genera una superficie continua que expresa la intensidad relativa de ocurrencia; por lo tanto, los valores más altos indican recurrencia o agrupamiento espacial de eventos, mas no la extensión real del área afectada por el fuego (Silverman, 1986; Veraverbeke et al., 2011). En este sentido, es importante aclarar que el satélite detecta píxeles con temperaturas superiores a su entorno inmediato, lo cual puede deberse a incendios forestales, quemas agrícolas, quemas de pastizales, fuegos controlados, actividades industriales de alta temperatura, hornos, antorchas petroleras o incluso posibles errores de detección (Giglio et al., 2016).

Figura 118. Análisis multitemporal de la densidad espacial de eventos térmicos (FRP) detectados por Sensor VIIRS (Visible Infrared Imaging Radiometer Suite), (2018, 2021 y 2024).



Fuente: FIRMS (2025).

Los colores de mayor intensidad en el mapa de densidad Kernel representan sectores con alta frecuencia de detecciones térmicas, evidenciando un patrón espacial agrupado y una mayor probabilidad relativa de ocurrencia de eventos de fuego. Es importante precisar que esta representación corresponde a una superficie probabilística de intensidad espacial y no a una delimitación directa de áreas quemadas (Silverman, 1986). En consecuencia, los valores elevados indican recurrencia y concentración de anomalías térmicas detectadas por el sensor, mas no la extensión continua de incendios sobre el territorio.

En el análisis espacial general para la SNSM se identifican tres núcleos principales de concentración. El núcleo de mayor intensidad se localiza en el sector suroccidental, seguido por un núcleo secundario en la zona centro-occidental y un tercero de menor magnitud en el sector nororiental. La persistencia del núcleo suroccidental sugiere una recurrencia significativa de eventos térmicos, lo cual podría estar asociado a la combinación de factores ambientales y antrópicos característicos de esta zona, incluyendo menor altitud, mayor presión por uso del

suelo, expansión agropecuaria y presencia de áreas de interfaz urbano–forestal (Cabrera et al., 2024).

Las áreas periféricas y de mayor altitud presentan valores bajos de densidad, lo que indica una ocurrencia más dispersa y menos recurrente de eventos de fuego. Esto es coherente con la gradiente altitudinal de la SNSM, donde las zonas más elevadas tienden a mantener mayores niveles de humedad y menor intervención humana, reduciendo la probabilidad de ignición y propagación del fuego (Cabrera et al., 2024).

El análisis multitemporal revela variaciones significativas en la dinámica espacial de los incendios. En 2018, la mayor concentración se localiza en el sector nororiental, evidenciando un patrón focalizado en esa zona. Se identifica además un núcleo secundario en el suroccidente, mientras que la zona central presenta intensidades medias con una distribución relativamente fragmentada. Este comportamiento sugiere una concentración puntual de eventos, posiblemente asociada a condiciones climáticas específicas o prácticas locales de manejo del suelo durante ese periodo.

Para 2021 se observa una expansión territorial significativa de las zonas de alta intensidad, especialmente en el sur y suroccidente, así como en el sector suroriental. La continuidad espacial entre los núcleos indica un patrón más integrado y extenso, siendo este el año con mayor intensidad y cobertura espacial de los tres periodos evaluados. Este comportamiento podría estar relacionado con condiciones de mayor estrés hídrico, incremento de temperaturas o reducción de precipitaciones, factores que favorecen la propagación del fuego en ecosistemas de bosque seco tropical y matorrales presentes en las zonas bajas de la SNSM.

En 2024 se identifica nuevamente un patrón dominante en el sector sur, particularmente en el suroccidente, aunque con una menor expansión territorial en comparación con 2021. La distribución espacial se muestra más definida y menos dispersa, lo que sugiere una consolidación de focos recurrentes en zonas específicas. La disminución relativa en el sector oriental respecto a 2021 podría indicar variaciones interanuales en las condiciones climáticas o en las dinámicas de uso del suelo.

En conjunto, el sector sur de la SNSM se consolida como una zona persistente de alta actividad en los tres periodos evaluados. Esta recurrencia espacial sugiere una relación estructural con factores como el uso del suelo, la presencia de coberturas vegetales altamente inflamables, la presión antrópica y las características topográficas propias de las zonas de menor altitud (Cabrera et al., 2024).

Desde el punto de vista climático y energético, la radiación solar en la SNSM alcanza sus máximos durante los primeros meses del año, coincidiendo con la temporada seca y el aumento en la incidencia de incendios forestales (Cabrera et al., 2024). La combinación de alta radiación, bajas precipitaciones, reducción de la humedad del suelo y disminución de la humedad foliar incrementa la susceptibilidad del combustible vegetal a la ignición. Asimismo, factores topográficos como la orientación de laderas y la pendiente pueden intensificar la exposición solar y acelerar la propagación del fuego (Cabrera et al., 2024).

La compleja diversidad ecológica, topográfica y climática de la SNSM genera contrastes marcados entre zonas húmedas de alta montaña y sectores más secos en altitudes bajas (Cabrera et al., 2024). En general, la vulnerabilidad al fuego disminuye con el aumento de altitud, debido a mayores niveles de humedad y menor intervención humana. En contraste, las zonas bajas presentan mayor disponibilidad de combustibles finos, mayor presión por actividades agropecuarias y presencia de áreas de interfaz urbano–forestal, lo que incrementa la probabilidad de ignición (Cabrera et al., 2024).

Adicionalmente, la dinámica de los vientos regionales puede influir en la distribución espacial del riesgo. Los vientos predominantes del noroeste durante ciertas temporadas tienden a favorecer condiciones más húmedas en el sector norte, reduciendo el riesgo relativo en esa zona, mientras que el suroccidente y el oriente pueden experimentar condiciones más secas y, por tanto, mayor susceptibilidad a incendios (Cabrera et al., 2024).

En síntesis, los patrones espaciales observados en la densidad de puntos de calor reflejan una interacción compleja entre condiciones climáticas, gradiente altitudinal, características de cobertura vegetal y dinámicas antrópicas, consolidando al sector sur y suroccidental de la Sierra Nevada de Santa Marta como áreas críticas y recurrentes de actividad de fuego.

7.11. Cambio climático

7.11.1. Proyecciones climáticas (SSP) de temperatura y precipitación para Sierra Nevada de Santa Marta al 2100

En el marco de la Cuarta Comunicación Nacional de Cambio Climático, el IDEAM ha consolidado una nueva generación de proyecciones climáticas para Colombia, construidas a partir de los escenarios de Trayectorias Socioeconómicas Compartidas (SSP). Estos escenarios permiten explorar posibles trayectorias futuras del clima a partir de distintos contextos de desarrollo socioeconómico y, en

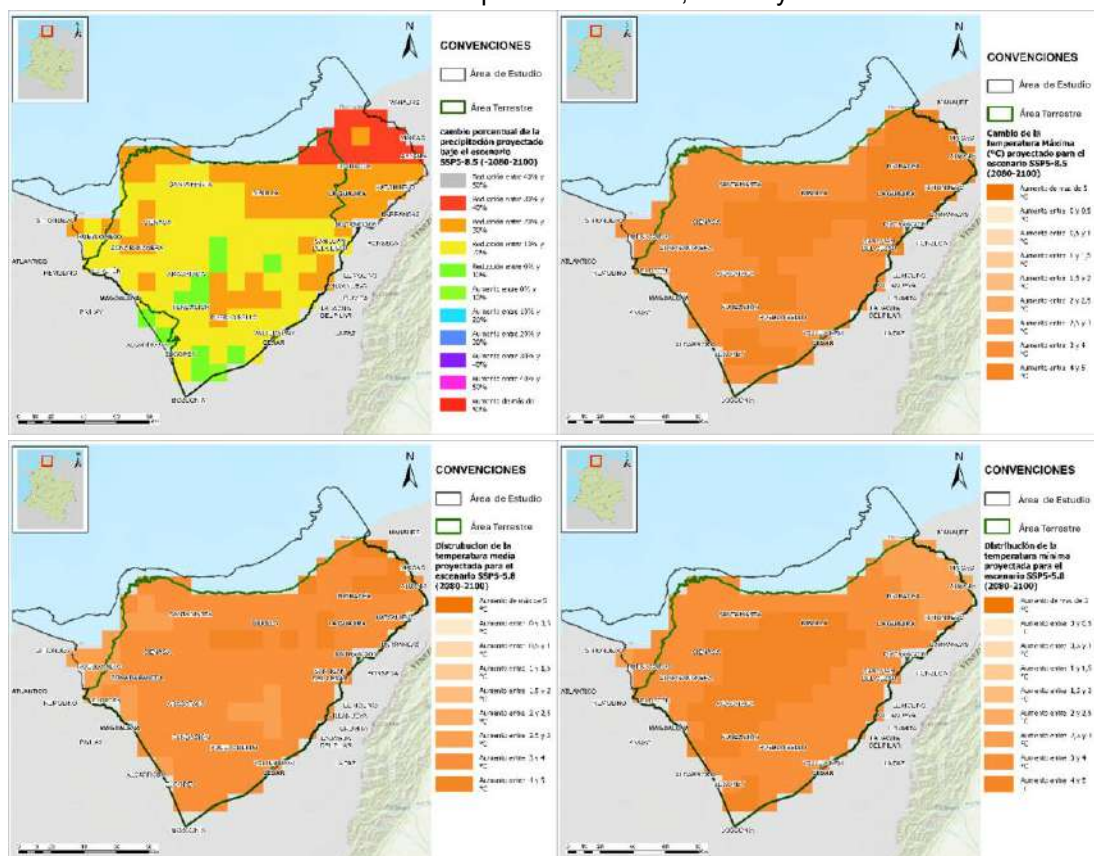
consecuencia, diferentes niveles de emisiones de gases de efecto invernadero, siendo una base fundamental para anticipar cambios potenciales en variables como la temperatura, precipitación, Humedad Relativa, radiación solar y velocidad y dirección del viento (IDEAM, 2024; O'Neill, y otros, 2017).

Dentro de las trayectorias analizadas, se resaltan dos marcos contrastantes. El escenario SSP3, asociado a un mundo con mayor fragmentación regional, limitaciones tecnológicas y desigualdades persistentes, plantea un entorno complejo para la gestión del cambio climático, ya que combina una alta presión demográfica con menor capacidad institucional para implementar acciones de mitigación y adaptación. En contraste, el escenario SSP5 se sustenta en un modelo de crecimiento económico acelerado y alto desarrollo humano, pero con una fuerte dependencia de los combustibles fósiles, lo que conduce a un incremento pronunciado de emisiones, haciendo que el reto principal se concentre en la mitigación debido al aporte significativo a la intensificación del calentamiento global.

Si bien estos escenarios responden a supuestos socioeconómicos distintos, tienden a producir señales climáticas comparables en ciertos periodos, especialmente hacia la segunda mitad del siglo XXI, cuando las trayectorias de emisiones se incrementan y se consolidan los efectos acumulados sobre el sistema climático. Para el caso de la Sierra Nevada de Santa Marta, esta información resulta particularmente relevante debido a que se trata de un sistema montañoso singular, donde la interacción entre el relieve, la circulación atmosférica regional y los gradientes altitudinales genera una alta sensibilidad frente a cambios en temperatura y precipitación. En este contexto, aumentos sostenidos de temperatura y modificaciones en el régimen de lluvias pueden traducirse en transformaciones sobre la disponibilidad hídrica, la regulación de caudales, la distribución de ecosistemas y la estabilidad de procesos naturales asociados a laderas y drenajes, con efectos directos sobre la integridad ecológica y el funcionamiento territorial.

En consecuencia, las proyecciones climáticas al horizonte de 2100 bajo el escenario SSP5 (escenario con las condiciones climáticas más críticas), se presentan como un insumo base para identificar tendencias de cambio y orientar el análisis de amenaza por cambio climático en el área de estudio, resaltando los contrastes espaciales y la magnitud de las variaciones proyectadas en temperatura y precipitación.

Figura 152 Proyecciones al 2100 del escenario SSP5-8.5: cambio porcentual de la precipitación y variaciones en la temperatura máxima, media y mínima



Fuente: IDEAM (2024).

• Amenaza por cambio climático escenario SSP5

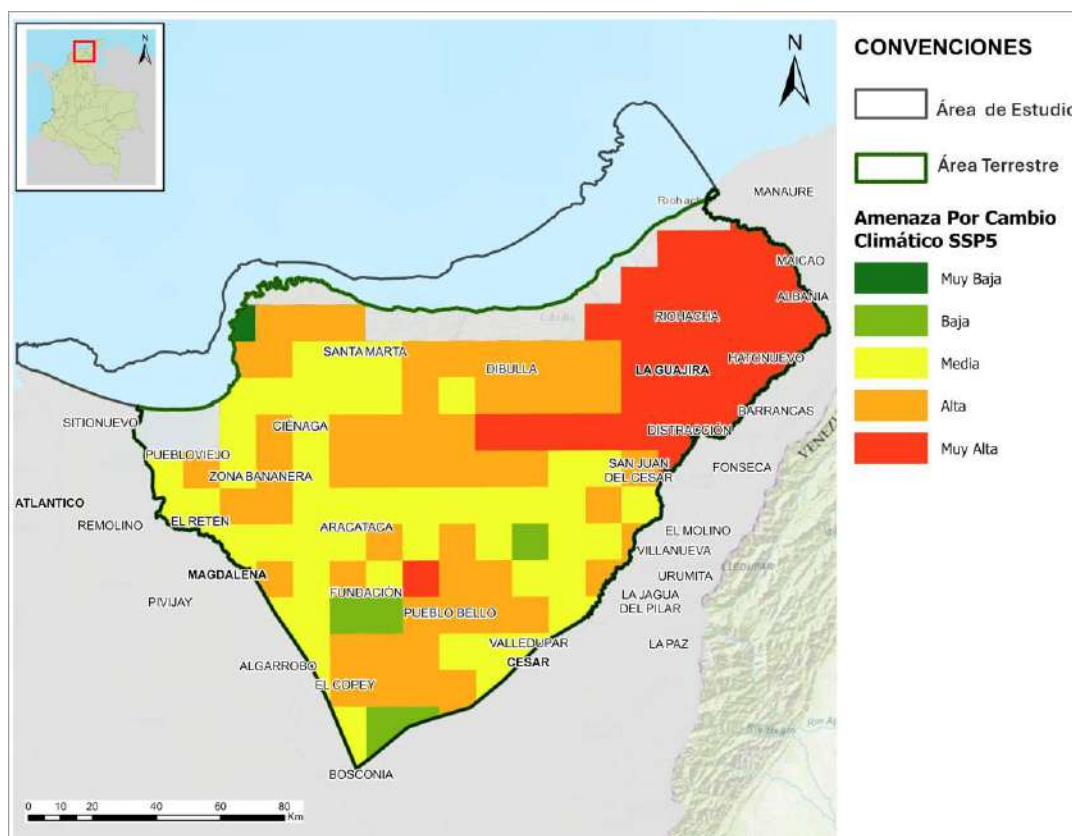
El Índice de Amenaza por Cambio Climático integra el cambio porcentual de la precipitación y las variaciones proyectadas de temperatura máxima, media y mínima bajo el escenario SSP5, priorizando los comportamientos más extremos de estas variables, ya que representan las condiciones climáticas con mayor capacidad de generar impactos ambientales. En este sentido, la amenaza se incrementa cuando se presentan reducciones o aumentos extremos de la precipitación, debido a que las reducciones intensifican el déficit hídrico y el estrés ecosistémico, mientras que los aumentos pueden asociarse a eventos de lluvia más concentrados e intensos, incrementando la probabilidad de respuestas hidrológicas abruptas. A esta condición se suma el efecto del incremento térmico, el cual amplifica la presión climática al favorecer una mayor demanda evaporativa y mayor pérdida de humedad superficial.

Los resultados evidencian un patrón espacial dominado por incrementos térmicos generalizados, con aumentos entre 2 y 2,5 °C en gran parte del ámbito asociado a la Sierra Nevada de Santa Marta, y hacia el sector nororiental del área de estudio, particularmente en Riohacha–Maicao–Albania–Manaure, aumentos más elevados entre 4 y 5 °C e incluso mayores a 5 °C, los cuales intensifican significativamente la condición de amenaza. En cuanto a la precipitación, se registran aumentos cercanos al 0–10% hacia el sur del área de estudio en el sector de Bosconia y hacia el piedemonte oriental en dirección a Valledupar, mientras que en el núcleo montañoso de la Sierra se presentan reducciones entre 10% y 20%. En el litoral de Santa Marta–Ciénaga predominan reducciones entre 20% y 30%, y hacia el extremo nororiental del territorio, entre Riohacha y Manaure, se identifican las disminuciones más marcadas con reducciones de 30% a 40%.

La integración de estas señales climáticas se expresa en la distribución del índice de amenaza, donde la categoría Muy Alta se concentra principalmente en el nororiente del área de estudio (sector Riohacha–Maicao–Albania–Hatonuevo–Manaure), en correspondencia con la combinación de mayores incrementos térmicos (4–5 °C y >5 °C) y reducciones fuertes de precipitación (30–40%), configurando el escenario de mayor estrés climático. La amenaza Alta se presenta como una franja dominante en el centro y parte del norte del territorio, incluyendo sectores como Dibulla y áreas internas de transición, asociada a reducciones moderadas de precipitación (10–30%) y al incremento térmico sostenido. Por su parte, la amenaza Media se distribuye en amplias zonas del interior, principalmente en el sector central y sur del área de estudio, donde los cambios de precipitación tienden a ser intermedios o menos contrastantes frente a los focos de reducción extrema. Finalmente, las categorías Baja y Muy Baja aparecen de manera localizada, principalmente hacia el extremo occidental y suroccidental del territorio, en sectores cercanos a Pueblo viejo–El Retén–Magdalena y puntos puntuales hacia Bosconia, donde la amenaza es menor en comparación con el nororiente debido a cambios menos extremos en precipitación, aunque bajo el contexto general de calentamiento regional.

En síntesis, el índice muestra que la amenaza climática se incrementa hacia el nororiente del área de estudio, donde coinciden las mayores reducciones de precipitación y los incrementos térmicos más intensos, mientras que hacia el occidente y el sur del territorio predominan categorías medias a bajas, asociadas a variaciones moderadas de precipitación y menor intensidad relativa del calentamiento.

Figura 153 Índice de Amenaza por Cambio Climático. Escenario SSP5-5.8



Fuente: IDEAM (2025).

7.11.2. Sensibilidad frente al cambio climático Escenario SSP5-8.5: recurso hídrico y biodiversidad/servicios ecosistémicos

En Colombia, el análisis de vulnerabilidad y riesgo por cambio climático se estructura a partir de componentes como amenaza, exposición, sensibilidad y capacidad adaptativa. En ese marco, el SIIVRA (Sistema Integrador de Información sobre Vulnerabilidad, Riesgo y Adaptación) consolida indicadores y produce cartografía que permite reconocer territorios más susceptibles ante cambios en el clima, como insumo para priorización de medidas y toma de decisiones. La meta nacional asociada al SIIVRA, en el contexto de adaptación, está vinculada a la implementación de un sistema que permita monitorear y evaluar la adaptación al cambio climático.

En la Sierra Nevada de Santa Marta, la sensibilidad adquiere una lectura particular por tratarse de un macizo montañoso costero, donde pequeñas variaciones en la

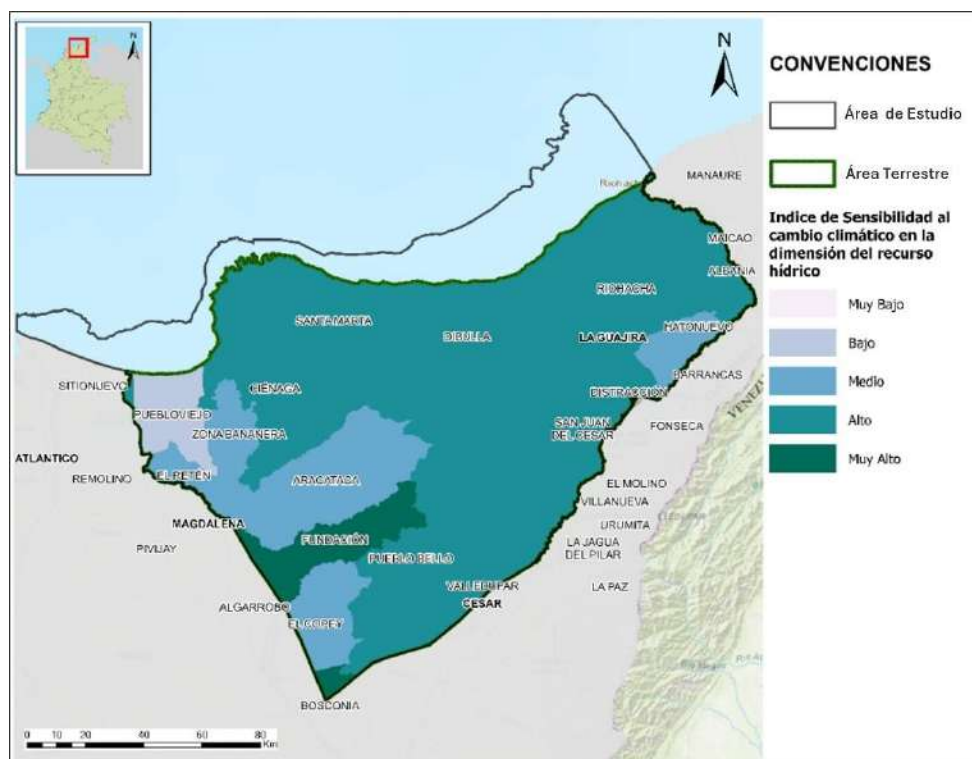
precipitación, la temperatura o la persistencia de nubosidad pueden traducirse en cambios significativos en escurrimiento, recarga, humedad de suelos, demanda evaporativa y estabilidad de los ecosistemas. Esto se amplifica por (i) la fuerte heterogeneidad altitudinal, (ii) el papel de la alta montaña como zona de regulación hídrica, y (iii) la dependencia de los sistemas socioecológicos y productivos de los flujos de agua que nacen o se regulan en el macizo.

7.11.3. Sensibilidad al cambio climático en la dimensión del recurso hídrico

El índice de sensibilidad al cambio climático en la dimensión del recurso hídrico (corte 2019) representa la susceptibilidad municipal al desabastecimiento de agua, por lo que no describe únicamente cambios climáticos esperados, sino la fragilidad del sistema hídrico frente a variaciones del clima. En su construcción se consideran factores como la relación oferta–demanda, la dependencia de una o pocas fuentes y los antecedentes de racionamiento o desabastecimiento. En consecuencia, categorías altas o muy altas indican territorios donde el abastecimiento tiene poca holgura y donde cambios relativamente moderados en la duración del estiaje, la temperatura o la precipitación pueden traducirse con mayor rapidez en disminuciones de disponibilidad, discontinuidad del suministro o incremento del riesgo de racionamiento.

En la SNSM, esta lectura es particularmente relevante por tratarse de un macizo montañoso costero que regula aportes hacia zonas bajas y del cual dependen numerosos sistemas de abastecimiento. En el área de estudio predomina una condición Alta de sensibilidad hídrica, con sectores puntuales en Medio y focos Muy Altos; este patrón indica que, en la mayor parte del territorio, el recurso hídrico puede responder con mayor fragilidad a escenarios de mayor demanda evaporativa y variabilidad en lluvias, especialmente donde existe dependencia marcada de pocas captaciones o antecedentes de desabastecimiento. Los parches Medios sugieren áreas con una susceptibilidad comparativamente menor (sin implicar ausencia de riesgo), mientras que los focos Muy Altos constituyen puntos prioritarios para medidas de adaptación orientadas a fortalecer la seguridad hídrica (protección de fuentes, redundancia del abastecimiento y gestión de demanda).

Figura 154 Índice de Sensibilidad al cambio climático en la dimensión del recurso hídrico



Fuente: ANLA (2025)

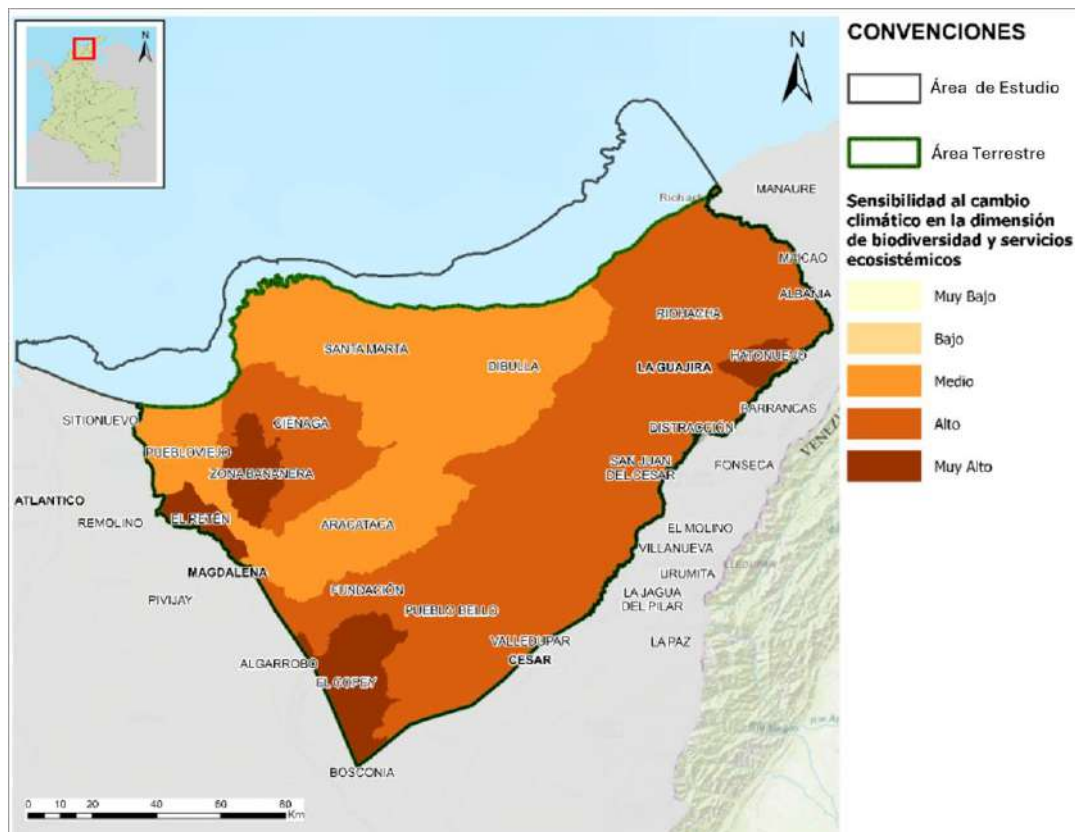
7.11.4. Sensibilidad al cambio climático en la dimensión de biodiversidad y servicios ecosistémicos

La sensibilidad al cambio climático en la dimensión de biodiversidad y servicios ecosistémicos (corte 2019) expresa el grado en que ecosistemas y especies son susceptibles a afectaciones por el cambio climático a partir de variables asociadas a la integridad ecológica y la presión antrópica. Entre los indicadores de integridad se incluyen la cobertura de bosque natural, la remanencia de coberturas, la transformación de humedales y el índice de integridad ecológica; mientras que la presión antrópica se aproxima mediante la tasa de deforestación, la huella humana y los conflictos de uso del suelo. Así, categorías altas o muy altas señalan territorios donde el cambio climático puede generar impactos más severos o más rápidos, porque la capacidad del ecosistema para resistir y recuperarse es menor y las presiones humanas amplifican el estrés térmico e hídrico.

En el área de estudio domina una sensibilidad Alta, con extensas zonas en condición Media y núcleos localizados Muy Altos, lo que indica un territorio ampliamente susceptible a cambios de temperatura y humedad que alteren la idoneidad climática, la conectividad y la funcionalidad ecosistémica. En la SNSM esto es crítico por la presencia de fuertes gradientes altitudinales y múltiples pisos bioclimáticos, donde

especies y coberturas están estrechamente condicionadas por rangos de temperatura y disponibilidad de humedad; por ello, desplazamientos climáticos pueden afectar la distribución de hábitats, la conectividad ecológica y servicios como la regulación hídrica y la protección de suelos. En particular, los núcleos Muy Altos constituyen áreas prioritarias, especialmente cuando coinciden con mosaicos de uso y transformación, porque allí aumenta la probabilidad de pérdida de funcionalidad ecosistémica y, con ello, de disminución o inestabilidad en servicios ecosistémicos clave para el territorio.

Figura 155. Sensibilidad al cambio climático en la dimensión de biodiversidad y servicios ecosistémicos



Fuente: ANLA (2025)

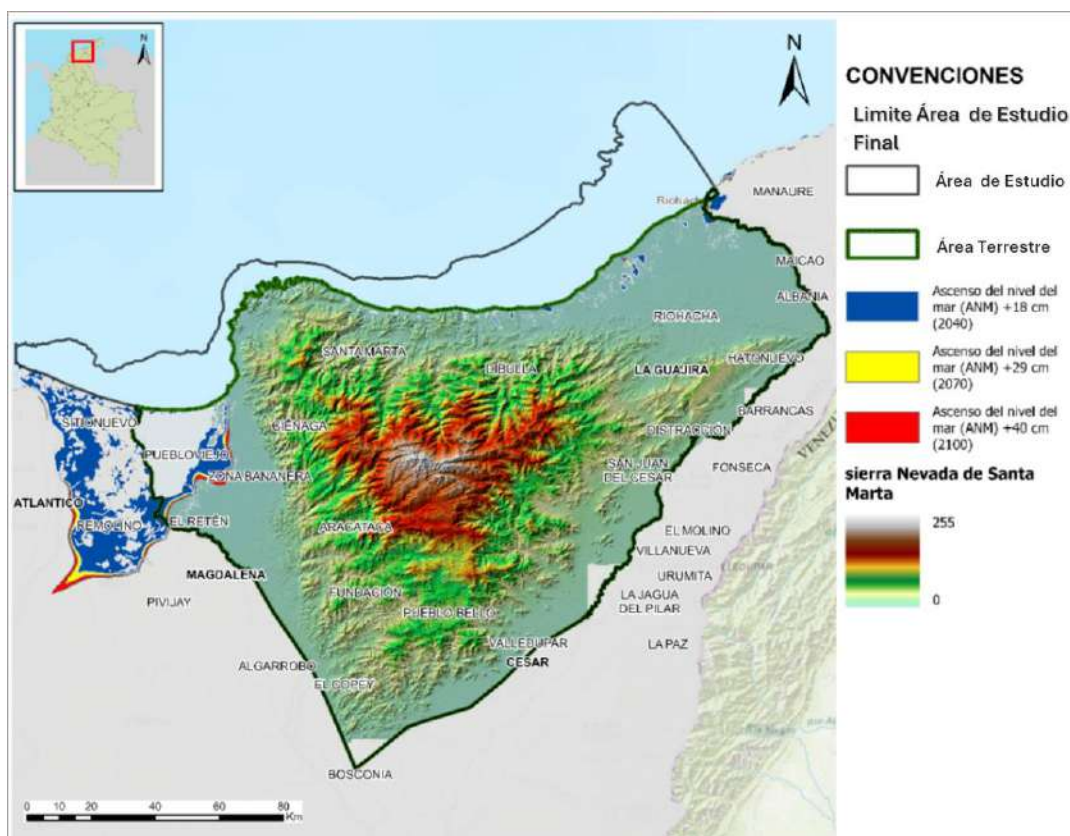
7.12. Ascenso del nivel del mar

En el área de estudio se evidencia que el ascenso del nivel medio del mar (ANM) proyectado por INVEMAR se concentra principalmente en la franja costera de baja altitud y en zonas asociadas a planicies e interfaces mar-laguna, mientras que el interior montañoso de la Sierra Nevada de Santa Marta no presenta afectación

directa por esta amenaza debido a su condición topográfica elevada. En el mapa, las áreas potencialmente inundables aparecen como polígonos costeros diferenciados por escenario temporal: para el 2040 (+18 cm) se identifican sectores iniciales de afectación en bordes litorales y zonas bajas; para el 2070 (+29 cm) el polígono potencial se amplía y ocupa mayores extensiones en la planicie; y para el 2100 (+40 cm) la afectación se intensifica y se hace más continua, especialmente en el complejo de zonas bajas del occidente–suroccidente del área (entorno de Pueblo Viejo–Ciénaga y la planicie costera adyacente), donde la topografía plana favorece que incrementos relativamente pequeños del nivel del mar se traduzcan en ganancias espaciales importantes de inundación potencial (INVEMAR, s. f.; INVEMAR, 2016).

Este patrón espacial implica que los mayores impactos esperados se concentran en sistemas costeros y socio ecosistemas de planicie: incremento del riesgo de inundación permanente o recurrente, mayor presión sobre infraestructura y asentamientos ubicados en cotas bajas, y potencial afectación de ecosistemas costeros y humedales por cambios en salinidad, conectividad hidrológica y dinámica de inundación. Asimismo, la cartografía sugiere que la amenaza es particularmente relevante en zonas de transición marino–costera donde convergen procesos naturales (sedimentación, dinámica litoral) y usos del territorio, por lo que las acciones de adaptación deberían priorizar la gestión del ordenamiento costero, la conservación/restauración de humedales y barreras naturales, y la evaluación de infraestructura crítica en áreas bajas. No obstante, debe tenerse en cuenta que la capa corresponde a un producto regional generado a escala general (1:100.000) y basado en la delimitación por cota de inundación potencial; por tanto, su interpretación es adecuada para diagnóstico estratégico y priorización territorial, pero no para delimitaciones finas o análisis prediales (INVEMAR, s. f.).

Figura 156 Escenarios de ascenso del nivel medio del mar (ANM) en el área de estudio: +18 cm (2040), +29 cm (2070) y +40 cm (2100)- INVEMAR – CLIMARES (amenazas TCNCC)



Fuente: INVEMAR (2017).

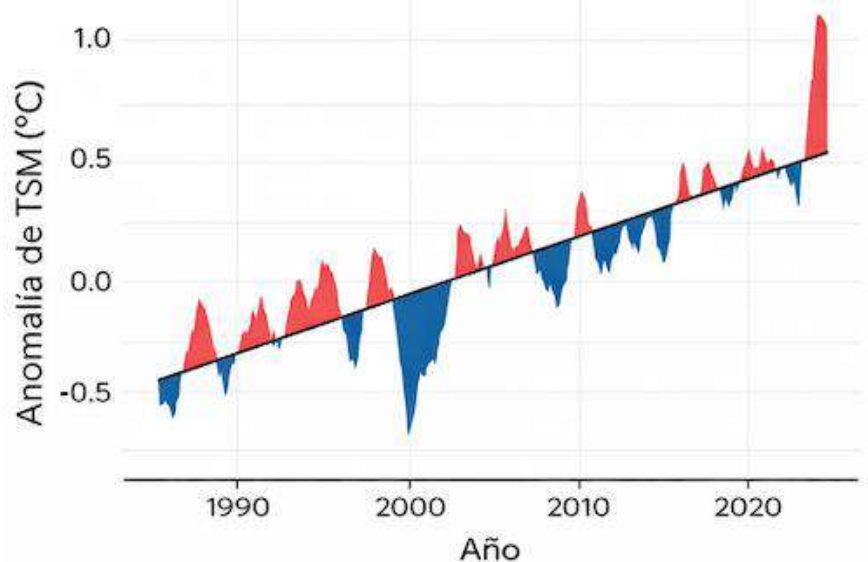
7.13. Aumento temperatura del mar

Otra consecuencia del cambio climático sobre la biodiversidad es el aumento de la temperatura superficial de los mares y océanos, lo cual afecta el equilibrio existente en los ecosistemas marinos, en especial en las áreas coralinas someras, que son altamente susceptibles a presentar eventos de mortalidad ante incrementos sostenidos de temperatura.

La Red Mundial de Monitoreo de Arrecifes de Coral (en inglés Global Coral Reef Monitoring Network - GCRMN) es una iniciativa internacional orientada al seguimiento de los arrecifes coralinos, cuyo propósito principal es generar informes periódicos sobre su estado y tendencias. Para el caso de Colombia, el informe presentado por Wicquart et al. (2025) evidencia una tendencia histórica al calentamiento de las aguas marinas. Entre 1985 y 2024, la temperatura superficial del mar en los arrecifes colombianos aumentó en promedio 1,18 °C, lo que corresponde a una tasa de calentamiento aproximada de 0,030 °C por año.

Estas mediciones se basaron en la **anomalía promedio de la temperatura superficial del mar**, un indicador utilizado para describir la ocurrencia, intensidad y duración de condiciones térmicas inusuales en el océano. Este se calcula a partir de un valor promedio de referencia, y las anomalías corresponden a desviaciones positivas o negativas respecto a dicho promedio. Para el caso de las aguas marinas colombianas, este comportamiento se ilustra en la siguiente figura:

Figura 157. Anomalía promedio de la temperatura superficial del mar para Colombia.



El área de estudio marca la tendencia histórica. Lo que esté por encima indica aguas más cálidas de lo normal y lo que está por debajo a aguas más frías.

Fuente: Modificado de Wicquart et al. (2025).

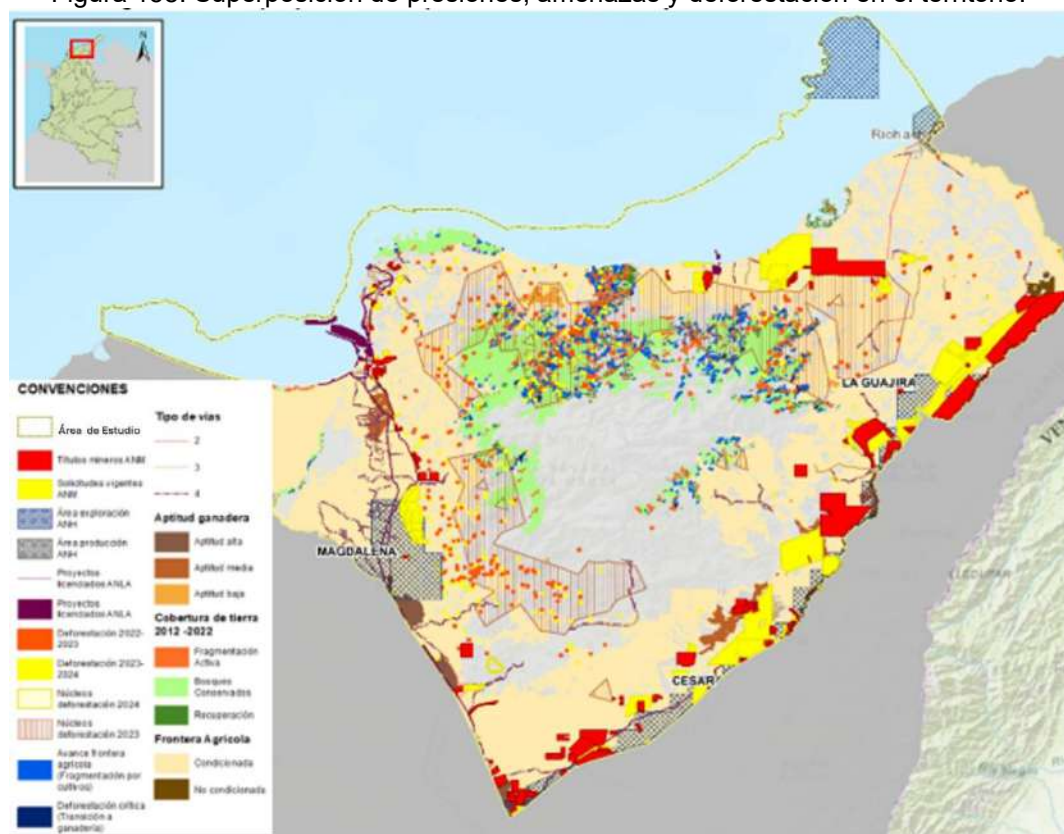
Como se observa en la figura, existe una tendencia positiva de aumento de la temperatura de las aguas marinas, con eventos de aguas cálidas superiores al promedio. Este comportamiento de la temperatura puede reducir de manera significativa la capacidad de adaptación y recuperación de los corales debido al estrés térmico, favoreciendo la ocurrencia de fenómenos como el blanqueamiento coralino y aumentando su susceptibilidad a enfermedades.

El estrés térmico recurrente no solo genera mortalidad directa en las comunidades coralinas, sino que también interfiere en los procesos de reproducción sexual y disminuye el reclutamiento de nuevos individuos, debilitando la resiliencia de los arrecifes. Adicionalmente, los eventos de blanqueamiento suelen estar seguidos por brotes de enfermedades coralinas, lo que agrava aún más la pérdida de cobertura y la degradación de estos ecosistemas (Wicquart et al., 2025).

7.14. Análisis espacial de presiones y amenazas

En la siguiente figura se presenta la espacialización de las principales presiones y amenazas previamente identificadas. A partir de este análisis se evidencia que el territorio no presenta dinámicas aisladas, sino una superposición de factores que actúan de manera simultánea y acumulativa. La representación cartográfica permite observar que las actividades extractivas, la expansión agropecuaria y la construcción de infraestructura vial coinciden espacialmente con las áreas de deforestación identificadas, lo que sugiere una relación entre estas dinámicas y la transformación del paisaje, configurando sectores donde la presión es más intensa.

Figura 158. Superposición de presiones, amenazas y deforestación en el territorio.



Fuente: UPRA (2019), UPRA (2015), IDEAM (2012), IDEAM (2022), IGAC (2017), ANM (2025), ANH (2025) y ANT (2025).

En términos espaciales, se identifican áreas donde coinciden procesos recientes de deforestación (2022–2024), núcleos activos de pérdida de cobertura y zonas de fragmentación, principalmente en sectores del centro–norte del territorio. Estos patrones indican que la transformación del paisaje es un proceso en curso, con

tendencia a consolidarse en áreas que ya presentan algún nivel de intervención previa. La deforestación registrada coincide espacialmente con zonas de avance de la frontera agrícola y con áreas clasificadas como deforestación crítica asociada a la transición hacia la ganadería, lo que evidencia procesos de cambio en el uso del suelo y la progresiva sustitución de coberturas naturales por usos productivos.

Adicionalmente, se evidencia la presencia de títulos mineros y solicitudes vigentes, así como de áreas de exploración y producción de hidrocarburos, que se distribuyen principalmente en zonas bajas y medias del territorio. Estos elementos se superponen parcialmente con áreas de deforestación reciente y, de manera más marcada, con zonas de frontera agrícola condicionada, configurándose como presiones antrópicas adicionales en sectores donde la pérdida de cobertura no es intensa. En este sentido, la minería y los proyectos de hidrocarburos no se presentan como dinámicas aisladas, sino como componentes que se integran a un sistema territorial con usos productivos múltiples y superpuestos, reforzando escenarios de cambio en el uso del suelo y la consolidación de paisajes productivos sobre coberturas naturales.

En conjunto, la superposición de estas capas revela zonas de presión acumulativa, donde confluyen procesos de deforestación, expansión agropecuaria, actividades extractivas y cambios en la cobertura de la tierra. Estas áreas concentran los mayores niveles de transformación del paisaje y reflejan la interacción entre decisiones productivas, disponibilidad de infraestructura y aptitud del suelo. A escala territorial, esta dinámica se traduce en una fragmentación progresiva de los ecosistemas y en la consolidación de usos productivos sobre coberturas naturales, lo que evidencia la necesidad de interpretar el territorio desde una lógica integrada y no sectorial, orientada a un manejo especial y más restrictivo en los sectores donde las presiones se superponen.

8. ANÁLISIS DE IMPACTOS AMBIENTALES ACUMULATIVOS

De acuerdo con lo abordado en el numeral 7 (Análisis de Presiones y Amenazas) del presente documento, se identifica que la Sierra Nevada de Santa Marta se encuentra expuesta a diversas presiones, las cuales, al transformar el territorio y sus recursos naturales, generan impactos ambientales de carácter acumulativo que se manifiestan tanto en el presente como en escenarios futuros, comprometiendo la integridad ecológica y social de la región.

En principio, es importante acotar la definición de impactos acumulativos, entendidos como aquellos que resultan de efectos sucesivos, incrementales, y/o combinados de proyectos, obras y/o actividades, o cuando se suman a los efectos de otros emprendimientos existentes, planificados o razonablemente previsibles (BID, 2023). En otras palabras, no es más que el efecto incremental, respecto a una base de referencia espacial y temporal, experimentado por un atributo ambiental al considerar, además de los causados por un proyecto en particular, los efectos de otros proyectos pasados, presentes y futuros.

En este contexto, el presente ejercicio tiene como propósito identificar y analizar los factores de deterioro ambiental asociados a dichas actividades, reconociendo sus efectos sobre el agua, el suelo, la atmósfera, la biodiversidad y las comunidades locales. Con ello, se busca aportar a la comprensión de las dinámicas de transformación de los ecosistemas y resaltar cómo estas actividades constituyen elementos de amenaza para la biodiversidad, la estructura ecológica y los servicios ecosistémicos.

A los impactos acumulativos debemos agregar las afectaciones, desde la visión ancestral de los pueblos de la SNSM, que cada tipo de impacto genera al tejido ancestral o biocultural que es el territorio. Esas afectaciones suman a la red de alteraciones, deterioros e impactos ambientales y su intensificación.

En relación con los proyectos actualmente vigentes, en el área de estudio se registran 56 proyectos activos licenciados por la ANLA, de los cuales 13 corresponden al sector de hidrocarburos, 21 de energía, 20 de infraestructura, 1 de minería y 1 proyecto del sector de agroquímicos. Los cuales se encuentran detallados y graficados en el capítulo referente al análisis de presiones y amenazas, donde también se encuentra la representación gráfica del solapamiento de las demás presiones abordadas en este apartado.

En cuanto a los escenarios prospectivos (proyectos futuros), se identifican 121 títulos mineros vigentes activos; de estos, la mayor parte corresponde a la explotación de materiales como arenas y gravas de río, y arcillas (sedimentos), pero también algunos minerales metálicos como cobre, oro, plata, platino y wolframio. Además, la Agencia Nacional de Hidrocarburos (ANH) reporta la existencia de 7 bloques prospectivos para el desarrollo de actividades de exploración y explotación de hidrocarburos.

Adicionalmente, se contempla el crecimiento demográfico para los 30 municipios incluidos en el área de análisis y las diferentes actividades económicas desarrolladas en el territorio, entendiendo este proceso como una presión directa

sobre el recurso hídrico. El incremento poblacional implica mayores consumos de agua para uso doméstico, comercial e institucional, así como un aumento proporcional en la generación de vertimientos domésticos que pueden afectar la calidad de las fuentes superficiales. Tal como se describe en el capítulo de “Demanda hídrica y presiones sobre el recurso”, por ejemplo, municipios como Santa Marta y Valledupar evidencian incrementos sostenidos en sus caudales medios proyectados entre 2018 y 2042, pasando de 809 a 1042 L/s en el caso de Santa Marta y de 794 a 1318 L/s en Valledupar, lo que refleja una mayor demanda asociada a su expansión urbana y dinámica económica. Esta tendencia no solo intensifica el aprovechamiento de la oferta hídrica, sino que también eleva el riesgo de deterioro de la calidad del agua si no se fortalecen las medidas de gestión, tratamiento y control.

En dicha medida, y con el objetivo de reducir la incertidumbre en la identificación de impactos ambientales, tanto presentes como futuros, se llevó a cabo un ejercicio de Modelación de Sistemas Complejos (MSC). Este se basa en el análisis de relaciones de causalidad y permite priorizar los impactos ambientales según su capacidad de interactuar con otros impactos (secundarios, terciarios, etc.) y el número de conexiones existentes entre un elemento analizado (ya sea un proyecto o un impacto) y el resto de los elementos considerados, con una mirada centrada en los efectos ambientales potenciales. Dicho ejercicio se estructuró en las siguientes fases, conforme a la propuesta de (Martínez, 2013):

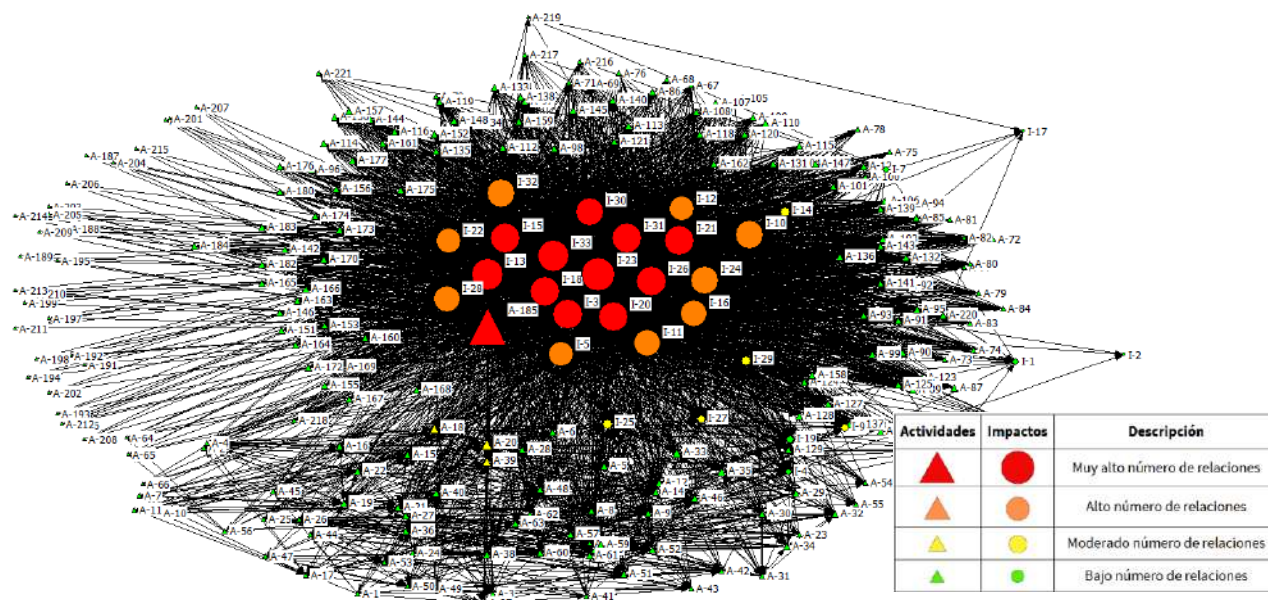
- I. Identificación de los proyectos extractivos con potencial de impacto (presentes y futuros), el análisis incluyó la identificación de los proyectos extractivos licenciados dentro del área de estudio, así como de otras actividades antrópicas relevantes que, aun cuando no estén sujetas a licenciamiento ambiental, pueden generar presiones significativas sobre el territorio. Desde una perspectiva prospectiva, se incorporaron además las tendencias de crecimiento poblacional y sus impactos potenciales sobre el recurso hídrico, así como las expectativas de desarrollo de actividades extractivas, particularmente en los sectores de minería e hidrocarburos, por su capacidad de intensificar las presiones sobre la oferta y la calidad ambiental.
- II. Identificación de los impactos potenciales con base en el instrumento de Jerarquización de Impactos de la ANLA, que categoriza los impactos ambientales (CEI).

III. Priorización de los impactos ambientales en función de su capacidad de interacción con otros impactos y del número de relaciones de causalidad establecidas entre los distintos elementos considerados en el análisis.

Con el fin de facilitar el análisis desde la Modelación de Sistemas Complejos (MSC), se empleó el software UCINET 6.0, el cual permite representar gráficamente y analizar redes construidas a partir de relaciones de causalidad entre actividades, proyectos e impactos ambientales. A través de esta herramienta se desarrolló tanto el análisis convencional actividad-impacto potencial como el análisis impacto-impacto, con el propósito de identificar interacciones directas, indirectas y acumulativas. En este contexto, para la Sierra Nevada de Santa Marta, se contemplaron 221 categorías de actividades, asociadas a proyectos licenciados, actividades económicas, dinámicas de crecimiento demográfico y escenarios prospectivos, las cuales se relacionaron con las 33 categorías de impactos ambientales estandarizadas por la Autoridad Nacional de Licencias Ambientales (ANLA). Este ejercicio permitió establecer la red de relaciones necesaria para comprender la complejidad del sistema analizado.

A partir del establecimiento de dichas relaciones, se buscó identificar los elementos con el mayor número de interacciones, lo cual dio lugar a la generación de un diagrama de redes de alta complejidad, cuyos resultados se presentan en la siguiente figura:

Figura 159. Diagrama de relaciones de causalidad – Modelación de Sistemas Complejos - 2026



Fuente: Elaboración propia a partir de ANLA (2026), ANH (2025) y ANM (2025).

En el gráfico, los proyectos y actividades se representan mediante nodos con forma de triángulo, mientras que los impactos ambientales se muestran como nodos circulares. La priorización de los impactos se expresa a través del tamaño y el color de los nodos, utilizando una escala cromática que va del verde al rojo. En este sentido, los nodos de mayor tamaño y tonalidad rojiza corresponden a aquellos impactos con una mayor densidad de relaciones e interacciones, los cuales se concentran principalmente en el centro del diagrama. Por el contrario, los nodos de menor tamaño y color verde se disponen hacia la periferia, lo que refleja un nivel de interacción más bajo. Aunque el gráfico presenta un alto grado de complejidad debido al número de elementos y vínculos representados, su análisis detallado permite identificar los impactos acumulativos más relevantes del sistema, facilitando su priorización y posterior evaluación.

El diagrama de causalidad correspondiente a esta área de análisis de la Sierra Nevada de Santa Marta evidencia una estructura altamente concentrada, organizada en torno a un núcleo reducido de impactos que actúan como principales receptores de presiones acumulativas. En el centro de la red se identifican como nodos dominantes los impactos I-33, I-15, I-13, I-30, I-31, I-23, I-26, I-18 e I-20, los cuales presentan una densidad de relaciones significativamente mayor en comparación con el resto del sistema. Esta condición de centralidad indica que dichos impactos funcionan como puntos de convergencia de múltiples procesos ambientales y territoriales, sintetizando la dinámica acumulativa del territorio analizado.

- El impacto I-33 (Alteración de la estructura ecológica del paisaje) se consolida como uno de los nodos más relevantes del sistema. Su posición central refleja que la conectividad ecológica, la configuración espacial de los ecosistemas y la continuidad de la cobertura natural están sometidas de manera simultánea a diversas presiones. La alta interrelación de este impacto con otros componentes biofísicos evidencia que las transformaciones del paisaje no constituyen efectos aislados, sino procesos estructurales que intensifican la fragmentación ecológica, reducen la resiliencia territorial y condicionan el funcionamiento de los ecosistemas terrestres y acuáticos.
- Los impactos I-15 (Alteración en la calidad del sedimento y del recurso hídrico superficial continental) e I-13 (Alteración en la calidad del recurso hídrico subterráneo) conforman un eje crítico asociado al recurso hídrico. Su



presencia conjunta en el núcleo del diagrama pone de manifiesto que las presiones acumulativas inciden de manera integrada tanto en los sistemas hídricos superficiales como en los subterráneos, comprometiendo la calidad, la disponibilidad y la funcionalidad del ciclo hidrológico en el territorio.

- El impacto I-30 (Alteración a ecosistemas y hábitats terrestres), junto con I-31 (Alteración a comunidades de flora) e I-18 (Alteración a la calidad del suelo), conforma un bloque estrechamente articulado dentro del núcleo del sistema. La elevada conectividad entre estos impactos refleja que los procesos de degradación edáfica, pérdida de cobertura vegetal y transformación de hábitats operan de manera sinérgica, generando afectaciones acumulativas sobre la biodiversidad y sobre la capacidad del territorio para sostener sus funciones ecológicas. La centralidad de este conjunto confirma que el deterioro de la base biofísica del territorio constituye uno de los principales vectores de propagación de impactos ambientales.
- En el componente socioambiental, los impactos I-23 (Generación o alteración de conflictos socioambientales) e I-26 (Alteración de las actividades económicas) también se integran al núcleo de la red, lo que evidencia la estrecha relación entre la degradación ambiental y las dinámicas sociales y productivas del territorio. La alta conectividad de estos impactos indica que los conflictos y las transformaciones económicas no responden a eventos aislados, sino a la acumulación progresiva de presiones sobre los recursos naturales, los usos del suelo y la disponibilidad de servicios ecosistémicos, incrementando la vulnerabilidad social y territorial.
- Finalmente, el impacto I-20 (Alteración en la percepción visual del paisaje) se posiciona igualmente como un nodo central, lo que sugiere que las transformaciones acumulativas del territorio se manifiestan de forma tangible en la calidad escénica y en la percepción social del entorno. Su ubicación en el núcleo refuerza la idea de que los cambios biofísicos y ecológicos tienen una expresión directa en el bienestar, la identidad territorial y la relación de las comunidades con su paisaje.

En conjunto, la configuración del diagrama confirma que el sistema ambiental analizado se caracteriza por un núcleo de impactos altamente interdependientes, dominado por procesos asociados al recurso hídrico, la estructura ecológica del

Adicional a lo anterior, y como se ilustra en el siguiente diagrama de redes, se identifican los componentes ambientales y sociales con mayor nivel de interacción y presión potencial

[illegible]

El componente suelo se identifica como uno de los más presionados, dada su función estructural en la dinámica territorial. Las múltiples relaciones que recibe evidencian que las actividades asociadas a infraestructura, extracción de recursos, expansión productiva y cambios en el uso del suelo generan efectos acumulativos que deterioran sus propiedades y favorecen la propagación de impactos hacia otros componentes, especialmente la hidrología, la cobertura vegetal y los ecosistemas.

De manera articulada, los componentes hidrológico e hidrogeológico ocupan una posición central en el diagrama, lo que evidencia su alta vulnerabilidad frente a

presiones antrópicas y a las modificaciones físicas del territorio. Las alteraciones en la escurrentía, la recarga y la calidad del agua se consolidan, como uno de los principales ejes de acumulación de impactos, con efectos directos sobre los ecosistemas asociados y los usos humanos del recurso hídrico.

Por su parte, para el medio biótico, los ecosistemas, cobertura y flora conforman un bloque crítico que integra y amplifica las presiones provenientes del suelo, el agua, la atmósfera y las actividades económicas. Su elevada conectividad refleja que la pérdida, fragmentación o transformación de la cobertura natural afecta de manera acumulativa la funcionalidad ecológica, la biodiversidad y la provisión de servicios ecosistémicos.

El componente geotécnico aparece como un receptor relevante de presiones asociadas a las intervenciones sobre el terreno, como obras de infraestructura y proyectos energéticos. Esta condición incrementa la susceptibilidad a procesos de inestabilidad, erosión y remoción en masa, reforzando el carácter acumulativo de los impactos físicos y su potencial para generar afectaciones en cadena sobre los sistemas hidrológicos y ecológicos.

Finalmente, en el plano social e institucional, los componentes cultural y político-organizativo presentan una alta centralidad, lo que evidencia que las presiones ambientales se expresan también en las dinámicas sociales, en la gobernanza del territorio y en la capacidad institucional para gestionar conflictos y transformaciones territoriales. Su estrecha relación con los componentes biofísicos confirma que los impactos acumulativos trascienden lo ambiental, afectando prácticas culturales, cohesión social y procesos de toma de decisiones.

En conjunto, el diagrama confirma la existencia de un núcleo de componentes altamente presionados que concentran y redistribuyen los impactos acumulativos del territorio. La identificación de estos medios críticos permite orientar la gestión ambiental hacia enfoques integrales y preventivos, priorizando aquellos componentes cuya alteración genera efectos sinérgicos y de largo alcance sobre la sostenibilidad ambiental, social y económica del sistema analizado.

9. MODELO DE CONECTIVIDADES BIOCULTURALES DEL TERRITORIO ANCESTRAL DE LOS CUATRO PUEBLOS DE LA SNSM.

Se presenta un modelo preliminar de conectividades bioculturales del territorio ancestral de la Sierra Nevada de Santa Marta (SNSM), desarrollado por el CTC, que sustenta la necesidad de declarar, ampliar o prorrogar la Reserva. Este modelo parte de entender el territorio como un sistema interconectado y multidimensional, donde las relaciones espirituales, ambientales y culturales —basadas en la Ley de Origen— sostienen su integridad y lo configuran como un espacio de especial protección frente a amenazas como la minería (CTC & PNNC, 2020).

El enfoque biocultural constituye el eje central del modelo, al reconocer la unidad entre naturaleza y cultura. Según la Corte Constitucional, “la premisa central [...] es la relación de profunda unidad entre naturaleza y especie humana”, lo que implica que la diversidad cultural está íntimamente ligada a la biodiversidad y que su conservación es interdependiente (Corte Constitucional, Sentencia T-622 de 2016, citada en CTC & PNNC, 2020). En este sentido, las prácticas, conocimientos y significados espirituales de los pueblos indígenas no solo dependen de los ecosistemas, sino que contribuyen activamente a su mantenimiento.

El modelo propone integrar estas conectividades bioculturales incluidas aquellas de carácter espiritual, aunque no siempre visibles en representaciones cartográficas y en los esquemas técnicos de conectividad socioecosistémica. Su objetivo es fortalecer la planeación, gestión y protección integral del territorio ancestral, incorporando la dimensión cultural y espiritual en la toma de decisiones ambientales, así como sustentar medidas de conservación y nuevas áreas protegidas.

9.1.1. Antecedentes: Modelo de conectividades Socio-Ecológicas de la Región Caribe y SNSM.

El territorio ancestral en el contexto regional de conservación y ambiental tiene una gran importancia como nodo ecológico y con corredores ambientales que vinculan la Sierra Nevada con la región, y con el escudo de Guayana. A lo largo de las últimas décadas, la Sierra Nevada ha sido analizada desde múltiples enfoques de conectividad debido a su condición de macizo aislado y su carácter de isla continental de biodiversidad que sin embargo está conectado al resto de la región. La mayoría de estos esfuerzos se han construido desde marcos biofísicos que privilegian la estructura del paisaje, la fragmentación de hábitats o la movilidad de

especies, sin integrar la dimensión bioespiritual o bio cultural que organiza el territorio según la Ley de Origen de los pueblos Kogui, Arhuaco, Wiwa y Kankuamo.

Este tipo de análisis se apoyaron en metodologías estandarizadas que identifican parches de hábitat y corredores funcionales a partir de coberturas vegetales y requerimientos de especies focales. La Fundación Pro-Sierra Nevada (FPSNSM, 2000) por ejemplo, cartografió grandes bloques forestales y corredores biológicos basados en la continuidad de las selvas, mientras que el SIRAP Caribe promueve la interconexión entre áreas protegidas bajo una lógica administrativa que concibe estos territorios como unidades aisladas y no como partes de un cuerpo vivo. Iniciativas como el Plan Jaguar Arhuaco, avanzaron al reconocer cerros y rutas de importancia cultural, donde su alcance permaneció en la funcionalidad ecológica de una especie.

De estos poco se ha tenido en cuenta el tejido de espacios sagrados del territorio ancestral, como los nodos que regulan el flujo de energía, la circulación del agua y el equilibrio territorial. Al omitir esta red espiritual, los modelos previos capturaron solo una parte del sistema ancestral de manejo integral de la naturaleza.

- Modelo de Conectividades socio ecosistemas de Conexión Bio Caribe

La iniciativa **Conexión BioCaribe** (conectividades socio ecosistémicas del Caribe 2030), constituye un referente clave para comprender la SNSM como un sistema integrado a escala regional. Esta estrategia identifica corredores que conectan la Sierra con la planicie costera, humedales y sistemas lagunares como la Ciénaga Grande de Santa Marta, evidenciando que “la Sierra no puede gestionarse como un sistema aislado”, sino como un nodo central de regulación hídrica y bienestar humano en el Caribe (Parques Nacionales Naturales de Colombia, s. f.).

Los resultados cartográficos muestran que la SNSM es el principal núcleo de conectividad socioecosistémica del Caribe colombiano, articulando flujos de biodiversidad, agua, clima y procesos culturales hacia territorios como la Serranía del Perijá, el Caribe seco y el sistema Magdalena–Ciénaga, cualquier alteración de estos corredores genera efectos en cascada sobre la funcionalidad ecológica regional, lo que refuerza la necesidad de su protección integral.

Asimismo, BioCaribe evidencia que los corredores más críticos nacen en la Sierra y dependen de la continuidad ecológica hacia zonas bajas bosques de piedemonte, rondas hídricas y mosaicos productivos, de modo que su fragmentación compromete no solo la biodiversidad, sino también servicios ecosistémicos

esenciales como la regulación hídrica y la adaptación climática para más de un millón de personas (Parques Nacionales Naturales de Colombia, s. f.).

Desde un enfoque **biocultural**, estos hallazgos coinciden con la visión de los pueblos indígenas, al mostrar que los nodos ecológicos estratégicos se superponen con sitios sagrados, lo que confirma que “la diversidad cultural y la diversidad biológica están íntimamente interrelacionadas” (Corte Constitucional, Sentencia T-622 de 2016). Así, la conectividad no es únicamente ecológica, sino también espiritual y cultural, constituyendo un sistema indivisible.

En consecuencia, los resultados de BioCaribe respaldan la necesidad de ampliar las estrategias de conservación como la declaratoria de Reserva hasta abarcar estas conectividades, integrando los modelos socioecosistémicos con la dimensión biocultural ancestral. Esto permite avanzar hacia una protección más efectiva del territorio, coherente con la interdependencia entre ecosistemas, cultura y sostenibilidad regional.

9.2. Lineamientos de conectividades ancestrales del territorio.

El ordenamiento del territorio ancestral, sustentado en la Ley de Origen, se concibe como un sistema de manejo integral orientado al cuidado, restauración y equilibrio del territorio. En este sentido, los principios y prácticas ancestrales no constituyen únicamente referentes simbólicos, sino verdaderas herramientas de gestión territorial, equivalentes a instrumentos de planificación como los POMCA o POT, pero fundamentadas en sistemas propios de conocimiento.

A partir de estos principios, se identifican elementos de especial sensibilidad ambiental, espiritual y cultural que deben ser objeto prioritario de protección en normativas y estrategias de conservación. Su reconocimiento permite avanzar en la representación cartográfica que se verá más adelante para mostrar las conectividades bioculturales y fortalecer medidas de protección integral del territorio, en coherencia con su carácter de sistema vivo, interconectado y esencial para la sostenibilidad ecológica y cultural de la región.

9.2.1. Descripción de los espacios sagrados y a nivel energético, físico, ambiental y ancestral.

El manejo del territorio ancestral en la SNSM se estructura a partir de una **red de espacios sagrados** que materializa los principios de la Ley de Origen en

dimensiones espirituales, culturales y ambientales. Estos espacios constituyen el soporte del ordenamiento ancestral, en el que los principios de origen (Sé) se expresan y gestionan a través de elementos naturales como el agua, la flora, la fauna y el territorio mismo (CTC, 2015).

Los espacios sagrados conforman una red interconectada que articula distintos niveles del territorio (desde los picos nevados hasta el mar) mediante “canales energéticos de interconexión”, donde el flujo permanente de relaciones sostiene la vida y el equilibrio del territorio y del mundo (CIT, 2026). El territorio ancestral es entendido como un sistema de reciprocidad, donde las prácticas espirituales como los pagos garantizan el equilibrio entre los seres humanos y la naturaleza.

A diferencia de aproximaciones convencionales, los espacios sagrados no son puntos aislados, sino **unidades territoriales complejas** que integran múltiples dimensiones simultáneamente:

- **Física**, expresada en formas naturales como rocas, ríos, lagunas, montañas, bosques o elementos del subsuelo.
- **Espiritual**, al estar asociados a entidades de origen (madres y padres) que regulan aspectos fundamentales de la vida.
- **Ambiental**, al corresponder a sistemas ecológicos más amplios (cuencas, bosques, humedales o sistemas hídricos).
- **Cultural y de gobierno propio**, al orientar prácticas sociales, de salud, autoridad y organización comunitaria.

Cada espacio sagrado posee un nombre y una función específica dentro del sistema de manejo. Por ejemplo, algunos regulan el agua, la salud o la fertilidad, mientras otros están asociados al manejo de los bosques o al ejercicio de la autoridad.

9.2.2. Agua como conectividad madre: ríos, quebradas y nacimientos como ejes vitales y el mar.

La función del agua en la cosmogonía de los pueblos de la SNSM constituye un eje central de la **conectividad biocultural y espiritual del territorio**. El agua no solo es un elemento físico, sino un medio portador de vida y energía que “estimula el funcionamiento del universo, la tierra y los seres”, manifestándose en múltiples estados —ríos, mar, corrientes subterráneas, entre otros—, cada uno con funciones específicas (CIT, 2026).

Desde esta perspectiva, el agua posee **existencia espiritual y material inseparable**, configurando un sistema de conectividad ancestral. Cada río nace en lagunas sagradas de páramo madres de origen y fluye hasta el mar, donde se conecta con lagunas costeras igualmente sagradas. Este recorrido expresa una red continua de relaciones hídricas y espirituales: “establecen una conexión hídrica y a nivel espiritual entre las lagunas altas [...] y los espacios sagrados en la parte baja del territorio” (CTC, 2015).

El agua es entendida como un **sujeto con “plan de manejo propio”**, donde cada cuerpo hídrico tiene jurisdicción, función y complementariedad con otros, garantizando el equilibrio ecológico y espiritual: “cada tipo de agua [...] se cuida y se conserva una a la otra. Son complementarias” (RKMA, Gailer Baquero, Stephanie, 2025).

Asimismo, el ciclo del agua trasciende lo hidrológico convencional. Según la tradición, el recorrido no termina en el mar, sino que continúa hacia espacios sagrados como *Meita Kaggaka* y *Mameshkagaka*, donde el agua “rinde cuentas” y se renueva espiritualmente antes de retornar como lluvia, cerrando un ciclo integral entre montaña, mar y atmósfera (RKMA, Gailer Baquero, Stephanie, 2025).

En este marco, los ríos, quebradas y acuíferos son concebidos como **“venas de la tierra”**, cuya integridad no debe ser interrumpida, pues cualquier alteración rompe el flujo de vida y el equilibrio territorial: “todos los elementos de la naturaleza están relacionados y son un solo sistema” (CTC, 2015).

Por lo tanto, la protección del agua implica salvaguardar la **conectividad biocultural integral** del territorio. Actividades como la minería representan una amenaza crítica, al afectar irreversiblemente las conexiones físicas y espirituales especialmente en aguas subterráneas, lo que equivale a dañar a las “Madres del agua” y comprometer la vida del territorio. Por ello, se establece la necesidad de su protección estricta y permanente como fundamento del equilibrio ecológico, cultural y espiritual de la SNSM.

9.2.3. Conectividades de cerros, cadenas montañosas, rocas, tierra y el subsuelo.

Los **cerros** son entendidos como **padres espirituales** que estructuran el ordenamiento territorial, cada uno con una red propia de sitios sagrados que regula aspectos específicos del territorio. Estas unidades se articulan entre sí mediante cadenas montañosas, configurando una conectividad ancestral que integra todo el

territorio hasta el cerro Gonawindua, reconocido como centro o “corazón del mundo”, desde donde se mantiene el equilibrio general: “los nevados son el guardián mayor y centro de la organización territorial...” (CIT, 2026).

Más allá de la superficie, el subsuelo constituye una dimensión esencial del territorio ancestral. En él se encuentra el orden espiritual de origen (Se), materializado en capas, minerales y formaciones geológicas que cumplen funciones específicas para el equilibrio de la vida. Su alteración genera desequilibrios profundos: “toda la estructura rocosa, los minerales... cumplen un objetivo de equilibrio y cuando son alterados... se generan problemas” (CTC, 2015).

Las **piedras y minerales**, denominadas *tuma*, *shimana* o *marunzama*, son herramientas de conexión espiritual utilizadas por los *Mamo* para mantener el equilibrio del territorio. Estas están directamente vinculadas con otros elementos como el agua, por lo que su intervención rompe las relaciones esenciales: “al romper las rocas... se rompe el equilibrio del mundo espiritual y material” (CTC, 2015).

Finalmente, las formaciones geológicas sostienen una red de aguas subterráneas que conecta la Sierra desde las zonas altas hasta el mar, consolidando una conectividad profunda e invisible que es fundamental para el equilibrio del territorio ancestral.

- Ríos Aéreos, el viento como conexión energética con el mundo y otras cordilleras.

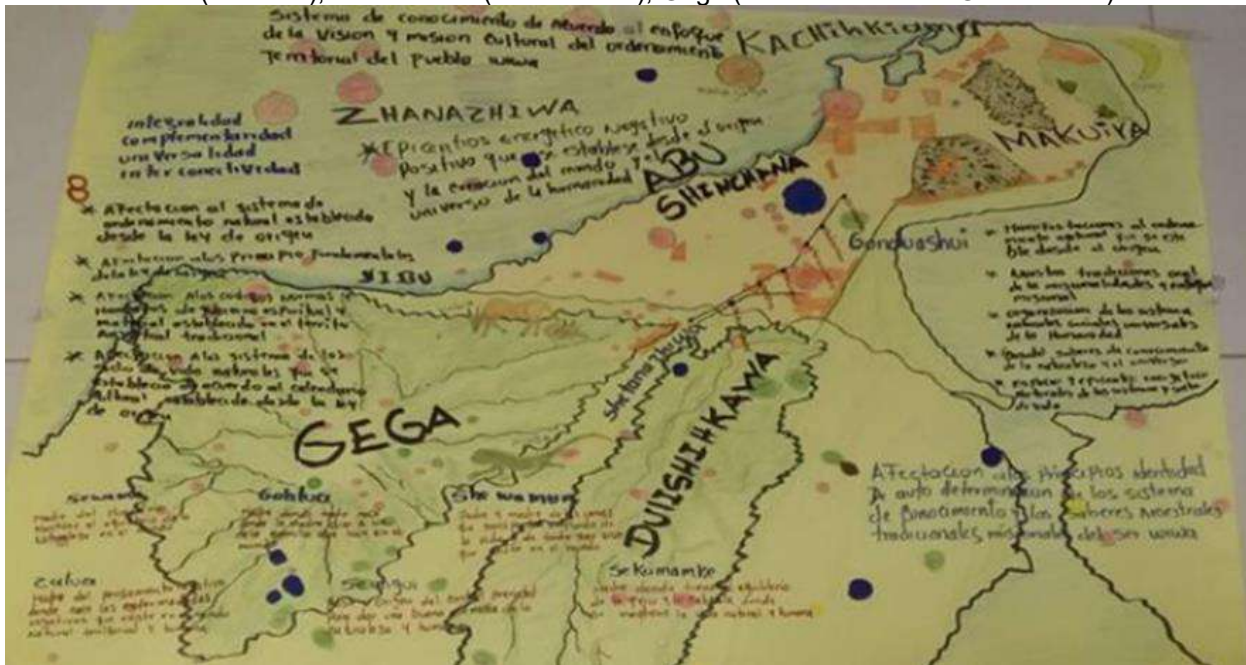
El viento “Comunica las áreas frías, cálidas y calientes para armonizar y alimentar los seres de la naturaleza, esta función de orden natural en nuestro territorio ancestral se desarrolla a través de los sitios sagrados que se conectan desde las partes altas, medias y bajas conocemos, en cada uno de ellos la brisa lleva fuerzas y mensajes que nosotros manejamos desde principios ancestrales.

La Madre y Padre del viento están en el espacio sagrado llamado Gondoshui, en el páramo de la Sierra Nevada. En este lugar se encuentran los principios para manejar la brisa buena y controlar las brisas negativas para que no hagan daño en el territorio ancestral. Para mantener los vientos positivos en toda la Linea Negra, los manos realizan pagos en estos espacios sagrados. y cuando no se hace, entonces ella, la brisa, sale de su casa y baja a recoger su alimento, y es entonces cuando vemos que hace daño en nuestros cultivos, casas, fincas, y suceden derrumbes de la tierra (CTC, 2015)

“El mantenimiento de las interconectividades visibles e invisibles como se establecen desde los puntos de conexión alrededor del territorio, también a nivel de los vientos, rocas y agua. Makuira en la Guajira, Dulishkawa como Serrana de Perija, el Mar, y el páramo, quedaron con un ordenamiento natural establecido desde el principio de la ley de origen como las bases de sostenimiento del cuidado, proteger, conservar los ciclos de vida.

Existe una conexión especial entre la Serranía del Perija -Dulishkawa, y la SNSM especialmente a través de los vientos, y los espacios sagrados del viento.

Figura 161. Interconectividad de los bloques espaciales de Dulishihkawa (Serranía del Perijá), Abu Shinchana(Desierto), Zhanazhiwa (Área marina), Gega (Sierra Nevada de Gonawindua)



Fuente: OWYBT (2026a).

Eso incluye de los espacios del ordenamiento de interconectividad del desierto, serranía del Perijá, área marina y sierra nevada de Gonawindua, en relación de la flora y la fauna de los cuatros bloques espaciales y sus pisos térmicos que se relacionan con el orden del agua, aire, fuego, tierra, árboles, para controlar a través de los elementos sagrados de pagamentos, saneamientos de toda clase de enfermedades, para que no dañen el pensamiento positivo del cuidado de la madre naturaleza, de la humanidad y el universo, de las nueve vida terrenales y corporales del ordenamiento natural. Eso se representa en esta imagen Interconectividad de los bloques espaciales de Dulishihkawa (Serranía del Perijá), Abu Shinchana (Desierto), Zhanazhiwa (Área marina), Gega (Páramos de la Sierra Nevada de Gonawindua)” (OWYBT, 2026a)”.

3.2.4 Conectividades ancestrales bióticos y ecosistémicas.

- Coberturas y bosques como nodos de conexión espiritual y ecológica.

Existe una relación directa entre los espacios sagrados y el manejo de la biodiversidad. A nivel espiritual, las autoridades ancestrales indican que la SNSM contiene los principios de toda la biodiversidad del mundo, para cada especie que existe. Cada espacio sagrado, como padre de los bosques, hace referencia a un espacio de cierta clase de bosque con las especies de árboles y flora que corresponden específicamente a esta área. Así, los árboles padres corresponden al manejo espiritual de estas especies que se encuentran naturalmente en la correspondiente área de un cerro padre.

Los sitios sagrados marcan la presencia de las islas y bosques que contienen los principios de las especies en la zona de usos humanos. En estudios realizados por el Resguardo Kogui Malayo Arhuaco, se observa una correspondencia entre espacios sagrados y la conservación de bio-islas de especies. A nivel ambiental las islas y bosques endémicos contienen una alta diversidad de especies. Funcionan son bancos de semillas que preservan la biodiversidad importante en los procesos de reparación y reforestar las perturbaciones y usos humanos de las cuencas. Son la garantía del origen de estas especies permitiendo su manejo y protección de acuerdo con el ordenamiento ancestral (CINEP, RKMA, 2013).

Las mismas especies de plantas y árboles tienen significados de conectividad y funciones ancestrales de acuerdo con la ley de origen. Por ejemplo, los árboles mastre *Pterygota colombiana* son autoridades de los bosques por su tronco recto, así como los guayacan. Otras especies, como el Kanzhi *Metteniusa edulis*, se conectan directamente con los bailes ancestrales y los principios de origen de los bosques. Así mismo podemos hablar de las plantas medicinales, y las especies propias de comidas, raíces, tubérculos y frijoles ancestrales.

- Corredores de fauna y comunidades de animales.

Las plantas y los animales hacen parte esencial de la conectividad biocultural, al mantener una relación espiritual directa con sus padres y madres de origen a través de los espacios sagrados. Esta comunicación sostiene el equilibrio entre lo visible y lo invisible, por lo que su alteración afecta no solo los hábitats, sino los flujos de energía que garantizan la vida: “dañar o alterar los espacios sagrados tienen efectos en la ecología [...] a nivel de transmisión de energía en las conexiones sagradas” (CTC, 2015).

En este marco, la fauna cumple funciones específicas dentro del orden territorial, articuladas a sus propios espacios sagrados y principios de origen. Por ejemplo, los jaguares —autoridades del bosque— regulan el equilibrio ecológico y se desplazan por corredores definidos por estos espacios, mientras que especies como la danta (*Tapirus terrestris colombianus*), venados o armadillos transitan entre pozos y áreas de alimentación vinculadas espiritualmente a su origen.

Las aves, por su parte, actúan como mediadoras entre territorios, ya que mediante sus cantos transmiten mensajes de la Madre Tierra y, en sus recorridos entre distintos pisos térmicos, realizan conexiones espirituales en sitios sagrados. Algunas especies migratorias, como la *tijereta* o el *Kwizugwi*, establecen vínculos entre la Sierra y otros territorios del Caribe, ampliando esta red de conectividad.

En conjunto, la fauna, la flora y sus ecosistemas conforman un **tejido interconectado de corredores bioculturales**, guiados por la Ley de Origen y materializados en los espacios sagrados, cuyo cuidado es fundamental para mantener el equilibrio integral del territorio ancestral (CTC, 2015).

9.3. Descripciones Bioculturales de la importancia ambiental y conectividad del territorio ancestral.

Este numeral integra los principios ancestrales de conectividad y manejo del territorio de los cuatro pueblos de la SNSM con enfoques ambientales y socioecosistémicos, con el fin de generar insumos cartográficos bioculturales con enfoque ancestral a partir de criterios generales como la distribución del agua que permitan su incorporación en modelos técnicos de conectividad. No obstante, la caracterización detallada de los espacios sagrados, aunque ampliamente conocida a nivel ancestral, continúa en proceso de desarrollo técnico por parte de las organizaciones indígenas.

9.3.1. Caracterización biofísica integral de la región SNSM, y conectividades.

Para realizar un diagnóstico integral del territorio comprendido dentro del área de estudio (Ecorregión Sierra Nevada y Ciénaga Grande de Santa Marta), es necesario abordar la complejidad de sus biomas y ecosistemas. Este territorio es considerado un "cuerpo vivo" y sagrado por los cuatro pueblos indígenas a continuación se describen algunas características del ecosistema que son de importancia para el tema cultural y ambiental:

Nodo de conectividad Andes–Caribe–Marino. La Sierra Nevada de Santa Marta ha sido objeto de varios análisis de conectividad en las últimas décadas, cada uno aporta una lectura distinta sobre la forma en que este macizo articula procesos ecológicos, hidrológicos y socioculturales en el Caribe colombiano. Estos estudios han permitido comprender que la Sierra no es un sistema aislado, sino un nodo que enlaza ecosistemas, cuencas, poblaciones y dinámicas territoriales que dependen de su integridad.

Uno de los primeros enfoques provino de los estudios de conectividad ecológica desarrollados por el Instituto Humboldt a comienzos de los años 2000, donde se identificó a la Sierra como un corredor biogeográfico que conecta el Caribe con los Andes y la Depresión Momposina (Etter, McAlpine, Pullar, & Possingham, 2008). Estos análisis mostraron que la continuidad altitudinal desde los manglares hasta los glaciares sostiene procesos evolutivos únicos y rutas de movilidad para especies clave, dando énfasis a los felinos y aves migratorias. La Sierra fue reconocida como un “núcleo de conectividad” cuya fragmentación tendría efectos en cascada sobre la biodiversidad regional.

Posteriormente, los estudios de Invemar profundizaron en la conectividad hidrológica entre la Sierra y la Ciénaga Grande de Santa Marta, demostrando que los ríos serranos son esenciales para mantener la salinidad, la productividad y la estructura de los manglares (Invemar, 2014), (Invemar, 2024). Estos trabajos evidenciaron que la pérdida de caudal o la alteración de los cauces afecta directamente la funcionalidad del complejo lagunar, confirmando que la Sierra es el origen del equilibrio ecológico de los humedales costeros al norte del país.

En paralelo, los análisis de conectividad socioecológica realizados por el Instituto Humboldt y el PNN Sierra Nevada mostraron que la montaña articula sistemas culturales, económicos y territoriales que dependen del agua, los suelos y los bosques de la Sierra (IAVH, 2017). Estos estudios destacaron que la Sierra sostiene redes de pesca, agricultura, abastecimiento urbano y prácticas culturales que se extienden desde la parte alta hasta el Caribe, evidenciando que la conectividad no es solo ecológica, sino también social y económica.

Los aportes de la conectividad biocultural, impulsados por los acuerdos entre PNN y los pueblos Kogui, Arhuaco, Wiwa y Kankuamo, donde se reconoció que los sitios sagrados, las lagunas madre, los glaciares y los nacimientos forman un tejido espiritual que sostiene el orden territorial (PNN, 2023). Estos análisis mostraron que la conectividad no solo se expresa en flujos de biodiversidad o agua, sino en

relaciones espirituales que articulan montaña, valle y mar, y que cualquier ruptura en este tejido afecta la armonía del territorio.

El análisis de Conexión BioCaribe constituye la aproximación más reciente e integradora, al reconocer a la Sierra Nevada como nodo central de la conectividad ecológica y socioecológica del Caribe. Este enfoque articula flujos de biodiversidad, agua, clima y cultura, e identifica corredores que conectan la Sierra con la Ciénaga Grande, la Serranía del Perijá y el sistema Magdalena–Ciénaga.

A) La SNSM como sistema montañoso nicho ecológico aislado e interconectado.

La Sierra Nevada de Santa Marta (SNSM) constituye un caso excepcional en la geografía física de América del Sur: un macizo montañoso independiente de los Andes, que se eleva abruptamente desde el nivel del mar hasta cumbres superiores a los 5.600 m. Esta condición de aislamiento geomorfológico ha sido ampliamente documentada por la biogeografía y la geología regional, que la describen como un “bloque orográfico autónomo” con historia tectónica propia (Hernández-Camacho & Walschburger, 1992) Su separación física de la cordillera andina, estimada en más de 200 kms, ha permitido la evolución de linajes biológicos diferenciados y la consolidación de procesos ecológicos que no dependen tanto de la conectividad con otros sistemas montañosos, lo que la convierte en lugar propio de la especiación y la diferenciación genética en ambientes tropicales (Rangel-Ch., 2012).

La SNSM está interconectada también a nivel climático y bioclimático. Su posición litoral en el Caribe colombiano la expone a la influencia directa de los vientos alisios, la humedad oceánica y las dinámicas atmosféricas del Caribe, generando patrones de precipitación y nubosidad que difieren de los observados en los Andes (Mesa, 2000). Esta interacción entre mar y montaña produce gradientes térmicos y de humedad extremadamente comprimidos, que a su vez determinan la distribución de ecosistemas y la formación de microclimas altamente especializados. La montaña funciona, en términos ecológicos, como una isla bioclimática, que a su vez se conecta con otros ecosistemas donde la variación ambiental ocurre en escalas espaciales muy reducidas, favoreciendo la diversificación de especies y la aparición de endemismos.

Desde la perspectiva de la biogeografía histórica, la SNSM ha actuado como un refugio pleistocénico (el aislamiento geográfico y su gradiente permitieron que, durante las glaciaciones, especies de bosque húmedo, bosque nublado y páramo encontrarán microhábitats estables donde sobrevivir. Esto explica parte de su

endemismo extremo y su composición florística única, manteniendo condiciones estables durante fluctuaciones climáticas globales y permitiendo la persistencia de especies relictas y comunidades vegetales de alta antigüedad (Van der Hammen, 2003). Esta estabilidad relativa, ha generado patrones de distribución que se diferencian y la presencia de taxones que no se encuentran en ninguna otra región del Neotrópico. Estudios florísticos y faunísticos han demostrado que la SNSM alberga linajes únicos de anfibios, aves, plantas y briofitas, muchos de ellos restringidos a rangos altitudinales estrechos y altamente sensibles a cambios en el uso del suelo (Salaman, Donegan, & Cuervo, 2001).

El carácter aislado del macizo también tiene implicaciones profundas para la dinámica hidrológica y geomorfológica, que a su vez está conectado a fenómeno hídricos regionales. La Sierra funciona como un núcleo de captación independiente, donde las cuencas nacen, se desarrollan y desembocan en el mar. Esta autonomía hidrológica implica que los procesos de erosión, sedimentación y transporte de nutrientes están determinados en parte por la dinámica interna del macizo, lo que refuerza su condición de sistema interconectado desde el punto de vista ecológico y geomorfológico (Restrepo & Kjerfve, 2000). La menor de conectividad con otras montañas a nivel físico significa que cualquier alteración en las zonas altas (deforestación, incendios, minería) tiene efectos amplificados sobre las cuencas y los ecosistemas costeros, sin posibilidad de compensación por aportes externos.

La SNSM como sistema tanto autónomo como interconectado, adquiere una dimensión adicional en el territorio, donde los pueblos indígenas la conciben como un organismo autónomo, a cierto nivel con límites espirituales a nivel de gobierno propio, que estructuran su funcionamiento interno, pero fundamentalmente interconectado a nivel ambiental y espiritual de manera regional y con el planeta. Esta lectura coincide con la visión científica de la Sierra como un sistema cerrado, donde los flujos de energía, agua y materia se organizan de manera interna y dependen de la integridad del macizo para mantener su equilibrio, y a su vez está interconectado y forma parte de una gran red de conexiones a nivel regional aún más amplio (Reichel-Dolmatoff G. , 1996). La convergencia entre conocimiento ancestral y ciencia moderna refuerza la necesidad de gestionar la SNSM como una unidad ecológica indivisible de suma protección cuya existencia también se inserta en un contexto de interconexión en la cual juega un rol fundamental en la región.

B) Gradientes altitudinales, y compresión ecológica.

La SNSM presenta una serie de circunstancias que lo hace ser una de las zonas ecológicamente más diversas en el mundo. Tiene uno de los gradientes altitudinales más diferenciados del planeta, ascendiendo desde el nivel del mar hasta más de 5.700 m en un recorrido horizontal muy corto. Esta transición repentina genera una compresión ecológica única, donde los pisos térmicos (bosque seco, bosque húmedo, bosque nublado, páramo y zonas nivales) se suceden en franjas espaciales reducidas. Este fenómeno se describe como un “gradiente hipercomprimido”, en el que la variación de temperatura y humedad ocurre en escalas espaciales mínimas, creando condiciones ambientales únicas en el Neotrópico (Rangel-Ch. & Carvajal, 2012).

Esta compresión altitudinal produce microclimas diferenciados y mosaicos ecológicos complejos que permiten la coexistencia de comunidades vegetales contrastantes y favorecen procesos de migración vertical de fauna y flora. Los bosques nublados, ubicados en la zona de condensación orográfica, cumplen un papel crítico en la captura de humedad atmosférica y la regulación hídrica, aportando incluso agua adicional a las cuencas mediante la captación de neblina (IDEAM, 2017). La abrupta transición hacia los páramos de la SNSM, cuya composición difiere de los páramos andinos, evidencia la influencia del aislamiento biogeográfico en la estructura y funcionamiento de estos ecosistemas (Van der Hammen, 2003).

El gradiente altitudinal de la Sierra Nevada adquiere una dimensión aún más profunda cuando se interpreta desde el territorio ancestral, donde los pueblos Kogui, Arhuaco, Wiwa y Kankuamo conciben la montaña como un continuo vivo en el que cada franja altitudinal cumple funciones ecológicas y espirituales complementarias. En esta lectura, los cambios de temperatura, humedad y vegetación no son solo transiciones ambientales, sino niveles de ordenamiento del mundo, articulados mediante prácticas rituales que regulan el equilibrio entre mar, ríos, bosques y cumbres (Reichel-Dolmatoff, 1990). Esta visión biocultural coincide con la perspectiva ecológica contemporánea que entiende el gradiente como un sistema interdependiente, donde la integridad de cada piso térmico sostiene procesos hidrológicos, biológicos y culturales. Así, la conservación del gradiente altitudinal no solo garantiza la continuidad de los flujos ecológicos, sino también la permanencia de los sistemas de conocimiento, autoridad territorial y manejo ancestral que han permitido la estabilidad del macizo durante miles de años.

C) Hotspot de biodiversidad.

Para los pueblos Kogui, Arhuaco, Wiwa y Kankuamo, la Sierra Nevada de Santa Marta constituye un territorio biocultural indivisible, en el que la biodiversidad no es únicamente un componente ecológico, sino una manifestación del orden espiritual del mundo. En este contexto, los espacios sagrados del territorio suelen coincidir con áreas que albergan especies de fauna y flora únicas a nivel global.

En términos faunísticos, tal como se describe en el Capítulo 5. *Caracterización Biofísica y Socioeconómica* (5.2 Medio Biótico), la SNSM alberga comunidades altamente diferenciadas de anfibios, reptiles, aves y mamíferos, muchas de ellas con rangos de distribución extremadamente restringidos. En este entramado biocultural, la Serranía del Perijá cumple una función estratégica como corredor ecológico que conecta la Sierra Nevada con la cordillera Oriental, facilitando el flujo genético de especies de alta movilidad, como el jaguar y el oso andino, fundamentales para la estabilidad ecológica del territorio (Pérez-Torres & Cortés-Delgado, 2016).

Para estos cuatro pueblos, dichos corredores no solo tienen una función ecológica, sino que también sostienen rutas de tránsito espiritual que garantizan la continuidad de la vida y el equilibrio territorial. Esta convergencia entre el conocimiento científico y la cosmovisión indígena evidencia que la conservación del hotspot depende del mantenimiento de la conectividad socioecosistémica entre la SNSM, la Ciénaga Grande de Santa Marta, la Serranía del Perijá, el mar y otras regiones asociadas.

D) Análisis de nichos ecológicos en la SNSM.

En la SNSM las especies viven en un ambiente donde las condiciones cambian muy rápido con la altitud. Esto hace que muchas de ellas ocupan rangos ambientales muy estrechos, porque pequeñas variaciones en temperatura, humedad o radiación generan escenarios completamente distintos. Por eso, aunque algunas especies podrían vivir en condiciones más amplias, en la práctica su presencia se limita a microhábitats

En el caso de anfibios como *Atelopus laetissimus* y *Pristimantis tayrona*, los estudios muestran que dependen de niveles muy precisos de humedad, nubosidad y temperatura nocturna, lo que los vuelve especialmente sensibles a cualquier alteración del microclima (Ceballos-Chacón y Vergara-Loaiza, 2025).

En las plantas ocurre algo similar. Las especies de bosque nublado requieren ambientes muy húmedos y temperaturas estables, por lo que su nicho está

estrechamente ligado a la presencia de niebla y suelos orgánicos profundos. Las epífitas —como orquídeas, bromelias y helechos— dependen de la humedad constante del aire y de la estructura del dosel para sobrevivir. En contraste, las plantas de páramo, como *Espeletia praesidentis*, están adaptadas a condiciones extremas: alta radiación, suelos pobres y temperaturas muy bajas. Los análisis de distribución potencial indican que incluso pequeños cambios en la temperatura media pueden modificar de forma importante la ubicación de estos nichos (Fernández-Alonso, 2012).

En los animales de mayor movilidad, como aves y mamíferos, el nicho ecológico depende tanto del clima como de la disponibilidad de alimento y refugio. Los colibríes de alta montaña, por ejemplo, necesitan flores que produzcan suficiente néctar en ambientes fríos y húmedos, mientras que rapaces como *Spizaetus isidori* requieren grandes extensiones de bosque continuo para cazar. Mamíferos como el tigrillo (*Leopardus tigrinus*) muestran nichos fragmentados, asociados a parches de bosque montano bien conservado. En conjunto, estos patrones confirman que la Sierra Nevada es un sistema donde la especialización ecológica y la fuerte compresión ambiental hacen que muchas especies sean muy sensibles a cambios en el clima y en la estructura del paisaje. A su vez indica una estrecha relación entre el ordenamiento ancestral del territorio, los espacios sagrados como espacios geográficos ambientales, diversidad ecológica y de riqueza de especies.

9.3.2. El Agua, como fundamento principal de conectividad biocultural y ambiental en la SNSM.

Las **lagunas madre** constituyen el núcleo **biocultural** del territorio ancestral de la SNSM, al ser entendidas como origen espiritual y ecológico del agua y de la vida. No son solo cuerpos hídricos, sino “centros de ordenamiento ecológico y moral” donde se articulan procesos naturales y prácticas culturales (Reichel-Dolmatoff, 1990). Desde el enfoque técnico, cumplen funciones clave como regulación hídrica, almacenamiento y recarga de acuíferos, actuando como nodos que garantizan la continuidad del agua desde la alta montaña hasta las zonas costeras (Buytaert, 2006; IDEAM, 2017). Esta doble dimensión evidencia un criterio central de la bioculturalidad: la interdependencia entre sistemas ecológicos y sistemas culturales.

Los **glaciares y páramos** complementan este sistema como reguladores fundamentales del ciclo hídrico. Los glaciares aportan estabilidad térmica y sostienen caudales en épocas secas, mientras que los páramos captan, almacenan y liberan agua de forma gradual, amortiguando variaciones climáticas (Rabatel et

al., 2013; Buytaert et al., 2006). Desde la visión ancestral, estos espacios son sitios donde se ordena el agua y se mantiene el equilibrio territorial, reforzando el principio biocultural de que la conservación ecológica depende del respeto a los sistemas de conocimiento indígena (Reichel-Dolmatoff, 1990; IAVH, 2017).

En conjunto, **lagunas, glaciares y páramos** conforman un sistema integrado donde cada elemento cumple funciones complementarias en la generación, regulación y distribución del agua. La alteración de cualquiera de estos componentes afecta la estabilidad ecológica e hídrica del territorio (IDEAM, 2017). Este entramado refleja el principio biocultural de unidad entre naturaleza, territorio y espiritualidad, en el que el agua es concebida como “madre” y eje de conectividad integral.

Finalmente, las **cuencas hidrográficas** materializan esta conectividad como “hilos de vida” (*Séshizha*), donde el agua actúa como conectividad madre (Jaba) que articula los picos nevados con el mar, integrando dimensiones ecológicas y espirituales del territorio. Este enfoque reafirma que la gestión del agua no puede fragmentarse, sino que debe abordarse desde una perspectiva biocultural, integral y territorial que garantice la continuidad de la vida. En la siguiente tabla, se aprecia la importancia cultural y ecológica:

Tabla 84. Importancia cultural y ecológica

AH	ZH	SZH (Nombre Oficial IDEAM)	Ríos Principales / Afluentes	Importancia Cultural y Ancestral	Importancia Estratégica
Caribe	Caribe - Guajira	Río Don Diego	Don Diego, Don Diego Chiquito.	Ezuamas de Kwamaka y Makutama. Paralelismo espiritual bocas-lagunas.	Nace en estrella hídrica central. >80% área en PNN SNSM.
Caribe	Caribe - Guajira	Río Palomino y Río Ancho	Palomino, R. Ancho, San Miguel, Garavito, San Salvador.	Sitio sagrado Jukumeizhi (Palomino). Recuperación de semillas (R. Ancho).	Palomino drena 25% área glacial. R. San Salvador protege dantas.
Caribe	Caribe - Guajira	Río Tapia	Tapias, Jerez, Curual, Totumo.	Petroglifos (Pankatza) como mapas espirituales en el río Jerez.	Estrella hídrica nororiental. Prioridad para aves migratorias.

AH	ZH	SZH (Nombre Oficial IDEAM)	Ríos Principales / Afluentes	Importancia Cultural y Ancestral	Importancia Estratégica
Caribe	Caribe - Guajira	Río Camarones	Camarones (Río Tapias Bajo).	Complejo lagunar para intercambios marinos y ceremonias.	Equilibrio hídrico para el SFF Los Flamencos.
Caribe	Caribe - Guajira	Río Ranchería	Ranchería, San Francisco, Marocaso.	Límite oriental del territorio ancestral. El bloqueo (represas) afecta los "pagamentos"	Conexión entre el macizo y la Península de la Guajira.
Magdalena-Cauca	Cesar	Río Bajo Cesar (Sector Guatapurí)	Badillo, Guatapurí, Cesarito, Donachuí.	Ezuama Surivaka (Badillo). Guatapurí: centro de memoria lku.	Guatapurí aporta 8% de fusión glacial. Agua para Valledupar.
Magdalena-Cauca	Cesar	Río Ariguaní	Ariguaní, Ariguanicito, María Angola.	Eje de conectividad vertical Arhuaco. Presión en Kwakúmuke.	Gradiente que conecta los 1.000 msnm con la Depresión Momposina.
Magdalena-Cauca	Bajo Magdalena	Directos Ciénaga Grande de SM	Aracataca, Fundación, Sevilla, Tucurínca, Frío.	Aracataca nace del Padre Chúndwa. Nagkúmaka (Madre de la Sal).	Aracataca drena 67% área glacial. Balance salino de manglares.
Caribe	Caribe - Guajira	Río MendiHuaca y Directos	Guachaca, MendiHuaca, Buritaca, Piedras, Manzanares.	Jaba Kubala (R. Piedras). Teyuna (Buritaca): origen de las tumas.	Conecta Estrella de San Lorenzo con el mar y PNN Tayrona.

Fuente: Elaboración propia (2025).

Figura 162. Caracterización de los nacimientos y microcuencas de alta montaña



En este sentido, los nacimientos no pueden entenderse como puntos aislados, sino como nodos dentro de una red de conectividad que sostiene procesos ecológicos, culturales y territoriales a escalas que trascienden los límites de cada cuenca. La forma en que el agua emerge se organiza y desciende desde la alta montaña determina la estabilidad de los ríos costeros, la salud de la Ciénaga Grande de Santa Marta y la regulación hídrica del valle del Cesar y del río Magdalena. Así, la

estructura hidrográfica descrita en la tabla de cuencas hídricas arriba constituye una base para comprender la conectividad hídrica regional, que no solo integra vertientes, sino que articula sistemas ecológicos y culturales que dependen de la continuidad del agua desde las cumbres nevadas hasta el mar y los grandes ríos del país.

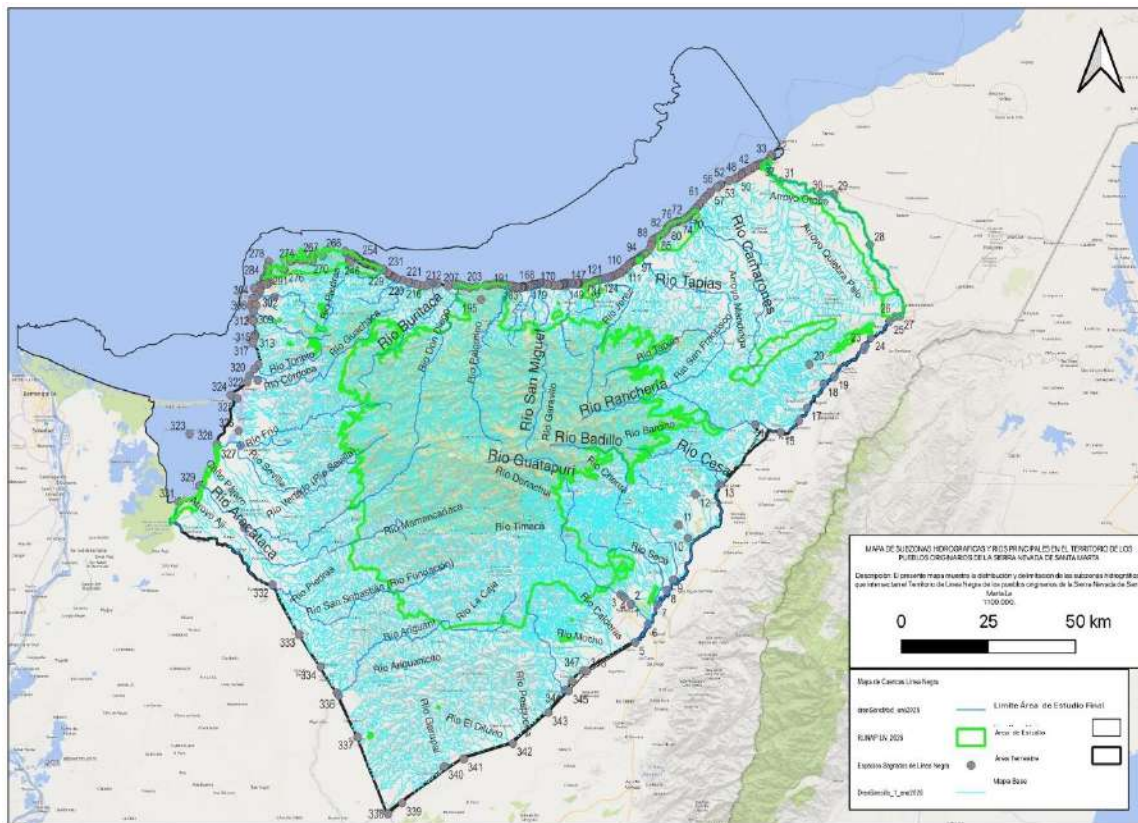
A partir de esta comprensión, lo siguiente profundiza en la conectividad hídrica Sierra Nevada – Ciénaga Grande – Río Magdalena, mostrando cómo las vertientes se relacionan entre sí y cómo el agua, al desplazarse a través del territorio, sostiene procesos ecológicos, socio ecosistémicos y espirituales que son fundamentales para la vida en la región.

Conectividad hídrica en la Sierra Nevada de Santa Marta.

La Sierra Nevada de Santa Marta constituye el corazón hídrico del Caribe colombiano. Desde sus cumbres nevadas hasta los humedales costeros y el gran eje fluvial del Magdalena, el agua circula como un sistema de venas vivas que conectan la montaña con la llanura, los bosques con los manglares y los nacimientos sagrados con el mar. Esta conectividad no es solo un fenómeno físico: es un tejido ecológico y espiritual que sostiene la vida, la productividad y el equilibrio territorial. Para los pueblos Kogui, Arhuaco, Wiwa y Kankuamo, los ríos son caminos de energía que permiten que la fuerza de del territorio ancestral, llegue a todos los lugares de la sierra, manteniendo la armonía entre los distintos mundos del territorio (entiéndase como los diferentes lugares del mundo donde llega la conectividad).

En este sistema, los ríos que descienden desde la SNSM cumplen un papel determinante en la regulación de la Ciénaga Grande de Santa Marta. Veintinueve ríos entre ellos el Fundación, Aracataca, Sevilla, Tucurín, Río Frío, Toribio, Orihueca, Jerez y Guacamayal, nacen en la vertiente occidental y suroccidental del macizo, entre los 2.800 y 3.500 m s. n. m., y descienden hacia el complejo lagunar. Su aporte de agua dulce es esencial para mantener el equilibrio entre la salinidad, la productividad biológica y la estructura de los manglares. Cuando estos ríos fluyen con continuidad, la Ciénaga respira: se diluyen las sales, se renuevan los nutrientes, se sostienen las pesquerías y se mantiene la conectividad entre los canales, ciénagas y bosques inundables. Cuando disminuyen, el sistema entra en estrés, los manglares mueren por hipersalinización y la productividad lagunar se reduce de manera drástica, tal como lo han documentado estudios recientes sobre la dinámica del complejo lagunar (Invemar, 2024).

Figura 163. Dinámica del complejo lagunar



Fuente: INVEMAR (2024)

En la vertiente norte y noroccidental, los ríos que descienden hacia el mar Caribe conforman corredores ecológicos que conectan los páramos y bosques altoandinos con los bosques secos, las playas y los humedales costeros. Esta transición altitudinal abrupta, reconocida por estudios hidrológicos como una de las más pronunciadas del planeta (IDEAM, 2017), permite que los ríos transporten agua fría, sedimentos y nutrientes desde los 3.000–5.000 m s. n. m. hasta el nivel del mar en recorridos muy cortos. La dinámica resultante sostiene procesos esenciales como la regulación de caudales, la formación de playas y dunas, la recarga de acuíferos costeros y la conectividad biológica entre ecosistemas marinos y terrestres. Desde la perspectiva indígena, estos ríos son “venas vivas” que permiten que la fuerza del agua llegue al mar y cierre el ciclo entre las cumbres nevadas y el horizonte marino, reafirmando la unidad entre montaña y mar como principio de equilibrio (Reichel-Dolmatoff, 1990).

Hacia el suroccidente, la conectividad hídrica se expresa en la relación entre la Sierra y la Ciénaga Grande de Santa Marta, el sistema lagunar más importante del Caribe colombiano. Los ríos que nacen en la vertiente occidental entre los 2.800 y

3.500 m s. n. m. alimentan este complejo de humedales, regulando su salinidad, aportando sedimentos y sosteniendo los manglares que han sido reconocidos como sitio Ramsar por su importancia ecológica y pesquera (Invemar, 2024). La Ciénaga depende de manera directa de los aportes serranos: cuando los caudales disminuyen o se alteran, se modifican la productividad pesquera, la estructura de los manglares y la calidad del agua. Para los pueblos indígenas, la Ciénaga es un “sitio de llegada” donde el agua completa su recorrido y se transforma en alimento y vida, reafirmando la continuidad espiritual entre la Sierra y el mar (IAVH, 2017).

La relación entre la Sierra y la Ciénaga no puede entenderse sin considerar su interacción con el sistema Magdalena–Ciénaga. El río Magdalena, a través de sus brazos y canales, aporta sedimentos, nutrientes y pulsos de agua que complementan los aportes serranos. La Ciénaga Grande es, en realidad, un punto de encuentro entre dos grandes sistemas: el que desciende desde la montaña y el que llega desde la cuenca del Magdalena. La productividad lagunar depende de ese equilibrio delicado entre agua dulce, agua salobre y agua marina. Cuando el Magdalena aporta demasiados sedimentos o cuando sus conexiones se bloquean, la Ciénaga se colmata o pierde intercambio; cuando los ríos serranos disminuyen, la salinidad aumenta y los manglares colapsan. La interacción entre ambos sistemas determina la estructura trófica, la disponibilidad de nutrientes y la capacidad del ecosistema para sostener la pesca artesanal, que es una de las principales fuentes de sustento para las comunidades ribereñas.

Desde la visión indígena, esta interacción expresa la relación entre “la Sierra aporta el agua que nace en los sitios sagrados, mientras que el Magdalena aporta el agua que recorre el mayor parte del territorio colombiano. La Ciénaga es el lugar donde ambas fuerzas se encuentran y se equilibran. Cuando uno de los dos sistemas se altera, el territorio pierde armonía y la vida se debilita. Esta lectura coincide con los análisis hidrológicos contemporáneos que muestran que la resiliencia de la Ciénaga depende de la continuidad de los aportes serranos y de la regulación del sistema Magdalena–Ciénaga (Cortés, Amaya, & Arévalo, 2020).

En la vertiente oriental, la conectividad se establece con el río Cesar y, posteriormente, con el río Magdalena. Los ríos que nacen en los páramos y lagunas madre de la Sierra entre los 3.000 y 4.800 m s. n. m., descienden hacia el valle del Cesar, regulando caudales, aportando sedimentos y sosteniendo actividades agrícolas y ganaderas. Esta relación ha sido ampliamente documentada por estudios hidrológicos que destacan el papel de la Sierra como regulador térmico e hídrico del valle del Cesar (IDEAM, 2017). Una dualidad que sostiene el equilibrio

del territorio y la vida, y que se expresa en prácticas rituales de pago y cuidado de los nacimientos (Cortés, Amaya, & Arévalo, 2020).

En este contexto, la conservación de los nacimientos, páramos y lagunas madre adquiere un carácter estratégico. Las decisiones que se tomen en la alta montaña repercuten directamente en la Ciénaga Grande, el Caribe y el Magdalena, afectando la calidad del agua, la productividad pesquera, la estabilidad de los humedales y la disponibilidad hídrica para las comunidades ribereñas. La Sierra Nevada, entendida como un sistema de conectividad hídrica y espiritual, exige un enfoque de cuenca que reconozca la interdependencia entre sus vertientes y la necesidad de proteger los sitios de origen del agua como fundamento del equilibrio territorial.

La comprensión de la conectividad hídrica entre la Sierra Nevada, la Ciénaga Grande y el río Magdalena permite reconocer que este macizo no funciona como un conjunto de vertientes independientes, sino como un sistema integrado cuya estabilidad depende de la continuidad del agua desde los nacimientos de alta montaña hasta los humedales costeros y los grandes ríos del país. Esta articulación, sustentada tanto por la hidrología como por la lectura indígena del territorio (Reichel-Dolmatoff, 1990), (IAVH, 2017), revela que cualquier alteración en los procesos de origen como páramos, lagunas madre, humedales altoandinos, repercute de manera directa en la funcionalidad ecológica de las vertientes y en la seguridad hídrica regional.

En este sentido, la conectividad descrita muestra la riqueza ecológica del sistema y su sensibilidad frente a transformaciones antrópicas y climáticas. La aceleración de los cambios en la cobertura vegetal, la presión sobre los nacimientos, la expansión de actividades productivas y la variabilidad climática creciente generan tensiones que afectan la regulación hídrica, la calidad del agua, la estabilidad geomorfológica y la integridad de los humedales y sistemas costeros. Estas dinámicas, ampliamente documentadas en estudios recientes sobre montañas tropicales y sistemas lagunares (Buytaert et al., 2006), (Invemar, 2024), muestran que la Sierra Nevada enfrenta un escenario de vulnerabilidad que exige una lectura integrada de riesgos y presiones.

El Agua como fuente de vida (servicio) ecosistémico.

Para los pueblos Kogui, Arhuaco, Wiwa y Kankuamo, el agua que nace en la Sierra Nevada no es solo un flujo físico, sino una expresión del orden espiritual que sostiene la vida. En su comprensión del territorio, los nacimientos, los bosques nublados, los páramos y las lagunas madre son lugares donde la madre recibe su fuerza y la palabra, el pensamiento, los cantos antes de iniciar el camino hacia las

vertientes o flujos a todo el territorio. Esta visión coincide con los estudios hidrológicos que reconocen a la Sierra como la principal fuente de agua para los departamentos de Magdalena, Cesar y La Guajira, tanto por la magnitud de sus caudales como por la estabilidad que ofrecen sus ecosistemas reguladores

La regulación hidrológica que realiza la Sierra es entendida por los cuatro pueblos como parte del equilibrio entre los mundos que conforman el territorio. La cobertura vegetal de alta montaña —especialmente los bosques nublados— actúa como un tejido vivo que ordena el movimiento del agua, suaviza su descenso y evita que los ríos se desborden o se sequen. La ciencia ha demostrado que estos bosques pueden aportar entre un 5 % y un 50 % adicional de agua mediante la captura de neblina, un proceso que se vuelve crucial en épocas de baja precipitación (Bruijnzeel, 2000). Para los pueblos indígenas, esta capacidad no es solo un fenómeno ecológico: es la forma en que la Sierra respira y entrega su aliento a los nacimientos.

La continuidad del agua que desciende hacia la Ciénaga Grande de Santa Marta es, para los cuatro pueblos, una responsabilidad compartida entre los seres del territorio y las comunidades humanas. Cuando los ríos llegan con fuerza y claridad, la Ciénaga mantiene su equilibrio; cuando disminuyen, el territorio expresa señales de desorden. Investigaciones de Invemar han mostrado que la reducción del aporte de agua dulce desde la Sierra contribuye a procesos de hipersalinización y pérdida de manglares (Invemar, 2024), confirmando lo que los mamos han advertido durante generaciones: cuando el agua pierde su camino, también se debilita la vida en los lugares de llegada.

Desde esta visión biocultural, los servicios ecosistémicos hidrológicos no son funciones aisladas, sino manifestaciones del vínculo entre montaña, valle y mar. El agua como madre es la vida y mantiene un orden espiritual que debe ser cuidado. Por eso, para los pueblos Kogui, Arhuaco, Wiwa y Kankuamo, proteger los nacimientos, los bosques nublados y las lagunas madre es asegurar que el territorio continúe respirando y que la vida pueda seguir su curso en todas las vertientes.

Bosques nublados y captura de humedad.

Los bosques nublados de la SNSM, son un componente estratégico del sistema hídrico regional, al funcionar como “esponjas bioclimáticas” que capturan, retienen y liberan agua hacia las cuencas que conectan la montaña con la Ciénaga Grande, el Caribe y el río Magdalena. La condensación de la niebla constituye una fuente

hídrica clave, especialmente en periodos secos, lo que resalta su papel en la regulación del ciclo del agua (IAVH, 2017; Cortés, Amaya, & Arévalo, 2020).

Desde un criterio biocultural, estos ecosistemas integran procesos ecológicos y espirituales: su estructura —dominada por epífitas, musgos y líquenes— permite la captura y liberación gradual del agua, garantizando la estabilidad de nacimientos y cuencas. A la vez, en la visión de los pueblos Kogui, Arhuaco, Wiwa y Kankuamo, los bosques nublados son espacios donde el agua “se hace visible” y donde se articula la relación entre cielo y tierra, siendo indicadores del equilibrio territorial (CTC & PNNC, 2020).

Además de su función hídrica, estos bosques cumplen un rol clave en la regulación climática, la estabilidad de suelos y el control de escorrentías, reduciendo riesgos como erosión, deslizamientos y crecidas torrenciales. Su degradación rompe la continuidad hídrica, afectando tanto la funcionalidad ecológica como el equilibrio territorial.

En síntesis, los bosques nublados representan un nodo esencial de la conectividad biocultural, donde el agua adquiere forma y continuidad. Su conservación es fundamental para mantener la integridad ecológica, hídrica y espiritual del territorio, garantizando la conexión entre la montaña, los humedales y el mar, y sosteniendo el equilibrio de la vida en la Sierra Nevada.

9.4. Modelo preliminar cartográfica de conectividad bio-cultural ancestral.

9.4.1. Principio mayor de modelo: El agua es vida, se transforma en pensamiento, memoria y camino.

“Ñi es agua, Ñinuglan es toda el agua existente visible e invisible. Tukwashizha es el camino natural del agua. Son los cursos del agua subterráneos y superficiales. toda el agua que existe en el mundo viene de Sé, desde La Madre. Nace como Aluna Ñinuglan, agua en pensamiento, en espíritu que contiene la esencia que permite que se forme el agua y a la vez da la energía que alimenta y permite su permanencia. Desde allí es que se siembra el agua y nace su camino-Tukwashizha...”

El modelo de conectividad biocultural parte de que el agua no es un recurso ni un flujo físico, sino expresión del equilibrio del territorio, donde se manifiesta el estado

de la Madre. Desde un criterio biocultural, el ciclo del agua trasciende lo hidrológico: inicia como pensamiento, se transforma en nube y desciende nuevamente como lluvia, articulando los distintos niveles del territorio. Las nubes representan la memoria y protección del sistema, mientras que el viento actúa como mediador que transporta y ordena estos flujos, asegurando la continuidad entre los mundos (CTC, 2015).

En este marco, las rutas de conectividad —entendidas como *Tukwashizha*— no son simples corredores ecológicos, sino caminos de energía que integran procesos hidrológicos, climáticos, culturales y espirituales. Los ríos funcionan como ejes longitudinales de esta red, conectando ecosistemas, territorios y sitios sagrados en un tejido continuo donde cada elemento sostiene la estabilidad del conjunto.

Por lo tanto, el modelo propone traducir esta comprensión en capas analíticas cartográficas, que permitan representar técnicamente la continuidad biocultural sin fragmentarla. Esto evidencia que la integridad del territorio depende de la permanencia de estas conexiones, y que intervenciones como la minería generan rupturas en el tejido biocultural, afectando tanto la dinámica ecológica como el orden espiritual del territorio.

3.4.2 Metodología modelo de conectividad.

El modelo de conectividad biocultural se construyó a partir de la premisa de que la dinámica hídrica (desde las lagunas madre en la alta montaña hasta las desembocaduras, madre viejas y manglares en la zona costera) constituye uno de los ejes estructurantes del territorio y el hilo conductor que articula los nodos espirituales, ecológicos y culturales de la Sierra Nevada de Santa Marta. Bajo esta lógica, la conectividad no se entiende únicamente como un fenómeno ecológico, sino como un proceso integral donde el agua, los sitios sagrados, los ecosistemas y las comunidades indígenas conforman un sistema continuo de flujo, energía y relación.

El primer paso consistió en definir conceptualmente el modelo, identificando los nodos fundamentales del sistema. Las lagunas madre, ubicadas en las cabeceras de los ríos principales de la Sierra, fueron consideradas como (sources), es decir, puntos de origen del flujo. Las desembocaduras, madre viejas y manglares se asumieron como (grounds), lugares donde el agua completa su tránsito y retorna simbólicamente al mar. Entre ambos extremos se ubicaron los sitios sagrados de interconexión, que funcionan como nodos de regulación y conexión dentro del

sistema espiritual y territorial indígena. Esta estructura nodal permitió traducir la lógica cultural del territorio en una arquitectura espacial susceptible de ser modelada.

Para definir el área de estudio se construyó un mínimo polígono convexo a partir de todos los puntos de desembocadura y lagunas costeras, garantizando que el análisis abarcara la totalidad del gradiente montaña-mar y los territorios donde se expresa la continuidad hidro-espiritual. Este polígono fue posteriormente ajustado para incluir las cuencas completas y las zonas de influencia cultural relevantes.

Una vez delimitado el espacio de análisis, se prepararon y estandarizaron todas las capas espaciales necesarias. Se integraron datos de modelo digital de elevación, cuencas, drenajes simples, ecosistemas, cuerpos de agua, comunidades étnicas, sitios sagrados, títulos mineros vigentes y huella humana. Todas las capas fueron re proyectadas, recortadas al área de estudio y rasterizadas a una resolución uniforme, asegurando compatibilidad entre variables de distinta naturaleza.

Dado que los sitios sagrados no funcionan como puntos discretos sino como áreas de influencia espiritual, se generaron buffers entre uno y diez kilómetros alrededor de cada uno, dependiendo de su jerarquía y función dentro del sistema cultural. De manera similar, las comunidades indígenas fueron incorporadas como superficies de influencia, bajo el principio de que la presencia comunitaria reduce la resistencia del paisaje debido a su rol de cuidado y regulación territorial.

Posteriormente, todas las variables fueron transformadas a una escala común de resistencia entre 1 y 100. En esta escala, los elementos que facilitan el flujo del agua-energía (como ecosistemas conservados, cercanía a cuerpos de agua o proximidad a comunidades) recibieron valores bajos, mientras que las presiones antrópicas (como la minería, la huella humana o la degradación ecosistémica) fueron asignadas con valores altos. La distancia a los cuerpos de agua se incorporó como un gradiente continuo, reconociendo que la cercanía a los drenajes naturales disminuye la resistencia del paisaje. Esta reclasificación permitió integrar variables heterogéneas en un marco analítico común.

Con todas las capas reclasificadas, se construyó una superficie de resistencia biocultural mediante una suma ponderada. Los pesos asignados respondieron a la importancia relativa de cada dimensión en la conectividad del sistema: hidrológica, cultural, ecológica y antrópica. El resultado fue una superficie continua que representa el costo relativo que tendría el flujo de energía-agua al desplazarse a través del territorio.

Sobre esta superficie se ubicaron los nodos previamente definidos: lagunas madre como puntos de origen, sitios sagrados intermedios como nodos de interconexión y desembocaduras, madre viejas y manglares como puntos de destino. Esta estructura nodal permitió configurar el modelo de conectividad bajo un enfoque de teoría de circuitos.

El modelado se realizó mediante un algoritmo que simula el paisaje como un circuito eléctrico, donde la corriente fluye desde los nodos fuente hacia los nodos destino atravesando la superficie de resistencia. Se utilizó una ventana móvil de 150 kilómetros, que permite capturar patrones de conectividad a escala regional y corresponde al rango máximo de desplazamiento de grandes mamíferos, lo que asegura una representación adecuada de la conectividad funcional. El algoritmo evalúa cada píxel en todas las direcciones posibles, generando un mapa de corriente acumulada que identifica las rutas más probables de flujo, los corredores principales, los cuellos de botella y las zonas críticas del sistema.

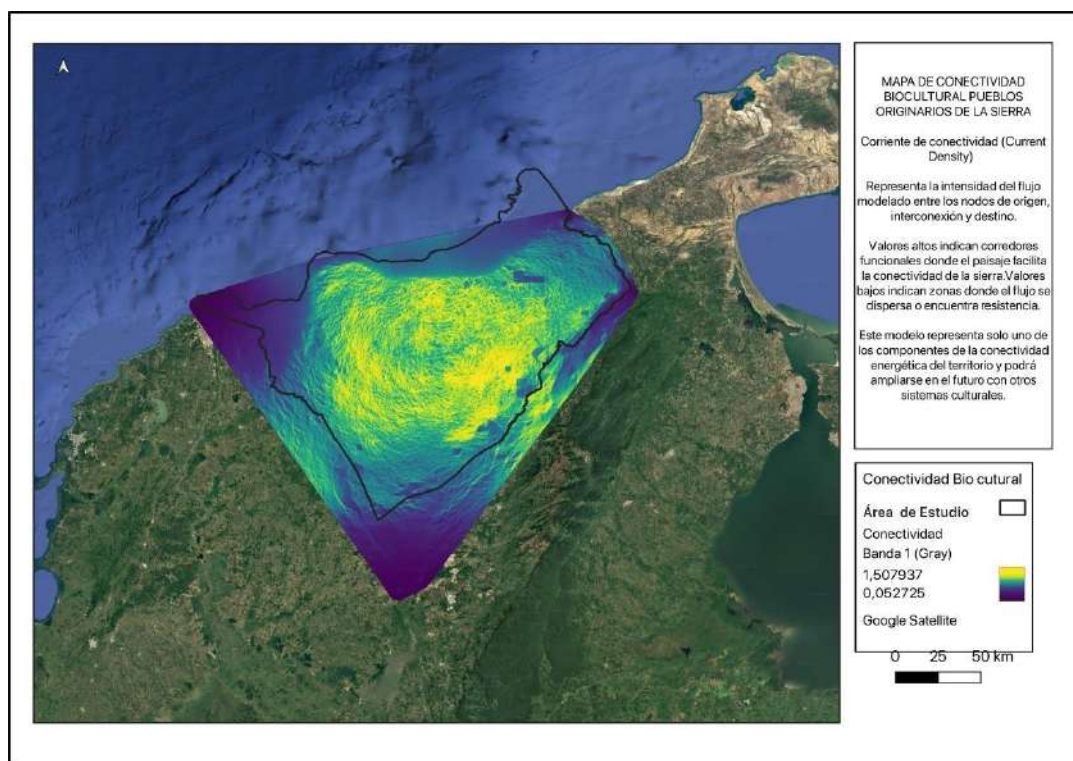
Finalmente, el mapa de corriente fue clasificado y analizado para identificar los patrones espaciales de conectividad biocultural. La superposición con capas de minería, huella humana, ecosistemas y sitios sagrados permitió interpretar cómo las presiones antrópicas afectan la continuidad del sistema y dónde se localizan los corredores esenciales que sostienen la relación montaña-mar. El resultado es un mapa que no solo representa la conectividad ecológica, sino la continuidad espiritual, territorial y cultural que fundamenta la vida en la Sierra Nevada.

9.5. Resultados del modelo bio-ancestral de Conectividades.

9.5.1. Conectividad bio ancestral: territorio de especial protección y manejo.

En la figura 165 se evidencia que, las zonas oscuras corresponden a los polígonos de títulos mineros vigentes, incorporados como áreas de alta resistencia. Estas zonas interrumpen o desvían los flujos, generando cuellos de botella o fragmentaciones visibles. Desde el punto de vista técnico, esto se debe al aumento de resistencia en el paisaje. Desde la visión cultural, estas áreas representan lugares donde el tránsito del agua, vida y pensamiento se ve afectado y donde el equilibrio del territorio se debilita.

Figura 164. Interpretación técnica y cultural de los resultados del modelo de conectividad biocultural



Fuente: CTC (2026).

Tabla 85 Ficha del modelo de conectividad biocultural (Teoría de Circuitos)

Componente	Descripción
Nombre del modelo	Modelo de conectividad biocultural basado en teoría de circuitos (Omniscape)
Objetivo	Simular la conectividad entre lagunas madre (source), sitios sagrados intermedios y desembocaduras/manglares (ground), integrando variables ambientales, culturales y antrópicas
Superficie de resistencia	Raster continuo con valores de resistencia entre 1 y 100 derivados de ecosistemas, pendiente, distancia a cuerpos de agua, presencia de comunidades, huella humana, títulos mineros vigentes y buffers de sitios sagrados
Representación matemática de la resistencia	$R = \{R_1, R_2, \dots, R_n\}$, donde cada R_i expresa la dificultad para el flujo
Nodos del sistema	Source: lagunas madre; Interconexión: sitios sagrados intermedios; Ground: desembocaduras, madre viejas y manglares
Corriente asignada a nodos	Cada nodo tiene una corriente I_k ; se cumple que la suma de todas las corrientes es cero ($\sum I_k = 0$)
Conductancia entre píxeles	$C_{ij} = 1 / R_{ij}$
Flujo entre píxeles (Ley de Ohm)	$I_{ij} = C_{ij} (V_i - V_j)$
Ecuación de Kirchhoff	$\sum C_{ij} (V_i - V_j) = I_i$
Corriente acumulada (Current Density)	$J_i = \sum I_{ij} $; indica la probabilidad de flujo por píxel
Escala espacial del modelo	Ventana móvil de 150 km para capturar la conectividad montaña-mar

Alcance cultural del modelo	Representa solo la conectividad del agua, la brisa y las aves; otros sistemas energéticos (fuego, árboles, piedras sagradas, animales) no se modelan en esta fase y pueden incorporarse en el futuro

Fuente: Elaboración propia (2025).

Los corredores más fuertes se concentran en cuencas con ecosistemas conservados, pendientes moderadas y cercanía a drenajes. Estas zonas coinciden con los caminos naturales del agua y con los espacios donde la brisa y las aves también se desplazan siguiendo rutas que los pueblos originarios reconocen como parte del funcionamiento del territorio. La presencia de comunidades indígenas reduce la resistencia y favorece la continuidad del flujo, coherente con su rol de cuidado territorial.

Los nodos definidos en el modelo cumplen funciones diferenciadas. Las lagunas madre actúan como puntos de origen del flujo. Los sitios sagrados intermedios funcionan como puntos de articulación donde la corriente se concentra y redistribuye. Las desembocaduras, madre viejas y manglares aparecen como nodos terminales donde se acumula el flujo y se cierra el sistema montaña-mar. Esta estructura coincide con la lectura cultural del territorio, donde cada uno de estos lugares cumple una función específica dentro del ordenamiento espiritual.

Es importante señalar que este modelo representa únicamente la conectividad asociada al sistema del agua, la brisa y las aves, porque son los elementos que pueden traducirse con mayor claridad a variables espaciales y a una superficie de resistencia. Sin embargo, para los pueblos originarios de la Sierra, la conectividad del territorio es más amplia y responde también a otros sistemas energéticos que no se modelaron en esta fase. Entre ellos se encuentran las rutas del fuego, las conexiones entre especies de árboles, las piedras sagradas, los animales y otros elementos que sostienen el equilibrio del territorio. Estos sistemas no se incorporaron porque requieren información específica y metodologías complementarias que permitan representarlos adecuadamente.

Por lo tanto, el modelo presentado debe entenderse como una primera aproximación a la conectividad energética de la Sierra, centrada en el sistema del agua y en los nodos que pueden ser representados espacialmente. Aun así, los resultados muestran patrones que coinciden con la lectura cultural del territorio y permiten identificar corredores, puntos de articulación y zonas de ruptura que afectan no solo la conectividad hidrológica, sino también la energética.

En conjunto, los resultados indican que la Sierra Nevada conserva un sistema de conectividad funcional basado en la dinámica del agua y en la ubicación estratégica

de los nodos culturales. Al mismo tiempo, evidencian que este sistema es sensible a las presiones antrópicas, especialmente a la minería, que introduce barreras significativas. El mapa permite ubicar los corredores prioritarios que sostienen la continuidad montaña-mar, los puntos de articulación cultural que mantienen el equilibrio del sistema y las áreas donde la conectividad ya está comprometida. Esto ofrece una base técnica y cultural sólida para orientar decisiones de manejo, protección y ordenamiento territorial.

9.5.2. Afectaciones, o resistencia, riesgos, amenazas y necesidad para implementar las figuras de protección.

El análisis de conectividad biocultural evidencia que el territorio ancestral de la SNSM, presenta zonas donde la continuidad del sistema montaña-mar se mantiene estable y otras donde se ve interrumpida por actividades antrópicas. Estas interrupciones generan resistencia en el paisaje, reducen la capacidad del territorio para sostener los flujos naturales y culturales, y aumentan los riesgos y amenazas sobre los nodos y corredores que estructuran la conectividad energética de la Sierra.

Las afectaciones más relevantes se observan en las áreas donde existen títulos mineros vigentes, infraestructura, expansión urbana y degradación ecosistémica. En el modelo, estas zonas aparecen como áreas de alta resistencia que estrechan o fragmentan los corredores de corriente. Desde el punto de vista técnico, esto implica pérdida de conectividad funcional. Desde la visión cultural de los pueblos originarios de la Sierra, estas mismas áreas representan puntos donde se altera el tránsito del agua, la brisa y las aves, afectando también la estabilidad de los sistemas energéticos que sostienen el territorio.

La presencia de estas presiones genera riesgos asociados a la pérdida de continuidad entre los nodos culturales, la disminución de la integridad ecosistémica y la alteración de los procesos que mantienen el equilibrio territorial. A su vez, constituyen amenazas directas para los sitios sagrados, los corredores naturales y las áreas donde se expresan los sistemas de conexión que no fueron modelados en esta fase, como los relacionados con el fuego, las especies de árboles, las piedras sagradas y los animales.

Posteriormente, se delimitó un área de influencia mediante un polígono envolvente (Convex Hull) basado en la ubicación de lagunas (fuentes de energía) y desembocaduras (receptores de energía). Para mitigar el efecto de borde y permitir que el algoritmo de conectividad considere rutas alternativas periféricas, se aplicó

un buffer de 5 km sobre el área de estudio, asegurando la continuidad del flujo en los límites del análisis (Koen, Bowman, Garroway, & Wilson, 2014).

Una vez definida el área de análisis, se parametrizó una superficie de resistencia que define el costo energético asociado al movimiento tanto de especies como energía. Para tal fin, se utilizaron variables antrópicas y biofísicas espacialmente explícitas normalizadas de 1 a 100 (Zeller, McGarigal, & Whiteley, 2012):

- **Huella Espacial Humana (IHEH):** Basado en el Índice de Huella Humana para Colombia, este factor representa la presión acumulada por transformación de la tierra (Correa Ayram, Mendoza, Etter, & Salicrup, 2020) .
- **Proximidad Hidrológica:** Dada la importancia de las zonas costeras como corredores biológicos en el Caribe, se calculó la distancia a drenajes (100K). Se aplicó una transformación logarítmica y análisis de distancia euclidiana para modelar una pérdida de conectividad acelerada a medida que los organismos se alejan del recurso hídrico con base en la información de drenajes simples y dobles del IGAC.
- **Actividad Minera:** Los títulos mineros vigentes se categorizaron como áreas de alta resistencia (Valor: 100), actuando como barreras severas a la conectividad funcional de organismos y energía.
- **Asentamientos Humanos:** Se modeló la distancia a centros poblados con una transformación de distancia euclidiana y raíz cuadrada, permitiendo una transición suave pero persistente del efecto de borde urbano sobre la fauna silvestre y energía. En este caso los asentamientos de comunidades indígenas se le asignó un valor de menor resistencia al movimiento.

Con base en las variables normalizadas se aplicó la siguiente ecuación de ponderación:

$$R = (IHEH * 0.10) + (Minería * 0.20) + (Dist. Drenajes * 0.40) + (Dist. Pueblos * 0.30)$$

Donde:

- **R:** Resistencia al paisaje de 1 a 100, 1 baja resistencia y 100 alta resistencia.
- **IHEH (10%):** Índice de Huella Espacial Humana.
- **Minería (20%):** Títulos mineros vigentes (Barreras de alta resistencia).
- **Dist. Drenajes (40%):** Distancia a cuerpos de agua (Factor principal de conectividad).
- **Dist. Pueblos (30%):** Distancia a asentamientos humanos.

Para modelar la conectividad se utilizó la resistencia descrita anteriormente y se establecieron identificadores únicos para las lagunas y sitios sagrados como fuentes de energía y las desembocaduras de cuerpos de agua como receptores de energía, fusionándolos en una capa de nodos integrada para evitar solapamientos espaciales. El flujo se calculó a una resolución de 100 metros de tamaño de pixel, balanceando la precisión ecológica con la capacidad de procesamiento computacional en Omniscape (Belote, Carrol, Martinuzzi, Michalak, & Williams, 2022).

Finalmente, se delimitaron corredores prioritarios con los resultados de corriente acumulada la cual representa mayor probabilidad de movimiento de organismos y energía. Esta corriente fue normalizada mediante el cálculo de Z-scores para identificar áreas donde el flujo de conectividad es significativamente mayor al promedio del paisaje. Los corredores finales se definieron bajo un criterio de umbral de cuantiles como los corredores de flujo de energía con el cuantil 75 (Top 25% de los valores de flujo).

10. IDENTIFICACIÓN DE RIESGOS AMBIENTALES

Los riesgos ambientales descritos a continuación, en sus aspectos hídricos, climáticos, biológicos y demás, a su vez constituyen afectaciones en la interconectividad biocultural ancestral que es el territorio ancestral, así acrecentando el alcance de los riesgos y de los impactos.

10.1. Alteración de la oferta y calidad hídrica regional

10.1.1. Disponibilidad de agua superficial

El análisis del riesgo asociado a la disponibilidad de agua superficial en el área de estudio debe abordarse como la interacción entre la estructura ecosistémica del territorio, la variabilidad hidrológica documentada en el Capítulo de Caracterización, y el comportamiento actual y prospectivo de la demanda hídrica. El sistema hidrológico regional se organiza a lo largo de un gradiente altitudinal continuo que conecta ecosistemas de alta montaña, redes fluviales lólicas, sistemas lénticos continentales, complejos estuarinos-lagunares y el sistema marino receptor. Esta configuración determina que las alteraciones en las zonas de generación y regulación hídrica se transmitan de forma acumulativa hacia las subzonas bajas, donde se concentran los mayores usos del recurso.

De acuerdo con el análisis de oferta desarrollado en el Capítulo de Caracterización, la disponibilidad hídrica presenta una alta variabilidad estacional y una marcada reducción bajo condiciones de año seco. En subzonas como Río Piedras–Río Manzanares (1501), la oferta media anual desciende de 417 Mm³/año en año medio a 103 Mm³/año en año seco, lo que representa una reducción superior al 75 %.

En Río Tapias (1504), la oferta pasa de 559 Mm³/año a 91 Mm³/año en año seco, mientras que en Río Camarones (1505) disminuye de 145 Mm³/año a apenas 21 Mm³/año. Incluso en subzonas con mayores volúmenes absolutos, como Ciénaga Grande de Santa Marta (2906), la oferta se reduce de 5.279 Mm³/año en año medio a 1.478 Mm³/año en año seco. Estos valores evidencian que la oferta efectiva disponible para atender las demandas sectoriales se contrae significativamente en escenarios críticos, reduciendo el margen de seguridad hídrica.

La demanda minera se estimó mediante la aplicación de factores de consumo hídrico por unidad de área intervenida, lo que permite construir una aproximación metodológicamente consistente y comparable a escala regional. No obstante, este enfoque no incorpora las particularidades operativas de cada proyecto, las variaciones en los procesos productivos ni las diferencias tecnológicas asociadas a la eficiencia en el uso del agua.

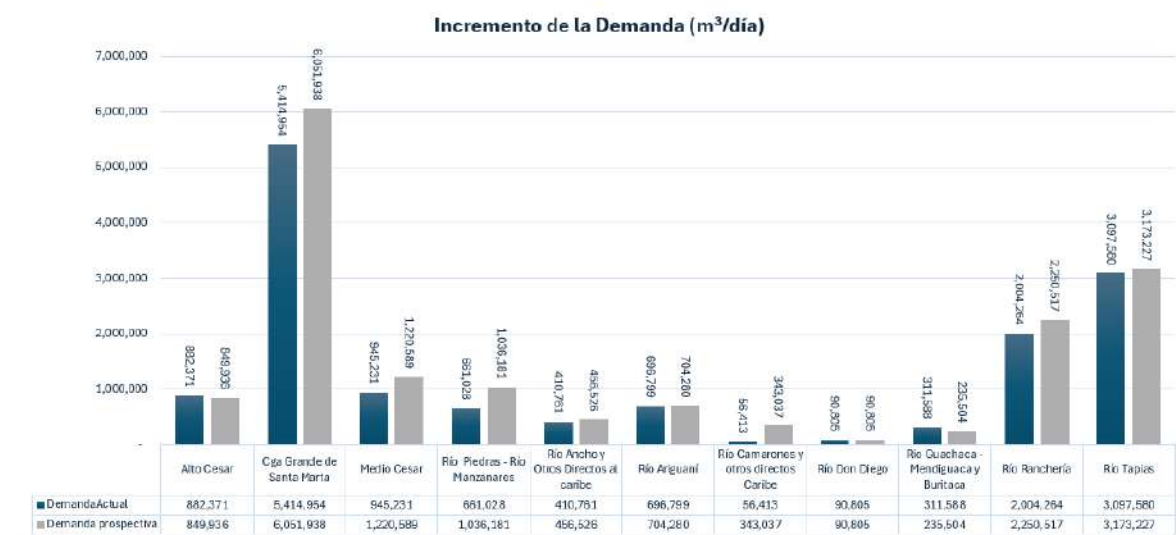
De igual forma, se reconoce que tanto en el sector minero como en el doméstico una proporción relevante de la demanda puede satisfacerse a partir de captaciones subterráneas, las cuales no necesariamente se traducen en una presión directa e inmediata sobre el recurso hídrico superficial.

En el caso del sector agrícola, no se incorporaron los retornos de riego a las cuencas, por lo que las cifras calculadas corresponden a consumos brutos y no a consumos netos efectivos. En consecuencia, los resultados deben interpretarse como estimaciones de carácter indicativo, útiles para el análisis comparativo entre escenarios y la identificación de tendencias de presión a escala regional, pero no sustituyen evaluaciones detalladas de balance hídrico que integren retornos, eficiencias de uso, fuentes alternativas de abastecimiento y dinámicas operativas específicas de cada actividad.

Los resultados muestran que en el escenario actual las mayores demandas absolutas se concentran en Ciénaga Grande de Santa Marta (5.414.954 m³/día), Río Tapias (3.097.580 m³/día) y Río Ranchería (2.004.264 m³/día), seguidas por Medio Cesar (945.231 m³/día) y Alto Cesar (882.371 m³/día).

En el escenario prospectivo, Ciénaga Grande de Santa Marta incrementa su demanda a 6.051.938 m³/día, Medio Cesar a 1.220.589 m³/día, Río Piedras–Río Manzanares a 1.036.181 m³/día, Río Ranchería a 2.250.517 m³/día y Río Tapias a 3.173.227 m³/día, evidenciando incrementos significativos tanto en términos absolutos como relativos (ver Figura 165).

Figura 165 Incremento de la demanda de agua por subzona hidrográfica

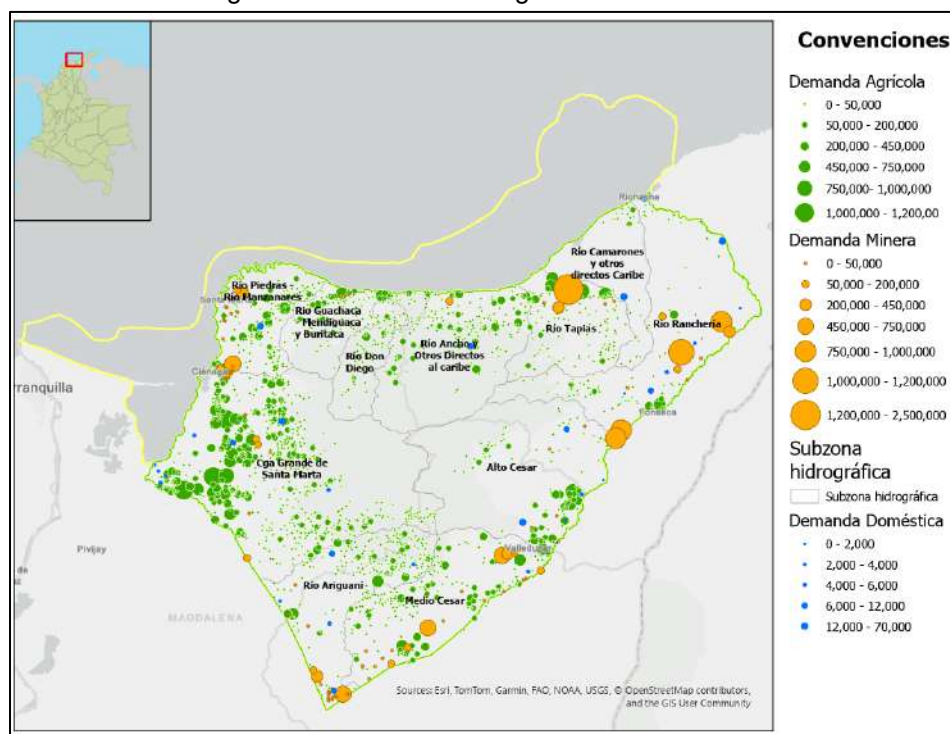


Fuente: ANLA (2026)

En términos sectoriales, el componente agrícola concentra los mayores volúmenes en subzonas como Ciénaga Grande de Santa Marta, donde supera ampliamente a los sectores minero y doméstico, mientras que en Río Ranchería y Río Tapias la presión resulta de la superposición de demandas mineras y agrícolas de alta magnitud. En Río Piedras–Río Manzanares y Medio Cesar, el crecimiento poblacional y la expansión productiva generan un efecto aditivo que incrementa de manera sostenida la presión sobre sistemas con oferta estacionalmente limitada.

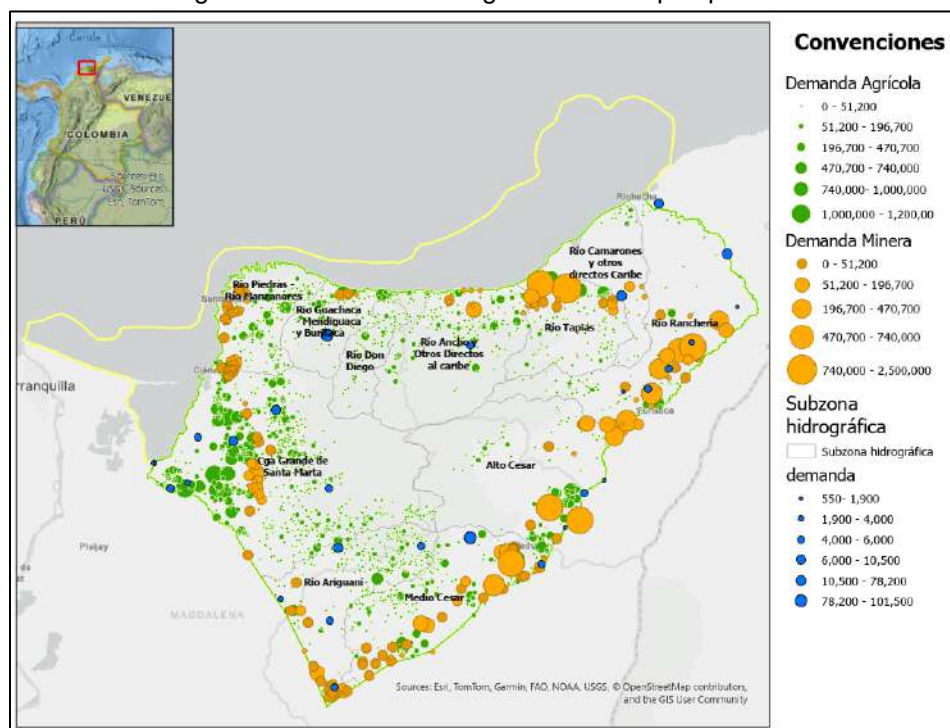
La distribución espacial de estas presiones se observa en los mapas de demanda actual y prospectiva (ver **Figura 166** y **Figura 167**), donde se identifican corredores de alta intensidad de uso en las subzonas de Ciénaga Grande de Santa Marta, Río Ranchería, Río Tapias y Medio Cesar. En el escenario prospectivo, se evidencia una mayor densidad y magnitud de demandas, particularmente en el sector oriental y nororiental del área de estudio, coincidiendo con zonas que presentan alta variabilidad de oferta y reducción crítica en año seco.

Figura 166 Demanda de agua escenario actual



Fuente: ANLA (2026)

Figura 167 Demanda de agua escenario prospectivo



Fuente: ANLA (2026)

Al contrastar oferta y demanda, se identifican condiciones estructurales de riesgo. En Río Tapias, la demanda actual anual estimada (1.131 Mm³/año) supera ampliamente la oferta en año seco (91 Mm³/año), y aun frente a la oferta media (559 Mm³/año) la relación es altamente exigente. En Río Ranchería, la demanda actual (732 Mm³/año) y prospectiva (821 Mm³/año) resultan comparables o superiores a la oferta en año seco (119 Mm³/año), configurando un escenario de presión severa. En Río Piedras–Río Manzanares, la demanda potencial (378 Mm³/año) se aproxima a la oferta media (417 Mm³/año) y supera ampliamente la oferta en año seco (103 Mm³/año), reduciendo de manera sustancial el margen de disponibilidad.

En Ciénaga Grande de Santa Marta, aunque la oferta absoluta es mayor, la demanda actual (1.976 Mm³/año) y potencial (2.209 Mm³/año) representan una fracción significativa de la oferta en año medio (5.279 Mm³/año) y superan ampliamente la disponibilidad en año seco (1.478 Mm³/año), lo que incrementa la vulnerabilidad del sistema receptor frente a déficits prolongados y conflictos intersectoriales.

La convergencia entre alta variabilidad de la oferta, incrementos sectoriales acumulativos de demanda y proyecciones climáticas que anticipan mayor aridez en sectores del norte del Caribe configura un escenario de riesgo estructural de desabastecimiento en subzonas específicas. Este riesgo no responde a una amenaza aislada, sino a la interacción entre reducción estacional de la oferta, incremento sostenido de la demanda y disminución de la capacidad de regulación natural del territorio.

En ausencia de una figura de protección que garantice la conservación de las áreas de generación y regulación hídrica, estas subzonas incrementan su vulnerabilidad frente a procesos de degradación progresiva, elevando el riesgo de afectación directa a centros poblados, sistemas productivos y ecosistemas dependientes del recurso hídrico superficial. La evidencia cuantitativa integrada en este capítulo demuestra que, bajo escenarios de año seco y demanda prospectiva, varias subzonas presentan relaciones oferta–demanda que superan umbrales de sostenibilidad hidrológica, lo que fundamenta técnicamente la necesidad de mecanismos permanentes de protección y ordenamiento orientados a asegurar la disponibilidad del recurso a mediano y largo plazo.

Índice de riesgo climático en la dimensión del recurso hídrico

En la dimensión de recurso hídrico, el mapa evidencia un predominio del riesgo Alto en la mayor parte del polígono, acompañado por un bloque continuo de riesgo Muy Alto hacia el nororiente (zona de La Guajira–Riohacha–Maicao–Albania–Hatonuevo y su entorno), mientras que aparecen parches localizados en categorías

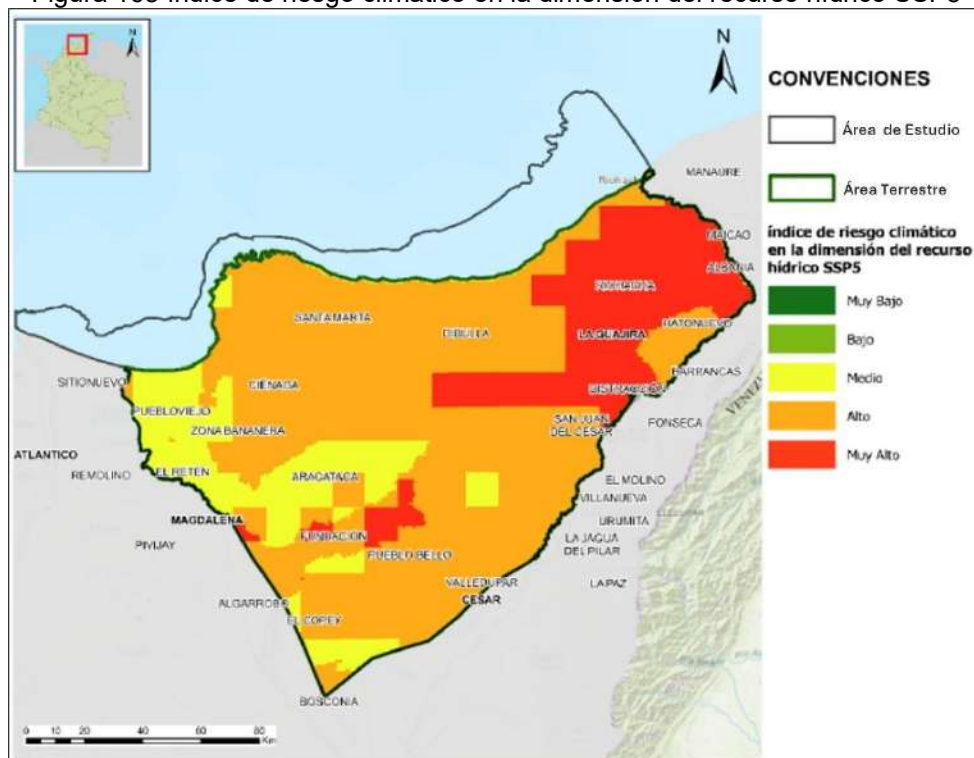
Medio/Bajo/Muy bajo principalmente hacia sectores puntuales del occidente y suroccidente. Esta configuración sugiere que el riesgo hídrico se incrementa donde la amenaza climática futura intensifica el estrés hidrológico regional y coincide con una alta susceptibilidad al desabastecimiento.

En particular, para el norte del Caribe se han reportado proyecciones de disminución de precipitación y aumento térmico bajo escenarios futuros, disminución de la precipitación entre 10 % y 30 % y aumentos de temperatura del orden de 4 a 5 °C (o superiores) con reducciones marcadas en zonas como La Guajira, lo cual incrementa la probabilidad de déficits hídricos y presiones sobre la oferta (IDEAM et al., 2024).

El patrón observado (alto generalizado y muy alto concentrado al nororiente) es coherente con una lectura biofísica: en territorios más secos o con tendencia a mayor aridez, un incremento térmico y una disminución de precipitación elevan la demanda evaporativa y reducen la disponibilidad efectiva de agua, de modo que, al cruzarse con una sensibilidad alta al desabastecimiento, el riesgo resultante se incrementa.

Por el contrario, los parches medios/bajos sugieren áreas donde la combinación amenaza–sensibilidad es comparativamente menor (sin implicar ausencia de riesgo), ya sea por menor presión climática relativa o por una susceptibilidad menor a desabastecimiento dentro del índice.

Figura 168 índice de riesgo climático en la dimensión del recurso hídrico SSP5



Fuente: IDEAM (2024)

10.1.2. Disponibilidad del agua subterránea

En el ejercicio de Sensibilidad Ambiental del Grupo de Regionalización y Centro de Monitoreo de la Autoridad Nacional de Licencias Ambientales, se realiza una zonificación para el estado de las aguas subterráneas en relación con la calidad y la cantidad del recurso, dicho ejercicio se basa en la conjugación de factores de vulnerabilidad con las potenciales amenazas.

En el caso de la sensibilidad del riesgo a la alteración potencial de la oferta del recurso hídrico subterráneo se conjugan el potencial acuífero o de producción de aguas subterráneas de las unidades geológicas (representado por el Mapa de Permeabilidades de Colombia) como característica vulnerable, con el estado de la demanda del recurso hídrico subterráneo como la amenaza.

En cuanto a la vulnerabilidad es importante considerar su resultado en los ejercicios realizados dentro del área de interés, a partir de los cuales se evidenció que los acuíferos que bordean la SNSM, en general, presentan condiciones naturales asociadas a su composición litológica, permeabilidad intergranular y poca profundidad del nivel freático, que los hacen vulnerables a diversas fuentes contaminantes de origen antrópico; de manera puntual, se destaca que, a lo largo

de la franja occidental del área analizada en el POMCA Río Piedras – Río Manzanares y otros directos al Caribe (CORPOMAG, 2019), en la zona costera, se presentan vulnerabilidades moderadas, altas y extremas, esta última localizada hacia el norte del casco urbano del municipio de Ciénaga; por su parte, en el municipio de Santa Marta, en su casco urbano e inmediaciones, la susceptibilidad a la contaminación de los acuíferos es de moderada a alta.

Esta condición de vulnerabilidad en los municipios mencionados se debe principalmente a las condiciones del acuífero, el cual es de tipo libre, conformado por litologías granulares altamente permeables y con profundidades del nivel freático menores a 10 m, por lo cual se encuentra expuesto a la infiltración de sustancias potencialmente contaminantes. Adicionalmente, es importante considerar que se han identificado áreas con salinidad y conductividad elevadas, especialmente hacia la zona noroccidental y en el acuífero de depósitos de playa, con indicios de procesos de salinización, aspecto que refleja la sensibilidad del recurso hídrico subterráneo.

Respecto a las condiciones de amenaza, la información relacionada con la demanda del recurso hídrico subterráneo es tomada de la Base de Datos Corporativa (BDC) con la que cuenta la ANLA, que incluye inventarios de puntos de agua subterránea de Estudios de Impacto Ambiental - EIA y datos de concesiones otorgadas por la Autoridad; de igual manera, se integró la información de inventarios incluidos en estudios de investigación regionales e instrumentos de planificación locales. No obstante, es importante considerar que la información de algunas fuentes no representa en su totalidad el estado actual del recurso hídrico subterráneo dado que no cuenta con actualizaciones periódicas.

A partir de la información consultada en el SIRH (Sistema de Información del Recurso Hídrico) y la BDC de la ANLA se encontró que la mayoría de las subzonas hidrográficas (SZH) presentes en el área de estudio cuentan con caudales de captación acumulados que oscilan entre 0,02 y 655,5 l/s; no obstante, algunas SZH no cuentan con caudales concesionados, tal es el caso de las subzonas de los ríos Don Diego y Tapias; se destaca, que los mayores volúmenes de captación se presentan en las subzonas del río Ranchería, Ciénaga Grande de Santa Marta y río Ariguaní.

Ahora bien, a partir del inventario de puntos de agua subterránea compilado en este análisis para el área de estudio se evidenció una alta dependencia de la población respecto al uso del recurso hídrico subterráneo, en total se recopiló información de

1713 puntos de agua subterránea, correspondientes con 1020 aljibes, 574 pozos, 92 piezómetros y 27 manantiales.

Del total de puntos compilados solamente cerca del 35% de los registros cuentan con información del uso del agua subterránea, evidenciándose que para el área de análisis, en las zonas donde se desarrollan los acuíferos, el principal uso del recurso es el doméstico, a través de más de 360 captaciones, tanto privadas como de uso público; en segundo lugar, se destaca el uso para ganadería (más de 200 puntos) y en menor proporción los usos de riego, industria, comercio y recreación, con cerca de 76 puntos.

La cantidad de puntos identificados y su distribución espacial permiten evidenciar la demanda del agua subterránea en la región, la cual constituye una fuente fundamental de abastecimiento para las comunidades, como por ejemplo es el caso del municipio de Santa Marta, en donde se registró que cerca del 90% de los habitantes se abastecen de agua subterránea.

Complementariamente, se analizó la ubicación espacial de los proyectos prospectivos de minería e hidrocarburos respecto a las zonas acuíferas y también su relación con aquellas donde se presenta una mayor demanda del recurso, encontrándose que la mayoría de los títulos mineros están en los valles de los ríos Cesar, Ranchería y Tapias, sobre los sistemas acuíferos SAC 3.1 - Media Guajira, SAC 4.1 - Cesar y SAC 4.2 - Ranchería, caracterizados por tener buenas capacidades para el almacenamiento y abastecimiento de agua subterránea. Adicionalmente, algunos títulos se localizan en los municipios de Ciénaga y Santa Marta, en el piedemonte de la SNSM, sobre complejos ígneo-metamórficos que están en contacto con depósitos cuaternarios que conforman los sistemas acuíferos SAC 1.6 - Ciénaga Fundación y SAC 1.11 - Santa Marta.

En cuanto a los polígonos de exploración de hidrocarburos, se identifica que están dispuestos en los valles de los ríos Cesar, Ranchería, Aracataca y Fundación, sobre los sistemas acuíferos mencionados anteriormente.

Por su parte, para el desarrollo de actividades mineras como las excavaciones a cielo abierto y subterráneas, construcción de botaderos, relaveras y pilas de lixiviación es necesario realizar procesos de remoción de la cobertura vegetal que conllevan a un cambio en el uso del suelo, como también a su compactación por el tránsito de maquinaria pesada, de igual manera, en ocasiones se realizan desvíos o canalizaciones de drenajes naturales, así como bombeo de aguas subterráneas para evitar o reducir el ingreso de estas a los tajos mineros y poder desarrollar las actividades operativas propias de esa actividad económica. Estas intervenciones

derivan en la disminución de la capacidad de infiltración del terreno, y en consecuencia a una reducción de la recarga natural y a un potencial descenso del nivel freático.

Adicionalmente, las aguas subterráneas provenientes de acuíferos someros pueden ser interceptadas por las excavaciones mineras, alterando los flujos naturales y las condiciones hidráulicas locales.

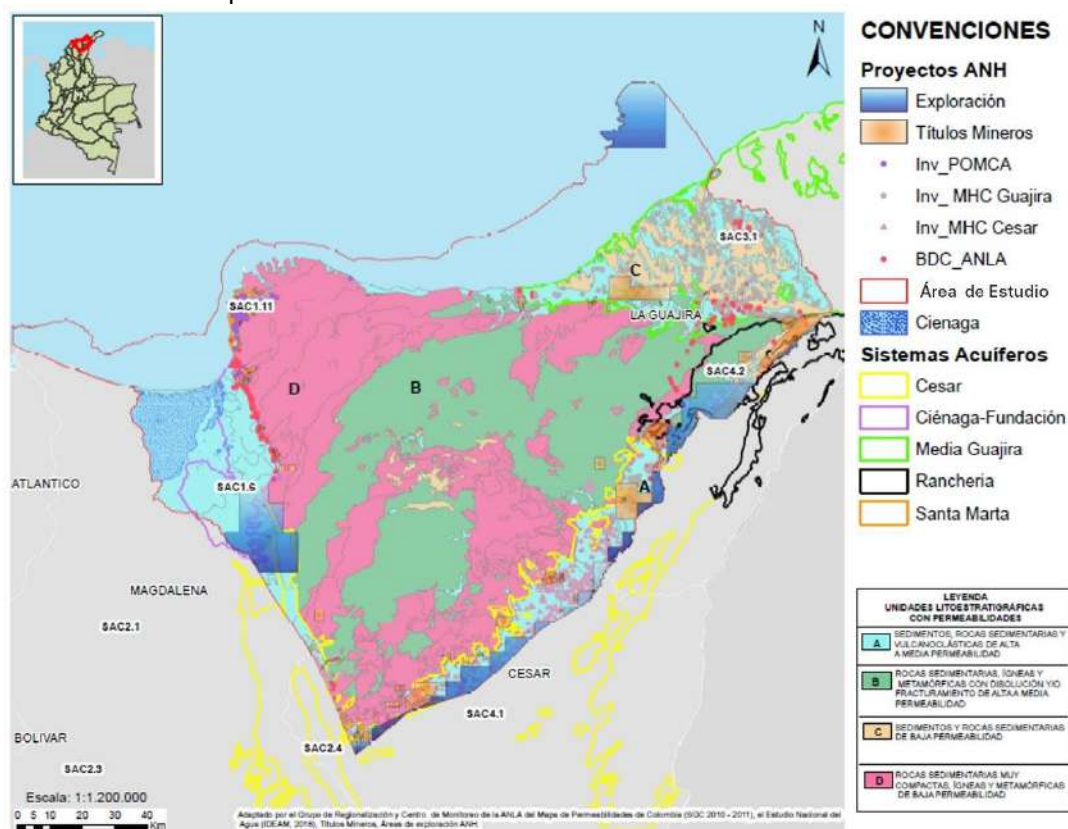
Por otro lado, de acuerdo con el Estudio Nacional del Agua – ENA (IDEAM, 2022), la demanda hídrica asociada a la explotación de carbón y oro representa aproximadamente el 11 % en el departamento del Cesar y cerca del 5,5 % en La Guajira. En cuanto a la demanda hídrica vinculada a la generación de energía, que incluye la producción hidroeléctrica y termoeléctrica, La Guajira registra una participación cercana al 1,2 %. Estos valores evidencian la presión que ejercen las actividades minero-energéticas sobre el recurso hídrico regional y resaltan la necesidad de fortalecer estrategias de gestión sostenible del agua.

Los proyectos mineros actualmente en operación representan una demanda significativa sobre el recurso hídrico subterráneo, con caudales concesionados por punto de agua que por lo general oscilan entre 3 y 10 l/s, de acuerdo con la información consultada en el Sistema de Información de Licenciamiento Ambiental (SILA) de la ANLA.

Adicionalmente, según la información que reposa en la BDC de la ANLA, en la SNSM hay 23 captaciones registradas; estas aguas están siendo utilizadas por empresas de explotación minera y otros sectores industriales. Por lo tanto, la incorporación de nuevos proyectos en el área cuyas actividades impliquen la intervención de los acuíferos incrementarían la presión sobre el recurso hídrico subterráneo, comprometiendo su disponibilidad y sostenibilidad.

En la siguiente figura se pueden evidenciar las condiciones de amenaza anteriormente descritas y que sustentan la definición del riesgo a la alteración potencial de la oferta del recurso hídrico subterráneo, es decir, las captaciones de agua subterránea y las áreas de proyectos prospectivos de minería e hidrocarburos respecto a la delimitación de los sistemas acuíferos.

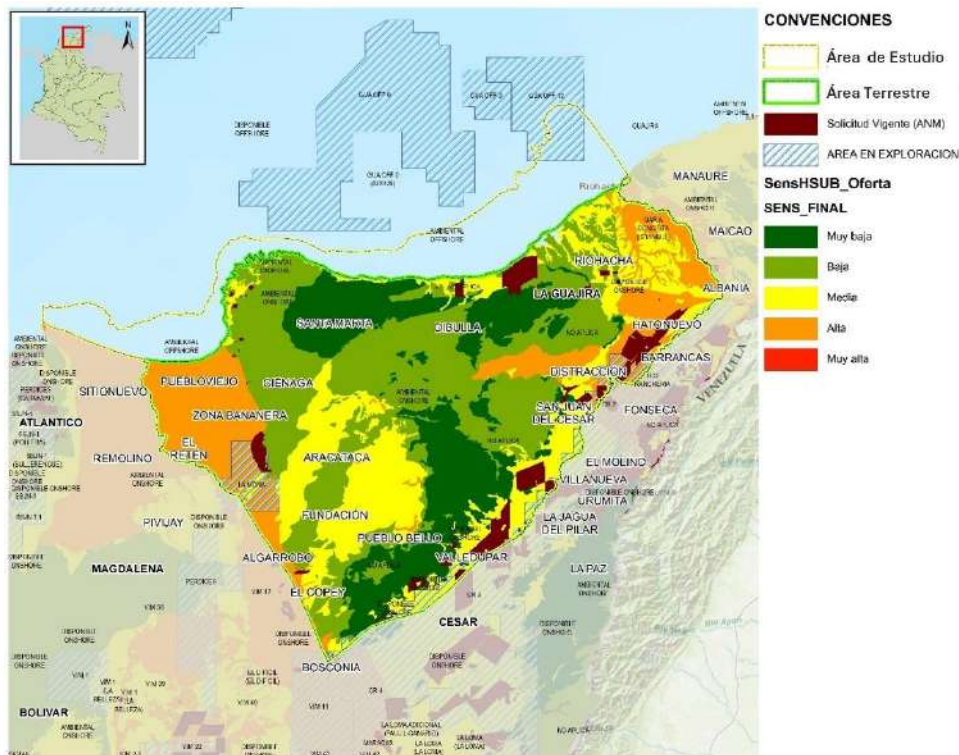
Figura 169 Factores de amenaza y condición vulnerable para la definición del riesgo a la alteración potencial de la oferta del recurso hídrico subterráneo



Fuente: ANLA (2026)

Finalmente, como resultado de la intersección de los aspectos vulnerables del agua subterránea en el área de interés y sus amenazas, se determinó la sensibilidad del riesgo a la alteración potencial de la oferta del recurso hídrico subterráneo. Tal como se observa en la Figura 170, en el área predominan las categorías de sensibilidad baja a muy baja; sin embargo, es un comportamiento que predomina en las zonas montañosas de la SNSM, donde existen acuíferos con permeabilidad a través de fracturas, y acuíferos, mientras que en el piedemonte y en las zonas llanas se observa que la sensibilidad aumenta hasta la categoría alta, lo que se debe al afloramiento de unidades acuíferas con permeabilidad intergranular, alta densidad poblacional y por ende de captaciones de agua subterránea, además de la presencia de proyectos prospectivos de hidrocarburos y títulos mineros.

Figura 170 Sensibilidad a la alteración potencial de la oferta del recurso hídrico subterráneo



Fuente: ANLA (2026)

En conclusión, a partir del cruce entre la capa de sensibilidad del riesgo a la alteración potencial de la oferta del recurso hídrico subterráneo, entendida como condición de vulnerabilidad, y considerando además los diferentes factores de amenaza, tales como la alta dependencia de la población respecto a las aguas subterráneas, los caudales de captación y la localización de las áreas de influencia de proyectos prospectivos de minería e hidrocarburos, se identifica la presencia de un riesgo de afectación en la disponibilidad del recurso hídrico subterráneo.

Este riesgo se evidencia principalmente en aquellos sectores donde las áreas prospectivas se superponen con zonas de sensibilidad alta y moderada, en la medida en que sus actividades pueden implicar la intervención directa de los acuíferos, ya sea por procesos extractivos o por el aprovechamiento del agua subterránea. De igual manera, el riesgo es mayor en las zonas planas y semiplanas que rodean el macizo de la SNSM, particularmente en el piedemonte y las áreas bajas de los departamentos de La Guajira, Cesar y Magdalena, donde se concentran la mayor cantidad de puntos de agua subterránea y en consecuencia hay un mayor uso del recurso.

En este contexto, debe prevalecer la protección de los acuíferos sobre el desarrollo de actividades extractivas de recursos minerales e hidrocarburíferos, con el fin de prevenir posibles afectaciones sobre su disponibilidad y sostenibilidad en el tiempo, bajo el entendido que los usos prioritarios para el recurso hídrico deben ser aquellos que satisfagan las necesidades de las comunidades asentadas en la región.

- Cambio climático y su relación con el recurso hídrico subterráneo

Es importante mencionar la relevancia que puede tener una amenaza como el cambio climático en la oferta del recurso hídrico subterráneo, teniendo en cuenta que a partir de la caracterización hidrogeológica del área de interés se evidenció que la estabilidad de los sistemas acuíferos depende en gran medida de la recarga por flujos locales e intermedios provenientes de la infiltración directa de la precipitación.

A partir de las proyecciones realizadas en los *"Escenarios de Cambio Climático de la Cuarta Comunicación Nacional de Colombia"* (IDEAM, 2024) se estima un incremento en la intensidad y la frecuencia de los eventos climáticos extremos en Colombia, es así como los periodos de menores lluvias en el país serían más largos y frecuentes a lo largo del siglo XXI, condición que para la región Caribe sería más crítica, dado que en todos los escenarios el volumen de precipitación tiende a disminuir.

Tal como se ha expuesto a lo largo del presente documento, las proyecciones de cambio climático para la región de la SNSM apuntan a una disminución en las precipitaciones, cambio que podría alcanzar en el escenario más crítico una reducción en promedio de hasta un 20% en el núcleo montañoso, con zonas donde podría llegar a ser incluso mayor. Si bien en algunas proyecciones se tendrían aumentos de la precipitación en la mayor parte del país, para la región Caribe en todos los escenarios se estiman reducciones del 10% en el corto plazo (2021 - 2040), el 8% en el mediano plazo (2041 - 2060), hasta el 30% en el largo plazo (2061-2080) y para finales de siglo de hasta el 44%.

Así pues, esto se vería reflejado directamente en la disminución drástica de la recarga hacia las unidades acuíferas y, por lo tanto, en un potencial descenso en los niveles piezométricos y en los volúmenes de reserva de agua subterránea. Esto adquiere relevancia al relacionarlo, además, con el índice de sensibilidad al cambio climático en la dimensión del recurso hídrico, en tanto esta describe la fragilidad del sistema hídrico frente a variaciones del clima, en otras palabras, representa la susceptibilidad al desabastecimiento de agua. Al respecto, para el área de análisis se determinaron categorías principalmente altas o muy altas, que indican territorios

donde el abastecimiento tiene poca holgura y donde cambios relativamente moderados en la duración del estiaje, la temperatura o la precipitación pueden traducirse con mayor rapidez en disminuciones de disponibilidad del recurso.

Lo anterior toma relevancia al considerar que en subzonas hidrográficas (SZH) como la Ciénaga Grande de Santa Marta y el Río Ariguaní actualmente se encuentran concesionados caudales de captación del recurso hídrico subterráneo que en total superan los 1500 l/s, y que en dichas SZH se ubican municipios con sensibilidades al cambio climático entre media, alta y muy alta; esto quiere decir que en estas zonas el recurso hídrico puede responder con mayor fragilidad a escenarios de mayor variabilidad, tanto de temperatura como de precipitación.

10.1.3. Riesgo en la alteración de la calidad del recurso hídrico superficial

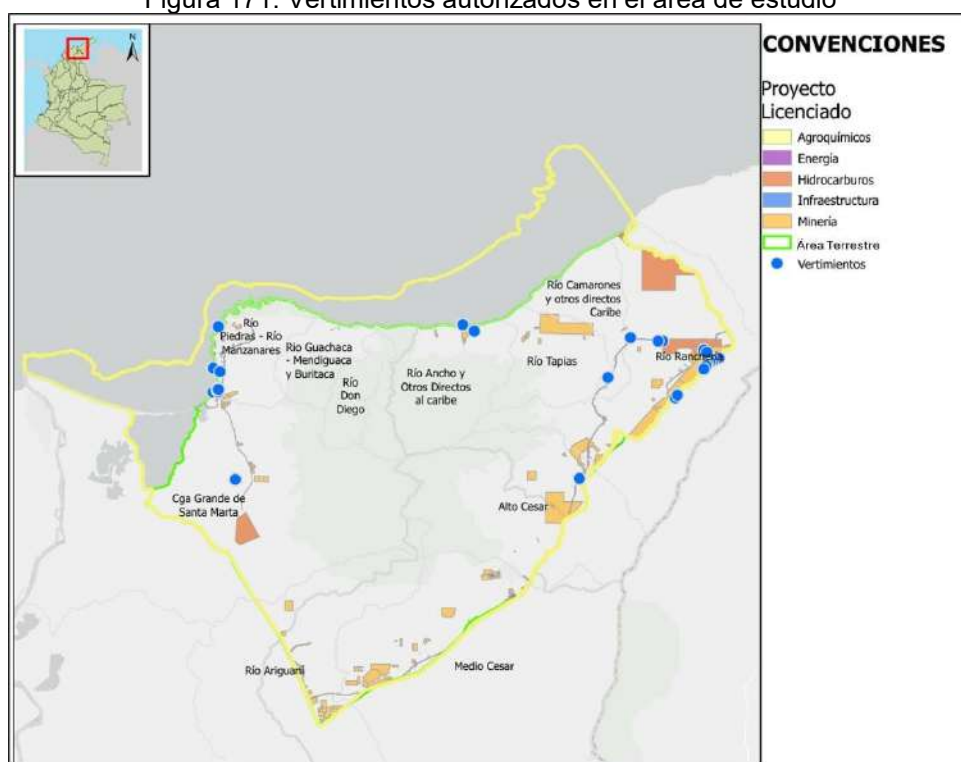
El riesgo por alteración de la calidad del recurso hídrico superficial en el área de estudio se configura como un fenómeno estructural derivado de la interacción entre la organización ecológica del territorio, la conectividad hidrológica longitudinal y lateral y la superposición espacial de presiones antrópicas a lo largo del gradiente altitudinal. La continuidad funcional entre cabeceras, tramos medios y zonas receptoras determina que las cargas contaminantes generadas en sectores intervenidos no permanezcan confinadas localmente, sino que se transfieran y amplifiquen aguas abajo, afectando tanto los sistemas fluviales lóticos como los cuerpos lénticos y los complejos estuarino–marino–costeros asociados.

Los ecosistemas de alta montaña y los corredores ribereños cumplen un papel determinante en la retención de sedimentos, la regulación de cargas orgánicas y la transformación biogeoquímica de nutrientes y contaminantes. La pérdida de cobertura vegetal, la ocupación de rondas hídricas y la fragmentación del paisaje reducen esta capacidad de autorregulación natural, incrementando la vulnerabilidad de los cuerpos de agua frente a vertimientos puntuales y cargas difusas. En consecuencia, la alteración de la calidad del agua debe entenderse como un riesgo sistémico que compromete simultáneamente el estado ecológico de los ecosistemas acuáticos y la funcionalidad de los servicios ecosistémicos asociados, particularmente el abastecimiento, la regulación hidrosedimentológica y el soporte a actividades productivas.

Para la evaluación del riesgo se analizaron las presiones actuales sobre el medio, tomando como insumo la información de vertimientos autorizados por la ANLA dentro del área de estudio, identificándose un total de sesenta y ocho (68) vertimientos vigentes asociados principalmente a minería, infraestructura y energía.

La espacialización de estos vertimientos, presentada en la Figura 171, evidencia una concentración significativa en las subzonas hidrográficas de Ciénaga Grande de Santa Marta (2906), Río Ranchería (1506) y Río Piedras – Río Manzanares (1501), las cuales coinciden con subzonas que, según el análisis de oferta y demanda desarrollado en el Capítulo de Caracterización, presentan altos volúmenes de consumo hídrico actual y prospectivo. Esta superposición espacial implica que la presión cualitativa sobre el recurso se ejerce precisamente en territorios donde la presión cuantitativa ya es elevada.

Figura 171. Vertimientos autorizados en el área de estudio



Fuente: ANLA (2026)

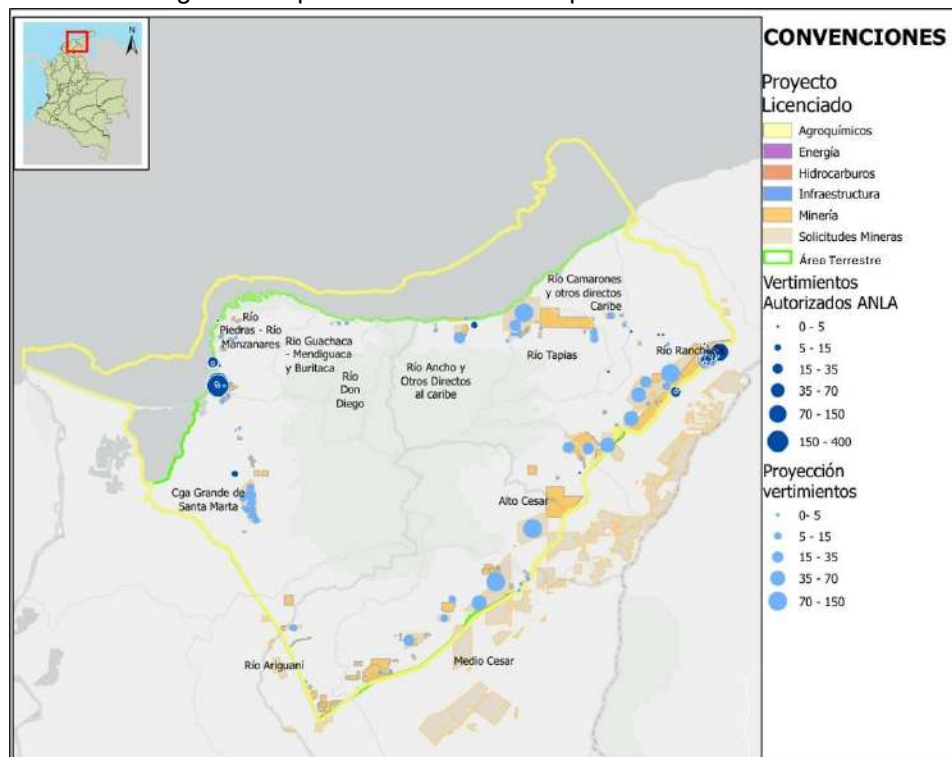
Adicionalmente, el análisis de proyectos licenciados y solicitudes mineras en trámite, cuya espacialización se presenta en la La concentración de proyectos extractivos en el eje del Río Ranchería, en sectores del Río Tapias, en el Medio Cesar y en zonas bajas asociadas a la Ciénaga Grande de Santa Marta evidencia una superposición entre actividades de alto consumo hídrico y potencial generación de descargas industriales. Para el análisis prospectivo se empleó de manera referencial un factor de retorno derivado de la relación entre demandas hídricas y caudales de vertimiento reportados en proyectos mineros de gran escala, con el fin de aproximar la magnitud relativa de presiones futuras. Si bien este ejercicio no cuantifica cargas contaminantes específicas, sí permite dimensionar la

intensificación espacial de descargas potenciales en subzonas donde la capacidad de dilución depende críticamente del régimen estacional de caudales.

Figura 172, permite identificar corredores donde las presiones potenciales por vertimiento podrían intensificarse en el escenario prospectivo.

La concentración de proyectos extractivos en el eje del Río Ranchería, en sectores del Río Tapias, en el Medio Cesar y en zonas bajas asociadas a la Ciénaga Grande de Santa Marta evidencia una superposición entre actividades de alto consumo hídrico y potencial generación de descargas industriales. Para el análisis prospectivo se empleó de manera referencial un factor de retorno derivado de la relación entre demandas hídricas y caudales de vertimiento reportados en proyectos mineros de gran escala, con el fin de aproximar la magnitud relativa de presiones futuras. Si bien este ejercicio no cuantifica cargas contaminantes específicas, sí permite dimensionar la intensificación espacial de descargas potenciales en subzonas donde la capacidad de dilución depende críticamente del régimen estacional de caudales.

Figura 172. presiones asociadas a posibles vertimientos



Fuente: ANLA (2026)

Las actividades extractivas asociadas a explotación de carbón, minerales metálicos como hierro, cobre y oro, y materiales pétreos presentan mecanismos de presión diferenciados sobre la calidad del agua. La minería metálica puede movilizar metales y metaloides tales como hierro, manganeso, cobre y aluminio a través del drenaje de aguas de contacto y la lixiviación de materiales expuestos; la explotación de carbón puede generar drenajes con condiciones ácidas que favorecen la solubilización de metales; y la explotación de materiales pétreos incrementa de manera significativa los sólidos suspendidos totales y la turbidez por remoción de coberturas y alteración de cauces. Estos procesos inciden directamente sobre parámetros como pH, conductividad eléctrica, turbidez, SST y concentración de metales, afectando la biota acuática y la aptitud del recurso para usos aguas abajo.

A lo anterior se suma la presión asociada a vertimientos domésticos. Con base en las estimaciones de demanda hídrica del Capítulo de Caracterización, la demanda doméstica en subzonas como Ciénaga Grande de Santa Marta, Río Piedras – Río Manzanares, Río Ranchería y Medio Cesar representa volúmenes significativos que, bajo factores de retorno típicos del 85 %, implican una generación proporcional de aguas residuales que deben ser asimiladas por los cuerpos receptores. Aunque parte de estas descargas pueden estar sujetas a tratamiento, la información regional de calidad del agua ya documenta incumplimientos en parámetros microbiológicos y orgánicos en tramos medios y bajos, lo que evidencia que la capacidad de tratamiento y dilución no siempre es suficiente para evitar deterioro.

El riesgo cualitativo se intensifica cuando se considera la interacción con la dinámica de la oferta hídrica. El Capítulo de Caracterización mostró que varias subzonas reducen su oferta en más del 60 % entre año medio y año seco. Por ejemplo, la subzona Río Piedras – Río Manzanares reduce su oferta de 417 Mm³/año en año medio a 103 Mm³/año en año seco; Río Tapias presenta oferta seca del orden de 91 Mm³/año; y Río Ranchería registra reducciones significativas en condiciones de estiaje.

Esta disminución de caudales base reduce la capacidad de dilución de contaminantes y aumenta la concentración efectiva de cargas orgánicas, microbiológicas e inorgánicas. En consecuencia, el mismo volumen de descarga genera un impacto mayor en términos de concentración durante periodos secos, elevando la probabilidad de incumplimiento de objetivos de calidad y afectando la disponibilidad efectiva para abastecimiento.

La convergencia entre vertimientos autorizados, posibles descargas asociadas a nuevas solicitudes mineras, retornos domésticos y cargas difusas agrícolas configura un escenario de efecto aditivo y acumulativo, especialmente crítico en subzonas receptoras como la Ciénaga Grande de Santa Marta (2906), donde además de concentrarse los mayores volúmenes absolutos de demanda hídrica actual y prospectiva, se registran los mayores volúmenes integrados de oferta, lo que la convierte en un sistema receptor estratégico. En estos territorios, la alteración de la calidad del agua no solo compromete ecosistemas acuáticos y de transición, sino que impacta directamente el abastecimiento humano, la agroindustria y la estabilidad ecológica regional.

En síntesis, el riesgo en la alteración de la calidad del recurso hídrico superficial en el área de estudio no se limita al número de vertimientos autorizados, ya que responde a la interacción entre presión sectorial acumulativa, reducción estacional de la oferta hídrica, alta conectividad hidrológica y concentración espacial de actividades productivas. Bajo escenarios prospectivos de incremento de demanda y expansión extractiva, este riesgo adquiere carácter estructural, pudiendo traducirse en pérdida progresiva de aptitud del recurso, aumento de costos de potabilización, deterioro ecológico y mayor conflictividad por uso del agua. Desde una perspectiva técnica, la conservación de las áreas de generación y regulación hídrica constituye un elemento determinante para mitigar este riesgo y preservar la funcionalidad del sistema hídrico regional a mediano y largo plazo.

10.1.4. Riesgo en la alteración de la calidad del recurso hídrico subterráneo

La sensibilidad del riesgo a la alteración de la calidad del recurso hídrico subterráneo comprende las zonas potenciales de recarga de aguas subterráneas (a partir de la delimitación de las zonas potenciales de recarga de aguas subterráneas (ZPRAS), definida por el IDEAM), como condición de vulnerabilidad, y fuentes potenciales de contaminación (que comprende proyectos objeto de licenciamiento ambiental de competencia de la ANLA, centros urbanos, y áreas cuyo uso del suelo se encuentra destinado a actividades agrícolas o ganaderas), como condición de amenaza.

La Figura 173 representa el estado de sensibilidad del riesgo a la alteración de la calidad del recurso hídrico subterráneo para el área de estudio, donde se evidencia que predomina la categoría muy baja, debido a los bajos factores de recarga que se encuentran en la zona montañosa de la SNSM; de forma análoga a lo observado

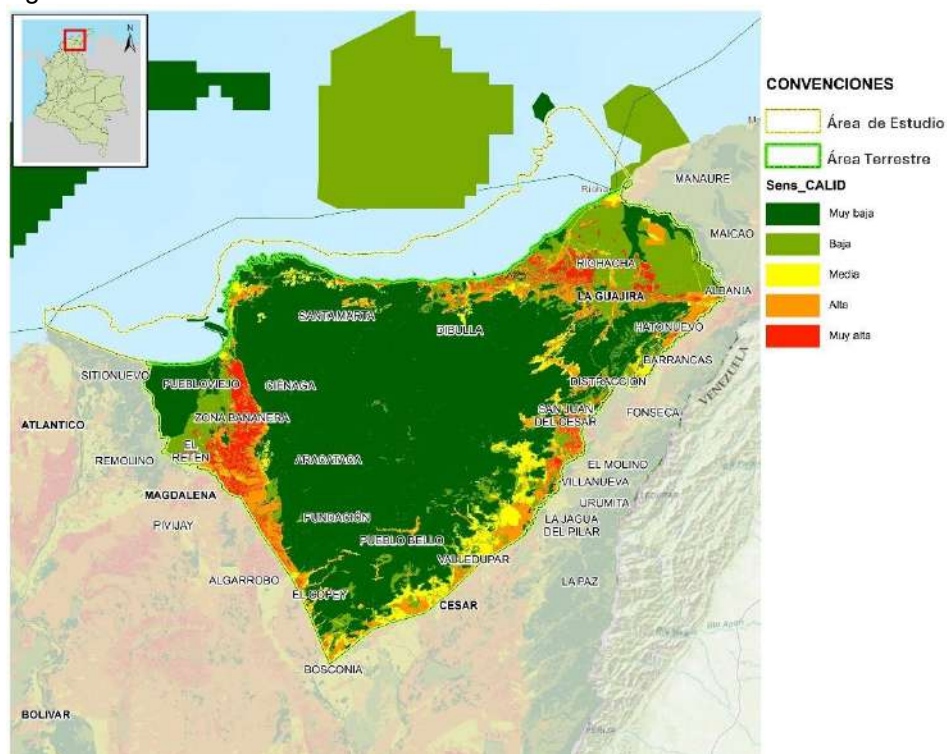
en la sensibilidad relacionada con la oferta del recurso hídrico subterráneo, la sensibilidad a la alteración de la calidad del recurso aumenta en los sectores del piedemonte de la SNSM, lo que en este caso se debe en parte a la presencia de unidades con moderado a alto potencial de recarga.

Acerca del factor de amenaza, se observa que hacia el interior de la Sierra no habría una presencia significativa de fuentes potenciales de contaminación, sino que estas se ubicarían hacia la base del sistema montañoso; definiéndose en dichas áreas el riesgo a la alteración de la calidad del recurso hídrico subterráneo en una categoría preponderantemente muy alta, relacionada con zonas destinadas a cultivos, y presencia de proyectos de minería e hidrocarburos.

A partir de lo anteriormente expuesto es posible concluir que las áreas donde el riesgo a la alteración de la calidad del recurso hídrico subterráneo es preponderantemente muy alto corresponden a sectores estratégicos para la recarga de los acuíferos y, simultáneamente, a zonas con una alta presión antrópica; este riesgo puede ser incluso mayor si se considera la concentración de puntos de agua subterránea, los cuales se ubican en su mayoría en las zonas planas y semiplanas que rodean el macizo de la sierra, particularmente en el piedemonte y las áreas bajas, lo que se traduce no solo en una mayor ocupación del territorio sino también en condiciones favorables para el desarrollo de acuíferos, es decir en materiales permeables que son más susceptibles a la infiltración de potenciales contaminantes desde superficie.

En este sentido, la protección de los acuíferos en dichos sectores resulta prioritaria, dado que la ocurrencia de procesos de contaminación podría comprometer de manera significativa y, en muchos casos irreversible, la calidad del recurso hídrico subterráneo, afectando su disponibilidad para usos actuales y futuros y el equilibrio hidrogeológico regional.

Figura 173 Sensibilidad a la alteración de la calidad del recurso hídrico subterráneo



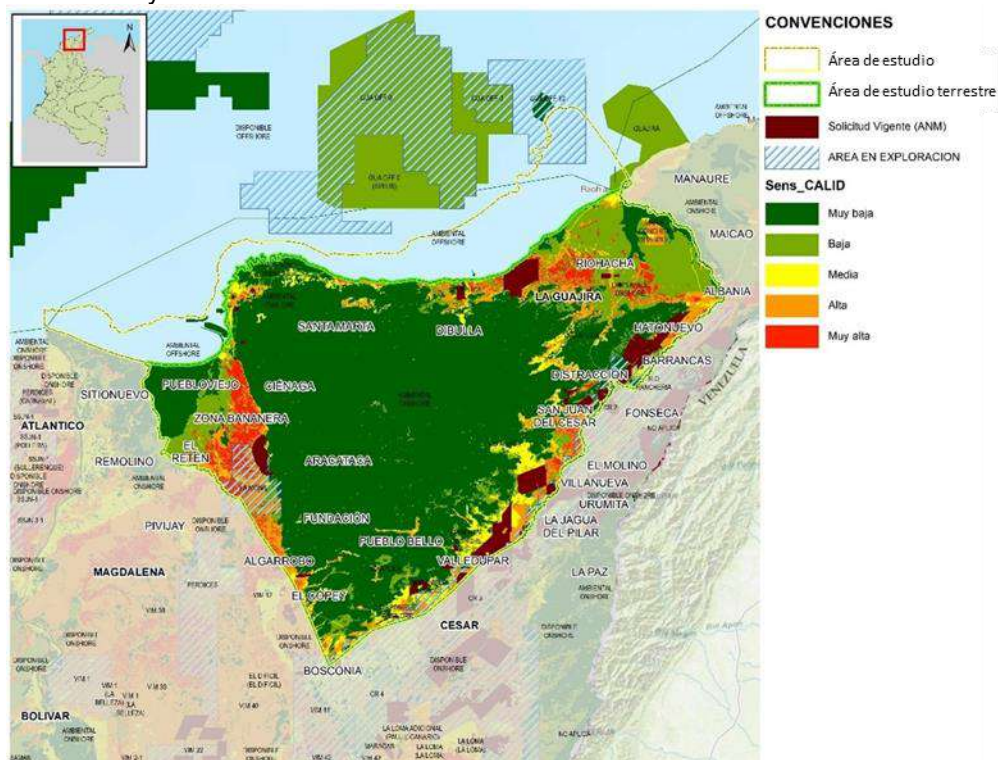
Fuente: ANLA (2026)

Por otro lado, al contrastar la capa de sensibilidad a la alteración de la calidad del recurso hídrico subterráneo con la localización de los títulos mineros se observa que los polígonos están sobre áreas con sensibilidades en las categorías muy baja, baja, media, alta y muy alta (Figura 174). La mayoría de los títulos están en los valles de los ríos Cesar y Ranchería, en zonas de sensibilidad media y alta, sobre los sistemas acuíferos SAC 3.1 - Media Guajira, SAC 4.1 - Cesar y SAC 4.2 - Ranchería.

Los títulos mineros localizados en los municipios de Ciénaga y Santa Marta se encuentran en zonas de sensibilidad muy baja, asociada a los complejos ígneo-metamórficos. Hacia el norte del área de interés, en los municipios de Riohacha y Dibulla, hay algunos polígonos que están en zonas de sensibilidad alta y muy alta, asociados a depósitos aluviales del río Tapias.

En cuanto a los polígonos de exploración de hidrocarburos, se identifica que están dispuestos en los valles de los ríos Cesar, Ranchería, Aracataca y Fundación, sobre los sistemas acuíferos mencionados anteriormente, los cuales presentan categorías de sensibilidad media, alta y muy alta, esta última delimitada en el polígono del proyecto localizado en inmediaciones de los municipios de Aracataca y Fundación.

Figura 174. Relación entre la localización de las áreas prospectivas de proyectos de minería e hidrocarburos y la sensibilidad a la alteración de la calidad del recurso hídrico subterráneo



Fuente: ANLA (2026)

En conclusión, a partir del cruce entre la capa de sensibilidad a la alteración de la calidad del recurso hídrico subterráneo, entendida como condición de vulnerabilidad, y considerando además los diferentes factores de amenaza, correspondientes con las fuentes potenciales de contaminación, tales como localización de proyectos, municipios y ubicación de puntos de agua subterránea, además de considerar los polígonos prospectivos de proyectos de minería e hidrocarburos, se identifica la presencia de un riesgo sobre la calidad del recurso.

Este riesgo se evidencia en aquellos sectores donde los proyectos (concesionados y prospectivos) y los puntos de agua subterránea se superponen con zonas de sensibilidad moderada, alta y muy alta, en la medida en que sus actividades pueden implicar la intervención directa de los acuíferos, ya sea por procesos extractivos, aprovechamiento del agua subterránea, vertimientos de aguas residuales y/o manejo inadecuado de sustancias potencialmente contaminantes.

En este contexto, prevalece la protección de los acuíferos sobre el desarrollo de actividades extractivas de recursos minerales, con el fin de prevenir posibles afectaciones sobre su calidad y sostenibilidad en el tiempo, bajo el entendido que

los usos prioritarios para el recurso hídrico deben ser aquellos que satisfagan las necesidades de las comunidades asentadas en la región.

10.2. Incremento en la Pérdida de biodiversidad y conectividad del paisaje

10.2.1. Pérdida de conectividad ecológica y ruptura del gradiente altitudinal

La pérdida de conectividad ecológica a lo largo del gradiente altitudinal de la Sierra Nevada de Santa Marta constituye uno de los riesgos más críticos para la fauna, dado que este sistema montañoso funciona como una unidad integrada en la que los procesos ecológicos dependen del intercambio continuo de organismos, energía y nutrientes entre ecosistemas, no solo a nivel local, sino para toda la región Caribe y el país a través de procesos de dispersión de las especies desde y hacia la sierra. La fragmentación de hábitats y la interrupción de los corredores naturales limitan el desplazamiento de especies entre pisos altitudinales, afectando tanto a aquellas con rangos de distribución amplios como a las que dependen de microhábitats específicos asociados a condiciones particulares de humedad, temperatura y cobertura vegetal. Asimismo, la pérdida de conectividad puede afectar la posibilidad de dispersión de las especies, y procesos evolutivos de especiación y producción de endemismos.

Este riesgo genera efectos en cascada, ya que la pérdida de conectividad no solo restringe la movilidad de la fauna, sino que también debilita procesos ecológicos clave que dependen de estos desplazamientos. Mamíferos que facilitan la dispersión de semillas entre distintos pisos altitudinales, aves que conectan hábitats mediante la polinización y dispersión, y especies asociadas a ecosistemas acuáticos y marino-costeros que transfieren nutrientes entre ambientes terrestres y oceánicos, ven comprometida su funcionalidad cuando el sistema pierde continuidad espacial. Como resultado, se reduce la regeneración natural de los ecosistemas y se incrementa la vulnerabilidad de los hábitats frente a perturbaciones externas.

La ruptura del gradiente altitudinal también afecta ampliamente a las especies con adaptaciones ecológicas restringidas, que no pueden desplazarse fácilmente hacia nuevas áreas ante cambios ambientales. Esto limita la capacidad del sistema para reorganizarse frente a variaciones climáticas y refuerza procesos de aislamiento poblacional, aumentando el riesgo de pérdida local de especies y debilitando la integridad ecológica de la Sierra como un sistema continuo.

Por otra parte, la fragmentación del paisaje reduce la capacidad de las especies a responder favorablemente al cambio climático dado que limita el movimiento entre parches de hábitat, el movimiento a nivel altitudinal, la recolonización de áreas adecuadas luego de eventos climáticos extremos generando poblaciones aisladas con baja diversidad genética, vulnerabilidad a enfermedades (Haddad et al., 2015; Scheele et al., 2019; Ewers & Didham, 2006; Murcia, 1995).

La pérdida de conectividad ecológica descrita anteriormente no constituye únicamente un riesgo teórico derivado de la fragmentación del paisaje, sino una amenaza concreta que puede intensificarse cuando nuevas presiones antrópicas se superponen a corredores estratégicos del gradiente altitudinal de la Sierra Nevada de Santa Marta. En este contexto, resulta fundamental analizar cómo escenarios de transformación territorial, particularmente la expansión de la minería, podrían alterar la estructura funcional del paisaje y profundizar los procesos de aislamiento ecológico previamente identificados.

Para evaluar este posible impacto, se emplea un modelo de conectividad funcional con el jaguar (*Panthera onca*) como especie focal, dada su amplia área de acción, sus altos requerimientos de hábitat y su papel como especie sombrilla e indicadora de la integridad ecológica regional. El análisis del escenario prospectivo permite estimar cómo el incremento de resistencias asociado a títulos y solicitudes mineras podría modificar los patrones de conectividad entre áreas núcleo y comprometer la continuidad ecológica a escala regional.

Escenario prospectivo (minería)

En el capítulo de Caracterización se presentó el modelo de conectividad ecológica del jaguar bajo el escenario actual. En este, la superficie de costo de movimiento evidencia un gradiente marcado entre zonas de alto costo (tonos púrpura y azules), localizadas principalmente hacia la periferia norte y nororiental, y franjas internas con costos relativamente menores (amarillos y naranjas). Esta configuración permite la conformación de una red de conectividad con múltiples rutas potenciales.

Se observa una conectividad relativamente continua entre las áreas núcleo asociadas a la Sierra Nevada de Santa Marta y los parches ubicados hacia el interior de los departamentos de Magdalena y Cesar, así como conexiones que se proyectan hacia La Guajira y el borde con Venezuela. La existencia de varios caminos alternativos genera redundancia funcional —es decir, más de una opción viable de desplazamiento—, lo cual resulta clave para amortiguar el efecto de

cuellos de botella locales. Aunque existen sectores con mayor resistencia, el modelo actual aún identifica rutas paralelas que sostienen la conectividad regional.

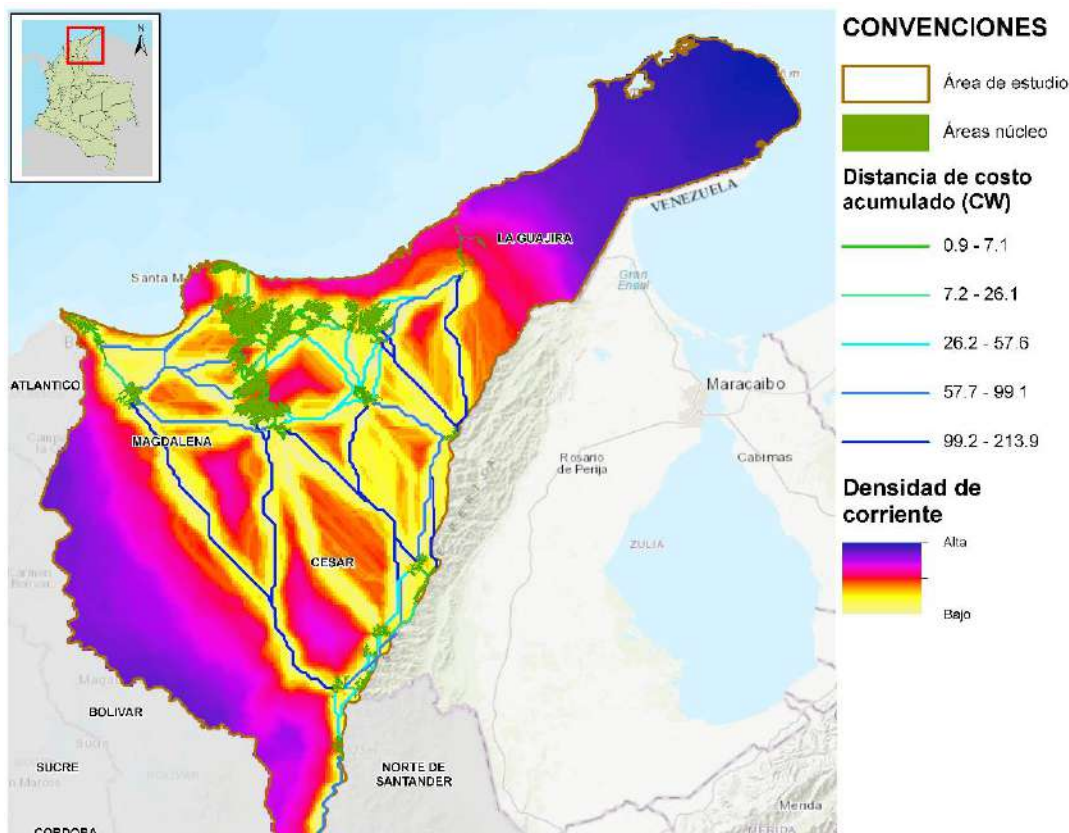
En el escenario prospectivo de minería, al incorporar un aumento de resistencia en las zonas correspondientes a títulos y solicitudes mineras, el patrón se transforma hacia una conectividad más restringida. Las rutas potenciales tienden a reorganizarse y concentrarse en un menor número de ejes, reduciendo las alternativas disponibles y generando tramos donde el tránsito se vuelve más obligado. Estos nuevos cuellos de botella incrementan la vulnerabilidad del sistema frente a pérdidas adicionales de hábitat.

Desde una perspectiva ecológica, esto implica una disminución de la redundancia funcional del paisaje: si uno de estos pasos críticos se degrada o interrumpe, el sistema contaría con menos rutas sustitutas para mantener el flujo de individuos entre áreas núcleo. Asimismo, el incremento de resistencia en sectores estratégicos puede traducirse en trayectorias más extensas o energéticamente más costosas, reduciendo la probabilidad de dispersión efectiva del jaguar y debilitando la conectividad regional.

El análisis espacial permite identificar el origen de esta pérdida potencial de conectividad. Los polígonos de títulos y solicitudes vigentes, registrados por la autoridad minera, se distribuyen de manera significativa en franjas del interior y en el flanco oriental del área de estudio, con presencia notable en Cesar y sectores de La Guajira. Varios de estos polígonos se superponen o se ubican en proximidad inmediata a corredores modelados como rutas de menor costo en el escenario actual. En consecuencia, el aumento de resistencia no se distribuiría de forma homogénea, sino que se concentraría en puntos y bandas que actualmente funcionan como conectores estratégicos, incluyendo el entorno de la Serranía del Perijá.

Estos resultados sugieren que el principal riesgo para la gestión territorial no radica únicamente en el incremento del costo promedio del paisaje, sino en la posible interrupción de tramos específicos que operan como conectores obligados entre áreas núcleo. En tales sectores, la implementación de medidas de exclusión, ordenamiento, restauración o mitigación tendría un alto potencial de retorno para conservar la conectividad ecológica y la funcionalidad integral del sistema regional.

Figura 175. Conectividad funcional del jaguar (*Panthera onca*) en el Caribe colombiano: áreas núcleo, rutas de menor costo (CWD) y densidad de corriente (corredores probables) en el escenario prospectivo



Fuente: ANLA (2026)

El análisis del mapa refuerza esta conclusión al evidenciar que varias de las rutas de menor costo y corredores con mayor densidad de flujo —identificados como ejes prioritarios de conectividad funcional— se superponen parcial o totalmente con polígonos asociados a proyectos prospectivos de minería e hidrocarburos. Esta coincidencia espacial es particularmente notoria en el flanco oriental y suroriental del área de estudio, así como en sectores del centro-sur que articulan las áreas núcleo de la Sierra Nevada de Santa Marta con los paisajes del Cesar y el corredor hacia la Serranía del Perijá. En estos tramos, el incremento proyectado en la resistencia del paisaje no solo aumenta el costo energético del desplazamiento, sino que tiende a concentrar el flujo en franjas cada vez más estrechas, incrementando la probabilidad de generar cuellos de botella funcionales.

La superposición entre corredores modelados y bloques prospectivos sugiere que la expansión extractiva podría afectar desproporcionadamente los conectores estratégicos que hoy sostienen la conectividad regional, reduciendo la redundancia del sistema y elevando la vulnerabilidad ante perturbaciones adicionales. En consecuencia, el mapa no solo identifica áreas de conflicto potencial, sino que delimita espacialmente los puntos críticos donde la planificación preventiva y la

jerarquización de restricciones resultan determinantes para evitar la fragmentación estructural del paisaje.

10.2.2. Pérdida de biodiversidad y endemismo

La pérdida de biodiversidad y endemismo en los ecosistemas continentales del área de estudio representa uno de los riesgos ecológicos más significativos, debido a que estos territorios albergan altos niveles de diversidad biológica, gradientes altitudinales abruptos y numerosos taxones con rangos geográficos restringidos, características que los convierten en zonas altamente sensibles a procesos de transformación del hábitat y presión antrópica (Myers et al., 2000; Armenteras et al., 2011).

Los ecosistemas continentales de la región presentan endemismo florístico y faunístico asociado a bosques montanos, ecosistemas de niebla y relictos de bosque seco tropical, donde la estructura y funcionalidad de las comunidades dependen fuertemente de la estabilidad microclimática y la continuidad espacial del hábitat (Gentry, 1992; Kattan et al., 2004). La fragmentación, el cambio en el uso del suelo y la pérdida de cobertura vegetal representan amenazas directas a estos procesos ecológicos vitales.

La conversión de bosques en zonas agrícolas, ganaderas o asentamientos humanos para otro tipo de uso del suelo distinto al de su aptitud, genera la reducción y aislamiento de los parches de hábitat, lo que disminuye la conectividad ecológica, altera las dinámicas de dispersión y reduce la viabilidad de poblaciones sensibles o de distribución restringida (Fahrig, 2003; Ewers & Didham, 2006), traducido en fragmentación del paisaje, donde en escenarios de fragmentación severa, muchas especies especialistas, como aves, mamíferos medianos, anfibios y plantas leñosas, experimentan extinciones locales, disminución en el éxito reproductivo o restricciones en el rango de movimiento (Haddad et al., 2015).

La región alberga numerosos endemismos que están asociados a los gradientes abruptos y aislamiento biogeográfico que conllevan a la especialización ecológica, por lo que pequeñas modificaciones del hábitat pueden generar efectos irremediables en su supervivencia al afectar la capacidad para mantener procesos ecológicos como dispersión de semillas, polinización y ciclos biogeoquímicos (Blaustein et al., 2010; Potts et al., 2010).

Por otro lado, el cambio climático puede actuar como un multiplicador de presiones sobre los ecosistemas terrestres ya afectados por la fragmentación, deforestaciones y transformación de paisaje (IPCC, 2022; Díaz et al., 2019), aumentando la

vulnerabilidad de especies sensibles. Con aumentos en la temperatura media, reducción de la humedad, alteración de los regímenes de precipitación, se generan transformaciones profundas en la biota; pequeñas variaciones térmicas pueden obligar a numerosas especies a desplazarse hacia mayores elevaciones para mantener condiciones ambientales adecuadas (Colwell et al., 2008; Freeman et al., 2018), pudiéndose presentar también extensiones en cumbre cuando estas no encuentran hábitat disponible en estos nuevos lugares sobre todo en aquellas con endemismos restringidos (Williams et al., 2021; Bader et al., 2020; Patterson et al., 2012; Pounds et al., 2006).

La combinación de sequías prolongadas, el aumento de la temperatura y reducción de la humedad del suelo asociada con el cambio climático incrementa el riesgo y severidad de incendios forestales (Cochrane & Bowman, 2021). Estos incendios eliminan la cobertura vegetal, alteran la regeneración natural y favorecen la entrada de especies exóticas o invasoras al ecosistema, reduciendo la resiliencia del ecosistema y provocando la pérdida directa de biodiversidad, especialmente en bosques secos y de piedemonte por las marcadas estacionalidades que presentan (Armenteras et al., 2021). Entre los ecosistemas más vulnerables en escenarios de cambio climático se encuentran los bosques de niebla, bosques altoandinos, bosques secos tropical debido a que estos dependen en gran medida del balance hídrico y la formación de nubes, aspectos que son perjudicados por las variaciones climáticas, afectando a numerosos endemismos de la biota que se asocian a dichos ecosistemas (Bruijnzeel et al., 2011; Ruiz & Fandiño, 2007).

Para ecosistemas acuáticos, la pérdida de la biodiversidad en el área de reserva de la SNSM es un riesgo que puede ser ocasionado por diferentes actividades que se desarrollan en la zona, las cuales afectan la calidad de los ecosistemas acuáticos, la estructura de las comunidades hidrobiológicas y los procesos ecológicos que allí se desarrollan.

Se resalta que la variación en la composición de las comunidades acuáticas se ve altamente relacionada con la heterogeneidad y disponibilidad del sustrato (Richards & Host, 1994; Collier, Wilcock & Meredith, 1998; Bucker et al., 2010, Giraldo et al., 2014), por lo que la mayor diversidad de organismos se da en quebradas relacionadas con mayor variedad de sustratos y aportes de material alóctono como ramas y hojarasca como en el caso de macroinvertebrados acuáticos (Giraldo et al., 2014). Esta heterogeneidad y aporte en los ríos y quebradas genera refugios, zonas de alimentación y sitios de reproducción para diversos organismos acuáticos.

Las especies de endémicas de peces tienen una distribución restringida altamente dependiente de condiciones estables, por ejemplo, en los río y quebradas de la SNSM se destaca la presencia de especies del género *Trichomycterus*, las cuales están adaptadas a corrientes rápidas y sustrato rocoso, y teniendo en cuenta que la variación de las condiciones en la SNSM en cortos rangos altitudinales, cualquier alteración producida en el hábitat, genera un alto riesgo sobre la biodiversidad acuática.

La sedimentación es una amenaza directa que puede ser generada por actividades como la agricultura, la ganadería, minería, exploración petrolera cambio en el uso del suelo y deforestación, las cuales, al eliminar la cobertura vegetal de la tierra, facilita los procesos erosivos y provoca un aumento en la sedimentación en los cauces afectando la morfología del canal y generando la pérdida de microhábitats para macroinvertebrados acuáticos, alteración de las características fisicoquímicas del agua y sepultura y asfixia de huevos y juveniles de peces.

Adicionalmente, los sedimentos finos o solidos suspendidos que ingresan en los cuerpos de agua reducen el ingreso de luz solar a los mismo, afectando a organismos fotosintéticos como perifiton y zooplancton, los cuales son la base de la cadena alimenticia y alterando todo. Por otro lado, los nutrientes y pesticidas provenientes de los cultivos pueden acumularse en los sedimentos y disminuir la calidad del agua hasta llegar a desencadenar procesos de eutrofización en lagunas y tramos lentos.

Como se mencionó anteriormente, la vegetación ribereña juega un papel importante como refugio, sustrato y alimentación para la biota acuático, razón por la cual la deforestación de los bosques de ribera genera un impacto sobre los ecosistemas acuáticos por la reducción del material alóctono a los cuerpos de agua y el aumento de la temperatura del agua, al permitir un mayor ingreso de luz solar sobre estos, lo cual puede generar estrés sobre especies adaptadas a aguas frías de alta montaña, y a su vez, producir una disminución en el oxígeno disuelto afectando a especies sensibles.

La construcción de infraestructura y el turismo no regulado, por su parte, generan residuos y vertimientos que contaminan los cuerpos de agua por aumento de la carga orgánica, nutrientes y bacterias que causan la eutrofización local. Adicionalmente, la ocupación de corrientes hídricas puede afectar los ciclos hidrológicos, la oferta hídrica y la calidad del agua y recursos pesqueros.

Los proyectos mineros de la zona también pueden tener una gran incidencia sobre la biodiversidad acuática, ya que para la minería de extracción se realizan

actividades de remoción de suelo y subsuelo, los cuales generan alteraciones en la dinámica ecológica por cuenta de la remoción de la cobertura vegetal, alteración de caudales y cursos de agua, degradación del suelo, erosión, cambio y reducción de la distribución de la diversidad de fauna y modificación en los ciclos biogeoquímicos (Amaya & Amaya, 2014; España & Serna 2016; López, 2017), lo que conlleva a pérdida de hábitat y alteración de las comunidades.

De acuerdo con un estudio realizado por Granados-Martínez et al., (2025) en la cuenca del río Ranchería, las zonas mineras exhibieron una prevalencia de corrientes lentas y formaciones de charcas con baja composición rocosa del sustrato. Estas modificaciones en el hábitat representan una amenaza alta para organismos acuáticos sensibles ya que se altera la estructura trófica de comunidades (menos presas, menos depredadores especializados) y se afecta el ciclo de nutrientes, descomposición y producción primaria. Especies como *Cordylancistrus tayrona*, endémica de los ríos de la SNSM, prefiere aguas transparentes, corrientes fuertes a moderadas, temperaturas que oscilan entre 18 y 24°C y sustratos conformados principalmente por rocas, piedras pequeñas y arenas (Provenzor et al., 2017) por lo que los cambios en el hábitat y condiciones fisicoquímicas ponen en riesgo las poblaciones de esta especie.

Los proyectos mineros, de hidrocarburos y otros realizados en la zona también pueden afectar el hábitat y la calidad de los ecosistemas acuáticos por un lado a través de las obras de ocupación de cauce que actúan como barreras físicas o hidráulicas afectando las migraciones locales, movimientos juveniles hacia zonas de crianza y el intercambio de materia, y por otro lado, los vertimientos que generan cambios en los parámetros fisicoquímicos y alteran comunidades de perifiton, macroinvertebrados y por consiguiente la disponibilidad de alimento para peces.

Especies migratorias y en algún grado de amenaza son reportadas en el área de la Reserva indicando un riesgo mayor por la presión generada por actividades, agrícolas, mineras, entre otras que pueden producir alteración del hábitat y fragmentación del mismo, como por ejemplo; *Prochilodus reticulatus* y *Salminus affinis*, especies en estado vulnerable de acuerdo con la Resolución 0126 de 2024 que se reportan en el río Ranchería y *Prochilodus magdalenae* (VU), reportada en la Ciénaga Grande de Santa Marta.

Trichomycterus spectrum es una especie de bagre cavernícola, la cual se encuentra en cuevas dentro de hábitats subterráneo. Estos hábitats, debido a la ausencia de luz, presentan una baja productividad primaria, lo que los convierte en ecosistemas frágiles y vulnerables ante las alteraciones antrópicas en sistemas superficiales

(Longo et al., 2019; Barbosa-Trujillo et al., 2024), y sus redes tróficas dependen de materia orgánica superficial que ingresa a la cueva por medio de corrientes o por el movimiento de animales dentro y fuera de la cueva, lo que conlleva a que los organismos que habitan allí se alimenten de huevos, larvas y materia fecal que dejan en el interior del sistema subterráneo, siendo la dieta de esta especie entomófago-oportunista y de estrategia generalista alimentándose de larvas bentónicas, macroinvertebrados, zooplancton y carroña (Pipa et al., 2013; Barbosa-Trujillo et al., 2024).

Esta especie es reportada en arroyos próximos a proyectos mineros e hidrocarburos en la subzona del río Ranchería, la cual está sujeta a alteraciones en su hábitat, lo que implica un riesgo alto para esta especie, así como otras especies endémicas que se encuentran en los cuerpos de agua dentro de la Reserva de la SNSM

Índice de riesgo climático en la dimensión de biodiversidad y servicios ecosistémicos

El índice de riesgo climático se interpreta como la expresión territorial del cruce entre la amenaza climática (presión del cambio climático bajo un escenario futuro) y la vulnerabilidad. En el marco conceptual del SIIVRA, el riesgo se estima a partir de componentes de amenaza y vulnerabilidad, y el sistema produce indicadores espaciales para múltiples dimensiones, incluyendo recurso hídrico, biodiversidad y servicios ecosistémicos (IDEAM, 2024).

En la dimensión de biodiversidad y servicios ecosistémicos, el índice de riesgo climático resume dónde es más probable que el cambio climático genere impactos sobre ecosistemas y sobre la provisión de servicios (regulación hídrica, protección de suelos, soporte de biodiversidad), al combinar una amenaza climática (presión futura del clima) con la vulnerabilidad, que en este documento se asume equivalente a la sensibilidad. Bajo este enfoque, las categorías Alto y Muy Alto indican territorios donde el cambio climático puede producir afectaciones más significativas porque coinciden (i) cambios climáticos proyectados y (ii) condiciones del sistema ecológico que lo vuelven más susceptible a esos cambios.

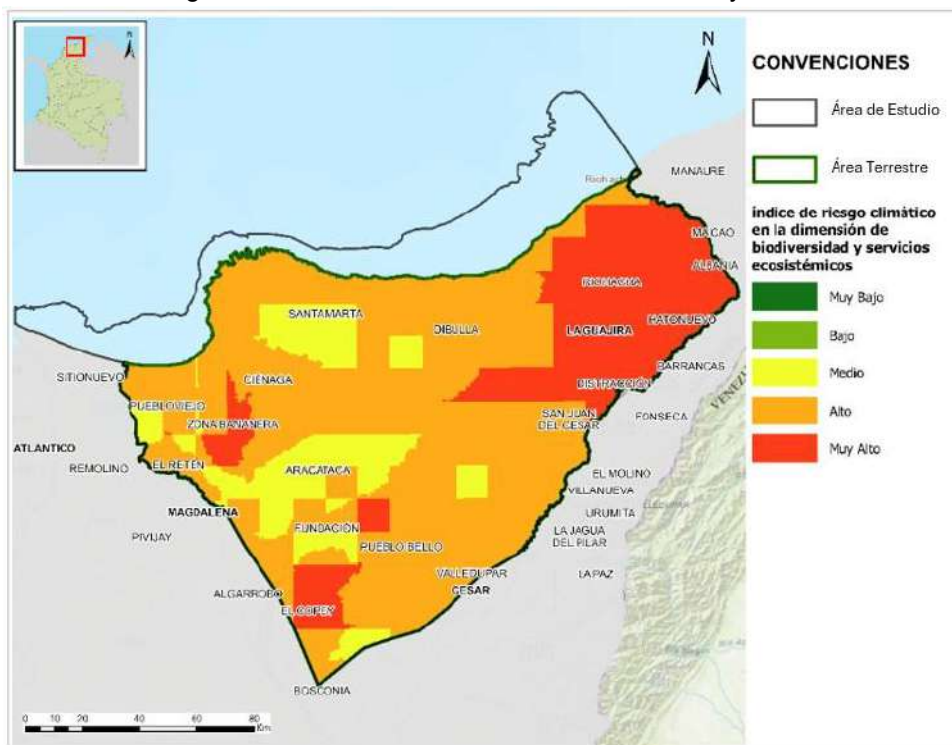
Espacialmente, el mapa muestra un predominio de la categoría Alto en la mayor parte del área de estudio, con un bloque continuo Muy Alto hacia el nororiente (zona La Guajira–Riohacha–Maicao–Albania–Hatonuevo), y focos adicionales Muy Altos en el occidente/suroccidente, asociados a mosaicos de cobertura y transición hacia áreas más intervenidas. Este patrón indica que el riesgo aumenta donde la presión climática futura coincide con una sensibilidad elevada de los ecosistemas, lo cual

es consistente con dos condiciones clave: (i) en el nororiente, la señal climática tiende a representar mayor estrés térmico e hídrico regional, y (ii) en zonas de transición y piedemonte, la susceptibilidad se incrementa cuando existen presiones sobre la integridad del ecosistema (fragmentación, transformación de coberturas, conflictos de uso), reduciendo la capacidad funcional del territorio para amortiguar impactos climáticos.

En términos de interpretación para la Sierra Nevada de Santa Marta, un riesgo Alto/Muy Alto en esta dimensión significa que el cambio climático puede comprometer con mayor probabilidad la funcionalidad ecosistémica y la estabilidad de los servicios que sostienen la regulación ambiental del macizo. Por tanto, los sectores Muy Altos constituyen áreas prioritarias para estrategias de conservación y manejo que mantengan integridad y conectividad ecológica, porque allí la presión climática futura se superpone con condiciones que hacen a los ecosistemas más susceptibles, reforzando el argumento técnico para priorizar la Sierra como área de reserva.

En este contexto, la identificación y protección de refugios climáticos dentro de la Sierra Nevada de Santa Marta adquiere un valor estratégico. Estos refugios, zonas que, por su heterogeneidad topográfica, gradientes altitudinales y condiciones microclimáticas particulares, amortiguan los efectos del calentamiento y la variabilidad climática, pueden funcionar como espacios de persistencia para especies sensibles y como núcleos de resiliencia ecosistémica. La conservación de corredores altitudinales continuos, la reducción de presiones antrópicas locales y el fortalecimiento de figuras de manejo integradas permitirían que estos refugios mantengan su capacidad de sostener procesos ecológicos clave, facilitando la adaptación natural de los ecosistemas frente a escenarios de cambio climático proyectado.

Figura 176 Índice de riesgo climático en la dimensión de biodiversidad y servicios ecosistémicos



Fuente: IDEAM (2024)

Si bien la transformación de coberturas y los cambios de uso del suelo siguen siendo presiones críticas sobre la biodiversidad y la funcionalidad ecosistémica en la Sierra Nevada de Santa Marta, el cambio climático emerge como un factor cada vez más determinante porque actúa como multiplicador de estrés sobre sistemas ya exigidos. Evaluaciones de diagnóstico ambiental para la Sierra han señalado que presiones como los sistemas agrícolas, la minería y una gestión inadecuada del recurso hídrico se encuentran entre los principales factores que comprometen el ecosistema, lo que sugiere que el territorio combina alta importancia ecológica con presiones antrópicas persistentes (Duran-Izquierdo et al., 2021).

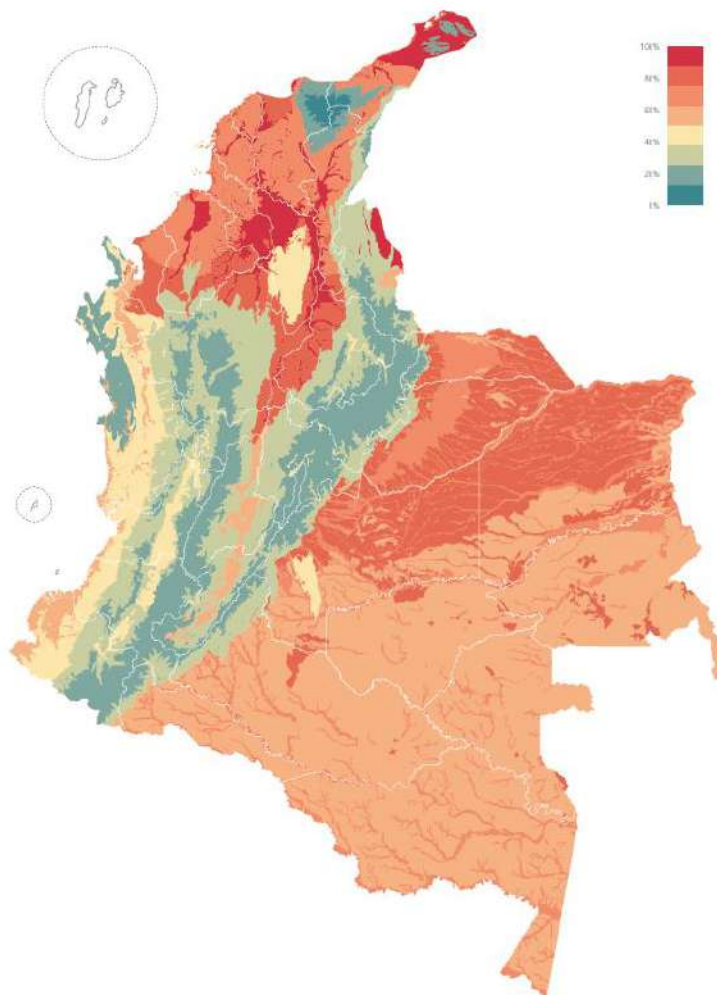
En un macizo de montaña tropical, el calentamiento global incide directamente en la distribución futura de la biodiversidad porque muchas especies responden desplazando sus rangos hacia mayores elevaciones. Este mecanismo reduce el espacio disponible y puede aumentar el riesgo de “extinciones de cumbre” cuando no existe hábitat por encima para continuar el desplazamiento, especialmente en montañas tropicales donde las tolerancias térmicas y rangos altitudinales pueden ser estrechos (Instituto Humboldt, 2016). En la Sierra Nevada de Santa Marta, este tipo de dinámica implica potenciales reconfiguraciones de comunidades ecológicas

a lo largo del gradiente altitudinal (por ejemplo, en bosques nublados y alta montaña), cambios en conectividad y pérdida progresiva de hábitats fríos hacia el final de siglo si se mantienen tendencias de calentamiento.

Adicionalmente, el cambio climático afecta los servicios ecosistémicos porque altera la relación energía–agua que sostiene la regulación ambiental del macizo. Cuando aumenta la temperatura y se incrementa la demanda evaporativa, la estabilidad hídrica puede deteriorarse en periodos secos; si además se reduce la integridad del ecosistema por pérdida de cobertura o fragmentación, disminuye la capacidad del territorio para amortiguar extremos hidroclimáticos y sostener la regulación hídrica. Esta presión climática se refleja también en indicadores de alta montaña: el retroceso de glaciares en Colombia reportado por IDEAM es un signo directo de calentamiento y pérdida de reservas de hielo; el IDEAM ha documentado el retroceso acelerado de glaciares y advierte sobre su reducción progresiva (IDEAM, 2023; IDEAM, 2025).

El cambio climático representa una amenaza significativa para la fauna de la Sierra Nevada de Santa Marta, un ecosistema montañoso aislado y altamente biodiverso que funciona como una “isla climática”. Los modelos de distribución indican que, para un porcentaje considerable de las especies, especialmente anfibios y aves con rangos geográficos restringidos, las condiciones climáticas futuras no se traslaparán con sus distribuciones actuales, obligándolas a desplazarse altitudinalmente o a enfrentar una reducción sustancial de su hábitat adecuado. En este contexto, la topografía abrupta y la limitada disponibilidad de microrefugios incrementan la vulnerabilidad de las especies endémicas, particularmente aquellas con bajas capacidades de dispersión y adaptación fisiológica, aumentando el riesgo de contracción poblacional e incluso extinción local.

Figura 177 . Distribución del porcentaje promedio de especies que podrían perder su distribución actual en los biomas de Colombia bajo cinco escenarios de cambio climático.



Fuente: Velásquez-Tibatá (2014)

En las tierras bajas que rodean la Sierra Nevada de Santa Marta, como los valles interandinos, planicies costeras y zonas de piedemonte, los impactos proyectados son aún más severos. Los análisis señalan que cerca del 80% de las especies de estos biomas podrían perder la totalidad o gran parte de su distribución climáticamente adecuada bajo escenarios de cambio climático, lo que implicaría desplazamientos forzados hacia nuevas áreas o una fuerte presión selectiva para adaptarse a condiciones ambientales más extremas. La fragmentación del paisaje y la pérdida de conectividad ecológica limitan estos desplazamientos, por lo que la fauna de tierras bajas resulta particularmente susceptible a reducciones poblacionales, cambios en la composición de comunidades y alteraciones en las interacciones ecológicas.

La vulnerabilidad de la fauna de la Sierra Nevada de Santa Marta frente al cambio climático está estrechamente relacionada con las condiciones climáticas y geográficas que caracterizan el norte del Caribe colombiano. La interacción entre la influencia marina, la ubicación ecuatorial y la alta variabilidad climática de la región genera escenarios de temperaturas elevadas, cambios en los patrones de precipitación y eventos meteorológicos extremos, que modifican de manera progresiva las condiciones ambientales en las que se desarrollan las especies.

La Sierra Nevada de Santa Marta desempeña un papel determinante en la regulación climática e hídrica de esta región, actuando como una barrera natural frente a los vientos alisios del noreste y modulando la distribución espacial de las lluvias. Esta dinámica origina un marcado gradiente ambiental, con zonas secas en las partes bajas y condiciones frías y húmedas en las áreas de mayor elevación, lo que permite la coexistencia de una alta diversidad de ecosistemas y especies con requerimientos ecológicos específicos (Strewe, 2008).

Sin embargo, las alteraciones en la temperatura, el régimen de lluvias y la frecuencia de eventos extremos asociadas al cambio climático están afectando el equilibrio de estos sistemas, incrementando la exposición de la fauna a procesos como el estrés térmico, la pérdida de hábitats adecuados y la reducción de la conectividad ecológica, particularmente en un macizo montañoso aislado como la Sierra Nevada de Santa Marta. Estas condiciones conllevan alteraciones en el equilibrio ecológico ante cambios en las condiciones ambientales tales como las producidas por el cambio climático, afectando de manera diferenciada a las especies que dependen de condiciones climáticas específicas a lo largo de la montaña.

El aumento de la temperatura ha demostrado provocar un desplazamiento altitudinal de numerosas especies, especialmente en zonas medias y altas de las montañas. Aves, anfibios y pequeños mamíferos se ven forzados a ascender en busca de temperaturas más frescas, sin embargo, la reducción de los hábitats fríos en las cumbres genera una trampa de montaña, donde las especies endémicas de alta elevación quedan confinadas sin posibilidad de migrar a otros sistemas montañosos debido al aislamiento geográfico.

Las aves de la Sierra Nevada de Santa Marta, muchas de ellas endémicas y migratorias, enfrentan cambios en los patrones de disponibilidad de recursos, ya que la alteración de los regímenes de lluvia afecta la floración y fructificación de los bosques, reduciendo el alimento disponible y provocando desajustes entre los periodos reproductivos y los picos de recursos.

Los anfibios de la Sierra Nevada de Santa Marta son especialmente sensibles a los efectos del cambio climático debido a su alta dependencia de microclimas fríos y húmedos característicos de los bosques nublados y los páramos. El incremento de la temperatura y las alteraciones en los regímenes de precipitación reducen la disponibilidad de estos microambientes, afectando procesos fisiológicos clave como la respiración cutánea, la reproducción y la supervivencia de los estadios tempranos. Estas modificaciones ambientales, además, pueden favorecer la propagación de enfermedades emergentes como la quitridiomycosis, la cual ha sido responsable de severos declives poblacionales en anfibios de ecosistemas altoandinos.

No obstante, la respuesta de los anfibios al cambio climático no es homogénea. Algunas especies o poblaciones de la Sierra Nevada de Santa Marta no han evidenciado disminuciones poblacionales significativas, lo que sugiere que factores locales, como condiciones microclimáticas particulares o una mayor tolerancia fisiológica, podrían atenuar los efectos indirectos del calentamiento. En este contexto, la evaluación de la presencia y distribución del hongo quitridio (*Batrachochytrium dendrobatidis*) resulta fundamental para comprender la vulnerabilidad diferencial de los anfibios frente a los cambios climáticos en este sistema montañoso aislado.

Entre tanto, los reptiles de la Sierra, tanto terrestres como costeros, también se ven afectados por el aumento de la temperatura. En varias especies, la determinación sexual dependiente de la temperatura puede generar desequilibrios poblacionales. Además, el incremento térmico altera los periodos de actividad y supervivencia de juveniles, mientras que, el aumento del nivel del mar y la mayor frecuencia de tormentas reducen las playas de anidación de tortugas marinas y afectando a mamíferos marino-costeros que utilizan las zonas adyacentes a la Sierra para descanso y alimentación.

En cuanto a los mamíferos terrestres, el cambio climático intensifica el estrés térmico en zonas bajas y medias, obligando a desplazamientos altitudinales que se ven limitados por la pérdida de conectividad entre hábitats. En una montaña aislada como la Sierra Nevada de Santa Marta, esta fragmentación reduce las posibilidades de adaptación y aumenta el riesgo de extinción local.

Adicionalmente, el cambio climático podría generar respuestas diferenciales entre grupos taxonómicos en la región, con los anfibios destacándose como uno de los grupos más afectados debido a su alta sensibilidad a las variaciones de temperatura

y humedad. Estudios previos han proyectado pérdidas de hábitat superiores al 30% para varias especies de anfibios en la Sierra Nevada de Santa Marta, mientras que algunas podrían ver desplazada parte de su distribución hacia áreas no adecuadas. En contraste, ciertas especies de aves podrían experimentar desplazamientos altitudinales o cambios en su abundancia, incluyendo en zonas periurbanas, lo que evidencia que los efectos del cambio climático no solo comprometen ecosistemas naturales, sino también la biodiversidad asociada a paisajes transformados. En conjunto, estos patrones resaltan la necesidad de estrategias de conservación que integren la protección de refugios climáticos en montaña y la restauración de corredores ecológicos en las tierras bajas circundantes.

Sobre los ecosistemas acuáticos, el cambio climático puede incidir en la distribución de las especies en los cuerpos de agua debido a una mayor duración de la estación seca (Blanco-Cervantes y Blanco-Cervantes, 2022), ya que la ausencia o disminución de las precipitaciones influiría en el flujo del agua, el ancho del río y la conectividad entre cabecera y los sectores medio y bajo (Herbert & Gelwick, 2003), viéndose reflejado en la pérdida de hábitat y limitaciones en la distribución de ictiofauna, lo que afectaría especialmente a especies migratorias que necesitan realizar desplazamientos entre ríos y zonas inundables o entre cuerpos de agua salada y de agua dulce para reproducirse, alimentarse o en busca de refugio. Dado que entre los impactos producidos por el cambio climático están también los cambios en la temperatura, cambios en la vegetación ribereña, alteración de la química del agua e interacciones entre las especies (Poff, 1992; Blanco-Cervantes y Blanco-Cervantes, 2022), una gran cantidad de organismos acuáticos se verían afectados, produciéndose cambios estructurales en las comunidades y favoreciendo especies tolerantes y oportunistas.

Es importante resaltar que el cambio climático es potencializado con la deforestación, actividades como la agrícolas y minería, ya que en la zona de Reserva se presenta una demanda elevada del recurso hídrico en año seco, lo cual genera afectación sobre las comunidades que se encuentran en la Ciénaga Grande de Santa Marta al reducirse la cantidad de agua dulce que ingresa al sistema lagunar y generar un desequilibrio hidrosalino que afecta gravemente a especies adaptadas a condiciones específicas, generándose un desequilibrio ecológico por el aumento de la salinidad.

En síntesis, en la Sierra Nevada de Santa Marta el cambio climático no reemplaza las presiones de transformación del territorio, pero las amplifica: donde la integridad ecológica ya está reducida por cambio de uso del suelo, fragmentación o presiones productivas, el aumento de temperatura y los cambios en disponibilidad de humedad

incrementan la probabilidad de pérdida de funcionalidad ecosistémica y de inestabilidad en servicios como regulación hídrica, conectividad y soporte de biodiversidad (Duran-Izquierdo et al., 2021; Instituto Humboldt, 2016).

10.2.3. Riesgo de Alteración de procesos ecológicos y reducción de resiliencia ecológica

La alteración de los procesos ecológicos sostenidos por la fauna de la Sierra Nevada de Santa Marta representa un riesgo estructural para la funcionalidad de sus ecosistemas. La fauna, particularmente aquella con rangos de distribución restringidos y alto grado de especialización ecológica, cumple funciones fundamentales en la regulación biológica, la polinización, la dispersión de semillas, el control de poblaciones y la descomposición de materia orgánica. Estas funciones están estrechamente ligadas a la existencia de gradientes altitudinales bien conservados y a la conectividad entre ecosistemas, que han permitido la evolución de interacciones altamente especializadas.

La pérdida o disminución de estas especies genera impactos acumulativos, ya que la interrupción de una función ecológica repercute sobre múltiples componentes del sistema. La reducción de artrópodos que participan en procesos de polinización, descomposición y control biológico afecta directamente la regeneración de la vegetación y la estabilidad de las comunidades vegetales, lo que a su vez modifica la disponibilidad de hábitats para otros grupos faunísticos. De manera similar, la disminución de anfibios y reptiles reguladores de poblaciones de invertebrados puede generar desequilibrios tróficos locales, amplificando alteraciones en la estructura de las comunidades.

Estos efectos concatenados conducen a una pérdida progresiva de servicios ecosistémicos, disminuyendo la capacidad de los ecosistemas para sostener su funcionalidad y responder a perturbaciones ambientales. Dado que muchas de estas funciones son desempeñadas por especies que no pueden ser sustituidas por faunas de otros sistemas montañosos, la degradación de estos procesos compromete de manera irreversible la estabilidad ecológica de la Sierra Nevada y reduce su valor como sistema estratégico para la conservación regional y continental.

Asimismo, la reducción de la resiliencia ecológica de la Sierra Nevada de Santa Marta frente a perturbaciones ambientales constituye un riesgo transversal que amplifica los impactos derivados de la pérdida de conectividad y de la alteración de los procesos ecológicos. La fauna de la Sierra, en particular las especies altamente

especializadas y adaptadas a condiciones ambientales específicas, desempeña un papel clave en la capacidad del sistema para absorber cambios, mantener su funcionalidad y recuperarse frente a alteraciones climáticas y ambientales.

Este riesgo se manifiesta mediante procesos encadenados, en los que la pérdida de especies sensibles a variaciones de humedad, temperatura o estructura del hábitat reduce la diversidad funcional del sistema. Al disminuir la redundancia ecológica, los ecosistemas pierden su capacidad de amortiguar perturbaciones, volviéndose más susceptibles a cambios abruptos que pueden desencadenar transformaciones estructurales difíciles de revertir. La simplificación de las redes tróficas y la pérdida de interacciones ecológicas clave reducen la estabilidad de las comunidades y limitan la capacidad adaptativa del sistema.

La disminución de la resiliencia ecológica también afecta la respuesta a largo plazo frente al cambio climático, ya que restringe la posibilidad de que las especies se ajusten mediante desplazamientos altitudinales o cambios en sus interacciones ecológicas. En este contexto, la pérdida de fauna y de las funciones que esta desempeña incrementa la probabilidad de colapsos ecológicos locales y compromete la persistencia de los ecosistemas que sostienen la biodiversidad y los servicios ecosistémicos de la Sierra Nevada de Santa Marta.

10.2.4. Riesgo de pérdida y/o disminución de ecosistemas marinos

Para los ecosistemas marinos existe una serie de amenazas que ponen en riesgo la pérdida o disminución de su extensión dentro del área marina. Entre los ecosistemas más vulnerables se encuentran los arrecifes de coral, debido a su alta sensibilidad a diversos factores ambientales, su muy lenta tasa de crecimiento y su papel fundamental en el mantenimiento de la biodiversidad marina.

Entre las amenazas más importantes se encuentra el fenómeno conocido como blanqueamiento coralino. Este proceso ocurre cuando se rompe la simbiosis entre los pólipos de coral y las algas zooxantelas, lo que ocasiona la expulsión de estas últimas, el debilitamiento y posteriormente la muerte de los corales. El blanqueamiento puede ser provocado por el estrés generado por el incremento de la temperatura del agua por encima de los niveles de tolerancia de las especies de coral. Adicionalmente, el aumento de sólidos suspendidos, asociado a descargas cercanas a estas formaciones, puede contribuir al deterioro fisiológico de los corales y favorecer la ocurrencia de eventos de blanqueamiento.

Por otra parte, las formaciones coralinas pueden verse afectadas por enfermedades de origen bacteriano o fúngico. Entre las enfermedades identificadas en el Caribe

se destacan la banda negra, la plaga blanca y los lunares oscuros, las cuales afectan de manera significativa la salud y supervivencia de las colonias coralinas, en especial de aquellas de crecimiento masivo. Si bien resulta complejo atribuir estas afectaciones a una causa única, se ha evidenciado que factores antrópicos como la descarga de aguas residuales sin tratamiento en zonas costeras pueden favorecer procesos de eutrofización, los cuales incrementan la susceptibilidad de los corales a la aparición y propagación de enfermedades.

Por último, existen amenazas antrópicas que generan afectaciones directas sobre los corales, asociadas principalmente al encallamiento de embarcaciones, al uso de anclas en zonas con presencia de formaciones coralinas y al contacto directo de buzos o turistas durante actividades recreativas sin la debida conciencia ambiental. Estas acciones provocan daños mecánicos en la estructura arrecifal, la fragmentación de las colonias y, en consecuencia, la degradación progresiva de estos ecosistemas.

Si bien los arrecifes de coral se consideran los ecosistemas más vulnerables, los pastos marinos y los manglares también presentan un alto grado de vulnerabilidad. Además, en el contexto del cambio climático, estos ecosistemas adquieren una relevancia especial debido a su capacidad de actuar como sumideros de carbono, función conocida como carbono azul, contribuyendo de manera significativa a la mitigación de emisiones.

Entre las principales amenazas para los pastos marinos se encuentran la pérdida de hábitat asociada a procesos de erosión costera, el sepultamiento como resultado de actividades de dragado cercanas y el incremento de sólidos en suspensión derivados de descargas de agua cercanas. Al igual que en los arrecifes de coral, factores como el aumento de la temperatura del agua o la descarga de contaminantes pueden inducir la aparición de enfermedades, entre ellas las asociadas al hongo *Labyrinthula* sp., las cuales pueden provocar eventos de mortalidad masiva. Adicionalmente, el tránsito de embarcaciones con hélices y el uso de anclas generan daños mecánicos directos sobre las praderas de pastos marinos, afectando su estructura y funcionalidad.

Un caso particular corresponde a los manglares, los cuales, por su carácter de transición entre los ambientes terrestre y marino, están expuestos a presiones adicionales asociadas principalmente a la pérdida de hábitat. Entre estas se destacan la tala selectiva, la expansión de actividades agrícolas y ganaderas, así como los cambios en el uso del suelo para el desarrollo de infraestructura turística y urbana.

Finalmente, y aunque han sido menos estudiados, los ecosistemas de fondos profundos tampoco están exentos de presiones, especialmente de origen antrópico. La pesca de arrastre de fondo constituye la principal amenaza para la integridad ecológica de los lechos marinos profundos, debido a la destrucción física del hábitat ocasionada por el uso de artes de pesca pesadas y poco selectivas. Adicionalmente, el creciente interés en la exploración minero-energética en la plataforma y el talud continental representa una amenaza potencial para las comunidades frágiles de corales de profundidad.

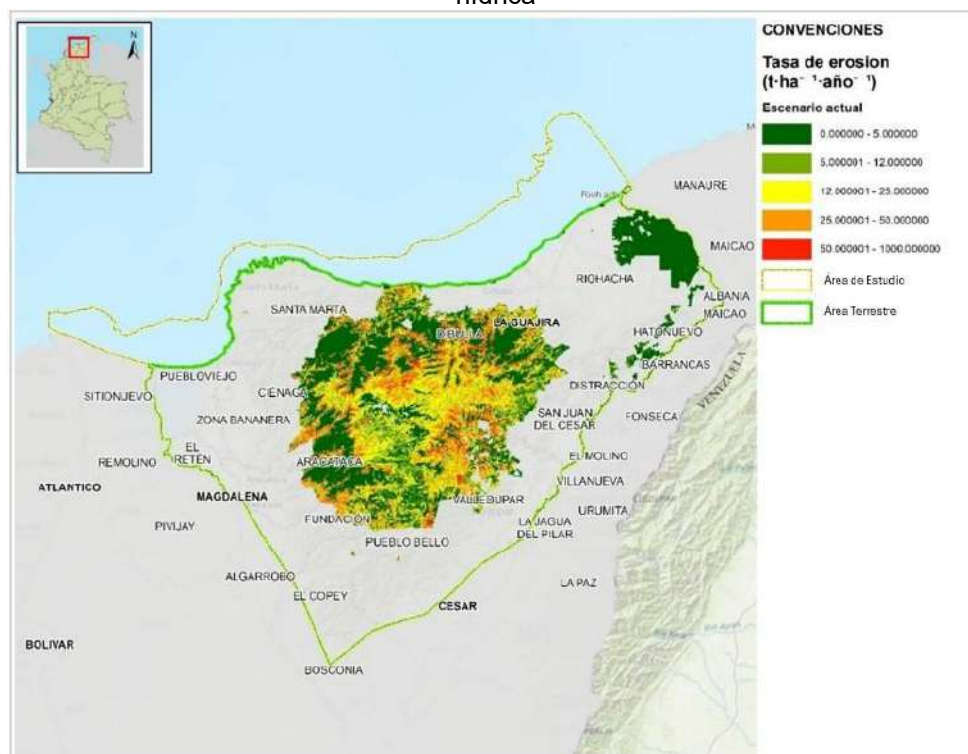
10.3. Aumento de riesgos geomorfológicos

A continuación, se presentan escenarios de riesgo a los pueblos indígenas en el contexto de sus Resguardos, teniendo en cuenta que esos constituyen solamente un aspecto del territorio ancestral. Los riesgos que se presentan dentro de los Resguardos son reflejo y producto de los impactos generados fuera de dichas áreas, así demostrando el carácter interconectado de todo el territorio y la necesidad de proteger el territorio de impactos tales como los generados por la minería.

10.3.1. Riesgo de afectación a comunidades y pueblos indígenas por degradación del suelo

A partir de la modelación de pérdida potencial del suelo en el área de estudio, en conjunto con la ubicación de los diferentes Resguardos Indígenas Formalizados que habitan la Sierra, es posible conocer el riesgo por erosión pluvial al que se encuentra sometido el territorio que habitan dichas comunidades.

Figura 178. Riesgo de afectación a comunidades indígenas de la SNSM por erosión pluvial o hídrica



Fuente: ANLA (2026)

A partir de lo presentado en la Figura 178, fue posible conocer el área y los porcentajes de cada categoría de riesgo para las distintas comunidades y pueblos indígenas en la región:

Tabla 86. Categorías de riesgo de afectación a comunidades indígenas por degradación del suelo

Comunidades y Pueblos Indígenas	Porcentaje (%)				
	Muy baja	Baja	Media	Alta	Muy alta
ARHUACO	15,58	2,88	6,83	21,55	53,17
ETTE ENNAKA (CHIMILA)	26,83	33,58	20,83	18,16	0,61
IJKA	34,02	16,57	25,41	19,51	4,50
KANKUAMO	35,36	15,73	22,13	17,72	9,06
KOGUI MALAYO ARHUACO	36,05	12,42	24,95	21,17	5,40
WAYUU	95,97	3,40	0,47	0,15	0,01
Comunidades y Pueblos Indígenas	Hectareas (Ha)				
	Muy baja	Baja	Media	Alta	Muy alta
ARHUACO	19,99	3,69	8,76	27,66	68,22
ETTE ENNAKA (CHIMILA)	71,46	89,45	55,48	48,36	1,62
IJKA	68.412,83	33.321,24	51.097,38	39.229,38	9.046,50

Comunidades y Pueblos Indígenas	Porcentaje (%)				
	Muy baja	Baja	Media	Alta	Muy alta
KANKUAMO	8.548,60	3.803,46	5.349,22	4.283,47	2.189,26
KOGUI MALAYO ARHUACO	142.407,41	49.062,86	98.557,21	83.636,15	21.336,06
WAYUU	61.439,18	2.174,12	302,50	93,96	6,67

Fuente: ANLA (2026)

Teniendo en cuenta lo anterior, es posible afirmar que, por un lado, el pueblo Arhuaco es el que mayor riesgo de categoría Muy alta presenta con respecto al tamaño de su territorio (más de 53%), mientras que el pueblo Kogui Malayo Arhuaco es el que mayor número de hectáreas se encuentra en esta misma categoría (alrededor de 21000 Ha), entre todas las áreas de los resguardos Indígenas Formalizados en la Sierra. Por su parte, los pueblos donde preponderan la categoría muy baja son el Wayuu, en términos de porcentaje (cerca del 96%), y el Kogui Malayo Arhuaco, en relación con su extensión en hectáreas (más de 140 mil hectáreas).

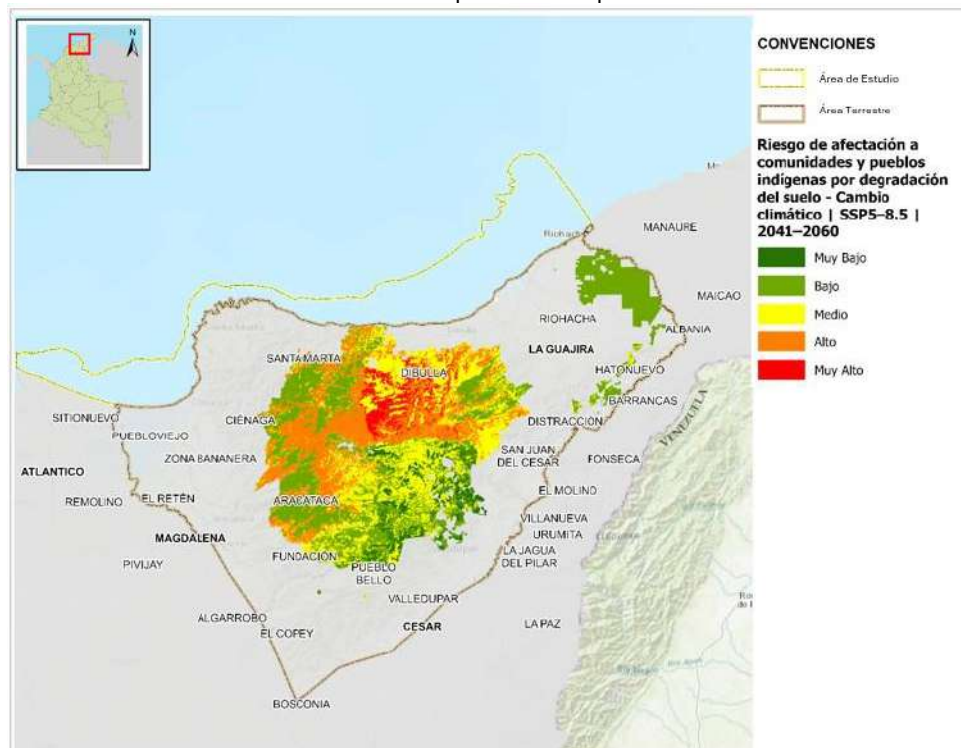
En este sentido, es necesario generar medidas de gestión pertinentes que permitan mantener el equilibrio de los procesos erosivos, en conjunto con las actividades, el bienestar y la cotidianidad de los pueblos y comunidades indígenas que habitan la Sierra Nevada de Santa Marta.

Afectación a comunidades y pueblos indígenas por degradación del suelo - Cambio climático | SSP5–8.5 | 2041–2060

El riesgo de afectación a comunidades y pueblos indígenas por degradación del suelo (erosión pluvial) se estimó para el escenario SSP5–8.5 en el periodo 2041–2060, seleccionado por representar el intervalo más crítico del horizonte evaluado al concentrar los mayores valores proyectados de pérdida de suelo, asociados a condiciones de precipitación más intensas o más eficientes en generar erosión. La estimación del riesgo se construyó a partir de la amenaza de erosión pluvial bajo cambio climático, la cual se reclasificó en cinco categorías (muy baja a muy alta), y se cruzó espacialmente con los territorios de comunidades y pueblos indígenas para calcular, en cada caso, el porcentaje del área ubicado en cada nivel de amenaza. Posteriormente, estos resultados se integraron con la capacidad adaptativa municipal frente al cambio climático (insumo de la Tercera Comunicación Nacional de Cambio Climático), entendida como la capacidad de los sistemas sociales, económicos, ambientales e institucionales para responder y ajustarse ante perturbaciones climáticas; así, la coincidencia entre amenaza alta y capacidad adaptativa baja incrementa el nivel de riesgo para las comunidades localizadas en

dichos municipios. En consecuencia, cuando una comunidad se localiza en municipios con capacidad adaptativa baja o muy baja, la posibilidad de implementar medidas oportunas de adaptación y manejo del territorio se reduce, incrementándose el nivel de riesgo allí donde coexiste una amenaza elevada.

Figura 179. Riesgo de afectación a comunidades y pueblos indígenas por degradación del suelo - Cambio climático | SSP5-8.5 | 2041-2060



Fuente: ANLA (2026)

Tabla 87. Categorías de riesgo de afectación a comunidades indígenas por degradación del suelo

Comunidades Y Pueblos Indígenas	Riesgo en Hectáreas (Ha)				
	Muy Bajo	Bajo	Medio	Alto	Muy Alto
ARHUACO	19,99	14,23	94,10		
ETTE ENNAKA CHIMILA	102,64	77,76	77,18	8,79	
IJKA	16.137,48	93.171,86	62.699,69	30.461,79	
KANKUAMO	9.562,27	8.822,13	5.814,97	0,42	
KOGUI MALAYO ARHUACO	8.359,97	97.226,63	119.628,38	146.043,06	31.990,09
WAYUU	57.516,11	1.935,38	111,40		
Comunidades Y Pueblos Indígenas	Porcentaje de Riesgo (%)				
	Muy Bajo	Bajo	Medio	Alto	Muy Alto
ARHUACO	16%	11%	73%	0%	0%
ETTE ENNAKA CHIMILA	39%	29%	29%	3%	0%
IJKA	8%	46%	31%	15%	0%
KANKUAMO	40%	36%	24%	0.002%	0%
KOGUI MALAYO ARHUACO	2%	24%	30%	36%	8%
WAYUU	97%	3%	0%	0%	0%

Fuente: ANLA (2026)

Los resultados por comunidad muestran contrastes importantes. El pueblo KOGUI MALAYO ARHUACO presenta el comportamiento más crítico, con una proporción significativa de su área en riesgo alto (36%) y muy alto (8%), lo que evidencia exposición territorial relevante en el escenario más severo, y sugiere prioridad para medidas de adaptación y manejo. En contraste, WAYUU se concentra mayoritariamente en riesgo muy bajo (97%), evidenciando menor afectación territorial en este periodo y escenario. Por su parte, IJKA registra una fracción notable en alto (15%), mientras ARHUACO se concentra principalmente en riesgo medio (73%), reflejando una exposición amplia, aunque con menor participación en los extremos. ETTE ENNAKA CHIMILA y KANKUAMO presentan distribuciones dominadas por categorías bajas y medias, con presencia marginal en clases altas.

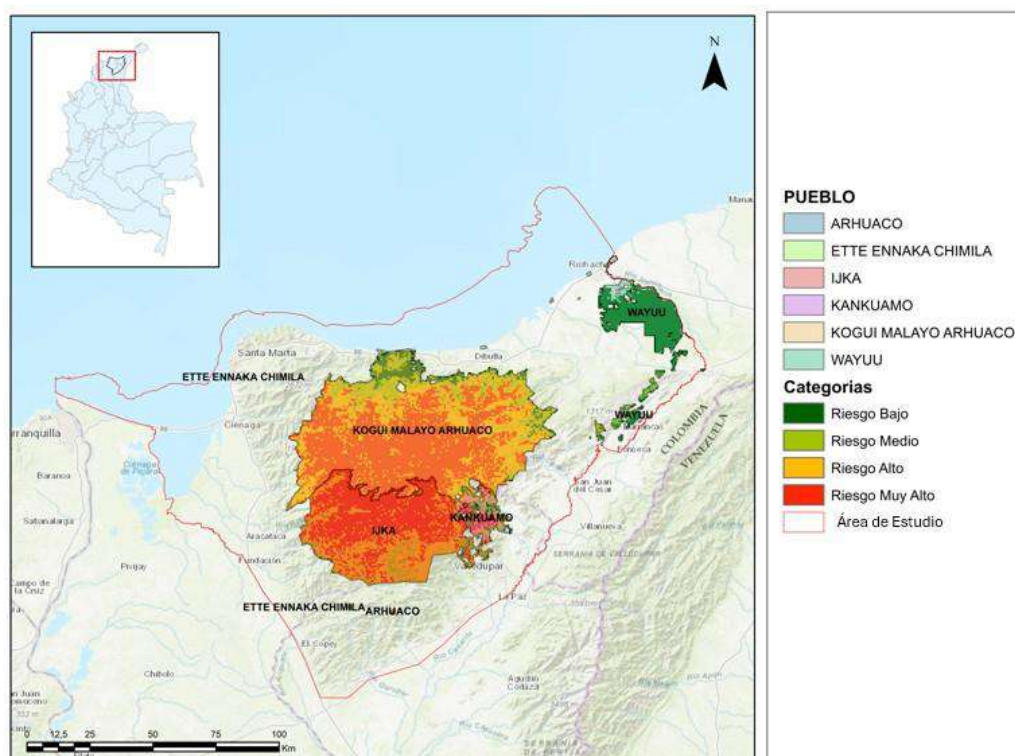
Desde una perspectiva de gestión, el patrón observado advierte que el cambio climático podría incrementar presiones de degradación del suelo en sectores con presencia indígena, y que, allí donde la capacidad adaptativa municipal es limitada, el impacto potencial es mayor porque se reducen las posibilidades de respuesta oportuna. En consecuencia, el riesgo identificado debe considerarse en estrategias de adaptación y ordenamiento, priorizando: medidas de reducción de la amenaza

(manejo de escorrentía, conservación de coberturas, recuperación de suelos, restauración en áreas críticas, estabilización de laderas y control de procesos erosivos), y medidas de fortalecimiento de capacidad adaptativa (gestión institucional, recursos, asistencia técnica y planificación territorial). En particular, la consolidación de zonas de conservación/reserva y restauración ecológica en áreas críticas puede contribuir a disminuir la degradación del suelo al reducir presiones antrópicas, favorecer la recuperación de coberturas y mejorar la regulación hidrológica, aumentando la resiliencia del sistema territorial frente a escenarios SSP5–8.5.

10.3.2. Riesgo de afectación a comunidades y pueblos indígenas por movimiento en masa

A partir de la modelación de amenaza por movimientos de remoción en masa, en conjunto con la ubicación de los diferentes Resguardos Indígenas Formalizados que habitan la Sierra, es posible conocer el riesgo al que se encuentra sometido el territorio que habitan dichas comunidades.

Figura 180. Riesgo de afectación a comunidades indígenas de la SNSM por movimientos de remoción en masa



Fuente: ANLA (2026)

A partir de lo presentado en la Figura 180, fue posible conocer el área y los porcentajes de cada categoría de riesgo para las distintas comunidades y pueblos indígenas en la región:

Tabla 88. Tabla de afectación a comunidades indígenas de la SNSM por movimientos de remoción en masa

Comunidad	Porcentajes				Total (%)
	Bajo	Medio	Alto	Muy Alto	
ARHUACO	0%	0%	60,55%	39,45%	14,52%
ETTE ENNAKA (CHIMILA)	21,04%	28,36%	34,48%	16,12%	0,02%
IJKA	0,58%	13,35%	74,38%	11,72%	14,46%
KANKUAMO	4,24%	29,80%	36,01%	29,95%	3,34%
KOGUI MALAYO ARHUACO	5,13%	12,71%	29,27%	52,89%	59,47%
WAYUU	91,71%	6,93%	1,29%	0,09%	8,18%
Comunidad	Hectáreas				Total (ha)
	Bajo (ha)	Medio (ha)	Alto (ha)	Muy Alto (ha)	
ARHUACO	0	0	59.544,90	38.783,99	98.328,89
ETTE ENNAKA (CHIMILA)	30,58	41,22	50,13	23,47	145,4
IJKA	563,19	13.066,92	72.804,18	11.476,34	97.910,63
KANKUAMO	960,29	6.744,10	8.147,76	6.772,68	22.624,83
KOGUI MALAYO ARHUACO	20.675,48	51.175,45	117.882,66	213.062,04	402.795,63
WAYUU	50.781,68	3.834,77	713,07	52,57	55.382,09

Fuente: ANLA (2026)

Teniendo en cuenta los resultados obtenidos, es posible afirmar que, desde una perspectiva proporcional, el pueblo Kogui Malayo Arhuaco es el que presenta mayor incidencia en la categoría de riesgo Muy Alto, con aproximadamente el 52,9 % de su territorio clasificado en esta condición. En términos absolutos, este mismo resguardo es también el que concentra el mayor número de hectáreas en dicha categoría, con cerca de 213.062 ha, lo que representa la mayor magnitud espacial de riesgo crítico entre los resguardos indígenas formalizados en la Sierra Nevada de Santa Marta.

Por su parte, el pueblo Arhuaco evidencia una condición igualmente relevante, dado que la totalidad de su territorio se distribuye en categorías Alto y Muy Alto, con cerca del 60,5 % en categoría Alto y el 39,4 % en Muy Alto, lo que indica una elevada susceptibilidad territorial frente a procesos morfodinámicos.

En contraste, el pueblo Wayuu es el que presenta mayor predominancia de la categoría Bajo, tanto en términos porcentuales como absolutos, con aproximadamente el 91,7 % de su territorio (más de 50.700 ha) clasificado en esta categoría, lo que refleja condiciones geomorfológicas y climáticas menos favorables para la generación de procesos de remoción en masa dentro del área analizada.

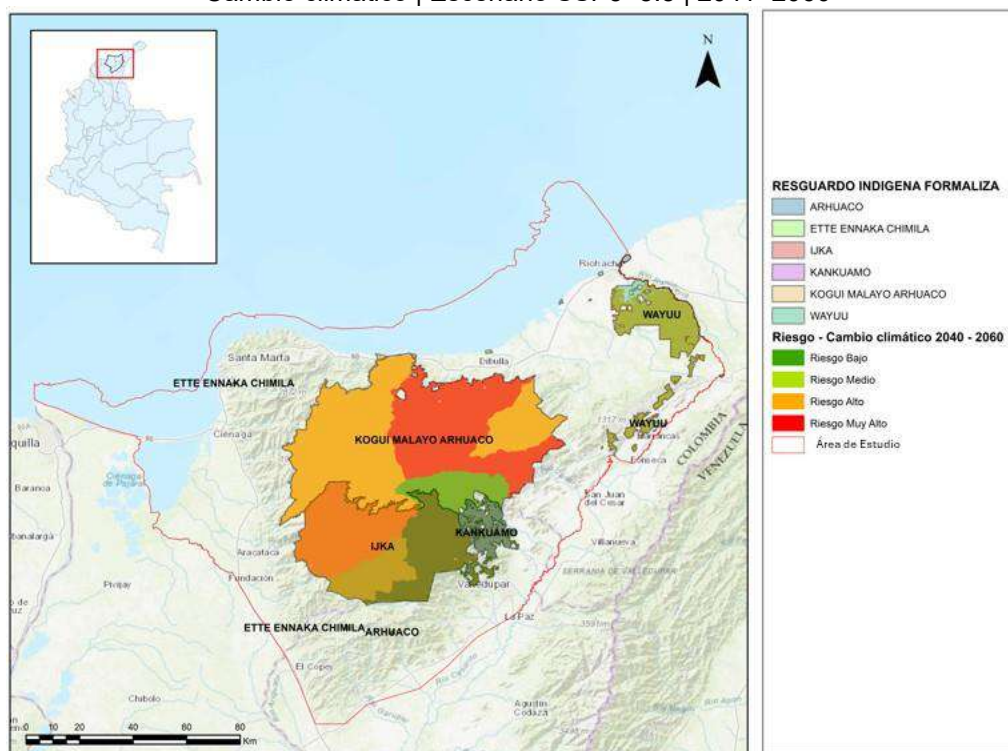
Afectación a comunidades y pueblos indígenas por movimiento en masa. - Cambio climático | SSP5–8.5 | 2041–2060.

El riesgo de afectación a comunidades y pueblos indígenas por movimientos en masa se estimó para el escenario climático SSP5–8.5 en el periodo 2041–2060, seleccionado por representar el intervalo más crítico del horizonte evaluado, al concentrar los mayores incrementos proyectados en los factores detonantes asociados a la inestabilidad de laderas, particularmente el aumento en la intensidad y variabilidad de la precipitación.

La estimación del riesgo se construyó a partir del mapa de amenaza por movimientos en masa bajo condiciones de cambio climático, el cual integró la susceptibilidad intrínseca del terreno con el factor detonante de precipitación proyectado. Posteriormente, la amenaza resultante fue reclasificada en cuatro categorías y cruzada espacialmente con los territorios de las comunidades y pueblos indígenas, con el fin de calcular, en cada caso, el porcentaje del área ubicado en cada nivel de amenaza.

En una etapa posterior, estos resultados se articularon con la capacidad adaptativa municipal frente al cambio climático, entendida como la capacidad institucional, social, económica y ambiental de los municipios para responder y ajustarse ante eventos asociados a la variabilidad y al cambio climático. En este contexto, la coincidencia espacial entre áreas con amenaza alta o muy alta por movimientos en masa y municipios con capacidad adaptativa baja o muy baja incrementa significativamente el nivel de riesgo para las comunidades asentadas en dichos territorios.

Figura 181. Riesgo de afectación a comunidades y pueblos indígenas por movimientos en masa – Cambio climático | Escenario SSP5–8.5 | 2041–2060



Fuente: ANLA (2026)

Figura 182. Categorías de riesgo de afectación a comunidades y pueblos indígenas por movimientos en masa – Cambio climático | Escenario SSP5–8.5 | 2041–2060

Cambio Climático 2040 - 2060					
Porcentajes					
Comunidad	Bajo (%)	Medio (%)	Alto (%)	Muy Alto (%)	Total (%)
ARHUACO	0%	0%	60,55%	39,45%	12,89%
ETTE ENNAKA	21,04%	28,36%	34,48%	16,12%	0,02%
IJKA	1,01%	23,44%	65,30%	10,29%	14,63%
KANKUAMO	4,24%	29,80%	36,01%	29,95%	2,97%
KOGUI MALAYO ARHUACO	8,71%	21,56%	24,84%	44,89%	62,25%
WAYUU	91,71%	6,93%	1,29%	0,09%	7,26%
Hectáreas					
Comunidad	Bajo (1)	Medio (2)	Alto (3)	Muy Alto (4)	Total (ha)
ARHUACO	0	0	59,54	38,78	98,33
ETTE ENNAKA (CHIMILA)	30,58	41,22	50,13	23,47	145,4
IJKA	1.126,39	26.133,84	72.804,18	11.476,34	111.540,75
KANKUAMO	960,29	6.744,10	8.147,77	6.772,68	22.624,84

Cambio Climático 2040 - 2060					
	Porcentajes				
KOGUI MALAYO ARHUACO	41.351,00	102.350,90	117.882,66	213.062,04	474.646,60
WAYUU	50.781,68	3.834,77	713,07	52,57	55.382,09

Fuente: ANLA (2026)

El análisis de la distribución territorial del riesgo por movimientos en masa bajo el escenario climático SSP5–8.5 (2041–2060) evidencia una marcada concentración espacial en el resguardo Kogui Malayo Arhuaco, el cual representa aproximadamente el 62,25 % del área total analizada, consolidándose como el territorio con mayor peso territorial dentro del sistema evaluado. Le siguen los pueblos IJKA (14,63 %) y Arhuaco (12,89 %), mientras que los pueblos Wayuu (7,26 %) y Kankuamo (2,97 %) presentan una participación espacial menor. El pueblo Ette Ennakka (Chimila) mantiene una representación marginal dentro del área modelada.

En términos de estructura interna del riesgo proyectado, el pueblo Kogui Malayo Arhuaco continúa concentrando la mayor superficie en categoría Muy Alto, con una proporción cercana al 45 % de su territorio bajo esta condición, lo que confirma su alta exposición frente a procesos de inestabilidad de ladera bajo escenarios de intensificación de la precipitación. Por su parte, el pueblo Arhuaco mantiene la totalidad de su territorio en categorías Alto y Muy Alto, lo que refleja una persistente condición de elevada susceptibilidad estructural del terreno. El pueblo IJKA conserva una dominancia clara en categoría Alto, superando el 65 % de su territorio, mientras que el pueblo Kankuamo presenta una distribución más equilibrada entre las categorías Media, Alta y Muy Alta. En contraste, el pueblo Wayuu continúa mostrando una marcada predominancia de la categoría Bajo, superando el 90 % de su territorio, coherente con condiciones geomorfológicas menos favorables para la ocurrencia de movimientos en masa.

Al comparar estos resultados con el escenario de riesgo actual, se observa que la jerarquía territorial se mantiene: los pueblos localizados en la alta y media montaña de la Sierra Nevada de Santa Marta (Kogui, Arhuaco e IJKA) siguen concentrando las mayores proporciones y extensiones en categorías críticas, mientras que los territorios de menor relieve relativo conservan predominancia en categorías bajas. Sin embargo, bajo el escenario proyectado se evidencia una tendencia a la consolidación y expansión de las categorías altas y muy altas en los territorios con mayor pendiente y mayor sensibilidad a la variabilidad climática, lo cual incrementa la presión territorial en áreas ya estructuralmente vulnerables.

En síntesis, aunque la distribución espacial relativa entre los pueblos se mantiene, el escenario de cambio climático refuerza la concentración del riesgo en los territorios de montaña, particularmente en el resguardo Kogui Malayo Arhuaco y en el territorio Arhuaco.

11. CONCLUSIONES

11.1. En el marco del Principio de Prevención

Sobre la función de regulación climática regional

- El relieve del macizo ejerce un control físico sobre la circulación del aire donde el contraste entre barlovento y sotavento, junto con el ascenso forzado de masas de aire en niveles bajos y medios, actúa como el motor principal de la formación de nubosidad y la distribución de humedad en la región.
- El ciclo diario de vientos y los gradientes térmicos de alta montaña convierten a la SNSM en un sistema activo de termorregulación que genera una amplia diversidad climática, lo que permite amortiguar los extremos térmicos y dota a los microclimas locales de una alta resiliencia frente a la variabilidad global.
- La SNSM actúa como un eje regulador y estratégico de la dinámica atmosférica en el norte de Colombia donde su estructura funciona como una barrera natural que intercepta los vientos alisios y organiza el ingreso de humedad; por ello, su preservación es fundamental para asegurar que el transporte de humedad y la regulación térmica continúen funcionando como un soporte de estabilidad climática regional.

Sobre la regulación, estabilidad regional y la seguridad hídrica

- Los análisis hidrológicos confirman una estructura regional fuertemente asimétrica de la oferta hídrica, con concentración volumétrica en subzonas integradoras como Ciénaga Grande de Santa Marta (5.279 Mm³/año en año medio), Medio Cesar (1.889 Mm³/año) y Ariguaní (901 Mm³/año), frente a subzonas de vertiente directa al Caribe con menor volumen absoluto pero mayor variabilidad intra anual. En estas últimas, la relación entre máximos lluviosos y mínimos de estiaje es significativamente más amplia, con reducciones de oferta superiores al 80% entre año medio y año seco (por ejemplo, Río Piedras–Río Manzanares pasa de 417 Mm³/año en un año medio a 103 Mm³/año en un año

seco; Río Tapias desciende de 559 a 91 Mm³/año. **Esta amplitud confirma que la regulación natural depende críticamente de la integridad de ecosistemas de generación hídrica y que cualquier pérdida de cobertura en cabeceras se traduce en mayor torrencialidad y reducción de caudal base.**

- El sistema hídrico superficial de la SNSM cumple simultáneamente funciones de abastecimiento humano, soporte productivo y regulación ecológica para sistemas fluviales, sistemas lénticos continentales, complejos estuarino-lagunares y sistemas marino-costeros. **La alteración en zonas de generación hídrica no solo compromete la magnitud del caudal, sino la estabilidad del régimen hidrológico**, la capacidad de amortiguación frente a extremos climáticos (crecientes y sequías) y la resiliencia de los sistemas receptores.
- La presión por la demanda hídrica presenta un comportamiento espacialmente concentrado y sectorialmente diferenciado. En términos absolutos, el sector agrícola domina la demanda en subzonas como Ciénaga Grande de Santa Marta (5,4 millones m³/día en escenario actual), mientras que en Río Ranchería (2,0 millones m³/día) y Río Tapias (3,1 millones m³/día) las mayores presiones resultan de la superposición de demandas agrícolas y mineras de alta magnitud. En subzonas como Medio Cesar y Río Piedras–Río Manzanares, la demanda total oscila entre 0,7 y 1,0 millones m³/día, **con incrementos prospectivos significativos asociados a expansión minera y crecimiento poblacional.**
- El análisis comparativo entre escenarios actual y prospectivo muestra incrementos relevantes en la demanda en las subzonas de Ciénaga Grande de Santa Marta (+637.000 m³/día), Medio Cesar (+275.000 m³/día), Río Piedras–Río Manzanares (+375.000 m³/día) y Río Camarones (incremento superior a 6 veces su demanda actual). Estos incrementos no operan de manera aislada, sino que interactúan aditivamente sobre sistemas cuya oferta en año seco es limitada. En el Río Ranchería, la demanda anual potencial (821 Mm³/año) supera ampliamente la oferta en año seco (119 Mm³/año), **configurando un déficit estructural en escenarios críticos.** De manera similar, en el Río Tapias la demanda anual potencial (1.158 Mm³/año) contrasta con una oferta en año seco de apenas 91 Mm³/año, evidenciando una brecha significativa entre disponibilidad y presión por la demanda.

- Esta relación oferta–demanda confirma que el riesgo no deriva únicamente del incremento sectorial individual, sino de la concurrencia acumulativa de demandas agrícolas, mineras y domésticas sobre subzonas con marcada estacionalidad. La convergencia entre reducción estacional de oferta, incremento sostenido de consumo bruto y concentración espacial de usos configura un escenario de tensión estructural que reduce el margen de seguridad hidrológica y amplifica la probabilidad de déficits en periodos secos, lo que fundamenta técnicamente la necesidad de mecanismos permanentes de protección y ordenamiento orientados a asegurar la disponibilidad del recurso a mediano y largo plazo.
- La convergencia entre alta variabilidad de la oferta, incrementos sectoriales acumulativos de demanda y proyecciones climáticas que anticipan mayor aridez en sectores del norte del Caribe configura un escenario de riesgo estructural de desabastecimiento en subzonas específicas. Este riesgo no responde a una amenaza aislada, sino a la interacción entre reducción estacional de la oferta, incremento sostenido de la demanda y disminución de la capacidad de regulación natural del territorio.
- En ausencia de una figura de protección definitiva que garantice la conservación de las áreas de generación y regulación hídrica, estas subzonas incrementan su vulnerabilidad frente a procesos de degradación progresiva, **elevando el riesgo de afectación directa a centros poblados, sistemas productivos y ecosistemas dependientes del recurso hídrico superficial.**
- La evidencia técnica demuestra que la sostenibilidad hídrica subterránea regional depende casi exclusivamente de los acuíferos sedimentarios periféricos a la SNSM (cuaternarios y neógenos), los cuales concentran la recarga, almacenamiento y explotación del recurso. El inventario de 1.788 puntos de agua subterránea y las 98 captaciones concesionadas que superan los 1.000 l/s confirman una presión significativa y verificable sobre estos sistemas, especialmente en zonas de piedemonte y planicies.
- En el caso de Santa Marta, la demanda doméstica anual se aproxima a la recarga potencial estimada, evidenciando una condición de vulnerabilidad estructural que puede comprometer la estabilidad del abastecimiento si no se adoptan medidas de gestión estrictas. Esta condición genera una dependencia

territorial concentrada en zonas limitadas, lo que incrementa el riesgo de sobreexplotación localizada y deterioro acumulativo del recurso.

- El análisis de sensibilidad ambiental confirma que el sistema hidrogeológico de la Sierra Nevada de Santa Marta enfrenta dos riesgos críticos: la reducción de la oferta de agua subterránea y el deterioro de su calidad.

Los acuíferos libres del piedemonte y las planicies aluviales presentan alta vulnerabilidad por su dependencia de la recarga por precipitación, la creciente demanda y la superposición de actividades minero-energéticas sobre zonas de recarga, lo que genera un riesgo real de descenso de niveles freáticos, alteración de flujos y pérdida de capacidad de almacenamiento, especialmente bajo escenarios de variabilidad y cambio climático.

Asimismo, la coincidencia entre áreas de recarga y fuentes potencialmente contaminantes incrementa el riesgo de afectaciones fisicoquímicas que podrían comprometer de manera significativa la seguridad hídrica.

Sobre la calidad del agua

- La calidad del agua en el área de estudio presenta un gradiente altitudinal definido: en cabeceras y tramos de alta montaña predominan condiciones fisicoquímicas y microbiológicas compatibles con ecosistemas conservados ($OD > 7$ mg/L, $DBO_5 < 2$ mg/L, baja conductividad y baja carga bacteriológica), **lo que confirma la función reguladora y depuradora de los ecosistemas de alta montaña.**
- Hacia tramos medios y bajos se evidencia deterioro progresivo asociado a vertimientos domésticos, cargas agrícolas (vertimientos difusos) y actividades extractivas. Se registran incrementos de DBO_5 (> 5 mg/L en sectores intervenidos), concentraciones elevadas de coliformes y *E. coli*, aumento de SST, turbidez y nutrientes, especialmente en cuencas que drenan hacia sistemas receptores estratégicos como la Ciénaga Grande de Santa Marta.

Las actividades extractivas asociadas a explotación de carbón, minerales metálicos como hierro, cobre y oro, y materiales pétreos presentan mecanismos de presión diferenciados sobre la calidad del agua. La minería metálica puede movilizar metales y metaloides tales como hierro, manganeso, cobre y aluminio

a través del drenaje de aguas de contacto y la lixiviación de materiales expuestos; la explotación de carbón puede generar drenajes con condiciones ácidas que favorecen la solubilización de metales; y la explotación de materiales pétreos incrementa de manera significativa los sólidos suspendidos totales y la turbidez por remoción de coberturas y alteración de cauces. Estos procesos inciden directamente sobre parámetros como pH, conductividad eléctrica, turbidez, SST y concentración de metales, afectando la biota acuática y la aptitud del recurso para usos aguas abajo.

La presencia de vertimientos y la proyección de nuevas actividades mineras incrementan el riesgo de aportes adicionales de sólidos, metales y variaciones en pH y conductividad.

- Por otro lado, la demanda doméstica en subzonas como Ciénaga Grande de Santa Marta, Río Piedras – Río Manzanares, Río Ranchería y Medio Cesar representa volúmenes significativos que, bajo factores de retorno típicos del 85 %, implican una generación proporcional de aguas residuales que deben ser asimiladas por los cuerpos receptores. Aunque parte de estas descargas pueden estar sujetas a tratamiento, la capacidad de depuración y dilución no siempre es suficiente para evitar deterioro.
- La marcada reducción de caudales en año seco disminuye la capacidad de dilución y amplifica la concentración de contaminantes, generando un riesgo no lineal en subzonas con alta estacionalidad y elevada demanda. Esta convergencia entre presiones puntuales, cargas difusas y variabilidad hidrológica configura un escenario de vulnerabilidad estructural para la calidad del recurso a escala regional.
- La alteración de la calidad del recurso hídrico superficial en el área de estudio no se limita al número de vertimientos autorizados, ya que responde a la interacción entre presión sectorial acumulativa, reducción estacional de la oferta hídrica, alta conectividad hidrológica y concentración espacial de actividades productivas. **Bajo escenarios prospectivos de incremento de demanda y expansión extractiva, este riesgo adquiere carácter estructural, pudiendo traducirse en pérdida progresiva de aptitud del recurso, aumento de costos de potabilización, deterioro ecológico y mayor conflictividad por uso del agua**

- En consecuencia, la estabilidad fisicoquímica y ecológica del sistema depende directamente de la conservación de áreas de regulación en cabeceras y zonas medias, y del control efectivo de vertimientos, **así como de la reducción de las expansiones sectoriales, siendo estos factores determinantes para la seguridad hídrica regional y preservar la funcionalidad del sistema hídrico regional a mediano y largo plazo.**

Sobre la biodiversidad

- La flora del área de estudio evidencia una riqueza excepcional explicada por el gradiente altitudinal continuo desde el nivel del mar hasta zonas de nieves perpetuas, que configura un mosaico de ecosistemas y condiciones climáticas que favorecen la diversificación florística. **Esta estructura ecológica sostiene una alta heterogeneidad ambiental, clave para la estabilidad y funcionalidad de los sistemas terrestres de la Sierra Nevada de Santa Marta.**

Los registros consolidados en el SIB Colombia (2026) reportan **4.375 especies**, distribuidas en **367 familias** y **1.642 géneros**, confirmando que el área de estudio funciona como un reservorio estratégico de flora a escala regional, con alta representatividad de familias típicas de gradientes neotropicales y montanos (p. ej., Fabaceae, Asteraceae, Rubiaceae, Orchidaceae, Poaceae).

- Se identifican 80 especies de flora amenazada conforme a la Resolución 0126 de 2024, incluyendo especies en categorías CR (9), EN (40) y VU (31), lo cual constituye un indicador robusto de vulnerabilidad biológica y soporta la necesidad de protección, dada la presión sobre ecosistemas sensibles (bosque seco tropical, bosques nublados, páramos y humedales). La amenaza no se distribuye aleatoriamente: se concentra en familias con alta sensibilidad a pérdida de hábitat, extracción selectiva o comercio, tales como **Orchidaceae, Bromeliaceae, Arecaceae y Podocarpaceae**. Esto implica un riesgo elevado de degradación funcional del ecosistema, por el papel de estos grupos en estructura, provisión de hábitat y soporte de servicios ecosistémicos.
- La SNSM presenta un endemismo florístico significativo asociado a su aislamiento biogeográfico y a su gradiente altitudinal. Se registran al menos 162–164 especies endémicas por encima de los 1.700 msnm (Fortier et al., 2025), principalmente en bosques nublados y páramos, ecosistemas altamente

sensibles y de distribución restringida. Aunque la mayor riqueza total se ubica en tierras bajas, los máximos de endemismo se concentran entre los 2.000 y 2.500 msnm, donde la presencia de epífitas como Orchidaceae y Bromeliaceae evidencia una alta especialización ecológica. **Esta concentración altitudinal de especies únicas refuerza la necesidad de priorizar la franja subandina–andina como núcleo crítico de conservación.**

- La Sierra Nevada de Santa Marta alberga 1.546 especies de aves (1.048.575 registros), 138 especies de reptiles (9.517 registros), más de 160 especies de crustáceos decápodos, 97.718 registros de insectos, 9.119 registros de mamíferos y un núcleo crítico de anfibios endémicos,

Se registran 44 especies de fauna en categorías globales de amenaza (UICN) y 48 especies amenazadas a nivel nacional (Resolución 0126 de 2024), incluyendo anfibios críticamente amenazados como *Atelopus arsyecue* (CR), primates como *Saguinus oedipus* (CR) y *Ateles hybridus* (CR), reptiles como *Eretmochelys imbricata* (CR) y aves como *Crax alberti* (CR).

Se reporta un universo de registros de ictiofauna (GBIF: 331.106 registros) y una riqueza destacada (se mencionan 191 especies). Además, se registran 13 especies endémicas restringidas a ríos de la SNSM (p. ej., *Hemibrycon sierraensis*, *Cordylancistrus tayrona* y varios *Trichomycterus* con distribución muy acotada).

Lo anterior confirma la **condición de la SNSM como hotspot de biodiversidad en el Caribe colombiano.**

- El macizo concentra 31 especies endémicas de vertebrados con distribución restringida, cerca del 20 % de las aves endémicas de Colombia y el mayor número de reptiles y anfibios endémicos del Caribe continental, **lo que configura una responsabilidad nacional e internacional de conservación.**
- Los arrecifes coralinos, pastos marinos y manglares enfrentan amenazas directas por aumento de temperatura, descargas de sólidos suspendidos, eutrofización y daños mecánicos asociados a actividades antrópicas.

La degradación de estos ecosistemas implica pérdida de biodiversidad marina, reducción de hábitats críticos y debilitamiento de servicios ecosistémicos estratégicos como protección costera y captura de carbono azul.

Sobre la pérdida de conectividad ecológica

- La presencia de especies con migración obligada entre sistemas dulceacuícolas y marinos—catádromas (p. ej., *Anguilla rostrata*) y anfídromas (p. ej., *Eleotris pisonis*, *Sicydium antillarum*), confirma que la conectividad río–desembocadura–mar es un componente funcionalmente crítico de la integridad ecológica en la SNSM. En consecuencia, cualquier intervención que fragmente corredores acuáticos (p. ej., captaciones, diques, encauzamientos, obras viales) o que degrade estuarios (p. ej., alteración de salinidad, caudal ecológico, calidad del agua y conectividad lateral) puede interrumpir el ciclo de vida completo de estas especies, reducir el reclutamiento, afectar la conectividad trófica y comprometer procesos ecológicos asociados.
- Bajo el Principio de Prevención, es imperativo mitigar y evitar impactos en las zonas basales y de transición (0–2000 m s.n.m.), porque la interrupción de estos enlaces funcionales compromete la viabilidad del corredor regional del Jaguar y, en general, la integridad de la biodiversidad de la SNSM. El colapso de conectores en tierras bajas no solo afecta la persistencia demográfica y el flujo genético del jaguar como especie sombrilla, sino que desencadena un efecto en cascada sobre múltiples grupos: en la avifauna, al romper desplazamientos locales y movimientos altitudinales asociados a la continuidad del dosel y a la disponibilidad estacional de recursos; en mamíferos medianos y pequeños, al confinar poblaciones en fragmentos aislados con mayor riesgo de endogamia, menor rescate demográfico y limitación de acceso a recursos; y en la herpetofauna (anfibios y reptiles), al convertir la matriz transformada en barreras efectivas debido a su baja capacidad de desplazamiento y alta sensibilidad a cambios microclimáticos, restringiendo el intercambio entre subpoblaciones y su capacidad de respuesta ante el cambio climático.

En un macizo relativamente aislado como la SNSM, la pérdida de permeabilidad en estas franjas altitudinales no es un riesgo hipotético: implica una amenaza directa a la arquitectura biótica regional y puede hacer que la recuperación de conectividad a gran escala sea lenta, incierta o incluso inviable; por ello, la

prevención debe priorizar la protección y restauración de las tierras bajas y zonas de transición como condición habilitante para mantener la integridad ecológica y evolutiva del sistema completo.

- La fragmentación del paisaje y la pérdida de conectividad ecológica en la SNSM, evaluadas mediante el modelo de conectividad funcional del jaguar (*Panthera onca*) bajo teoría de circuitos, evidencian un deterioro progresivo de la conectividad asociado a presiones antrópicas acumulativas. Este deterioro se manifiesta como un incremento de la resistencia del paisaje al movimiento, resultante de la interacción entre coberturas transformadas, configuración del relieve y, de manera determinante, la presión humana y la infraestructura; en conjunto, estos factores reducen la permeabilidad territorial y reconfiguran la red de conectividad.

En el escenario actual, el sistema aún conserva cierta capacidad de compensación espacial, reflejada en la presencia de 65 rutas de menor costo entre áreas núcleo, las cuales contribuyen a amortiguar discontinuidades locales. No obstante, al incorporar el escenario prospectivo asociado a títulos y solicitudes mineras, se proyecta un aumento crítico de la resistencia y una mayor dependencia de conectores estratégicos, evidenciada en 70 rutas de menor costo que tienden a concentrarse en tramos prioritarios bajo condiciones más fragmentadas. Esta reorganización, inducida por la pérdida de hábitat y el incremento de resistencia, reduce la robustez del sistema (al hacer el tránsito más obligado) y eleva el riesgo de ruptura funcional frente a nuevas expansiones de infraestructura o transformaciones adicionales del uso del suelo.

Sobre las actividades extractivas mineras

- En la SNSM, tanto las actividades extractivas actualmente en curso como las prospectivas de desarrollo minero configuran un entramado de impactos que inciden de manera directa sobre los recursos hídricos superficiales y subterráneos, al comprometer su disponibilidad y calidad; sobre los ecosistemas terrestres, al propiciar la fragmentación de hábitats y la disminución de su resiliencia ecológica; y sobre el suelo, al acelerar procesos de degradación y pérdida de funcionalidad. Estas alteraciones, lejos de presentarse de forma aislada, interactúan entre sí y desencadenan efectos en cascada que se extienden al medio socioeconómico, generando riesgos asociados a cambios en

los usos del suelo, tensiones territoriales y la agudización de conflictos socioambientales.

Sobre los impactos Acumulativos

- A partir de la información disponible y del análisis desarrollado, se constata la existencia de impactos ambientales acumulativos ciertos y verificables en la SNSM, derivados de la concurrencia de actividades económicas y dinámicas de crecimiento poblacional. En particular, se evidencia la presencia dentro del área delimitada por el área de estudio, presiones asociadas a minería, infraestructura minero-portuaria, deforestación, expansión agropecuaria y turismo no regulado, las cuales generan fragmentación de hábitats, alteración de cauces, pérdida de cobertura vegetal y degradación del suelo.
- El ejercicio de Modelación de Sistemas Complejos (MSC) demuestra la existencia de un núcleo consolidado de impactos dominantes, encabezado por la alteración de la estructura ecológica del paisaje (I-33), la degradación del recurso hídrico superficial y subterráneo (I-15 e I-13), la alteración de ecosistemas, flora y suelos (I-30, I-31 e I-18), así como la generación de conflictos socioambientales y la afectación de actividades económicas (I-23 e I-26), los cuales presentan alta densidad de relaciones causales y operan como amplificadores de las presiones existentes.
- Adicionalmente, el crecimiento demográfico proyectado en los municipios, del área de análisis genera incrementos en la demanda hídrica, como se evidencia en los aumentos de caudales medios proyectados para Santa Marta y Valledupar entre 2018 y 2042, situación que intensifica el aprovechamiento del recurso hídrico y eleva el riesgo de deterioro de su calidad, configurando un escenario que **exige la adopción de medidas preventivas inmediatas** orientadas a evitar la profundización de impactos ya identificados.

Sobre las funciones bioculturales del territorio ancestral de los cuatro pueblos.

- El territorio ancestral se sostiene en la interconectividad ambiental, ancestral y espiritual, como un solo cuerpo vivo, para los pueblos indígenas de la SNSM, relacionado al sistema de espacios sagrados, gobierno propio y

autoridad ancestral ambiental. Cada una de las clases de impactos y afectaciones analizados arriba también impacta y afecta tejido espiritual ancestral, sustentando aún más la necesidad aplicación de medidas de prevención ante los riesgos actuales y futuros identificados.

11.2. En el marco del Principio de Precaución

Sobre los impactos Acumulativos

- El análisis prospectivo evidencia la existencia de escenarios futuros razonablemente previsibles que podrían agravar de forma significativa los impactos acumulativos actualmente observados, particularmente por la presencia de 121 títulos mineros vigentes, 7 bloques prospectivos de hidrocarburos, y la proyección de nuevas actividades extractivas y de infraestructura, cuyos efectos integrados aún no se manifiestan plenamente, pero podrían generar afectaciones de carácter grave, irreversible o de difícil reversión sobre la Sierra Nevada de Santa Marta.
- La alta interdependencia sistémica identificada en la Modelación de Sistemas Complejos, especialmente sobre los componentes hidrológico, hidrogeológico, suelo, medio biótico y geotécnico, incrementa la incertidumbre respecto a los umbrales de resiliencia del territorio y la capacidad de los ecosistemas para absorber nuevas presiones sin perder su funcionalidad ecológica, cultural y social.
- Adicionalmente, la centralidad de los componentes cultural y político-organizativo en los diagramas de causalidad evidencia que las transformaciones ambientales futuras podrían derivar en afectaciones profundas a los valores culturales, la gobernanza territorial y la cohesión social, particularmente en un territorio de alta significancia ancestral y espiritual, aun cuando no sea posible determinar con precisión la magnitud exacta de dichos efectos.

Sobre el riesgo de alteración de la regulación climática

- La fragmentación o degradación de los ecosistemas altoandinos y de páramo podría alterar procesos de evapotranspiración, generación de nubosidad orográfica y reciclaje de humedad, cuyos efectos acumulativos pueden

amplificarse en escenarios de cambio climático. Dado que el macizo funciona como barrera orográfica estratégica frente a los vientos alisios, su degradación podría modificar patrones regionales de precipitación, intensificar contrastes térmicos y aumentar la frecuencia de eventos extremos en la región Caribe.

- Los sistemas orográficos tropicales presentan dinámicas atmosféricas complejas y no lineales, donde pequeñas alteraciones en cobertura o relieve funcional pueden generar efectos desproporcionados en escalas regionales. La pérdida de cobertura vegetal debilitaría los mecanismos de ventilación natural (circulación montaña–valle), incrementando la susceptibilidad a olas de calor, sequías locales y deterioro de la calidad del aire.

Sobre el riesgo de umbrales críticos del sistema hídrico

- La combinación de presión sobre coberturas naturales, incremento de demanda y variabilidad climática puede conducir a umbrales críticos de funcionamiento hidrológico, donde la pérdida de regulación natural se traduzca en inestabilidad permanente de caudales, deterioro progresivo de calidad y afectación de ecosistemas dependientes del régimen hídrico.
- Dado que la alteración de cabeceras y ecosistemas reguladores puede generar efectos acumulativos y potencialmente irreversibles sobre la oferta y calidad del agua, resulta procedente aplicar el principio de precaución para evitar escenarios de degradación estructural del sistema.
- La transferencia de contaminantes hacia zonas bajas y sistemas de transición, como la Ciénaga Grande de Santa Marta, incrementa el riesgo de alteraciones ecológicas amplificadas, dada la sensibilidad de estos ecosistemas a cambios en cargas de sedimentos y metales. Los impactos en estos sistemas pueden tener efectos acumulativos sobre biodiversidad, pesca, servicios ecosistémicos y seguridad alimentaria regional.
- El sistema hidrogeológico presenta una estructura dual: un núcleo cristalino de baja aptitud acuífera y una periferia sedimentaria que concentra la recarga y almacenamiento. Esta configuración implica que cualquier alteración

significativa en los sistemas periféricos puede generar efectos regionales amplificados.

La intervención intensiva en zonas de recarga, especialmente en piedemontes y valles aluviales, puede afectar procesos hidrogeológicos no lineales cuya magnitud total no es plenamente predecible.

- Los escenarios institucionales y la referencia del IPCC proyectan incrementos de temperatura y potenciales alteraciones en precipitación que pueden intensificar extremos (sequías y lluvias intensas de corta duración). En un macizo costero abrupto, estos cambios pueden producir respuestas no lineales por ascenso orográfico, concentración espacial de lluvias y variaciones súbitas de aportes.

En laderas y corredores orográficos, la posibilidad de lluvias intensas concentradas incrementa riesgos hidrológicos asociados (crecientes súbitas, erosión, movimientos en masa), aun cuando la magnitud exacta de la intensificación no pueda determinarse con certeza absoluta a escala local

- La alta montaña sostiene condiciones de humedad efectiva y baja demanda evaporativa que soportan la regulación hídrica; por tanto, cualquier disminución de esta capacidad (por cambios climáticos o transformaciones territoriales) puede traducirse en impactos regionales desproporcionados sobre abastecimiento, estabilidad ecosistémica y seguridad hídrica.
- La SNSM es un sistema montañoso aislado, cuyas características geológicas e hidrogeológicas difieren significativamente de las áreas circundantes como consecuencia de una configuración tectónica dominada por bloques y fallas, que da lugar a un macizo cristalino compuesto por rocas ígneas y metamórficas de bajo interés hidrogeológico, donde la circulación hídrica se restringe a sistemas de fracturamiento y porosidad secundaria. Esta condición contrasta con las unidades terciarias y los depósitos cuaternarios que circundan el macizo, caracterizados por litologías sedimentarias no consolidadas a semiconsolidadas con mayor porosidad y permeabilidad, en las cuales se desarrollan los principales acuíferos regionales.

El patrón espacial de la distribución de puntos de agua subterránea confirma esta diferenciación hidrogeológica: mientras la sierra presenta baja densidad

de captaciones, el piedemonte y las planicies aluviales concentran el aprovechamiento.

Si bien se presenta esta diferenciación, es importante considerar que la dinámica hidrológica de la SNSM configura un sistema integrado superficie - subsuelo, en el cual la escorrentía generada en las partes altas del macizo se infiltra en las unidades permeables periféricas, conformando zonas estratégicas de recarga que permiten el almacenamiento subterráneo y la regulación natural de fuentes superficiales. Esta conexión es un aspecto esencial en la definición del servicio ecosistémico de regulación hídrica, dado que la dinámica del agua subterránea aporta en la amortiguación de las variaciones estacionales y ayuda a mantener el caudal base de los sistemas fluviales; adicionalmente soporta en parte el servicio de aprovisionamiento regional, dado que se evidenció el uso directo del recurso hídrico subterráneo por parte de la población y los sectores productivos, existiendo una importante dependencia territorial del recurso.

Sobre el riesgo de pérdida biodiversidad y endemismo

- En un macizo aislado como la Sierra Nevada, el desplazamiento altitudinal de especies frente al calentamiento global puede conducir a fenómenos de “extinción de cumbre”, particularmente en ecosistemas de alta montaña sin espacio adicional de migración.

Como es el caso, en reptiles y aves, múltiples especies presentan distribución limitada a pisos altitudinales específicos, lo que incrementa su vulnerabilidad frente a incrementos térmicos proyectados y desplazamientos forzados de nicho.

En los anfibios montanos presentan altos niveles de endemismo y rangos extremadamente restringidos, con dependencia estricta de microclimas húmedos. La combinación de deforestación y cambio climático configura un escenario de riesgo de extinción irreversible.

- Especies como *Panthera onca*, *Tremarctos ornatus* y *Tapirus terrestris* cumplen funciones de regulación ecológica a gran escala. Su declive poblacional puede generar efectos indirectos desproporcionados en estructura y dinámica de comunidades biológicas. La pérdida de estas especies paraguas reduciría la integridad ecológica del sistema completo.

- El incremento sostenido de temperatura del agua, la mayor frecuencia de eventos de estrés térmico y la combinación con presiones locales elevan el riesgo de blanqueamiento coralino masivo y pérdida irreversible de cobertura arrecifal. En caso de Manglares y pastos marinos, aunque estratégicos como sumideros de carbono, pueden perder funcionalidad si la presión climática se superpone con transformación territorial y deterioro de calidad del agua.

Sobre la afectación a la conectividad ecológica y ruptura del gradiente altitudinal

- La fragmentación del paisaje y la interrupción de corredores altitudinales constituyen una amenaza directa para la conectividad ecológica y la integridad funcional de la Sierra Nevada de Santa Marta, al romper la continuidad del gradiente altitudinal que estructura los flujos biológicos entre pisos térmicos. Esta ruptura restringe el desplazamiento de especies entre áreas núcleo y zonas de transición, incrementa el aislamiento de poblaciones y reduce la capacidad de recolonización, lo que debilita procesos ecológicos clave como la dispersión de semillas, la polinización, el flujo génico y la transferencia de materia y energía (incluido el flujo de nutrientes) a lo largo del macizo.
- La fragmentación del gradiente altitudinal compromete la integridad estructural y funcional del macizo, interrumpiendo la continuidad biótica esencial del sistema. Esta ruptura incrementa el aislamiento de las metapoblaciones y eleva el riesgo de extinción local, especialmente para especies especialistas con nichos ecológicos restringidos y baja capacidad de dispersión vertical.
- La conectividad ecológica y el mantenimiento de corredores funcionales entre áreas núcleo (como el enlace entre la Sierra Nevada de Santa Marta y la Serranía del Perijá identificado en el modelo del jaguar) son pilares de la resiliencia regional ante la presión antrópica y el cambio climático. Esta red opera como un puente bioclimático que permite a las especies migrar hacia refugios en gradientes altitudinales, reduciendo su exposición al estrés térmico y asegurando su supervivencia a largo plazo.

Sin embargo, la transformación del suelo y la infraestructura amenazan con interrumpir estas rutas, lo que intensificaría el aislamiento biológico. Por ello,

fortalecer los corredores de alta densidad de corriente y las redes de parches de enlace (stepping stones) es una estrategia crítica de adaptación y mitigación del riesgo de extinción (Heller & Zavaleta, 2009; Nuñez et al., 2013).

Macizos como la Sierra Nevada solo funcionarán como focos de estabilidad climática si el paisaje circundante mantiene la permeabilidad necesaria para acceder a ellos. Por lo tanto, la gestión no debe limitarse a proteger los núcleos de forma aislada; es clave priorizar la integridad de los conectores estratégicos que sostienen el flujo biótico regional. Solo así se garantizará que las especies puedan desplazarse hacia zonas de menor vulnerabilidad, asegurando la viabilidad de las metapoblaciones frente a un clima cambiante.

Sobre Cambio climático como factor estructural de amenaza y riesgo

- Escenario de mayor estrés climático en el nororiente: En la Sierra, la amenaza climática se concentra hacia el nororiente (La Guajira–Riohacha–Maicao–Albania–Hatónuevo–Manaure), donde coinciden incrementos térmicos de 4–5 °C y >5 °C con reducciones de precipitación de 30–40%; en el litoral Santa Marta–Ciénaga predominan reducciones de 20–30%. Esto configura focos territoriales de alta presión climática que justifican medidas de protección estrictas.
- Impacto estructural en alta montaña y regulación hídrica: Bajo SSP5–8.5, con +4 a +5 °C y –10% a –30% de precipitación, el primer cambio estructural se da en las cumbres: aceleración de la desglaciación, menor recarga nival y mayor dependencia de la precipitación directa, lo que amplifica la variabilidad de caudales (menos amortiguación en estiaje y mayor sensibilidad a extremos). Esto afecta directamente la regulación hídrica que sostiene ecosistemas y poblaciones aguas abajo.
- Riesgo alto para biodiversidad por pérdida de microclimas y “trampa de montaña”: El aumento térmico y los cambios en precipitación reducen microambientes fríos y húmedos (bosques nublados y páramos), afectando procesos fisiológicos y reproducción de especies sensibles (especialmente anfibios) y elevando su vulnerabilidad. Además, el desplazamiento altitudinal como respuesta se ve limitado por el aislamiento y la fragmentación, aumentando el riesgo de extinción local de especies de cumbre.

- Proteger es una medida de adaptación (precaución) porque aumenta capacidad adaptativa y reduce presiones: Los índices SIIVRA incorporan que la vulnerabilidad aumenta cuando la sensibilidad es alta y la capacidad adaptativa es baja; y reconocen como parte de la capacidad adaptativa variables de gobernanza/gestión como la presencia de áreas protegidas y acciones de restauración. Mantener y fortalecer un régimen de protección es clave para reducir presiones antrópicas, sostener servicios ecosistémicos y evitar que el cambio climático se traduzca en riesgo irreversible.

Sobre la afectación a la conectividad biocultural del territorio de la Sierra Nevada de Santa Marta

- La Sierra Nevada de Santa Marta no constituye únicamente un sistema ecológico de alta biodiversidad, sino un **territorio biocultural integral**, donde naturaleza, espiritualidad, gobierno propio y manejo ambiental forman un solo tejido indivisible. La conectividad ancestral no es simbólica ni metafórica: es un sistema estructural que organiza el equilibrio ecológico, hídrico y territorial. Cualquier fragmentación física implica también una ruptura espiritual y funcional del sistema.
- Los espacios sagrados constituyen una infraestructura territorial invisible y simultáneamente, y físicamente tangible en la forma del agua, los cerros, la geología, el aire, y los ecosistemas funcionales, que regula agua, bosques, fauna, clima y relaciones sociales. No son puntos aislados, sino nodos interconectados que sostienen el equilibrio del territorio. Su afectación implica una alteración sistémica del orden ecológico y ancestral.
- La fragmentación territorial y la transformación del paisaje alteran no solo la estructura ecológica, sino también la continuidad espiritual y cultural reconocida por los pueblos indígenas de la Sierra Nevada de Santa Marta, afectando su sistema de ordenamiento ancestral.

La existencia de actividades extractivas en esta estructura territorial integral genera conflictos de uso y riesgos estructurales incompatibles con la protección de un territorio concebido como unidad biocultural y ancestral de especial conservación y protección frente a tales daños graves e irreversibles.

12. PROPUESTA GEOGRÁFICA DE RESERVA

12.1. Descripción del Polígono de la “Reserva de Recursos Naturales Renovables de carácter definitivo ‘Corazón del Mundo, Sierra Nevada de Santa Marta – Gonawindua’, y se adoptan otras determinaciones”.

Al igual que la definición del área de estudio, la delimitación del polígono propuesto toma como referencia el contorno territorial terrestre configurado por los sitios sagrados reconocidos por los cuatro pueblos indígenas de la Sierra Nevada de Santa Marta.

A partir de este, se realizaron ajustes, refinamientos y procesos de suavizado sobre los bordes de la poligonal, empleando exclusivamente variables de carácter físico-biótico, con el fin de definir la geometría mínima envolvente que conforma el polígono de la propuesta. Para ello, se utilizaron las siguientes capas cartográficas oficiales:

- **Límite terrestre de la Línea Negra:** capa vectorial de polígono correspondiente a la delimitación del área terrestre de la Línea Negra.
- **Curvas de nivel (IGAC):** capa vectorial de curvas de nivel a escala 1:25.000, generada por el Instituto Geográfico Agustín Codazzi y almacenada en la base de datos de cartografía base (.gdb) del año 2023, disponible a través del portal de Datos Abiertos de Colombia.
- **Drenajes sencillos (IGAC):** capa vectorial de drenajes sencillos a escala 1:25.000 y 1:100.000, elaborada por el Instituto Geográfico Agustín Codazzi, incluida en la cartografía base 2023 y disponible en el portal de Datos Abiertos de Colombia.
- **Coberturas de la tierra (IDEAM):** capa vectorial de coberturas de la tierra según la metodología Corine Land Cover (CLC), generada a escala 1:100.000 para el año 2020 por el Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM), disponible en el portal de datos abiertos del Sistema de Información Ambiental de Colombia (SIAC).

- **Zonificación Hidrográfica (IDEAM):** sistema oficial de clasificación y delimitación del territorio nacional en unidades hidrográficas, elaborado por el IDEAM a escala 1:100.000.
- **Áreas protegidas (RUNAP):** capa vectorial de polígonos correspondiente a las áreas protegidas registradas en el Registro Único Nacional de Áreas Protegidas (RUNAP), administrado por el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, que contiene la delimitación oficial de las áreas protegidas del orden nacional, regional, local y privadas inscritas en el SINAP. La información se encuentra disponible a través del portal oficial del RUNAP y del Sistema de Información Ambiental de Colombia (SIAC).

Las capas cartográficas analizadas fueron integradas sobre el polígono base del área de estudio y, mediante un proceso de ajuste técnico, se definió la geometría envolvente que configura el polígono propuesto para la Reserva. Como resultado, sus límites presentan correspondencia espacial con al menos uno de los elementos geográficos oficiales considerados, asegurando la coherencia cartográfica, hidrológica y biofísica de la delimitación.

A partir de este marco metodológico, la delimitación se precisa por sectores de la siguiente manera:

Sector norte.

El polígono tiene su inicio en la línea costera, en su encuentro con el límite suroccidental del Parque Nacional Natural Tayrona, a definirse sobre el filo que delimita las microcuencas interpretadas a partir de la red de drenajes sencillos y las curvas de nivel a escala 1:25.000, y luego a apoyarse en drenajes sencillos y por la curva de nivel de 75 m s. n. m., el trazado continúa por la quebrada Matogiro o Donama, y de allí el límite se apoya nuevamente en las coberturas de territorios artificializados CLC asociadas al barrio 11 de Noviembre y al corregimiento de Bonda, incorporando un corto tramo de la quebrada Tamacá, conecta con relictos de Bosque seco priorizados para conservación, hasta ser interceptado por el Río Gaira para luego continuar por la delimitación de Bosque Seco hasta incorporar la Reserva de la sociedad civil Estación Biológica Jaguar del Carrizal, incorporando la delimitación de nuevo de priorización de bosque seco, tomando el brazo ID 48560 y el drenaje de la quebrada La Danta, hasta interceptar la quebrada La Tigrera. El límite costero presenta una interrupción a la altura del Resguardo Indígena Kogui - Malayo y Arhuaco, del cual bordea su límite oriental y, posteriormente, el del Área protegida RUNAP de la Reserva Natural de la Sociedad Civil: Hacienda el Cequión. El trazo sigue por el trazo del Arroyo Julian en sentido Sur, hasta alcanzar el límite

del resguardo indígena Resguardo Indígena Kogui - Malayo y Arhuaco, el cual se bordea de forma semi-paralela. Posteriormente, en dirección NE, se bordea un drenaje sin identificar, hasta alcanzar la cota de 150 msnm, hasta llegar a un drenaje sin identificar que vierte en sentido Norte, hasta alcanzar la cota de 25 msnm. Mediante el trazo de esta se continua en sentido NE, hasta conectar con un drenaje sin identificar, y conllevar el límite en sentido NE, hasta alcanzar de nuevo la cota de 25 msnm. Subsecuentemente, se intercepta el trazo del Arroyo El Medio, el cual dirige el límite de la zona de reserva hasta la línea de costa.

Posteriormente, la delimitación continúa a lo largo de la red de drenajes sencillos, conectando así con el drenaje sencillo de ID 61605. Desde aquí se apoya en la capa de Bosques priorizados para la conservación del instituto Humboldt actualizada al año 2022, y se enlaza con el drenaje sencillo que confluye al río Gaira, y prosigue por la curva de nivel de 650 m.s.n.m. A partir de este punto, el límite continúa siguiendo el drenaje sencillo de la quebrada El Limón, y luego se emplean las coberturas de territorios artificializados asociadas al sector de Pozo Colorado como criterio de exclusión, y llega nuevamente al contorno que genera la unión de los sitios sagrados de los cuatro pueblos y luego continua por todo el borde de la Ciénaga Grande de Santa Marta, hasta la desembocadura del río Fundación en la Ciénaga Grande.

De esta manera el polígono incorpora una acotación específica orientada a excluir el casco urbano de Santa Marta y sus áreas de influencia inmediata.

Sector occidental.

La delimitación se traza a lo largo del borde del río Fundación (San Sebastián), cuyo tramo inicial coincide con el límite continental del límite de los sitios sagrados de los cuatro pueblos. Desde allí continúa siguiendo el cauce del río Fundación (San Sebastián) hasta su intersección con la quebrada La Cristalina. Posteriormente avanza por el drenaje sencillo ID 76525 y continúa por la curva de nivel de 1020 msnm hasta cruzar la quebrada Méjico.

Desde este punto desciende por la quebrada hacia el sur, interceptando el río Ariguaní, por el cual asciende y luego desciende nuevamente siguiendo la quebrada Golconda. Continúa por la curva de nivel de 1980 msnm y toma la quebrada Culantrillo, avanzando luego por la divisoria entre la subzona hidrográfica del río Ariguaní y la del Medio Cesar, hasta interceptar el drenaje sencillo ID 534021.

A partir de allí asciende por la quebrada La Cristalina hasta el río Ariguaní, donde finalmente se

conecta nuevamente con los sitios sagrados interconectados y siguiendo su trazado hasta Bosconia

Sector sur.

En el sector sur, la delimitación corresponde casi en su totalidad al trazado del área de estudio del presente DTS; no obstante, se excluye el área urbana del municipio de Valledupar. Para esta exclusión, la delimitación se apoya en los límites definidos en los Planes de Ordenación y Manejo de Cuencas Hidrográficas (POMCA) del río Medio Cesar – NSS (2802) y del río Guatapurí – NSS (2801-01), así como en las curvas de nivel del IGAC a escala 1:25.000, particularmente la correspondiente a la cota de 250 m s. n. m., hasta llegar al río Cesar. En las inmediaciones del Arroyo Mamón de Leche se sigue el trazo en sentido NW, hasta alcanzar la cota de los 200 msnm, la cual bordea en sentido NE, hasta una serie de drenajes sin identificar, mediante los cuales se traza el límite del área en sentido SE.

Sector oriental.

La delimitación continua por el trazado que une los sitios sagrados de los cuatro pueblos de la SNSM hasta el río Ranchería, tomando un brazo del drenaje sencillo del río Brasilitos, que conecta con el arroyo Media Luna. Desde allí sigue el trazado del drenaje sencillo 5133 hasta alcanzar la curva de nivel de 500 msnm. Continúa por el drenaje sencillo ID 661642, enlazando con el arroyo Las Cortadas o Los Gorros, y luego con el drenaje ID 62797.

Posteriormente sigue la curva de nivel de 550 msnm y se conecta con el drenaje sencillo ID 79786, ascendiendo por el arroyo El Chorro hasta empalmar con el drenaje sencillo ID 79117. Desde este punto continúa por la curva de nivel de 1000 msnm hacia el drenaje sencillo ID 76133 y luego con los drenajes sencillos ID 78322, ID 73819 e ID 30019.

El límite avanza por el borde del Distrito Regional de Manejo Bañaderos, en la cuenca alta del río Camarones, hasta interceptar el drenaje sencillo del arroyo Matahambre. Hacia el sur sigue por el río Nuevo o Tomarrazon, continúa por la curva de nivel de 200 msnm y luego por el límite entre las cuencas de los ríos Tapias y Camarones, hasta conectar con el drenaje sencillo ID 28854.

Desde allí enlaza con el arroyo La Sabana y sigue la curva de nivel de 225 msnm hasta el arroyo La América, tomando su brazo identificado con el ID 4120. Posteriormente se conecta con la curva de nivel de 275 msnm y con el drenaje Arroyo de la Montaña, que a su vez enlaza con el río San Francisco. Este conecta

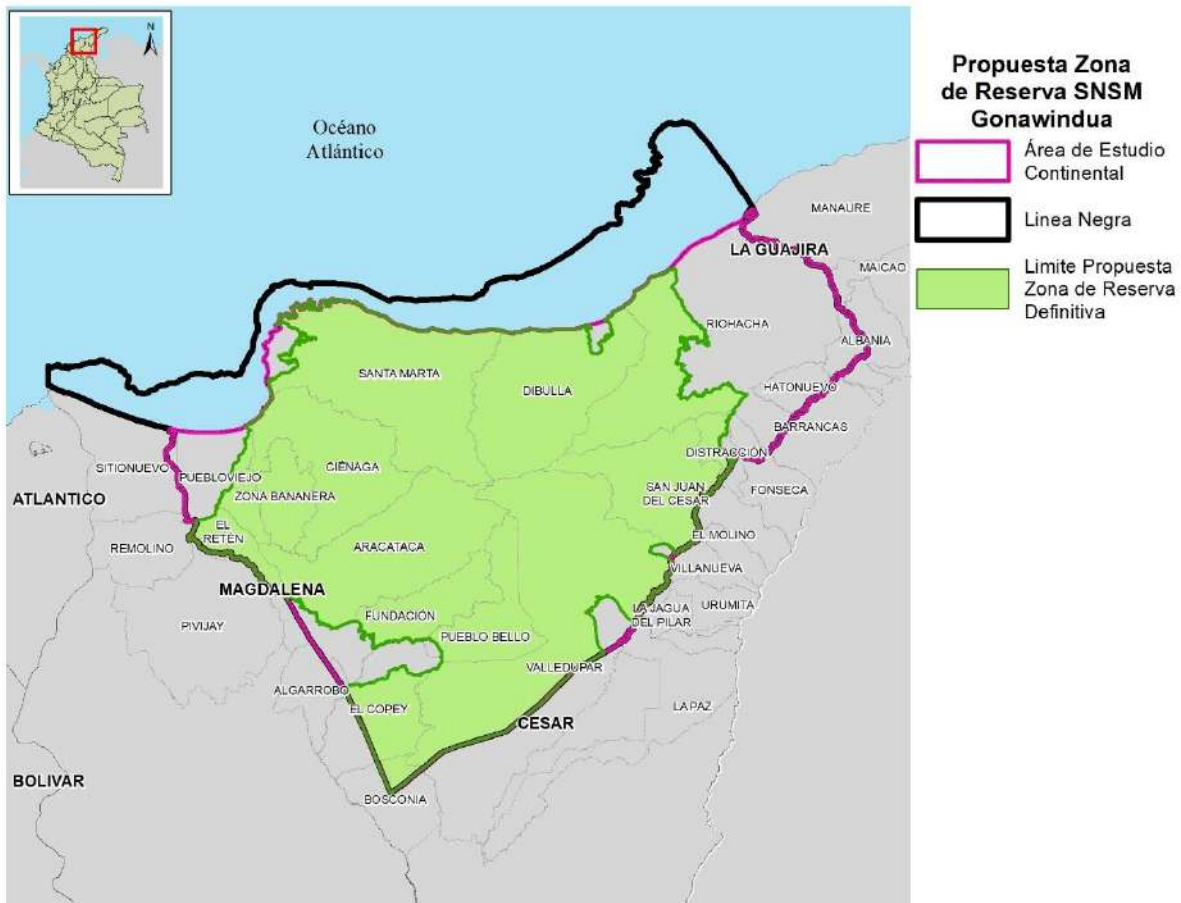
con el drenaje ID 20459, desde donde asciende por la curva de nivel de 325 msnm hasta el drenaje sencillo ID 33344.

El límite continúa por la quebrada Maguey, siguiendo la curva de nivel de 175 msnm, y luego por el río Carrizal, conectando nuevamente con el río Tapias mediante el brazo ID 14409. Desde allí asciende por la curva de nivel de 425 msnm hasta el arroyo Piedra Blanca, para luego descender a la curva de nivel de 50 msnm, donde intercepta el arroyo Perico.

Finalmente sigue este arroyo hasta el SFF Los Flamencos, delimitando al interior del área protegida por la laguna Navío Quebrado y continuando hacia el sur por la línea de costa hasta su punto de inicio en Santa Marta, y cierra.

En la siguiente figura se ilustra la delimitación propuesta de la Reserva Definitiva, la cual corresponde al polígono resultante del proceso de ajuste y refinamiento cartográfico descrito anteriormente y presenta un área total de **1'501.690,9 hectáreas** que representa el 66,2% del área de estudio.

Figura 183 Delimitación final de la propuesta de Reserva Corazón del Mundo, Sierra Nevada de Santa Marta – Gonawindua.

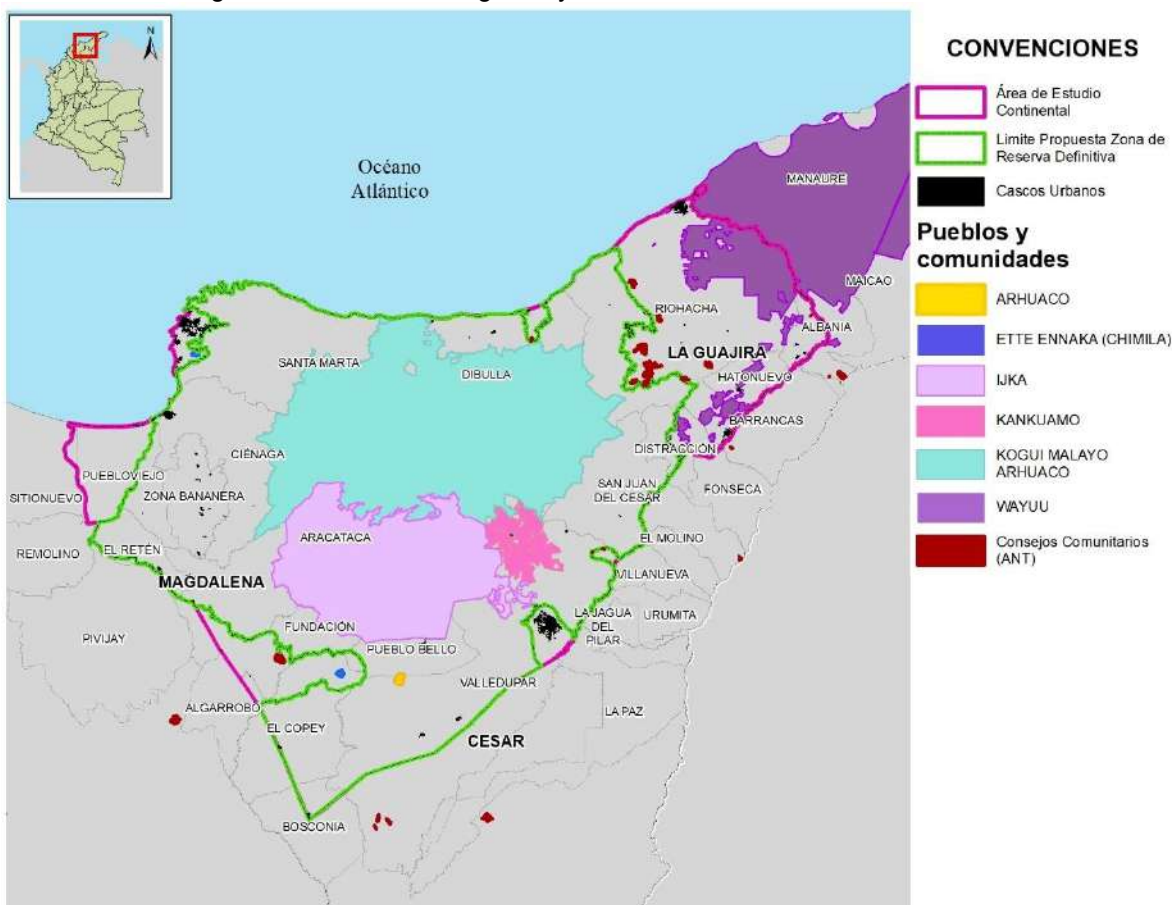


Fuente: Minambiente & CTC (2026).

Sectores excluidos del polígono de reserva con respecto al área de estudio

La delimitación propuesta no incorpora las zonas de los resguardos indígenas que no correspondan a los cuatro pueblos de la Sierra Nevada de Santa Marta ni los territorios titulados a Consejos Comunitarios, como se detalla en la Figura 184. Esta decisión se sustenta en que la iniciativa de declaratoria de la reserva definitiva se origina en la voluntad expresa de los cuatro pueblos de la SNSM, en ejercicio de sus derechos territoriales y de gobernanza. Esta decisión no excluye que, en etapas posteriores y mediante los mecanismos de consulta y concertación que resulten pertinentes, puedan evaluarse e implementarse futuras incorporaciones a la reserva definitiva, incluyendo área hoy no incorporadas y que puedan llegar a ser comprehensivas de todo el territorio ancestral SNSM de Gonawindua.

Figura 184. Pueblos indígenas y comunidades en el área de estudio



Fuente: Elaboración propia con información ANT (2026).

De igual forma, entre los sectores no incluidos se excluye la zona marina asociada al territorio ancestral y el ámbito de la Ciénaga Grande de Santa Marta, toda vez que la delimitación propuesta para la reserva se concentró en el ámbito continental, sin desconocer el carácter integral del territorio ancestral de los pueblos de la Sierra Nevada de Santa Marta, el cual trasciende el espacio terrestre e involucra también ámbitos marinos.

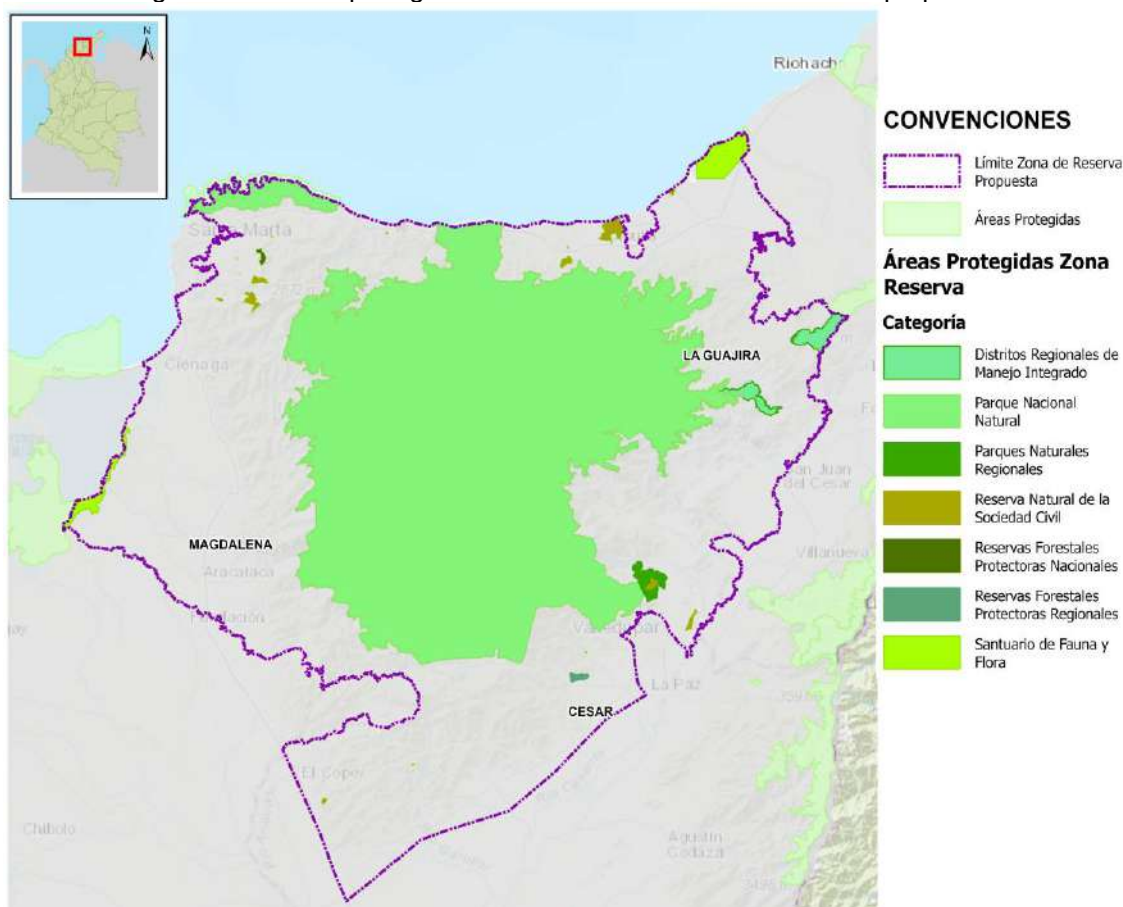
Adicionalmente, se establecen áreas de transición en el entorno de los perímetros urbanos de Santa Marta y Valledupar, con el fin de armonizar la delimitación propuesta con las dinámicas territoriales existentes.

12.2. Síntesis de la propuesta de reserva

12.2.1. Áreas protegidas

En el área correspondiente a la zona de reserva propuesta se identifica la presencia de siete (7) categorías de áreas protegidas, entre las que se incluyen parques nacionales naturales, reservas naturales de la sociedad civil y santuarios de fauna y flora, entre otras. En total, se registran treinta y tres (33) áreas protegidas, las cuales se detallan a continuación:

Figura 185. Áreas protegidas localizadas en la zona de reserva propuesta.



Fuente: Elaboración propia con información de RUNAP (2025)

Tabla 89. Categoría y nombre de las áreas protegidas localizadas en la zona de reserva propuesta.

Categoría de Áreas Protegidas	Nombre de Áreas Protegidas
Distritos Regionales de Manejo Integrado	Bañaderos Cuenca Alta del Río Camarones y Caracolí Sabanas de Manuela
Parque Nacional Natural	Sierra Nevada de Santa Marta y Tayrona
Parques Naturales Regionales	Los Besotes

Categoría de Áreas Protegidas	Nombre de Áreas Protegidas
Reserva Natural de la Sociedad Civil	Anukwe, Biológica Caoba, Caracolí, De Las Aves el Dorado Cincinati lote 1, Edén de Oriente, El Bosque Seco de Jacob Moisés Luque, El Lucero, El Paraíso de Azúcar Buena, El Silencio, Estación Biológica Jaguar Del Carrizal, Hacienda El Cequión, La Esperanza, Las Aves El Dorado, Las Nubes, Miramar, Pachamama, Paraver La Esperanza, Refugio Guajiro, Rivello, San Fernando, San Martín, Vigo, Vista Hermosa y Yumake.
Reservas Forestales Protectoras Nacionales	Cuenca Alta del Río Jirocasaca
Reservas Forestales Protectoras Regionales	Los Ceibotes
Santuario de Fauna y Flora	Ciénaga Grande de Santa Marta y Los Flamencos

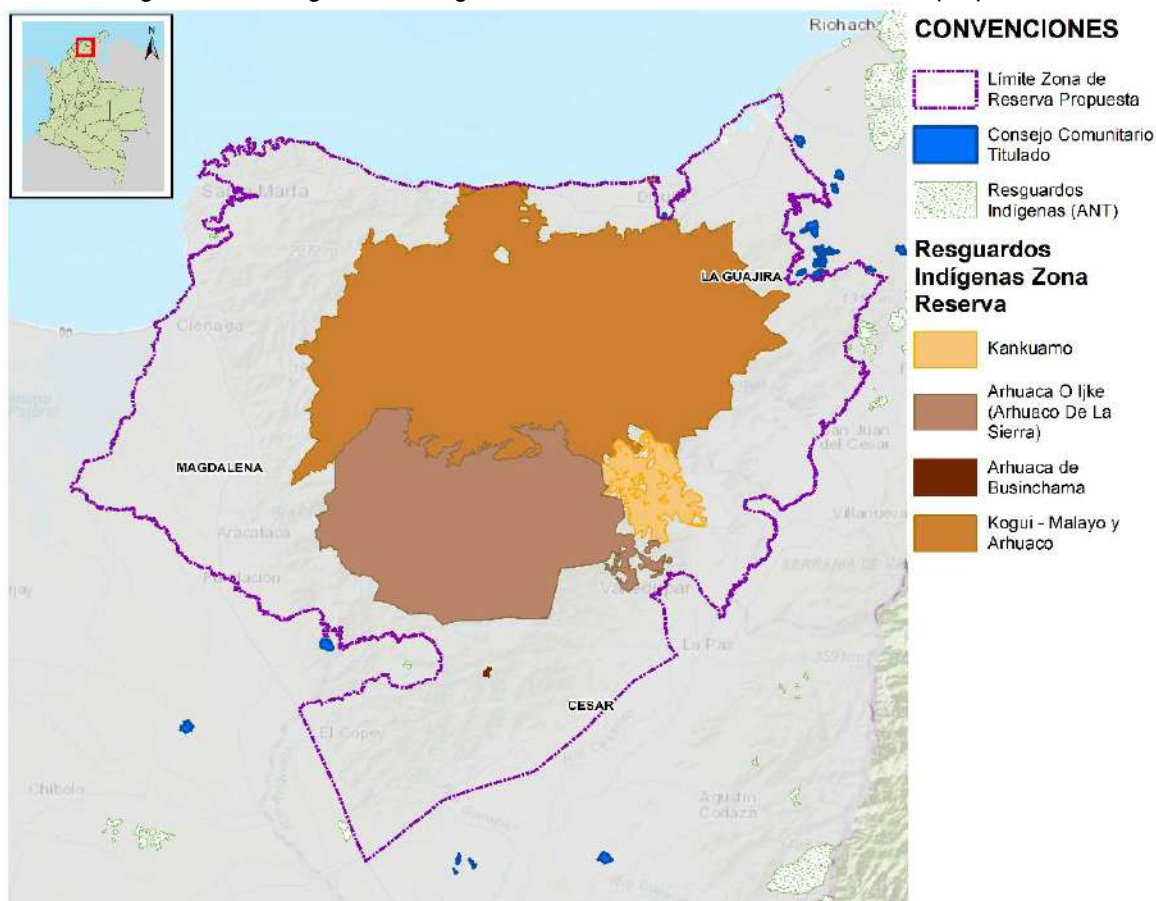
Fuente: RUNAP (2025)

12.2.2. Resguardos y comunidades

Con base en la información publicada por la Agencia Nacional de Tierras, publicada con corte al 19 de febrero de 2026, se identifica que en la zona de reserva propuesta se localizan cuatro (4) resguardos indígenas. Asimismo, no se registran consejos comunitarios al interior del área de reserva.

A continuación, se presenta la representación cartográfica correspondiente:

Figura 186. Resguardos indígenas localizados en la zona de reserva propuesta.



Fuente: Elaboración propia con información de ANT (19/02/2026)

Tabla 90. Información de los resguardos indígenas localizados en la zona de reserva propuesta.

Código DAN	Nombre del Resguardo Indígena	Resolución	Última fecha
1190	Kogui - Malayo y Arhuaco	274	19/06/2023
1669	Kankuamo	236	26/07/2022
1188	Arhuaca de Businchama	32	14/08/1996
1189	Arhuaca O lke (Arhuaco De La Sierra)	302	25/09/2023

Fuente: ANT (19/02/2026).

12.2.3. Actividades Mineras

Según la información reportada por la plataforma ANNA Minería de la Agencia Nacional de Minería, relacionada con los títulos y solicitudes mineras vigentes, dentro del límite de la zona de reserva propuesta se identifican noventa y un (91) títulos mineros vigentes, que abarcan un área total de 42.366,2 hectáreas Tabla 91 y setenta y seis (76) solicitudes vigentes, que abarcan un área total de 72.784,39 hectáreas Tabla 92, distribuidas así:

Tabla 91. Títulos mineros vigentes con cruce en área de propuesta de Reserva

Modalidad de Título Vigente	Nº de Títulos	Área (ha)	%
CONTRATO DE CONCESIÓN (D 2655)	9	1.571,56	3,71%
CONTRATO DE CONCESIÓN (L 685)	81	40.680,74	96,02%
LICENCIA DE EXPLORACIÓN	1	113,97	0,27%
Total	91	42.366,26	100,00%

Fuente: ANM, 2026

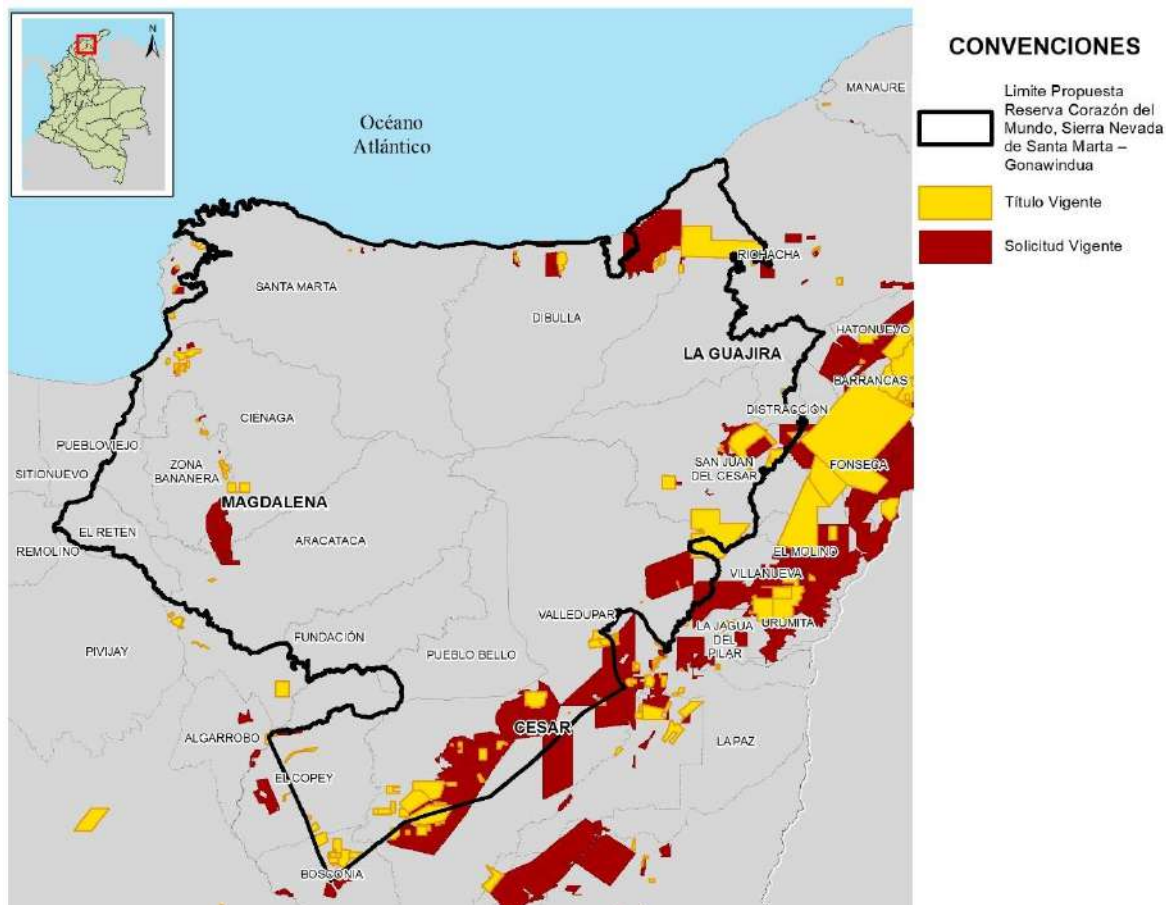
Tabla 92. Solicitudes mineras vigentes con cruce en área de propuesta de Reserva

Modalidad De Solicitud Vigente	Nº de Solicitud	Área (Ha)	%
ÁREA DE RESERVA ESPECIAL	14	5.075,53	7,0%
CONTRATO DE CONCESIÓN (L 685)	57	67.310,83	92,5%
CONTRATO DE CONCESIÓN DIFERENCIAL	3	197,19	0,3%
SOLICITUD DE LEGALIZACIÓN	2	200,85	0,3%
Total	76	72.784,39	100,0%

Fuente: ANM, 2026

A continuación, se presenta el detalle de los polígonos mencionados:

Tabla 93. Títulos y solicitudes vigentes de ANM localizados en la zona de reserva propuesta.



Fuente: Elaboración propia con información de ANM (2025).

12.2.4. Actividades Hidrocarburos

De acuerdo con el Mapa de Tierras de la Agencia Nacional de Hidrocarburos (ANH), actualizado al 26 de marzo de 2026, dentro del área propuesta para la reserva se identifican cinco (5) tipos de área, tal como se presenta en la Tabla 94. En esta se observa que el 56,1 % corresponde a área reservada ambiental, el 0,29 % a área reservada, el 28,8 % a áreas de basamento cristalino, el 9,7% corresponde a áreas disponibles sin asignar y, finalmente, el 4,98 % del área se encuentra asociado a contratos de exploración.

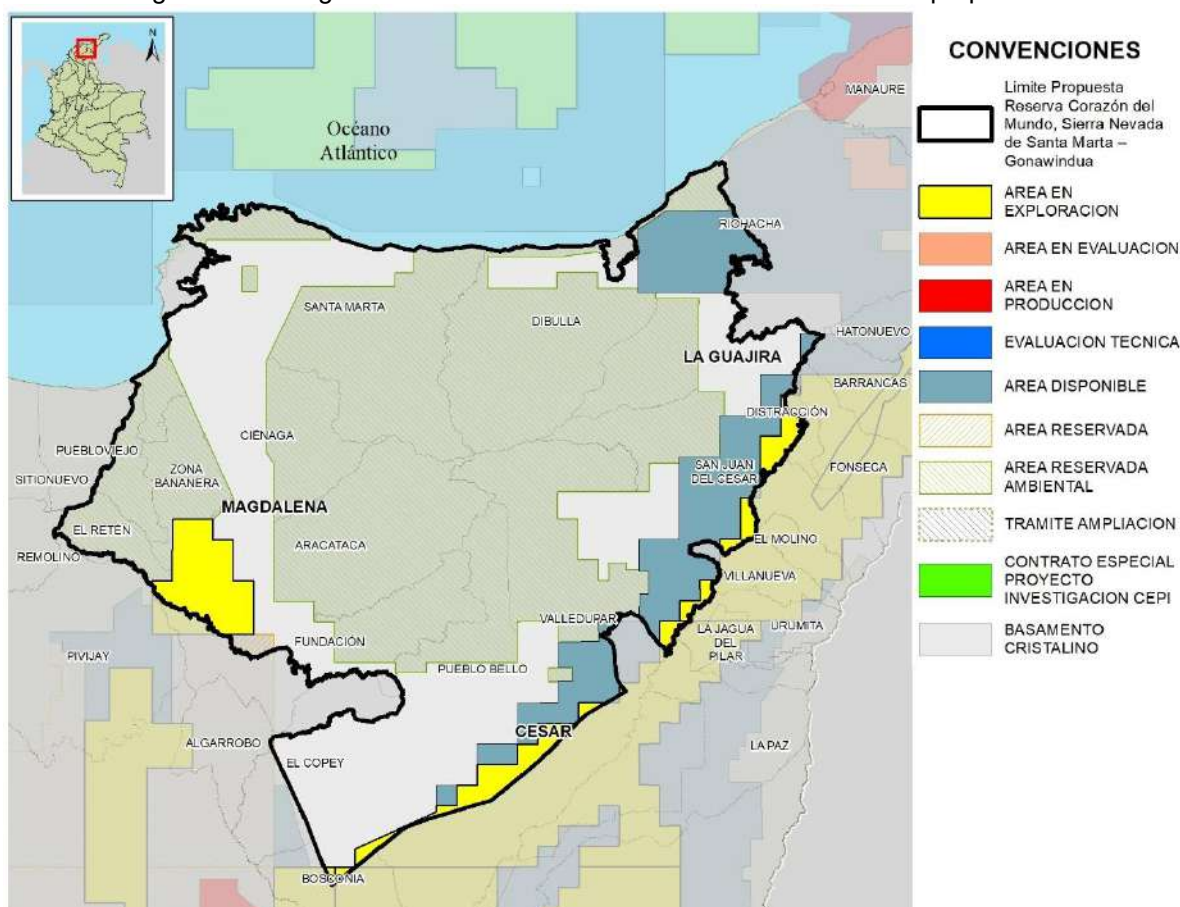
Tabla 94. Relación de Mapa de Tierra de ANH con cruce en el área propuesta de reserva

LEYENDA	Área (ha)	% Área
AREA RESERVADA AMBIENTAL	842.448,92	56,10%
AREA DISPONIBLE	146.410,96	9,75%
AREA RESERVADA	4.306,83	0,29%
AREA EN EXPLORACION	74.816,01	4,98%
AREA EN PRODUCCION	0	0%
AREA EN EVALUACION	0	0%
BASAMENTO CRISTALINO	433.708,23	28,88%
Total general	1.501.690,94	100,00%

Fuente: ANH, 2026

En la siguiente figura se presenta la localización espacial de las áreas de hidrocarburos identificadas:

Figura 187. Polígonos de la ANH localizados en la zona de reserva propuesta.



Fuente: Elaboración propia con información de ANH (2026).

Con base en la relación de áreas asignadas (estado de los contratos) publicada en la página web de la Agencia Nacional de Hidrocarburos (ANH), a continuación, se presentan los detalles correspondientes a los cinco (5) contratos de exploración identificados dentro del área propuesta de reserva, donde se observa que el bloque La Mona, el cual es el que mayor porcentaje de área se ubica dentro del área de propuesta de reserva con un 82%, presenta un estado de “En trámite de terminación”, mientras que los Bloques CR2 y CR3 en estado suspendido presentan alrededor del 10% dentro del área, finalmente el Bloque en Ejecución denominado VIM 41 menos del 1% se ubica dentro del límite propuesto de reserva.

[Con base en la relación de áreas asignadas \(estado de los contratos\) publicada en la página web de la Agencia Nacional de Hidrocarburos \(ANH\), a continuación, se presentan los detalles correspondientes a los contratos de exploración identificados dentro del área propuesta de reserva, donde se observa que el bloque La Mona, el](#)

cual es el que mayor porcentaje de área se ubica dentro del área de propues de reserva con un 82%, presenta un estado de “En trámite de terminación”, mientras

Tabla 95. Relación de Bloques de Hidrocarburos en Exploración que se cruzan con la propuesta de reserva definitiva

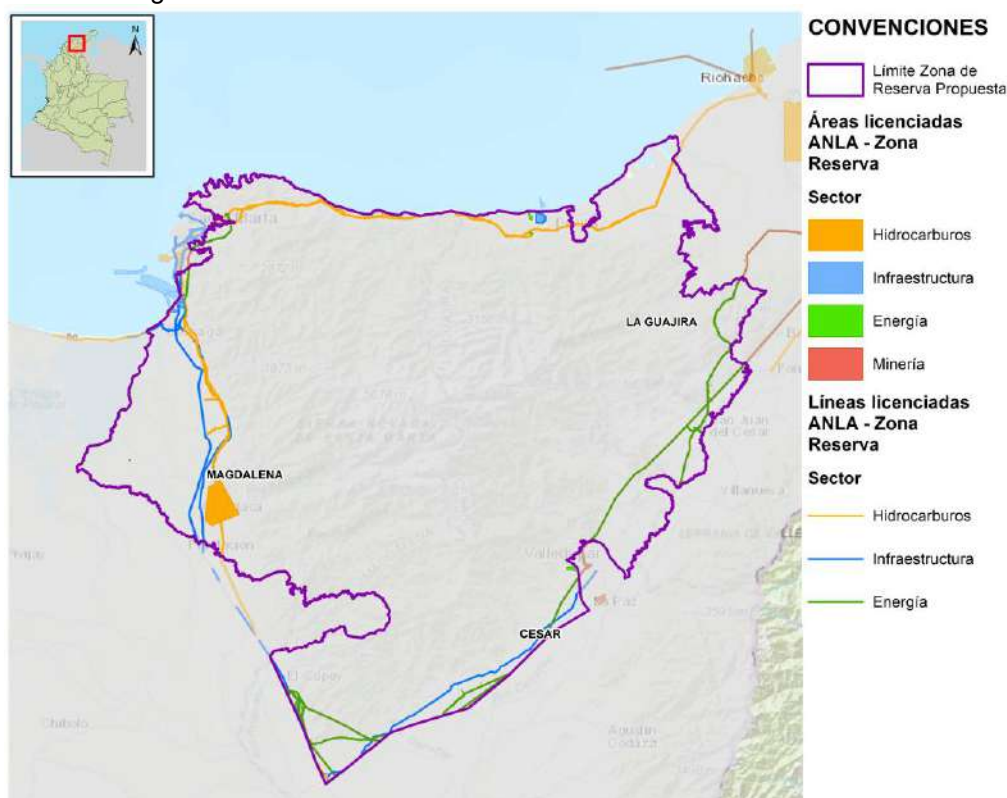
Nombre	Fecha de firma	Estado	Etapla actual	Área (Ha) Bloque	Área (Ha) en Reserva	% del Bloque en la Reserva
LA MONA (E&P)	29/06/2010	En trámite de terminación	Exploración	44.443,53	36.656,50	82,48%
CR 2 (E&P)	23/12/2016	Suspendido	Exploración	156.918,84	14.725,90	9,38%
CR 3 (E&P)	23/12/2016	Suspendido	Exploración	185.059,24	22.062,60	11,92%
CR 4 (E&P)	22/12/2016	Suspendido	Fase 0	234.498,34	776,2	0,33%
VIM 41 (E&P)	21/01/2022	En ejecución	Exploración	69.405,64	594,6	0,86%

Fuente: ANH, reporte del 30/12/2025.

12.2.0. Estado de Licenciamiento ANLA

En relación con el estado de licenciamiento en la Zona de Reserva propuesta, se identifican 36 proyectos con licencia otorgada por la ANLA. A continuación, se presenta su localización por sector.

Figura 188. Estado de licenciamiento ANLA en la zona de reserva.

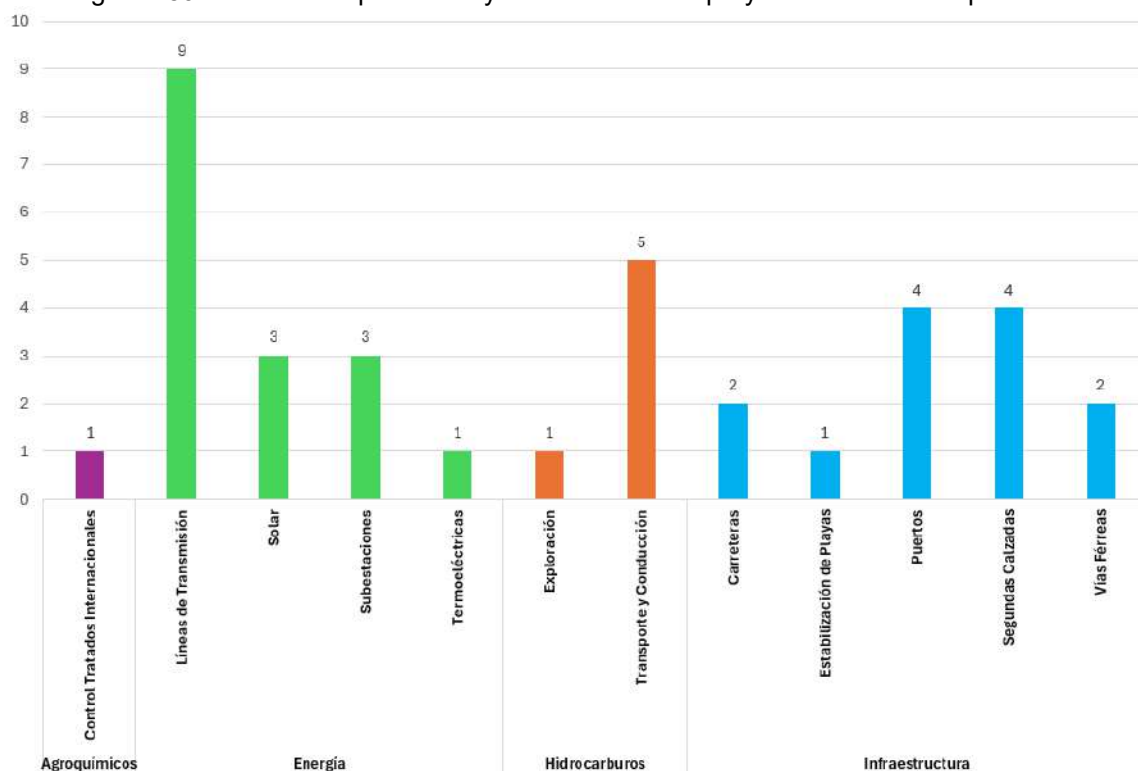


Fuente: ANLA, 2026

Se destaca que aproximadamente el 45% de los proyectos corresponde al sector energético, principalmente asociado a líneas de transmisión; el 36% pertenece al sector de infraestructura; y cerca del 17% al sector de hidrocarburos, distribuidos en proyectos de transporte y conducción y un bloque de exploración (Área de perforación exploratoria El Cenizo - LAM5630) que actualmente se encuentra en fase de desmantelamiento y abandono. Finalmente, se registra participación del sector de agroquímicos, representado por un zocriadero ubicado en el departamento de Bolívar, el cual representa el 3% de los proyectos en el área de estudio, aproximadamente.

A continuación, se presenta la distribución de los proyectos licenciados por la ANLA según sector y subsector, así como el listado correspondiente.

Figura 189. Distribución por sector y subsector de los proyectos licenciados por ANLA.



Fuente: ANLA, 2026

Tabla 96. Listado de proyectos licenciados por la ANLA en propuesta de reserva

EXPEDIENTE	SECTOR	SUBSECTOR	PROYECTO	ESTADO
LAM6831-00	Agroquímicos	Control Tratados Internacionales	Zoocriadero Reptiles de Bolívar – Reptibol Ltda.	Activo
LAM0758	Energía	Líneas de Transmisión	Línea de transmisión a 220 kV Valledupar – Cuestecita	Activo
LAM2941	Energía	Líneas de Transmisión	Línea de transmisión a 500 kV, circuito sencillo Bolívar – Copey – Ocaña – Primavera y asociadas	Activo
LAM8417-00	Energía	Líneas de Transmisión	UPME 04–2018: diseño, construcción, operación y mantenimiento de la subestación San Juan 220 kV y líneas de transmisión asociadas	Activo
LAV0003-00-2024	Energía	Líneas de Transmisión	Proyecto UPME 10–2019: línea de transmisión Río Córdoba – Bonda (Termocol) 220 kV, tramo dos (2)	Activo
LAV0009-00-2018	Energía	Líneas de Transmisión	Refuerzo Costa Caribe 500 kV: línea de transmisión Cerromatoso – Chinú – Copey 500 kV	Activo
LAV0013-00-2022	Energía	Líneas de Transmisión	Tramo 1 conexión compartida proyecto UPME 10–2019: línea de transmisión Río Córdoba – Bonda (Termocol 220 kV) y subestación Alcatraces (Puerto Drummond)	Activo
LAV0044-00-2022	Energía	Líneas de Transmisión	Línea de transmisión 220 kV del parque solar fotovoltaico Wimke	Activo
LAV0051-00-2021	Energía	Líneas de Transmisión	Interconexión Cuestecitas – Copey – Fundación 500/220 kV	Activo
LAV0060-00-2022	Energía	Líneas de Transmisión	Línea de transmisión Copey – El Verano 100 kV	Activo
LAV0003-00-2022	Energía	Solar	Línea de conexión 220 kV del proyecto solar fotovoltaico Potreritos	Activo

EXPEDIENTE	SECTOR	SUBSECTOR	PROYECTO	ESTADO
LAV0031-00-2024	Energía	Solar	Parque solar fotovoltaico El Copey 200 MW y su línea de transmisión 220 kV	Activo
LAV0052-00-2018	Energía	Solar	Estudio de impacto ambiental proyecto fotovoltaico Celsia Solar Valledupar	Activo
LAM6280	Energía	Subestaciones	Construcción y operación de la subestación eléctrica 220 kV y su conexión al Sistema Interconectado Nacional (SIN)	Activo
LAV0011-00-2022	Energía	Subestaciones	Subestación Colectora 500 kV y líneas de transmisión Colectora Cuestecitas – Cuestecitas La Loma 500 kV, conexión Cuestecitas – La Loma	Activo
LAV0088-00-2015	Energía	Subestaciones	UPME 06–2014: subestación Río Córdoba 220 kV y líneas de transmisión asociadas	Activo
LAM1179	Energía	Termoeléctricas	Termoeléctrica de La Guajira “Termoguajira”	Activo
LAM5630	Hidrocarburos	Exploración	Área de perforación exploratoria El Cenizo	Activo
LAM0129	Hidrocarburos	Transporte y Conducción	Proyecto de gasoducto regional Magdalena	Activo
LAM0241	Hidrocarburos	Transporte y Conducción	Construcción y operación gasoducto de la Costa Atlántica (Ballena – Cartagena – Barranquilla) y construcción del loop Palomino – La Mami	Activo
LAM0832	Hidrocarburos	Transporte y Conducción	Ampliación de poliductos Pozos Colorados – Ayacucho	Activo
LAM1802	Hidrocarburos	Transporte y Conducción	Estación compresora de Palomino, Dibulla – La Guajira	Activo
LAV0004-00-2019	Hidrocarburos	Transporte y Conducción	Gasoducto regional Zona Bananera	Activo
LAM1097	Infraestructura	Carreteras	Vía alterna al puerto marítimo de Santa Marta	Activo
LAV0028-00-2015	Infraestructura	Carreteras	Ruta del Sol sector 3 – construcción anillo vial de Bosconia	Activo
LAM4913	Infraestructura	Estabilización de Playas	Diseño y construcción de estructuras de protección costera para controlar los procesos erosivos que afectan la línea de costa entre Bocas de Ceniza y Punta Betín, departamento del Magdalena	Activo
LAM0150	Infraestructura	Puertos	Puerto carbonífero en la ensenada de Alcatraz, Mpio. de Ciénaga, Magdalena “Puerto Drummond” (DEMA)	Activo
LAM0399	Infraestructura	Puertos	Muelle privado en Ciénaga	Activo
LAM2619	Infraestructura	Puertos	Puerto multipropósito Brisa en el departamento de La Guajira	Activo
LAM4276	Infraestructura	Puertos	Construcción y operación del puerto marítimo Puerto Nuevo	Activo
LAM7377-00	Infraestructura	Segundas Calzadas	Variante Ciénaga	Activo
LAV0038-00-2015	Infraestructura	Segundas Calzadas	Ruta del Sol sector 3 – construcción segunda calzada Valledupar – Bosconia – Ye de Ciénaga	Activo
LAV0048-00-2016	Infraestructura	Segundas Calzadas	Construcción segunda calzada Troncal del Caribe	Activo
LAM2375	Infraestructura	Vías Férreas	Red férrea del Atlántico: rehabilitación, conservación y mantenimiento en los sectores Bogotá – Santa Marta, Bogotá – Belencito, La Caro – Lenguaque, Bello – Puerto Berrio	Activo
LAM3959	Infraestructura	Segundas Calzadas	RUTA DEL SOL II S.A.S. EN LIQUIDACION	Activo
LAM3956	Infraestructura	Vías Férreas	FERROCARRILES DEL NORTE DE COLOMBIA S.A.	Activo

Fuente: ANLA, 2026

13. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Acosta-Chaparro, A. F., Coneo-Gómez, S. C., Sierra-Sabalza, N., Navas-Camacho, R., Sánchez-Valencia, L., Gómez-López, D. I., & Alonso, D. (2025). Boletín de la operación estadística: índice condición tendencia de las áreas coralinas del sector Tayrona. Reporte del año 2025. INVEMAR.
- Aguilera-Díaz, M. (2011). Habitantes del agua: El complejo lagunar de la Ciénaga Grande de Santa Marta.
- Alonso, D., Vides, M., Cedeño, C., Marrugo, M., Henao, A., Sanchez, J. A., Dueñas, L., Andrade, J. C., Gonzalez, F., & Gomez, M. (2015). Parque Nacional Natural Corales de Profundidad: descripción de comunidades coralinas y fauna asociada (Serie de Publicaciones Generales del Invemar No. 88). INVEMAR.
- Álvarez-Dávila, E., Ajiaco, R. E., Buitrago, L., González, M., Laverde, O., Ortiz, R., & Uribe, S. (2019). Estado de la biodiversidad en Colombia. En Evaluación nacional de biodiversidad y servicios ecosistémicos. Bogotá.
- Alvear, M., Ocampo, G., Parra-O., C., & Almeda, F. (2015). Melastomataceae of the Sierra Nevada de Santa Marta (Colombia): floristic affintotaxa, 195(1), 1–30.
- Amaya, F., & Amaya, I. (2014). Análisis de los impactos ecosistémicos causados por la actividad minera en el páramo Palacio (Trabajo de grado de Maestría). Universidad de Manizales.
- Andrade-C, M. G. (2011). Estado del conocimiento de la biodiversidad en Colombia y sus amenazas. Consideraciones para fortalecer la interacción ciencia-política. Revista de la Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales, 35, 491–507.
- Ardila Rodríguez, C. A. (2014). *Trichomycterus nietoi* sp. nov. (Siluriformes: Trichomycteridae) una nueva especie de pez del río Guachaca Sierra Nevada de Santa Marta.
- Arias Arias, H. M. (2005). Territorio indígena Kankuamo Proceso de reconfiguración del resguardo desde las dimensiones socioculturales. Universidad Nacional de Colombia. Tesis presentada en cumplimiento de los requisitos para optar al título de MAGISTER EN ESTUDIOS URBANO REGIONALES
- Armenteras, D., Barreto, J. S., & González, T. M. (2021). Fire regime dynamics and vegetation responses in tropical dry forests under climate variability. *Forest Ecology and Management*, 488, 119042.



- Armenteras, D., Cadena-V, C., & Moreno, R. P. (2007). Evaluación del estado de los bosques de niebla y de la meta 2010 en Colombia. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt.
- Armenteras, D., Gast, F., & Villareal, H. (2003). Andean forest fragmentation and the representativeness of protected natural areas in the eastern Andes, Colombia. *Biological Conservation*, 113(2), 245–256.
- Armenteras, D., Rodríguez, N., & Retana, J. (2011). Landscape dynamics in northwestern Amazonia: An assessment of pastures, fire and illegal crops as drivers of tropical deforestation. *PLOS ONE*, 6(1), 16190.
- Auto 004 (Corte Constitucional de Colombia 26 de Enero de 2009).
- Ayerbe-Quiñones, F. (2018). Guía ilustrada de la avifauna colombiana. Wildlife Conservation Society Colombia.
- Báez-Polo, A. (2013). Manual de métodos de ecosistemas marinos y costeros con miras a establecer impactos ambientales. INVEMAR–ANH.
- Barbosa-Trujillo, O., Gallo-Martínez, H., Lasso, C. A., González-Vargas, A. A., & Valdivieso-Bohórquez, G. (2024). Hábitos alimenticios de tres especies de bagres cavernícolas del género *Trichomycterus* (Siluriformes; Trichomycteridae) en las cuencas del Caribe y Magdalena, Colombia. *Boletín Geológico*, 51(2), Número Especial de Espeleología. <https://doi.org/10.32685/0120-1425/bol.geol.51.2.2024.739>
- Barragán, M. F., Tamaris-Turizo, C. E., & Rúa-García, G. A. (2016). Comunidades de insectos acuáticos de los tres flancos de la Sierra Nevada de Santa Marta, Colombia. *Biota Colombiana*, 17(2), 47–61.
- Bayly, N. J., Paez, A., Gómez, C., & Mora, C. (2012). Conservation hotspots for migratory landbirds in the Sierra Nevada de Santa Marta, Colombia (Technical Report CEC07). SELVA.
- Bayly, N., Restrepo, C., & Ortega, L. (2012). Biodiversity and conservation in the Sierra Nevada de Santa Marta, Colombia. *Journal of Neotropical Conservation*, 7(2), 45–62.
- Beier, P., Spencer, W., Baldwin, R. F., & McRae, B. H. (2011). Toward best practices for developing regional connectivity maps. *Conservation Biology*, 25(5), 879–892.
- Belote, R., Barnett, K., Dietz, M., Burkle, L., Jenkins, C., Dreiss, L., Aycrigg, J., & Aplet, G. (2022). Options for prioritizing sites for biodiversity conservation with implications for

“30 by 30.”. Biol. Conserv., 264.
<https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.biocon.2021.109378>

Benítez, A., Finegan, B., Jones, J., Casanoves, F., & González-Maya, J. F. (2013). Aproximación al hábitat potencial para jaguar en la región Caribe colombiana. En E. Payán Garrido & C. Castaño-Urbe (Eds.), *Grandes felinos de Colombia* (Vol. I, pp. 175–182). Panthera Colombia / Fundación Herencia Ambiental Caribe / Conservación Internacional / Cat Specialist Group UICN/SSC.

Benzing, D. H. (2000). *Bromeliaceae: Profile of Adaptive Radiation*. Cambridge University Press.

Berkes, F. (2018). *Sacred ecology: Traditional ecological knowledge and resource management* (4th ed.). Routledge. <https://doi.org/10.4324/9781315114644>

Bernal, R., Gradstein, S. R., & Celis, M. (Eds.). (2016). *Catálogo de Plantas y Líquenes de Colombia*.

Biodiversity Heritage Foundation, & Grupo Humboldt. (2024). Listado actualizado de las aves endémicas y casi-endémicas de Colombia: Evaluación 2013–2023 (S. Chaparro-Herrera, M. Lozano, & M. Á. Echeverry-Galvis, Eds.). *Ornitología Colombiana*, 25, 34–45. <https://doi.org/10.59517/oc.e580>

Blanco-Cervantes, C., & Blanco-Cervantes, G. (2022). Estructura y composición de la ictiofauna presente en el tramo bajo del río Córdoba, Sierra Nevada de Santa Marta (SNSM), Caribe colombiano. *Revista de la Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales*, 46(178), 137–153. <https://doi.org/10.18257/raccefyn.1409>

Blaustein, A. R., Walls, S. C., Bancroft, B. A., Lawler, J., Searle, C., & Gervasi, S. (2010). Direct and indirect effects of climate change on amphibian populations. *Diversity*, 2(2), 281–313.

Bravo-Sierra, E. (2004). Fitoflagelados potencialmente tóxicos y nocivos de costas del Pacífico mexicano. *Revista de Biología Tropical*, 52, 5–16.

Broad, S., Mulliken, T., & Roe, D. (2003). *The nature and extent of legal and illegal trade in wildlife*. TRAFFIC International.

Bruijnzeel, L. A. (2000). Decision time for cloud forests. IHP UNESCO.

Bruijnzeel, L. A. (2000). Decision time for cloud forests. IHP UNESCO.



- Bruijnzeel, L. A., Scatena, F. N., & Hamilton, L. S. (2011). Tropical montane cloud forests: Science for conservation and management. Cambridge University Press.
- Bücker, A., Sondermann, M., Frede, H. G., & Breuer, L. (2010). The influence of land-use on macroinvertebrate communities in montane tropical streams: A case study from Ecuador. *Fundamental and Applied Limnology*, 177, 267–282.
- Burbano-Girón, J., Molina, M., Gutiérrez, C., Ayazo-Toscano, ., Cardona, D., & Ochoa-Quintero, . (2020). Estado de conservación y transformación de los humedales en Colombia. *Biodiversidad 2020*. Instituto Humboldt.
- Buytaert, W. C.–2. (2006). Human impact on the hydrology of the Andean páramos. *Earth-Science Reviews*, 79(1-2), 3–72.
- Buytaert, W., et al. (2011). Human impact on the hydrology of the Andean páramos. *Earth Science Reviews*, 79, 53–72.
- Cabarcas-Mier, A., & Tamaris-Turizo, C. E. (2015). Lista de microalgas epilíticas de la parte alta y media del río Gaira, Sierra Nevada de Santa Marta. *Revista Intropica*, 10, 103–108.
- Cabildo Indígena Kankuamo. (2019). Acuerdo entre los 4 pueblos y Parques Nacionales para garantizar la conservación de la Sierra. <https://cabildokankuamo.org/acuerdo-entre-los-4-pueblos-y-parques-nacionales-para-garantizar-la-conservacion-de-la-sierra/>
- Cala Cala, P. (2019). Medio ambiente y diversidad de los peces de agua dulce de Colombia.
- Cárdenas, D., & Salinas, N. (2007). Libro rojo de plantas de Colombia (volúmenes aplicables).
- Carvajal-Quintero, J. D., Escobar, F., Alvarado, F., Villa-Navarro, F. A., Jaramillo-Villa, Ú., & Maldonado-Ocampo, J. A. (2015). Variation in freshwater fish assemblages along a regional elevation gradient in the northern Andes, Colombia. *Ecology and Evolution*, 5(13), 2608–2620.
- Castaño-Urbe, C., González-Maya, J. F., Zárrate-Charry, D., Ange-Jaramillo, C., & Vela-Vargas, I. M. (Eds.). (2013). Plan de Conservación de Felinos del Caribe Colombiano. Fundación Herencia Ambiental Caribe; ProCAT Colombia; The Sierra to Sea Institute.
- Ceballos, G. (2019). Conservación de la biodiversidad en América Latina. Fondo de Cultura Económica.



Ceballos, G. (2019). Conservación de la biodiversidad en América Latina. Fondo de Cultura Económica.

Ceballos, G. (2019). Conservación de la biodiversidad en América Latina. Fondo de Cultura Económica.

Centro de Investigación y Educación Popular – CINEP / Programa por la Paz. (2018). Huellas del destierro: Reasentamientos y transformaciones socioambientales en contextos de minería [PDF]. https://www.cinep.org.co/wp-content/uploads/2018/04/20180307_E-reasentamientos-WEB.pdf

Centro Nacional de Memoria Histórica. (2016). *Wiwa y Comuna 8. Construcción metodológica: Recorridos por los paisajes de la violencia en Colombia*. <https://centrodememoriahistorica.gov.co/micrositios/recorridos-por-paisajes-de-la-violencia/wiwa.html>

Centro Nacional de Memoria Histórica. (2017). Memorias étnicas: Procesos y experiencias en memoria histórica con comunidades étnicas. Centro Nacional de Memoria Histórica – USAID / OIM.

Centro Nacional de Memoria Histórica. (2022, enero 26). *Las comunidades Wiwa del río Guachaca y el CNMH comienzan a tejer el fondo documental Mamekun Shewuama*. <https://centrodememoriahistorica.gov.co/las-comunidades-wiwa-del-rio-guachaca-y-el-cnmh-comienzan-a-tejer-el-fondo-documental-mamek%CA%89n-shewuama/>

Cervantes, C. M. B., & Blanco-Cervantes, G. (2023). Composición y estructura de la fauna íctica del tramo bajo del río Gaira, Sierra Nevada de Santa Marta (SNSM), Caribe colombiano. *Actualidades Biológicas*, 45(119), 1–16.

Chasqui V., L., Alvarado-Chacón, E. M., Ardila, N., Borrero-Pérez, G. H., Campos, N. H., & Mejía-Quintero, K. (Eds.). (2022). Libro rojo de invertebrados marinos de Colombia (Serie de publicaciones generales de INVEMAR No. 122). INVEMAR; Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible.

CINEP, RKMA. (2013). Metodología para la Caracterización del Ordenamiento Ancestral del Pueblo Kogui. Santa Marta: Resguardo Kogui Malayo Arjhuaco - RKMA; Centro de Investigación y Educación Popular - CINEP.

CIT. (2026). Censo poblacion pueblo arhuaco base de datos interno CIT con corte al 10 de enero 2026. Confederacion Indigena Tayrona - CIT.

CIT. (2026). Documento cultural Arhuaco – Reserva temporal version enero 28. Valledupar: Confederacion Indigena Tayrona - CIT.



- Cleef, A. M. (1981). The vegetation of the páramos of the Colombian Cordillera Oriental (Dissertationes Botanicae).
- Cochrane, M. A. (2003). Fire science for rainforests. *Nature*, 421, 913–919.
- Cochrane, M. A., & Bowman, D. (2021). Climate change, fire, and the future of forests. *Annual Review of Earth and Planetary Sciences*, 49, 161–191.
- Collier, K., Wilcock, R., & Meredith, A. (1998). Influence of substrate type and physico-chemical conditions on macroinvertebrate faunas and biotic indices of some lowland Waikato, New Zealand, streams. *New Zealand Journal of Marine and Freshwater Research*, 32, 1–19.
- Colwell, R. K., Brehm, G., Cardelús, C., Gilman, A. C., & Longino, J. (2008). Global warming, elevational range shifts, and lowland biotic attrition in the wet tropics. *Science*, 322(5899), 258–261.
- Comisión Nacional de Territorios Indígenas [CNTI], & Observatorio de Derechos Territoriales de los Pueblos Indígenas. (2021). Informe sobre los derechos territoriales de los pueblos indígenas Kogui, Wiwa, Arhuaco y Kankuamo (R. C. Niño Izquierdo, Ed.). Secretaría Técnica Indígena. <https://www.cntindigena.org>
- Confederación Indígena Tayrona – CIT. (2011). Propuesta para el programa de garantías de los derechos fundamentales de los pueblos indígenas de Colombia [PDF]. [https://conflictosambientales.unal.edu.co/oca/assets/doc/SNSM%20Perija%20-%202011%20\(6\)%20I%20-%20CIT_Propuesta%20para%20Programa%20Garant%C3%ADa%20DD%20Fundamentales%20Ind%C3%ADgenas.pdf](https://conflictosambientales.unal.edu.co/oca/assets/doc/SNSM%20Perija%20-%202011%20(6)%20I%20-%20CIT_Propuesta%20para%20Programa%20Garant%C3%ADa%20DD%20Fundamentales%20Ind%C3%ADgenas.pdf)
- Confederación Indígena Tayrona – CIT., & Ministerio de Minas y Energía – MME. (2015). Guía de relacionamiento y diálogo entre el sector minero-energético y el pueblo Arhuaco. <https://repositoriobi.minenergia.gov.co/bitstream/handle/123456789/2847/14.%20Gui%C3%A1%20de%20relacionamiento%20y%20di%C3%A1logo%20entre%20el%20sector%20minero-energ%C3%A9tico%20y%20el%20pueblo%20Arhuaco.pdf>
- Congreso de la República de Colombia. (1993). Ley 99 de 1993. <https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma.php?i=297>
- Congreso de la República de Colombia. (2008). Ley 1185 de 2008: Por la cual se modifica y adiciona la Ley 397 de 1997 (Ley General de Cultura). <https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma.php?i=29324>



Constitución Política de Colombia. (1991).

Convención sobre los Humedales. (1971). Convención sobre los Humedales de Importancia Internacional especialmente como Hábitat de Aves Acuáticas. <https://www.ramsar.org>

Cornell Lab of Ornithology. (s. f.). eBird: An online database of bird distribution and abundance. <https://ebird.org>

Corte Constitucional de Colombia. (1997). Sentencia C-649 de 1997. <https://www.corteconstitucional.gov.co/relatoria/1997/C-649-97.htm>

Corte Constitucional de Colombia. (2002). Sentencia C-339 de 2002. <https://www.corteconstitucional.gov.co/relatoria/2002/C-339-02.htm>

Corte Constitucional de Colombia. (2012). Sentencia T-1077 de 2012.

Corte Constitucional de Colombia. (2015). Sentencia C-449 de 2015.

Corte Constitucional de Colombia. (2016). Sentencia T-622 de 2016. <https://www.corteconstitucional.gov.co/relatoria/2016/t-622-16.htm>

Cortés, J., Amaya, P., & Arévalo, P. (2020). Colombia: un país en riesgo ecológico. Aplicación de la Lista Roja de Ecosistemas a los ecosistemas terrestres continentales. Pontificia Universidad Javeriana / Conservación Internacional.

Cortés-Duque, J. &. (2013). Ecosistemas de alta montaña en Colombia. Instituto Humboldt. Bogotá: Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt.

CTC - PNNC. (2020). Plan de Manejo de los Parques Nacionales Naturales Sierra Nevada de Santa Marta y Tayrona: Hacia una política pública ambiental del territorio ancestral de la Línea Negra de los pueblos Iku, Kággaba, Wiwa y Kankuamo de la Sierra Nevada de Santa Marta. Santa Marta: Consejo Territorial de Cabildos - CTC, Parques Nacionales Naturales de Colombia - PNNC.

CTC, PNNC. (2022). Propuesta de ampliación del Parque Nacional Natural Sierra Nevada de Santa Marta: Documento Síntesis. Bogotá: Consejo Territorial de Cabildos - CTC, Parques Nacionales Naturales de Colombia - PNNC.

CTC. (2015). Documento Madre de la Línea Negra -Jaba Séshiza - de los Cuatro Pueblos Indígenas de la Sierra Nevada de Santa Marta. Resguardo Kogui Malayo Arhuaco. Santa Marta: CTC - Consejo Territorial de Cabildos Indígenas de la Sierra Nevada de Santa Marta. Confederación Indígena Tayrona (Pueblo Arhuaco), Organización



Gonawindúa Tayrona (Pueblo Kogui), Organización Wiwa Yugumaiun Bunkuanarrua Tayrona (Pueblo Wiwa), y OIK.

Cummins, K. W. (1973). Trophic relations of aquatic insects. *Annual Review of Entomology*, 18, 183–203.

Defensoría del Pueblo. (2025). Ficha de Alerta Temprana, Estructural 020-25 (02/12/2025). <https://alertastempranas.defensoria.gov.co/Alerta/Details/91946>

Departamento Administrativo Nacional de Estadística. (2018). Geovisor de Indicadores Regionales. <https://geoportal.dane.gov.co/geovisores/sociedad/indicadores-regionales/>

Departamento Nacional de Planeación. (2020). Política nacional para el control de la deforestación y la gestión sostenible de los bosques (CONPES 4021). <https://www.minambiente.gov.co/wp-content/uploads/2022/07/5.-Politica-nacional-control-de-la-deforestacion-Conpes-4021.pdf>

Díaz Merlano, J. M. (2019). Praderas submarinas de Colombia. Panamericana Formas e Impresos.

Díaz, J. M., Barrios, L. M., & Gómez-López, D. I. (Eds.). (2003). Las praderas de pastos marinos en Colombia: Estructura y distribución de un ecosistema estratégico (Serie Publicaciones Especiales No. 10). INVEMAR.

Díaz, J. M., Barrios, L. M., Cendales, M. H., Garzón-Ferreira, J., Geister, J., López-Victoria, M., Ospina, G. H., Parra-Velandia, F., Pinzón, J., Vargas-Angel, B., Zapata, F. A., & Zea, S. (2000). Áreas coralinas de Colombia (Serie Publicaciones Especiales No. 5). INVEMAR.

Dickson, B. G., Albano, C. M., Anantharaman, R., Beier, P., Fargione, J., Graves, T. A., Gray, M., Hall, K. R., Lawler, J. J., Leonard, P. B., McClure, M. L., & Theobald, D. M. (2019). Circuit-theory applications to connectivity science and conservation. *Conservation Biology*.

DoNascimento, C., Bogotá, G. J. D., Albornoz Garzón, J. G., Méndez López, A., Villa Navarro, F. A., Herrera Collazos, E. E., Agudelo Zamora, H., & Arce, H. M. (2023). Lista de especies de peces de agua dulce de Colombia / Checklist of the freshwater fishes of Colombia (v2.15) [Dataset/Checklist]. Asociación Colombiana de Ictiólogos. <https://doi.org/10.15472/numrso>



- Duran-Izquierdo, M., et al. (2021). Vulnerability assessment of Sierra Nevada de Santa Marta, Colombia: World's most irreplaceable nature reserve. *Science of the Total Environment*.
- Dureau, F y Goueset, V. (2001). El proceso migratorio y sus consecuencias sobre el poblamiento de las ciudades petroleras: realidades y representaciones colectivas en el caso de las ciudades de Casanare, Colombia. *Geografía y Ciencias Sociales*, Vol .5.
- DUSAKAWI EPSI. (2026). Censo poblacional pueblo arhuaco de afiliados al regimen subsidiado con corte al 10 de enero del 2026. Empresa Promotora de Salud Indígena DUSAKAWI EPSI.
- Etter, A. (1998). Mapa General de Ecosistemas de Colombia Escala 1:2'000.000. IAvH y PNUD.
- Etter, A., McAlpine, C., Pullar, D., & Possingham, H. (2008). Modelling the conversion of Colombian lowland ecosystems since 1940: Drivers, patterns and rates. *Journal of Environmental Management*, 91(11), 257–271.
- Fernández Alonso, J. L. (2012). Flora de Colombia: avances y perspectivas. Universidad Nacional de Colombia. Instituto de Ciencias Naturales.
- FPSNSM. (2007). Cartilla de Geografía de la Sierra Nevada de Santa Marta. Santa Marta: Fundación Pro-Sierra Nevada de Santa Marta - FPSNSM.
- Fundación Foro Nacional por Colombia, (2024). Informe de gestión técnica, programática y financiera 202. Fundación Foro Nacional por Colombia.
- Gentry, A. H. (1992). Patterns of plant diversity and floristic composition in Neotropical montane forests. In *Biogeography and ecology of high mountain regions* (pp. 103–126). Oxford University Press.
- Giglio, L., Schroeder, W., & Justice, C. O. (2016). The Collection 6 MODIS active fire detection algorithm and fire products. *Remote Sensing of Environment*, 178, 31–41. <https://doi.org/10.1016/j.rse.2016.02.054>.
- Gonzales, N., Simarro, R., Molina, M., Bautista, L., Delgado, L. & Villa, J. (2011). Effect of surfactants on PAH biodegradation by a bacterial consortium and on the dynamics of the bacterial community during the process. *Bioresource Technology*. 102, 9438-9446.
- Haddad, N. M., et al. (2015). Habitat fragmentation and its lasting impact on Earth's ecosystems. *Science Advances*, 1(2), e1500052.



Hernández Camacho, J., & Walschburger, T. (1992). Biogeografía de Colombia. En G. Halffter, La diversidad biológica de Iberoamérica (págs. 105–151). Instituto de Ecología.

IAVH. (2017). Estado y tendencias de la biodiversidad continental de Colombia. I. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt IVAH.

IDEAM. (2017). Estudio Nacional del Agua. Bogotá: Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales - IDEAM.

Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. (2018). Áreas Importantes para la Conservación de las Aves (AICAS) en Colombia [Datos geoespaciales]. Sistema de Información Ambiental de Colombia (SIAC).

Invemar. (2014). Estado de los ecosistemas costeros del Caribe colombiano. Santa Marta: Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras José Benito Vives de Andrés - INVEMAR.

INVEMAR. (2023). Informe del estado de los ambientes y recursos marinos y costeros en Colombia, 2023 (Serie de Publicaciones Periódicas No. 3). INVEMAR.

Invemar. (2024). Informe del estado de los manglares y humedales costeros del Caribe colombiano. Santa Marta: Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras José Benito Vives de Andrés.

IPBES (Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services). (2019). Global assessment report on biodiversity and ecosystem services. IPBES Secretariat. <https://ipbes.net/global-assessment>

IPCC. (2022). Climate Change 2022: Impacts, Adaptation, and Vulnerability. Cambridge University Press.

IPS Ettenaka Gonawindua Tayrona. (2025). Censo población Pueblo Indígena kogui con corte al 30 de diciembre del 2025. IPS Ettenaka Gonawindua Tayrona.

IUCN (International Union for Conservation of Nature). (2023). The IUCN Red List of Threatened Species. <https://www.iucnredlist.org>

IUCN. (2010). Sacred natural sites: conserving nature and culture. London: International Union for Conservation of Nature. <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000189669>

Jackson, J. K., & Fisher, S. G. (1986). Secondary production, emergence, and export of aquatic insects of a Sonoran Desert Stream. Ecology, 67.



Jurisdicción Especial para la Paz. (2024, julio 9). La JEP acredita como víctimas al territorio ancestral, sagrado y colectivo de la Sierra Nevada de Gonawindua (Santa Marta) y a los pueblos Iku (Arhuaco), Kággaba (Kogui), Wiwa y Kankuamo en el Caso 09. <https://www.jep.gov.co/Sala-de-Prensa/Paginas/la-jep-acredita-como-victimas-al-territorio-ancestral-sagrado-y-colectivo-de-la-sierra-nevada-de-gonawindua-santa-marta-y-a.aspx>

Kattan, G., & Álvarez-López, H. (1996). Preservation and management of biodiversity in fragmented forest landscapes in the Colombian Andes. *Biodiversity and Conservation*, 5, 977–993.

Kitching, R. L. (2001). Food webs in phytotelmata: “bottom-up” and “top-down” explanations for community structure. *Annual Review of Entomology*, 46, 729–760.

Ladino, G., Ospina-Bautista, F., Estévez Varón, J., Jerabkova, L., & Kratina, P. (2019). Ecosystem services provided by bromeliad plants: A systematic review. *Ecology and Evolution*, 9(12), 7360–7372. <https://doi.org/10.1002/ece3.5296>

Le Saout, S., Hoffmann, M., Shi, Y., Hughes, A., Bernard, C., Brooks, T. M., ... & Rodrigues, A. S. (2013). Protected areas and effective biodiversity conservation. *Science*, 342(6160), 803–805.

MADS. (2021). Informe de gestión 2021. Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible.

McRae, B. H., Dickson, B. G., Keitt, T. H., & Shah, V. B. (2008). Using circuit theory to model connectivity in ecology, evolution, and conservation. *Ecology*, 89(10), 2712–2724.

McRae, B. H., Hall, S. A., Beier, P., & Theobald, D. M. (2012). Where to restore ecological connectivity? Detecting barriers and quantifying restoration benefits. *PLOS ONE*, 7(12), e52604. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0052604>

Merritt, R. W., Cummins, K. W., & Berg, M. (Eds.). (2008). An introduction to the aquatic insects of North America. Kendall/Hunt Publishing Company.

Mesa, O. J. (2000). Introducción al clima de Colombia. (a. e. aproximado, Ed.) Bogotá: Universidad Nacional de Colombia, Facultad de Minas.

Mestre, Y., & Rawitscher, P. (2018). Shikwakala: El crujido de la Madre Tierra. Santa Marta: Resguardo Kogui Malayo Aruaco.

Millennium Ecosystem Assessment. (2005). Ecosystems and human well-being: Synthesis. Island Press.



MinCultura. (2010). Caracterizaciones de los Pueblos Indígenas en Riesgo. Bogotá: Dirección de Poblaciones, Ministerio de Cultura Colombia.

MinCultura. (2017). RESOLUCIÓN 3760 DE 2017, Por la cual se incluye la manifestación “Sistema de Conocimiento Ancestral de los pueblos arhuaco, kankuamo, kogui y wiwa de la Sierra Nevada de Santa Marta” en la Lista representativa de patrimonio cultural inmaterial. Ministerio de las Culturas de Colombia - Mincultura.

Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. (2018). Resolución 504 de 2018: Por la cual se declara y delimita una zona de protección y desarrollo de los recursos naturales renovables y del medio ambiente en inmediaciones del Parque Nacional Natural Sierra Nevada de Santa Marta.

Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. (2025). Planes de Ordenación y Manejo de Cuencas Hidrográficas (POMCA) [Datos geoespaciales]. <https://portalsirh.minambiente.gov.co/planes-de-ordenacion-y-manejo-de-cuencas-hidrograficas-pomca/>

Ministerio de Cultura. (2012). Resolución 2873 de 2012: Por la cual se reconoce el sitio sagrado Jaba Tañiwashkaka (La Guajira) como bien de interés cultural de la Nación.

Mora, G. (2023). Estado actual de la minería en Colombia y la identificación de impactos. Universidad Libre. <https://hdl.handle.net/10901/25485>

Morales Tomas, P., & Pumarejo Hinojosa, M. A. (2003). La recuperación de la memoria histórica de los Kankuamo: Un llamado de los antiguos, Siglos XX – XVIII. Bogotá: Universidad Nacional de Colombia, Facultad de Ciencias Humanas.

Myers, N., Mittermeier, R., Mittermeier, C., da Fonseca, G., & Kent, J. (2000). Biodiversity hotspots for conservation priorities. *Nature*, 403, 853–858.

NASA FIRMS. (s. f.). Fire Information for Resource Management System. <https://firms.modaps.eosdis.nasa.gov>

OIK. (2025). Autocenso poblacion Pueblo Kankuamo con corte al 21 de agosto del 2025. Organizacion Indigena Kankuamo - OIK.

OIK. (2026). DOCUMENTO DE JUSTIFICACIÓN DE LA AMPLIACIÓN DEL POLÍGONO DE MORATORIA MINERA EN EL TERRITORIO ANCESTRAL DEL PUEBLO KANKUAMO. Feb 2026. Organizacion Indigena Kamkuamo.

Organización Nacional Indígena de Colombia (ONIC). (s. f.). *Wiwa*. <https://www.onic.org.co/pueblos/1159-wiwa>



- OWYBT. (2025). Autocenso pueblo indigena Wiwa corte del 30 de diciembre del 2025. Organización Wiwa Yugumaiun Bunkuanarrua Tayrona - OWYBT.
- OWYBT. (2026). Informe Tecnico Propuesta Reserva Temporal Pueblo Wiwa Feb 02. Organización Wiwa Yugumaiun Bunkuanarrua Tayrona ' OWYBT.
- Organización Wiwa Yugumaiun Bunkuanarrua Tayrona. (s. f.). *Organización Wiwa Yugumaiun Bunkuanarrua Tayrona*. Recuperado el 1 de abril de 2026, de <https://organizacionwiwa.org/>
- OWYBT; ABF. (2020). La minería en la Sierra Nevada de Santa Marta: estudio piloto de identificación de impactos culturales y ambientales causados por la minería en el territorio del pueblo Wiwa (Cuencas de los ríos Ranchería, Tapias, Jérez y Cesar, SNSM). Valledupar: Organización Wiwa Yugumaiun Bunkuanarrua Tayrona ' OWYBT; Applied biodiversity Foundation ABF.
- Parmesan, C., & Yohe, G. (2003). A globally coherent fingerprint of climate change impacts across natural systems. *Nature*, 421, 37–42.
- Parques Nacionales Naturales de Colombia. (2020). Plan de manejo de los Parques Nacionales Naturales Sierra Nevada de Santa Marta y Tayrona: Hacia una política pública ambiental del territorio ancestral de la línea negra de los pueblos Iku, Kággaba, Wiwa y Kankuamo de la Sierra Nevada de Santa Marta. <https://old.parquesnacionales.gov.co/portal/wp-content/uploads/2020/10/plan-de-manejo-del-pnn-sierra-nevada-de-santa-marta-y-tayrona.pdf>
- Pérez-Torres, J., Cortés-Delgado, N., & (Eds.). (2016). Biodiversidad asociada a los sectores Manso y Tigre del Parque Nacional Natural Paramillo. Parques Nacionales Naturales de Colombia.
- Pizano, C., & Sarmiento, H. (2018). Estado de conservación de mamíferos en Colombia y principales amenazas asociadas al cambio de uso del suelo. *Biota Colombiana*, 19(2), 1–21.
- Poff, N. L. (1992). Way disturbances can be predictable: a perspective on the definition of disturbance in stream. *Journal of the North American Benthological Society*, 11, 86–92.
- Rabatel, A., Francou, B., Soruco, A., Gomez, J., Cáceres, B., Ceballos, J., & Wagnon, P. (2013). Current state of glaciers in the tropical Andes: A multi-century perspective on glacier evolution and climate change. *The Cryosphere*, 7, 81–102. <https://doi.org/https://doi.org/10.5194/tc-7-81-2013>

- Rabinowitz, A., & Zeller, K. A. (2010). A range-wide model of landscape connectivity and conservation for the jaguar (*Panthera onca*). *Biological Conservation*, 143(4), 939–945. <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2010.01.002>
- Ramírez, A., & Gutiérrez-Fonseca, P. (2014). Functional feeding groups of aquatic insect families in Latin America: a critical analysis and review of existing literature. *Revista de Biología Tropical*, 62(Suppl. 2), 155–167.
- Rangel Ch., J. (2012). *La biodiversidad de Colombia: significado y distribución regional*. Bogotá: Universidad Nacional de Colombia., Instituto de Ciencias Naturales.
- Rangel Ch., J. O. (2000). *Colombia diversidad biótica III: La región de páramo*. Universidad Nacional de Colombia.
- Reichel Dolmatoff, G. (1949/50). Los Kogi: una tribu de la Sierra Nevada de Santa Marta, Colombia. *Revista del Instituto Etnológico Nacional*. , 4(1 y 2).
- Reichel-Dolmatoff, G. (1996). *The Forest Within: The World-view of the Tukano Amazonian Indians*. Council Oaks Distribution.
- Restrepo, J. D., & Kjerfve, B. (. (2000). Magdalena River: Interannual variability (1975–1995) and revised water discharge and sediment load estimates. *Journal of Hydrology*, 235(1-2), 137–149.
- Richards, C., & Host, G. (1994). Examining land use influences on stream habitats and macroinvertebrates: A GIS approach. *American Water Resources Association*, 30, 729–738.
- RKMA:,Gailer Baquero, Stephanie. (2025). Síntesis desde la visión de ordenamiento ancestral de los cuatro pueblos indígenas de la SNSM para incorporar en los instrumentos de planeación PORH en jurisdicción de la SNSM en el marco de las consultas previas entre los cuatro pueblos indígenas de la S. Santa Marta: RKMA - Resguardo Kogui Malayo Arhuaco.
- Salaman, P., Donegan, T., & Cuervo, A. M. (2001). Checklist of the birds of Colombia. Fundación ProAves.
- Secretaría del Convenio sobre la Diversidad Biológica. (2022). *Marco mundial Kunming-Montreal de la diversidad biológica*. <https://www.cbd.int/>
- Sentencia T-005/16, DERECHO A LA CONSULTA PREVIA DE COMUNIDAD INDIGENA- Caso en que se instala base militar y antenas de comunicación, datos y electricidad en predio que pertenece a territorio ancestral indígena (Corte Constitucional de Colombia 2016).



- Silverman, B. W. (1986). Density estimation for statistics and data analysis. Chapman & Hall.
- Stevenson, R. J., Bothwell, M. L., & Lowe, R. L. (Eds.). (1996). Algal Ecology – Freshwater Benthic Ecosystems. Academic Press.
- Suárez-Castro, A. F., Correa-Ayram, C. A., Noguera-Urbano, E., & Gómez-Valencia, B. (2020). Áreas complementarias como grandes conectores de la biodiversidad. En L. A. Moreno & G. I. Andrade (Eds.), Biodiversidad 2021. Instituto Humboldt.
- Tamaris Turizo, C. E. (2018). Relaciones tróficas de macroinvertebrados acuáticos en un río tropical de la Sierra Nevada de Santa Marta (Tesis doctoral).
- The Economics of Ecosystems and Biodiversity (TEEB). (2010). The economics of ecosystems and biodiversity: Ecological and economic foundations. Earthscan.
- Theobald, D. M. (2006). Exploring the functional connectivity of landscapes using landscape networks. En K. R. Crooks & M. Sanjayan (Eds.), Connectivity Conservation (pp. 416–443). Cambridge University Press.
- Tobias-Loaiza, M., & Guzmán Soto, C. (2022). Variación estructural de familias de macroinvertebrados acuáticos y su relación con la calidad del agua en quebradas asociadas con cultivos de café y ganadería vacuna en el sector de La Tagua, Sierra Nevada de Santa Marta. Revista de la Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales, 46(178), 206–216. <https://doi.org/10.18257/raccefyn.1577>
- UNESCO. (2022). Sistema de conocimiento ancestral de los cuatro pueblos indígenas, Arhuaco, Kankuamo, Kogui y Wiwa de la Sierra Nevada de Santa Marta [Entrada en la Lista Representativa del Patrimonio Cultural Inmaterial]. <https://ich.unesco.org/es/RL/sistema-de-conocimiento-ancestral-de-los-cuatro-pueblos-indigenas-arhuaco-kankuamo-kogui-y-wiwa-de-la-sierra-nevada-de-santa-marta-01886>
- UNESCO. (2025). Conocimientos indígenas, lugares ancestrales: gestionando el cambio en los sitios designados por la UNESCO. Paris: Unesco. <https://doi.org/https://doi.org/10.58337/SREV4547>
- Unidad para las Víctimas. (2025). Boletín informativo: Observatorio de la Reparación a las Víctimas (Edición 4). https://datospaz.unidadvictimas.gov.co/wp-content/uploads/2026/02/Boletin_4_OCT_NOV_2025.pdf



- U.S. Geological Survey. (2022). *El ciclo del agua (Water Cycle), versión en español (PNG)*. U.S. Geological Survey. <https://www.usgs.gov/media/images/el-ciclo-del-agua-water-cycle-spanish-png>
- Van der Hammen, T. (2003). The Quaternary of Colombia: Climate, ecology and human occupation. *Journal of South American Earth Sciences*, 15, 1–12.
- Vargas-Salinas, F., Muñoz-Avila, J. A., & Morales-Puentes, M. E. (Coord.). (2019). *Biología de los anfibios y reptiles en el bosque seco tropical del norte de Colombia*. Editorial UPTC.
- Velasquez, J. (2017). Contaminación de suelos y aguas por hidrocarburos en Colombia. Análisis de la fitorremediación como estrategia biotecnológica de recuperación. *Revista de Investigación Agraria y Ambiental*. Vol 8 (1). DOI: <https://doi.org/10.22490/21456453.1846>.
- Waterman, R. J., & Bidartondo, M. I. (2008). Deception above, deception below: linking pollination and mycorrhizal biology of orchids. *Journal of Experimental Botany*, 59, 1085–1096.
- Wicquart, J., Mathon, L., Petit, A., Rivera-Sosa, A., & McField, M. (Eds.). (2025). Status and Trends of Caribbean Coral Reefs: 1970–2024. GCRMN / ICRI. <https://doi.org/10.59387/BDHF9180>
- Wildlife Conservation Society (WCS) Colombia. (s. f.). Magdalena River Turtle (*Podocnemis lewyana*): Conservation in the Middle Magdalena Valley. <https://colombia.wcs.org/en-us/Project-Microsites/PROYECTO-VIDA-SILVESTRE/Landscapes-and-Work-Areas/Middle-Magdalena-Valley/MAGDALENA-RIVER-TURTLE.aspx>
- WWF Colombia. (2025). Informe ambiental 2025. WWF Colombia.
- Zárrate-Charry, D. A., Massey, A. L., González-Maya, J. F., & Betts, M. G. (2018). Multi-criteria spatial identification of carnivore conservation areas under data scarcity and conflict: A jaguar case study in Sierra Nevada de Santa Marta, Colombia. *Biodiversity and Conservation*. <https://doi.org/10.1007/s10531-018-1605-z>
- Zeller, K. A., Rabinowitz, A., Salom-Pérez, R., & Quigley, H. (2013). The Jaguar Corridor Initiative: A range-wide conservation strategy. En M. Ruiz-García & J. M. Shostell (Eds.), *Molecular Population Genetics, Evolutionary Biology and Biological Conservation of Neotropical Carnivores* (pp. 629–658). Nova Science Publishers.

14. ANEXOS

- 14.1. Limite cartográfico Polígono Propuesta de Reserva SNSM
- 14.2. Listado de sitios Sagrados
- 14.3. Listado de Ecosistemas-coberturas de la zona Sierra Nevada de Santa Marta (SNSM)
- 14.4. Metodología de modelación del servicio ecosistémico de control de erosión y estabilización de laderas
- 14.5. Matriz de Impactos