



DOCUMENTO TÉCNICO DE SOPORTE PARA LA DECLARATORIA DE LA RESERVA DEFINITIVA LA BAJA UNA RESERVA DE RECURSOS NATURALES RENOVABLES DE CARÁCTER DEFINITIVO “LA BAJA”, EN UN SECTOR DE LA MICROCUENCA DE LA QUEBRADA LA BAJA, EN EL MACIZO DE SANTURBÁN, ENTRE LOS MUNICIPIOS DE CALIFORNIA, VETAS Y SURATÁ, DEPARTAMENTO DE SANTANDER

Tabla de contenido

1. Introducción	3
2. Antecedentes	4
3. Generalidades de la Reserva Definitiva La Baja	6
Localización – División político-administrativa	6
3.1 Ordenación Ambiental del territorio	7
3.1.1 Áreas protegidas del SINAP	7
3.2 Contexto biofísico	8
3.2.1 Clima	8
3.2.2 Geología	10
3.2.3 Hidrogeología	11
3.2.4 Geomorfología	12
3.2.5 Morfodinámica	12
3.2.6 Suelos de Montaña	13
3.2.7 Subzonas hidrográficas	19
3.2.8 Geología e Hidrología	22
3.2.9 Caracterización hidrológica de la cuenca del río Suratá y su conectividad superficial con la Quebrada La Baja	23
3.2.10 Aguas subterráneas	30
3.2.11 Humedales, nacimientos de agua y turberas (Corine Land Cover 2020 - IDEAM)	35
3.2.12 Coberturas (Corine Land Cover 2022 - IDEAM)	36
3.2.13 Relevancia biológica y ecológica de la Reserva Definitiva La Baja	38
4. Características demográficas	42



4.1	POBLACIÓN A ESCALA MUNICIPAL GENERAL	42
5.	FRONTERA AGRÍCOLA	50
6.	MINERIA	51
7.	Infraestructura	55
8.	Información catastral.....	56
9.	INFORMACIÓN COMPLEMENTARIA A PARTIR DE LA ZONIFICACIÓN AMBIENTAL DEL POMCA RÍO ALTO LEBRIJA EN LA RESERVA DEFINITIVA	58
	Bibliografía	62



1. Introducción

El presente documento pretende aportar algunos elementos técnicos relacionados con la regulación del agua en la reserva definitiva La Baja en el municipio de California, departamento de Santander, tomando como base los resultados del estudio de hidrología isotópica adelantados y presentados por el SGC (Munoz et al. 2026) en dicha microcuenca y otra información de referencia que aporta a la regulación del agua, en la perspectiva de definir medidas de protección definitiva en aporte al ordenamiento minero ambiental de las zonas de transición entre el bosque alto andino y las zonas de páramo al interior de la microcuenca de la quebrada La Baja.

La reserva definitiva La Baja se localiza en la zona adyacente al páramo de Santurbán y va hasta la confluencia de la quebrada La Baja y el río Vetás, éste último haciendo parte de las subcuencas que configuran la cuenca del río Suratá. Dede el contexto de ordenamiento ambiental, la reserva definitiva La Baja con un área de 1499,28 hectáreas, se superpone parcialmente con el área de referencia del páramo conforme lo establecido por la Sentencia T-361 de 2017.

A partir del ordenamiento indicado anteriormente, se define un polígono para la Reserva Definitiva que se complementa con las figuras del SINAP y el ecosistema páramos Jurisdicciones-Santurbán-Berlín.



2. Antecedentes

La microcuenca de la Quebrada la Baja nace en el páramo de Santurbán y en su recorrido transita hacia la desembocadura sobre el río Vetás, éste último haciendo parte de las subcuencas que configuran la cuenca del río Suratá. Esta microcuenca, que abarca un área de 3441.81 ha en el costado occidental del Macizo de Santurbán, incluye el polígono de la Reserva Definitiva La Baja, con un área de 1499.28 ha. Esta reserva complementa las figuras del SINAP, así como el ecosistema páramo Jurisdicción Santurbán-Berlín, con el fin de contribuir al ordenamiento ambiental en las zonas de transición entre el bosque andino y el páramo.

A partir de una serie de estudios desarrollados por el Servicio Geológico Colombiano (SGC) en esta microcuenca (Herrera et al. 2023; Muñoz, et al., 2026), así como otras investigaciones científicas (Alonso et al. 2020), se confirma que este sistema funciona como una unidad interconectada y dinámica, donde el páramo actúa como el núcleo principal de generación y recarga la cuenca del río Suratá, y de su afluente la quebrada La Baja. Asimismo, se evidencia que las cotas inferiores juegan un papel determinante en la recarga complementaria, el tránsito y la descarga del agua subterránea. El agua circula a través de un macizo rocoso fracturado, con diferentes trayectorias, alimentando de manera natural manantiales, quebradas, lagunas, pero también es interceptada en infraestructuras mineras de la región.

De acuerdo con Herrera et al. (2023), en esta unidad geológica se presenta el predominio de rocas metamórficas e ígneas con un grado variable de fracturamiento que favorece el tránsito del agua en el subsuelo, con la expresión visible de la descarga de aguas subterráneas a través de manantiales pero también a partir de puntos de agua antrópicos asociados a la actividad minera que interceptan flujos de agua subterránea regionales de alta mineralización con características hidroquímicas contrastantes. Un reciente estudio elaborado por Muñoz, et al., (2026) aborda la dinámica hídrica específicamente e la microcuenca de la quebrada La Baja, mediante el empleo de análisis de isótopos estables del agua (deuterio $\delta^2\text{H}$ y oxígeno-18 $\delta^{18}\text{O}$). A través de esta metodología, se construyó una Línea Meteórica Local (LML) que representa la "huella digital" de la precipitación en el territorio, permitiendo estimar las alturas de recarga de diversas fuentes de agua.

Del contraste entre la zonificación Ambiental definida por el POMCA del río Alto Lebrija y la Reserva Definitiva, el 99,34% de la Reserva constituyen subzonas de uso y manejo

Comentado [ir1]: Incluir: Alonso, D. L., Pérez, R., Okio, C. K., & Castillo, E. (2020). Assessment of mining activity on arsenic contamination in surface water and sediments in southwestern area of Santurbán paramo, Colombia. *Journal of environmental management*, 264, 110478. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2020.110478>

Comentado [ir2]: Revisar si la descripción es correcta.

Comentado [ir3]: Es muy importante que en TODO el documento NO se haga alusión a la "Reserva Temporal". Si es necesario, debe hacerse referencia con claridad a la Resolución, pero lo mejor es hacer referencia directa a la caracterización hidrográfica, geográfica o ecosistémica de interés.



ambiental derivadas de la categoría de Conservación y Protección de este instrumento, asociadas principalmente a áreas para la protección y conservación, como es el caso de bosques relictuales alto andinos, zonas de recarga, áreas de amenaza por fenómenos de remoción en masa y avenidas torrenciales, entre otras, de importancia para la protección y conservación de los recursos hídricos y la biodiversidad. Lo anterior, permite confirmar la importancia de establecer medidas de protección definitiva frente a las actividades productivas de alto impacto a través de la Reserva Definitiva contigua al páramo de Santurbán.



3.3 CONTEXTO BIOFÍSICO

3.3.1 Clima

En este análisis climático se lleva a cabo la descripción del funcionamiento general de los elementos del clima y los factores que los generan en la región natural de la reserva Definitiva La Baja con jurisdicción en el municipio de California, departamento de Santander. La clasificación climática es el principal resultado a obtener para la microcuenca, el cual se describe más adelante.

Para lograr lo anterior, se fijó como objetivo principal el de determinar el conjunto fluctuante de los valores de los elementos y variables meteorológicas características de los estados y evoluciones del tiempo, estableciendo los valores de mayor parte de los elementos climatológicos básicos y de algunos sintéticos, su distribución espacial y temporal, las características de sus variaciones y el comportamiento del clima.

Geográficamente la reserva definitiva se localiza en los alrededores de los 7°22'46" de Latitud Norte y los 72°73'55" de Longitud al Oeste de Greenwich, en conjunto con la influencia que ejerce la Zona de Convergencia Intertropical (ZCIT), condicionan las propiedades físicas de la atmósfera que definen el tiempo y el clima. Actúan también sobre las características climáticas de la Reserva Definitiva La Baja, todas las condiciones físicas que le son propias (forma, orientación, rango de altitudes, topografía, vegetación, etc.) y que producen o modifican los elementos que crean el clima.

Es decir, la ZCIT, pasa por el centro de Colombia dos veces al año:

- ✓ Una primera vez entre abril y mayo, cuando se desplaza hacia el norte y ocasiona el primer período lluvioso que va acompañado de un pequeño descenso en las temperaturas medias, con una disminución de las máximas y aumento de las mínimas;
- ✓ Una segunda vez entre septiembre y octubre, cuando regresa de su posición norte más extrema, alcanzada en julio - agosto, y se dirige al sur, originando el segundo período lluvioso que es el más fuerte y también se acompaña de un descenso en las temperaturas medias, disminución de las máximas y aumento de las mínimas.



Los procesos zonales de convección térmica y dinámica, junto con la influencia extensiva de la ZCIT, juegan una importancia decisiva en el régimen climático, notándose su acción especialmente en las áreas planas de las regiones septentrionales y orientales de Colombia.

De acuerdo con la información reportada por el Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (Ideam), la humedad relativa media anual es del 85 %, el régimen de lluvias para el departamento de Santander es principalmente bimodal, con una primera temporada de lluvias para los meses de abril - mayo y una segunda en los meses de septiembre - octubre.

Las zonas de mayor precipitación se registran en subcuenca del río Vetás, con precipitaciones medias anuales de 1000 - 1200 mm. Hacia el oeste se presenta una zona de mayor precipitación, con valores cercanos a los 1500 mm/año. La precipitación media anual en el sector donde se localiza la Reserva Definitiva La Baja, estimada a partir de los datos anteriores pueden oscilar por los 1000 y 1200 mm anuales.

Las menores temperaturas medias se presentan en la parte alta, ubicada sobre el costado este, con valores cercanos a los 6 °C.

Los valores medios máximos se presentan en la zona de Pánaga, donde el río Vetás se une al río Suratá, con valores cercanos a los 19 °C. La mínima evapotranspiración potencial anual promedio para la microcuenca del río Vetás es de 820 mm/año, en la parte alta de la microcuenca, ubicada en el costado este. Los valores máximos se presentan en el costado oeste y se encuentran alrededor de los 1050 mm/año. (Corporación Autónoma Regional Para la Defensa de la Meseta de Bucaramanga (CDMB), 2006a).

La parte alta forma parte de los pisos térmicos frío y de páramo (u oligotérmico), y presenta al igual de lo que sucede en la región andina de nuestro país un régimen de precipitación bimodal, es decir, con dos períodos secos y dos lluviosos. La primera época de lluvia ocurre durante los meses de abril y mayo y la segunda desde septiembre hasta noviembre, siendo esta última la que registra los mayores volúmenes de pluviosidad. Por su parte los meses más secos son diciembre, enero y febrero, junto con un período seco entre junio y julio y a veces hasta agosto, siendo de notar que en las estaciones de Vivero Suratá y Vetás esta estacionalidad es un poco menos marcada, debido probablemente a su ubicación geográfica.



3.3.2 Geología

El área de la Reserva Definitiva La Baja se emplaza en el sector occidental del Macizo de Santander, una provincia geológica dominada por un basamento metamórfico paleozoico representado principalmente por el Neis de Bucaramanga, posteriormente intruido por cuerpos ígneos del Triásico tardío–Jurásico, incluyendo granitoides y rocas hipoabisales de afinidad riolítica a riódacítica. Como describen Ward (1973) y Mantilla-Figueroa (2013), estas unidades presentan geometrías elongadas y una orientación estructural preferencial N–NW, coherente con la arquitectura tectónica regional controlada por sistemas de falla mayores como la Falla de Bucaramanga. La evolución tectónica posterior implicó reactivación estructural y el desarrollo de nuevas discontinuidades, configurando un macizo altamente fracturado y estructuralmente complejo (Cediel *et al.*, 2003).

De acuerdo con Santamaría-Galvis *et al.* (2023), en el área de estudio se observa un marcado control estructural asociado a la presencia de múltiples fallas. A escala regional, la estructura dominante es la Falla Bucaramanga; sin embargo, la configuración estructural local está influenciada principalmente por fallas como San Juan, La Baja, Angosturas, Móngora, Páez y Romeral–Cucutilla, además de fracturas menores asociadas a estas.

El marcado control estructural se asocia a un sistema de fallas que condiciona su configuración tectónica y la distribución de las estructuras geológicas. Entre las principales se destacan las fallas Móngora (Romeral–Cucutilla) y río Cucutilla al oriente, La Baja–Angostura al norte y Charta al sur, con diferentes componentes de movimiento. A escala regional, la Falla Bucaramanga constituye la estructura dominante, mientras que a nivel local el sistema está influenciado por fallas como San Juan, La Baja, Angosturas, Móngora, Páez y Romeral–Cucutilla, junto con fracturas asociadas. La presencia de zonas de intensa fracturación, especialmente en la Falla La Baja–Angostura, sugiere un control significativo en la dinámica estructural y en los procesos hidrogeológicos del área (Santamaría-Galvis *et al.*, 2023; Rossello *et al.*, 2024).

Según diversos estudios geológicos regionales, la disposición y reactivación de fallas como La Baja, Cucutilla y estructuras subsidiarias asociadas al Sistema de Falla de

Bucaramanga han jugado un papel determinante en la configuración geomorfológica, la organización de los cauces de agua superficial de la red de drenaje y el control estructural de la mineralización en el Macizo de Santander. Como describen Ward (1973) y, posteriormente, Mantilla (2013), estas estructuras regionales controlan tanto la arquitectura tectónica como la distribución de zonas intensamente fracturadas en el macizo.

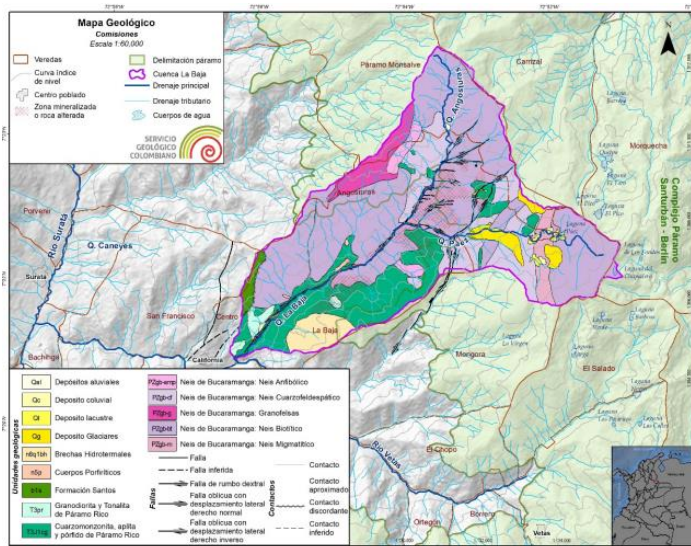


Figura 3. Mapa de Geología – Microcuenca La Baja
 Elaboración propia basada en datos Sistema Geológico Colombiano (SGC, 2023)

3.3.3 Hidrogeología

Desde el punto de vista hidrogeológico, el sistema subterráneo corresponde a un sistema de rocas cristalinas donde la capacidad de almacenamiento y transmisión de agua depende casi exclusivamente de los espacios generados por fracturas (diaclasas y fallas) y volúmenes de brecha tectónica. En consecuencia, la circulación del agua en el subsuelo ocurre a través de redes estructurales, cuya conectividad está condicionada por la densidad, apertura y longitud de las fracturas. Este comportamiento confiere al sistema un carácter altamente heterogéneo y anisotrópico, donde las trayectorias de flujo pueden estar fuertemente controladas



por corredores estructurales que conectan sectores de alta montaña del páramo con áreas incluidas dentro de la reserva definitiva y zonas más bajas de la microcuenca.

En el interior de los túneles se han identificado manifestaciones y drenajes de agua subterránea, evidenciando que el agua infiltrada en el páramo circula a través de redes de fracturas y discontinuidades, y algunos flujos son interceptados por excavaciones mineras. Este comportamiento confirma la existencia de un sistema hidrogeológico controlado estructuralmente, donde la circulación subterránea ocurre predominantemente a lo largo de discontinuidades geológicas, conectando zonas de recarga en superficie con puntos de descarga tanto naturales como inducidos, tal como lo plantean Domenico y Schwartz (1998) y Singhal y Gupta (2010).

3.3.4 Geomorfología

La geomorfología del área de estudio guarda una estrecha relación, con la historia y evolución geológica de la Cordillera Oriental, que tuvo su origen en la transgresión del Jurásico hasta principios del Cretáceo. Durante el levantamiento y posterior a éste, intervinieron fenómenos de orogénesis, tectonismo, vulcanismo y erosión que construyeron y modelaron una gran variedad de geoformas.

Este paisaje hace parte de la Cordillera Oriental y ocupa la mayor extensión. El relieve es abrupto y complejo, varía de moderadamente empinado a muy escarpado, con pendientes que difieren en grado de inclinación, longitud, forma y configuración. Presenta alto grado de disección con profundos cañones como los es el del río Lebrija. Este paisaje está constituido por un verdadero mosaico litológico, en donde alternan rocas ígneas, sedimentarias y metamórficas; cuya edad va desde el Precámbrico hasta el Cretáceo.

El paisaje de montaña está formado por un conjunto de tipos de relieve con características geomorfológicas definidas, que dependen de la combinación de los procesos tectodinámicos, plegamientos y fallamiento.

3.3.5 Morfodinámica

En las zonas de colonización vegetal reciente ubicadas sobre los 3600 msnm se encuentran acumulaciones poco espesas y extensas de materiales finos (arenas y



gravillas), originadas a partir de procesos de microgelifracción y disolución química, con algunas intercalaciones de crioclastos ordenados, de edad histórica a tardiglaciario, sobre las que actúan procesos crionivales y gelifluidales, escurrimientos difusos localizados, intensos y concentrados (arroyuelos), y gelifusión laminar ligada a la circulación del agua superficial. Entre los 3.000 - 3600 msnm, los fenómenos morfodinámicos son más discretos que en el anterior sector, aun cuando se observan numerosas herencias de la actividad glaciario reciente (durante el Cuaternario), como morrenas y otras. En la actualidad, el proceso dominante es la reptación, de dimensión y consecuencias reducidas, el cual se ve acelerado con las quemadas y el pastoreo. En ciertos casos, se observan fenómenos localizados de solifusión líquida (coladas o flujos de barro), sobre todo en presencia de afloramientos de agua en formaciones arcillosas o de contacto entre una formación permeable y otra más impermeable (una morrena sobre estratos arcillosos, por ejemplo). Estas coladas pueden evolucionar en forma de cárcavas o barrancos y su origen puede corresponder con tala y quema de matorrales paramunos o con cambios climáticos holocénicos.

En el piso altoandino (2500 - 3000 msnm) la geodinámica actual es muy discreta, salvo por algunos arrastres lineales ligados a la gravedad, en especial en las vertientes exteriores húmedas. Los fenómenos de escurrimiento lineal no son favorecidos debido a la presencia de una gruesa capa de hojarasca y humus bajo la vegetación característica de esta zona. No obstante, en los claros del bosque existen amplias ondulaciones y lentes de solifusión generalizada por deformación plástica lenta, en especial sobre formaciones arcillosas, modelado que también se observa en las vertientes arcillosas, donde el bosque ha sido reemplazado por potreros. En las vertientes interiores más secas, por el efecto de abrigo que ejerce la divisoria de aguas de la cordillera, los procesos de erosión hídrica superficial incrementan su importancia en la medida en que la sequía aumenta.

3.3.6 Suelos de Montaña

La microcuenca La Baja se localiza en este paisaje, en altitudes que van de los 2000 a 3800 m. La geoforma de montaña comprende diferentes tipos de relieve denominados: crestones, escarpes, filas y vigas.

Las filas y vigas, crestones y escarpes se localizan en ambiente geológico sedimentario e ígneo constituido por una variada litología de areniscas, lutitas, calizas, limolitas, neis,



granitos, esquistos, filitas, cuarzomonzonita, paraneis y cenizas volcánicas alteradas o no; en topografía moderada a fuertemente escarpada o moderada a fuertemente empinada, con pendientes 50-75% y mayores; afectado en gran parte por movimientos en masa como desprendimientos, desplomes, deslizamientos y derrumbes favorecidos por las pendientes fuertes, los regímenes pluviométricos altos, la escasa cobertura vegetal y el uso inadecuado de la tierra.

La formación de los suelos presentes en esta geoforma montañosa, está regida por factores determinantes tales como: clima, material parental, relieve, organismos y tiempo; los cuales inducen procesos fundamentales de ganancias, pérdidas, transformaciones y translocaciones. La acción de dichos factores y procesos determina bien sea, la presencia de suelos con poco desarrollo genético por ejemplo los Entisoles ubicados en filas-vigas; éstos además de su escasa evolución pedogenética son desaturados, extremada a muy fuertemente ácidos, con alta saturación de aluminio activo y muy baja fertilidad.

3.3.6.1 Grupo Indiferenciado Lithic Humitropepts, Andic Humitropepts y Typic Melanudands. Símbolo MHB.

Cartográficamente esta unidad se localiza en el municipio de Vetás en los climas muy frío húmedo y muy húmedo y enmarcada en las zonas de vida de Bosque húmedo y muy húmedo montano (bh-mh-M), en el paisaje de montaña.

Ocupan las filas y vigas, con litología ígnea, constituida por granitos y cenizas volcánicas; su topografía es moderada a fuertemente escarpada con pendientes mayores de 50%.

El 40% de la unidad está integrado por los suelos Lithic Humitropepts, en un 30% por Andic Humitropepts y en un 25% por Typic Melanudands; con inclusiones de afloramientos rocosos en un 5%.

Los sectores altos y medios de la unidad presentan suelos superficiales, limitados en su profundidad efectiva por contacto lítico (granitos coherentes); su perfil es de tipo A-R, en donde el horizonte superior es grueso, de color negro y texturas franco arenosas, están clasificados como Lithic Humitropepts (PS-12). Son suelos bien drenados, extremadamente ácidos con niveles críticos en calcio, potasio y magnesio,





medianos a altos contenidos en fósforo y materia orgánica, la fertilidad es baja, presenta niveles tóxicos de aluminio de cambio. En los sectores medios y bajos de la unidad se distribuyen los suelos Andic Humitropepts (PS-11), con perfil de nomenclatura A-B-C, en donde los horizontes A son pardo y pardo grisáceo muy oscuro, con texturas arenosa franca y franco arenosa. La secuencia de horizontes B es de color pardo amarillento oscuro y amarillo pardusco, de texturas franco-arenosas; tienen buen drenaje; son profundos, extremada a fuertemente ácidos, capacidad de intercambio catiónico y contenido en aluminio de cambio altos; niveles críticos de calcio, magnesio, potasio y fósforo; su fertilidad es baja.

El componente Typic Melanudands (PS-4) se distribuye en las cimas de la unidad, su perfil representativo es de nomenclatura A-B-C, con un horizonte A de color negro, franco arenoso; un B pardo a pardo oscuro con manchas litocrómicas amarillo parduscas y textura franca y horizontes C discontinuos, amarillos, con moteos litocrómicos rojo amarillentos y texturas arcillosa y franco arcillosa. Son bien drenados, profundos, muy fuertemente ácidos, con un complejo de cambio bajo en calcio, magnesio y potasio; bajos contenidos en fósforo y niveles de aluminio altos; su fertilidad es baja.

Los afloramientos rocosos son sectores conformados por roca desnuda, con topografía fuertemente escarpada, desprovistos de vegetación.

Las bajas temperaturas, las frecuentes heladas, la nubosidad casi permanente, las fuertes pendientes y los niveles tóxicos de aluminio; constituyen los limitantes más severos para el uso de estas tierras y determinan que las unidades delimitadas no tengan aptitud agrícola o pecuaria; por lo tanto, se agrupan en las clases VII y VIII por su capacidad de uso y en consecuencia, deben destinarse al crecimiento y desarrollo de la vegetación nativa con la finalidad de conservar las cuencas hidrográficas.

MHBg: Grupo Indiferenciado, fase fuertemente escarpada.

3.3.6.2 Grupo Indiferenciado Typic Troporthents, Typic Dystropepts y Typic Humitropepts Símbolo MLA

Esta unidad se ubica en sectores de los municipios de San Andrés, Zapatoca, Guaca, Jesús María, Onzaga, Mogotes, San Joaquín y Gámbita; en el paisaje montañoso de



climas frío húmedo y muy húmedo, propios de las zonas de vida denominadas Bosque húmedo montano bajo (bh-MB) y Bosque muy húmedo montano bajo (bmh-MB).

Ocupa principalmente el tipo de relieve de filas-vigas con litología de limolitas y lutitas e intercalaciones de areniscas, algunos sectores presentan cenizas volcánicas; la topografía es moderada a fuertemente escarpada con pendientes mayores de 50%.

La unidad está conformada por los suelos de los subgrupos Typic Troorthents en un 35%, Typic Dystropepts en un 25%, Typic Humitropepts en un 25% e inclusiones de Typic Hapludands en 10% y afloramientos rocosos en 5%.

Los suelos del subgrupo Typic Troorthents (PS-407), se distribuyen en las cimas de las filas-vigas, se caracterizan por presentar un delgado horizonte A de color pardo rojizo oscuro que descansa sobre un horizonte C pardo rojizo, de textura franca con gravilla. Son suelos muy superficiales, limitados por fragmentos de roca con contenidos mayores de 60% por volumen, fuerte a moderadamente ácidos, con niveles críticos de calcio, magnesio y fósforo; alta saturación de aluminio y fertilidad baja.

El componente Typic Dystropepts (PS-429), se localiza en los sectores medios y bajos de las laderas, se caracteriza por presentar suelos con perfiles de nomenclatura A-B-C; en donde los horizontes A y B tienen colores pardo y pardo oscuro con moteados litocrómicos pardo fuerte y oliva claro y texturas franca, franco arcillosa y arcillosa. Son suelos bien drenados, profundos, con reacción extremada a muy fuertemente ácida, pobres en calcio, magnesio, potasio y fósforo; la saturación de aluminio es alta y la fertilidad muy baja.

El subgrupo Typic Humitropepts (PS-311), ocupa los sectores bajos de los taludes de derrubio; su perfil representativo tiene nomenclatura A-B-C, donde los horizontes superiores (A-B) son de colores negro y gris muy oscuro que subyacen a un horizonte (C) de color pardo amarillento. Son suelos bien drenados, moderadamente profundos, limitados por contacto lítico, tienen texturas francas, bajos contenidos de calcio, magnesio y fósforo; reacción fuertemente ácida, altos contenidos de materia orgánica y fertilidad moderada.



La unidad presenta inclusión de Typic Hapludands (PS-604), este suelo ocupa los sectores que han recibido aportes de ceniza volcánica; se caracteriza por su perfil de nomenclatura A-B-C, con un horizonte A de color negro, textura arenosa franca y altos contenidos de materia orgánica; este horizonte superficial descansa sobre una secuencia de horizontes B de colores amarillo pardusco a pardo amarillento y pardo oscuro; con texturas arenosa franca a franco arcillosa; todos los horizontes presentan reacción ligera al fluoruro de sodio. Son suelos bien drenados, profundos, de reacción muy fuerte a moderadamente ácida, muy pobres en calcio, magnesio y fósforo y de baja fertilidad.

En pequeños sectores de la unidad, principalmente en aquellos fuertemente escarpados ocurren afloramientos rocosos.

El uso actual está dominado por ganadería extensiva con pasto kikuyo; algunos sectores se dedican a cultivos de cebolla, maíz, tomate de árbol, lulo y mora.

Las condiciones adversas como pendientes pronunciadas, alta susceptibilidad a la erosión y ocasionales heladas, conforman los limitantes más severos para el uso agropecuario de estas tierras; en general, estas áreas presentan vocación forestal; es decir pertenecen a las clases agrológicas VII y VIII; por lo cual deben dedicarse al desarrollo de actividades relacionadas con la forestación, al crecimiento y conservación de la flora y fauna nativa o como reservorios de recursos hídricos.

Conforme a las variaciones de la pendiente y erosión se identificaron dentro de la Reserva Definitiva la Baja las siguientes fases:

- MLAg:** Grupo Indiferenciado, fase fuertemente escarpada.
MLAg2: Grupo Indiferenciado, fase fuertemente escarpada, afectada por erosión moderada.

3.3.6.3 Grupo Indiferenciado Typic Dystropepts y Andic Humitropepts. Símbolo MLB

Esta unidad de mapeo se localiza en el municipio de California; en paisaje de clima frío húmedo y muy húmedo. Ocupa el tipo de relieve de filas y vigas, con litología de



granodiorita, cuarzomonzonita y paraneis, en relieve moderado a fuertemente escarpado con pendientes mayores al 50%.

La unidad cartográfica está conformada por los suelos Typic Dystropepts (45%), Andic Humitropepts (40%) e inclusiones de Lithic Hapludolls (10%) y afloramientos rocosos en un 5%.

El primer integrante, Typic Dystropepts (PS-203), caracteriza suelos con nomenclatura A-B, donde el horizonte A es negro y franco arenoso con gravilla (35%); al que subyace el horizonte B pardo amarillento con textura igual al superior. Ocupa los sectores intermedios de las filas y vigas. Los suelos son bien drenados, profundos, moderadamente ácidos, de mediana a baja capacidad catiónica de cambio; bajos en calcio, potasio, magnesio y fósforo; su fertilidad es baja.

El subgrupo Andic Humitropepts (PS-15) se distribuye en las cimas y caracteriza suelos con perfil de tipo A-AB-B-2B; en donde los horizontes A y AB tienen colores pardo muy oscuro y pardo grisáceo muy oscuro y textura franco arcillo arenosa.

Los horizontes B y 2B son gruesos de colores claros (pardo amarillento, amarillo rojizo, amarillo) con texturas franco arcillo arenosa, franco arcillosa, arcillosa y arcillo arenosa. Son bien drenados, muy profundos, muy fuerte a fuertemente ácidos, alta a mediana capacidad catiónica de cambio, tienen niveles críticos en calcio, magnesio, potasio y fósforo, alta saturación de aluminio y su fertilidad es baja.

La unidad tiene inclusiones de Lithic Hapludolls (PS-204), caracterizados por un perfil A-R; negro, franco arenoso, que descansa directamente sobre la roca.

Los afloramientos rocosos ocupan sectores de relieve abrupto, caracterizados por la aparición de la roca desnuda. Su uso actual es en pastos no manejados (naturales) para pastoreo de ganadería extensiva.

Las fuertes pendientes y su baja fertilidad, conforman los limitantes más severos para el uso agropecuario y determinan que las unidades aquí delimitadas no presenten vocación agrícola o ganadera y por tanto pertenezcan a las clases VII y VIII por su capacidad de uso, por ello deben destinarse para el crecimiento de la flora y fauna



nativas y como reservorio de aguas, ya que en estos sectores tienen su nacimiento importantes corrientes hídricas.

MLBf2: Grupo Indiferenciado, fase moderadamente escarpada, afectada por erosión moderada.

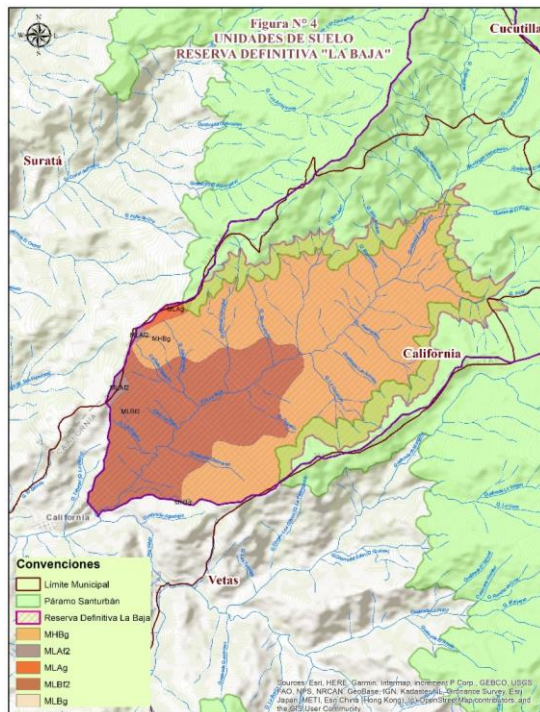


Figura 4. Mapa de suelos Reserva Definitiva La Baja
Fuente: Estudio Suelos Santander - IGAC

3.3.7 Subzonas hidrográficas

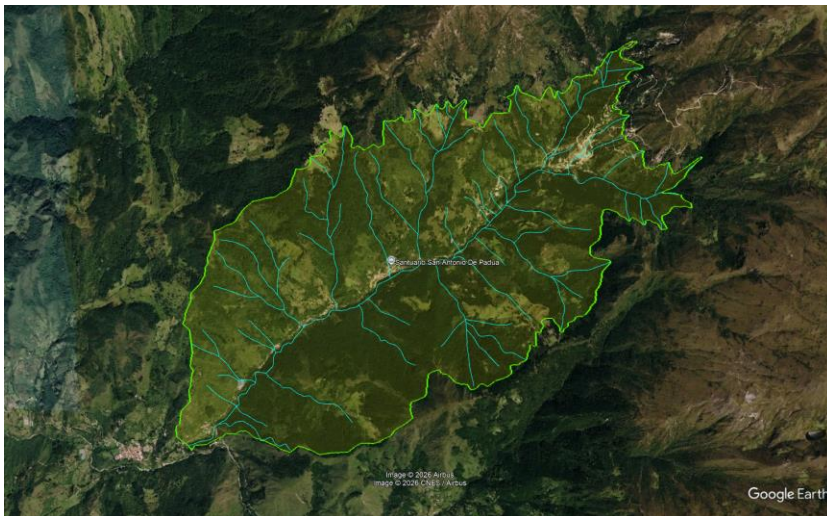
La cuenca del río Alto Lebrija abarca 217.334 ha y se integra por cinco subcuencas: Lebrija Alto, Negro, de Oro, Salamaga y Suratá. El área de estudio de la quebrada La Baja se localiza al nororiente de esta macrocuenca, adscrita a la subcuenca del río Suratá y a la microcuenca Vetás. Territorialmente, su superficie se concentra en el municipio de California, con participaciones menores en Suratá y Vetás.



La quebrada La Baja tiene su origen de la confluencia de las quebradas Angosturas y Páez, la primera la conforman las quebradas Angosturas, El Mortiño, El Pozo, Hoyahonda, Potreritos, y Venaditos, y la segunda un red de drenajes menores incluyendo la laguna Páez que da su origen.

Luego de la mencionada confluencia, la quebrada La Baja recibe las aguas de las quebradas Barrientos, San Antonio, Chicaguá, Aqualimpia, La Higuera, Chorrerón, Tiguerín, La Catalina, Las Ánimas y Aserradero, y las cañadas Zepelín y La Plata.

La red hidrográfica de la Reserva Definitiva La Baja es de 51.887 metros lineales. La Figura N° 5 y Tabla N° 1 se puede apreciar lo amplia que es dicha red hidrográfica



*Figura 5. Red de drenajes en la Reserva Definitiva La Baja
Elaboración propia basada en la cartografía oficial IGAC y Google Earth*

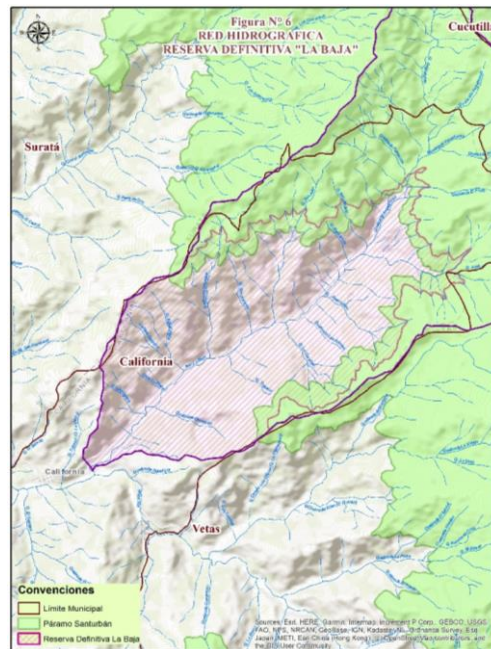


Figura 1. Mapa Red Hidrográfica – Reserva Definitiva La Baja
Fuente: Cartografía Oficial 1:25.000 IGAC

Tabla 1. Área hidrográfica Reserva Definitiva La Baja

Área Hidrográfica	Zona Hidrográfica	Subzona Hidrográfica	Cuenca N3	Cuenca N4	Cuenca N5
Magdalena Cauca	Lebrija	Río Suratá	Río Vetas	Quebrada La Baja	Cañada La Plata
					Cañada Zeppelin
					Qda. Agualimpia
					Qda. Angosturas
					Qda. Aserradero
					Qda. Barrientos
					Qda. Chicaguá
					Qda. Chorrerón
					Qda. El Mortiño
					Qda. El Pozo
					Qda. Higurera
					Qda. Hoyahonda
					Qda. La Catalina



					Qda. La Higuera
					Qda. Las Ánimas
					Qda. Páez
					Qda. Potreritos
					Qda. San Andrés
					Qda. San Antonio
					Qda. San Juan
					Qda. Tiguerín
					Qda. Venaderos

3.3.8 Geología e Hidrología

Marco geológico y estructural regional: el Macizo de Santander y el distrito Vetás-California

La Reserva Definitiva La Baja se emplaza en el sector occidental del Macizo de Santander, sobre un basamento metamórfico paleozoico —el Neis de Bucaramanga, cuyo último evento metamórfico se registra en el Ordovícico— intruido en el límite Triásico-Jurásico por cuerpos magmáticos agrupados en las unidades Granodiorita y Tonalita de Páramo Rico y Cuarzomonzonita, aplita y pórfido de Páramo Rico, con geometrías elongadas y orientación preferencial N-NW; la transgresión cretácica está representada por la Formación Los Santos, y en el distrito minero Vetás-California se registra un evento magmático mioceno expresado en múltiples cuerpos porfíricos, seguido durante el Plioceno-Pleistoceno por la formación de brechas y alteración hidrotermal (Herrera et al., 2023; Mantilla-Figueroa et al., 2013). La arquitectura estructural regional está dominada por la Falla de Bucaramanga, mientras que la configuración local responde a las fallas La Baja, del río Cucutilla, Angosturas, Páez y estructuras subsidiarias asociadas, cuya reactivación tectónica generó nuevas discontinuidades y configuró un macizo altamente fracturado y estructuralmente complejo (Cediel et al., 2003; Herrera et al., 2023). La disposición de estas estructuras ha resultado determinante en la configuración geomorfológica, en la organización de la red de drenaje y en el control estructural de la mineralización del macizo.

El levantamiento geológico a escala 1:25.000 (Figura 3) confirma que los materiales aflorantes corresponden mayoritariamente a rocas cristalinas, cuya porosidad primaria es prácticamente nula; en consecuencia, la capacidad de almacenamiento y transmisión del agua depende casi exclusivamente de los espacios generados por fracturas —fallas y diaclasas— y por volúmenes de brecha tectónica, que constituyen

Comentado [ir4]: Revisar si este es el apellido más idóneo de acuerdo a la sección 3.1. que incluí

Comentado [JM5R4]: Revisado



los conductos de tránsito del agua subterránea (Herrera et al., 2023). Este mismo marco geológico explica la mineralización que caracteriza al distrito Vetás-California: en el sector de la quebrada La Baja se han identificado mineralizaciones metálicas asociadas a sistemas pórfido-epitermales, desarrolladas principalmente en el contacto entre el Neis de Bucaramanga y el Granito de Pescadero —contacto materializado en un brechoide de falla—, con asociaciones dominadas por pirita y calcopirita y procesos de alteración hidrotermal que generan zonas estructuralmente debilitadas y geoquímicamente activas dentro del macizo rocoso (Herrera et al., 2023; Mantilla-Figueroa et al., 2013).

3.3.9 Caracterización hidrológica de la cuenca del río Suratá y su conectividad superficial con la Quebrada La Baja

La cuenca del río Suratá constituye una unidad hidrográfica de alta montaña localizada en el Macizo de Santurbán, dentro de la subzona hidrográfica del río Lebrija, cuya configuración geomorfológica e hidrológica determina una elevada conectividad entre sus tributarios y el cauce principal. Con el propósito de fortalecer el sistema de monitoreo del recurso hídrico superficial y subterráneo de la cuenca, el Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM) desarrolló en 2023 una caracterización hidrológica basada en el análisis morfométrico de la cuenca, la evaluación de la información hidrometeorológica disponible y la modelación distribuida del comportamiento hidrológico mediante el modelo SWAT (Soil and Water Assessment Tool) (IDEAM, 2023).

La delimitación hidrográfica se realizó a partir de un Modelo Digital de Elevación ASTER DEM versión 3, corregido hidrológicamente mediante el relleno de depresiones y sumideros, a partir del cual se construyeron los mapas de dirección y acumulación de flujo que permitieron delinear la red de drenaje y las subcuencas principales. La red hidrográfica fue validada con la cartografía oficial del Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC) a escala 1:25.000, utilizando el sistema de clasificación de Horton-Strahler para jerarquizar los cauces (Strahler, 1957). Esta aproximación permitió caracterizar la estructura espacial del drenaje y establecer los parámetros morfométricos que controlan el comportamiento hidrológico de la cuenca.

El análisis identifica cinco unidades principales: las subcuencas del río Vetás, de la que hace parte la quebrada la Baja, y los ríos Charta y Tona, la subcuenca del río Suratá

Comentado [ir6]: Referencias utilizadas además de IDEAM 2023 (ya incluida en la lista de referencias):

Strahler, A. N. (1957). Quantitative analysis of watershed geomorphology. *Transactions, American Geophysical Union*, 38(6), 913-920.

Arnold, J. G., Srinivasan, R., Muttiah, R. S., & Williams, J. R. (1998). Large area hydrologic modeling and assessment part I: model development 1. *JAWRA Journal of the American Water Resources Association*, 34(1), 73-89.

Neitsch, S. L., Arnold, J. G., Kiniry, J. R., & Williams, J. R. (2011). Soil and water assessment tool theoretical documentation version 2009. Texas Water Resources Institute.

Alonso, D. L., Pérez, R., Okio, C. K., & Castillo, E. (2020). Assessment of mining activity on arsenic contamination in surface water and sediments in southwestern area of Santurbán paramo, Colombia. *Journal of environmental management*, 264, 110478. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2020.110478>



en su parte alta y la cuenca integrada del río Suratá, que alcanza una superficie aproximada de 690,7 km² y corresponde a una cuenca de orden siete según Horton-Strahler. Todas las subcuencas presentan pendientes medias elevadas (entre 46 % y 51 %), altitudes propias de ecosistemas de alta montaña —con elevaciones medias entre 2.329 y 3.158 m s. n. m.— y densidades de drenaje excepcionalmente altas (entre 3,57 y 3,94 km/km²). Estas características reflejan sistemas hidrológicos con elevada energía, rápidos tiempos de concentración y una extensa red de drenaje de primer orden, condiciones que favorecen una conexión permanente entre nacimientos, quebradas, tributarios y el cauce principal.

El IDEAM (2023) atribuye esta elevada densidad de drenaje a la presencia de rocas altamente fracturadas, las cuales favorecen la aparición de nacimientos, manantiales y cauces de primer orden distribuidos en toda la cuenca. En consecuencia, el sistema hidrográfico no está conformado por corrientes aisladas, sino por una red superficial altamente integrada, donde el agua generada en las cabeceras es rápidamente incorporada a los tributarios principales y posteriormente al río Suratá. El informe advierte que esta configuración también incrementa la torrencialidad de la cuenca debido a menores tiempos de concentración y mayores velocidades de respuesta hidrológica frente a eventos de precipitación.

Para representar cuantitativamente estos procesos, el estudio implementó un modelo hidrológico distribuido mediante SWAT, herramienta ampliamente utilizada para simular la circulación del agua dentro de cuencas hidrográficas. El modelo integra información fisiográfica —topografía, geología, coberturas del suelo y características edáficas— con series históricas de precipitación, temperatura y caudales registradas por la red hidrometeorológica del IDEAM. La modelación fue calibrada y validada utilizando registros de estaciones hidrológicas localizadas en la cuenca y su zona de influencia, permitiendo reproducir espacial y temporalmente procesos como precipitación, infiltración, percolación, escorrentía superficial, almacenamiento de agua en el suelo y generación de caudales (Arnold et al., 1998; Neitsch et al., 2011; IDEAM, 2023).

Más allá de los parámetros morfométricos individuales, el principal aporte del estudio del IDEAM consiste en demostrar que el río Suratá debe entenderse como un sistema hidrográfico integrado y no como una simple suma de corrientes independientes. La elevada densidad de drenaje, la abundancia de cauces de primer orden, las fuertes



pendientes y la presencia de rocas altamente fracturadas favorecen una conexión hidrológica permanente entre nacimientos, quebradas, ríos tributarios y el cauce principal. Esta comprensión sistémica adquiere especial relevancia al integrar la evidencia hidrográfica con estudios posteriores realizados en la misma cuenca. Alonso et al. (2020) describen la quebrada La Baja como uno de los tributarios que alimentan el río Suratá, junto con los ríos Vetas y Charta y las quebradas Páez y Mongora, dentro de la subcuenca alta del río Suratá. Los autores precisan además que las aguas de la quebrada La Baja, al igual que las del río Vetos, son utilizadas por el distrito minero California-Vetas, estableciendo explícitamente su pertenencia al mismo sistema de drenaje superficial que abastece el río Suratá desde el páramo de Santurbán hasta Bucaramanga.

En consecuencia, la evidencia hidrológica disponible permite afirmar que **la quebrada La Baja no constituye un sistema aislado**, sino un componente estructural de la red hidrográfica de la cuenca del río Suratá. Su condición de tributario implica una conexión hidráulica y geomorfológica directa con el cauce principal, dentro de una cuenca caracterizada por altas pendientes, elevada densidad de drenaje y rápidos tiempos de concentración. Desde el punto de vista hidrológico, ello significa que los flujos generados en la quebrada La Baja forman parte del balance hídrico del río Suratá y participan de los procesos de transporte y mezcla propios de una red superficial integrada. Esta conclusión constituye la base técnica para analizar, en la siguiente sección, la movilidad de sustancias disueltas o asociadas a sedimentos dentro de la cuenca, sin necesidad de asumir conexiones hipotéticas: dichas conexiones se encuentran sustentadas por la estructura hidrográfica de la cuenca y por la identificación explícita de la quebrada La Baja como tributario del río Suratá.

El estudio de Díaz et al. (2023) evalúa la sustentabilidad productiva de las actividades agropecuarias en el complejo de alta montaña del páramo de Santurbán y su área de influencia, territorio de importancia estratégica para la regulación hídrica, la conservación de la biodiversidad y el abastecimiento de agua de más de 2,5 millones de personas. Aunque la investigación no compara directamente la agricultura con la minería, sí aporta evidencia de que el territorio posee una vocación agropecuaria consolidada y ambientalmente compatible, la cual debe ser considerada como un activo estratégico en cualquier decisión de ordenamiento territorial y de asignación de usos del suelo.



El análisis comprende los municipios de **Vetas**, Tona, Piedecuesta, **California**, Charta y **Suratá**, en Santander, y Villa Caro, Labateca, Pamplona, Silos, Mutiscua, Cácuta, Chinácota, Bochalema, Ábrego, Gramalote, Lourdes, Cáchira, Salazar de las Palmas, Arboledas, Cucutilla y Toledo, en Norte de Santander. La investigación desarrolló una evaluación ex ante mediante un Análisis Espacial Multicriterio (AEMC) basado en Sistemas de Información Geográfica y el Proceso Analítico Jerárquico (SIG-AHP), metodología que integra información espacial con la valoración de expertos para apoyar la toma de decisiones territoriales. La unidad de análisis fue la vereda, a escala 1:25.000, utilizando como principal fuente de información el Censo Nacional Agropecuario de 2014 del DANE, complementado con datos espaciales abiertos del Departamento Nacional de Planeación. A partir de estas fuentes se construyeron treinta indicadores agrupados en cuatro dimensiones de la sustentabilidad: ambiental (11), económica (10), institucional (5) y social (4). Los indicadores fueron georreferenciados, estandarizados y ponderados mediante el método AHP para producir una clasificación espacial de la sustentabilidad productiva en tres categorías: débil, media y fuerte (Díaz et al., 2023).

Los resultados muestran que el 52 % de las veredas presenta una sustentabilidad fuerte y el 48 % una sustentabilidad media, sin registrarse áreas con sustentabilidad débil. Este hallazgo adquiere especial relevancia porque la evaluación no estuvo dominada por criterios de productividad económica, sino por la dimensión ambiental, que recibió el mayor peso dentro del modelo (58 %), seguida por la dimensión social (22 %), mientras que las dimensiones económica e institucional representaron cada una el 10 %. En consecuencia, la clasificación favorable de las actividades agropecuarias refleja que estas alcanzan niveles medios y altos de sustentabilidad, aún bajo un esquema de evaluación en el que la conservación de las funciones ecológicas constituye el principal criterio de valoración. El estudio demuestra que la producción agropecuaria es una alternativa para las actividades económicas y productivas en el páramo y el bosque altoandino, permitiendo sostener oportunidades significativas en tanto la capacidad productiva existente en el territorio es compatible con los servicios ecosistémicos propios del ecosistema de páramo y bosque altoandino (Díaz et al., 2023).

Estas ventajas no solo dependen de factores económicos, sino de la disponibilidad de agua, la integridad ecológica, el conocimiento acumulado por las comunidades rurales y la interacción entre los sistemas productivos y los ecosistemas de alta



montaña. En consecuencia, la evidencia respalda una orientación del territorio basada en el fortalecimiento de actividades agropecuarias de bajo impacto y compatibles con la conservación. Los autores advierten, sin embargo, que esta sustentabilidad requiere consolidarse mediante políticas públicas que establezcan límites claros a la expansión de la frontera agropecuaria, promuevan la transición hacia prácticas agrícolas sostenibles, reduzcan el uso de agroquímicos e incorporen tecnologías limpias. La sustentabilidad identificada no debe interpretarse como una licencia para intensificar el uso productivo del páramo, sino como una demostración de que existen economías rurales viables cuya permanencia depende precisamente de conservar las funciones ecológicas que sustentan su productividad. El hallazgo de una sustentabilidad fuerte en el 52 % del territorio y media en el 48 % constituye, por tanto, evidencia técnica de que Santurbán es un territorio con una vocación productiva consolidada y compatible con la conservación, cuyo fortalecimiento representa una alternativa de desarrollo sustentable basada en la protección de uno de los ecosistemas estratégicos más importantes del país (Díaz et al., 2023).

Alonso et al. (2020) evalúan el origen, la movilidad y la distribución del arsénico (As) en el complejo de páramos de Santurbán, con el propósito de determinar si su presencia en aguas superficiales y sedimentos respondía a condiciones geológicas naturales o a la actividad minera aurífera desarrollada en el distrito California-Vetas. El área de estudio comprende aproximadamente 360 km² y corresponde a la subcuenca alta del río Suratá, principal fuente hídrica que abastece a Bucaramanga y numerosos acueductos rurales. El análisis se concentró en tributarios directamente influenciados por la minería, especialmente el río Vetas y la quebrada La Baja, cuyas aguas confluyen hacia el río Suratá, así como en sectores ubicados aguas abajo hasta Matanza y Bucaramanga. Durante junio de 2014, en época seca, se recolectaron 11 muestras de agua superficial y 10 de sedimentos fluviales en sitios afectados y no afectados por la minería. Las muestras fueron analizadas mediante fluorescencia de rayos X, análisis por activación neutrónica instrumental (INAA), espectrometría de masas con plasma acoplado inductivamente (ICP-MS) y espectroscopía de absorción atómica con generación de hidruros (HG-AAS). Adicionalmente, se aplicaron procedimientos de extracción secuencial y de extracción simple para determinar las diferentes fracciones geoquímicas del arsénico y su potencial movilidad. Finalmente, se calcularon el Factor de Enriquecimiento (EF), el Índice de Geoacumulación (Igeo) y análisis de conglomerados jerárquicos (HCA) para diferenciar entre fuentes naturales y antrópicas de contaminación.



Los resultados demuestran, **mediante múltiples líneas de evidencia independientes, que el enriquecimiento de arsénico no corresponde a una distribución natural del macizo de Santander, sino a la influencia directa de la minería de oro.** En primer lugar, el valor de referencia obtenido en un sitio geológicamente comparable, pero sin influencia minera fue de apenas 2,1 mg/kg de arsénico en sedimentos, mientras que en el río Vetás se registraron hasta 484 mg/kg y en la quebrada La Baja entre 62 y 70 mg/kg. De manera similar, las concentraciones en agua alcanzaron hasta 52 µg/L en los tributarios mineros, superando el límite de 10 µg/L para agua destinada al consumo humano. En segundo lugar, la contaminación disminuye progresivamente aguas abajo del río Suratá, siguiendo el patrón esperado de dispersión desde el distrito minero, lo que descarta una distribución homogénea de origen geológico. En tercer lugar, los índices EF e Igeo clasificaron los sedimentos cercanos a las minas como de enriquecimiento extremadamente severo y contaminación extrema, categorías que únicamente reflejan aportes externos al fondo geoquímico natural. Finalmente, el análisis estadístico agrupó el arsénico con minerales y elementos característicos de los residuos de explotación aurífera, evidenciando que su distribución responde al drenaje continuo de relaves y materiales provenientes de la actividad minera (Alonso et al., 2020).

El estudio concluye que la minería aurífera ha modificado de manera significativa la química de los sedimentos y de las aguas superficiales de la cuenca alta del río Suratá. Aunque una parte importante del arsénico permanece retenida en minerales sulfurados y óxidos de hierro, una fracción relevante se encuentra en formas potencialmente movilizables bajo cambios en las condiciones fisicoquímicas del medio, lo que representa un riesgo permanente de transferencia hacia las aguas superficiales. Los autores advierten que los sedimentos funcionan como un reservorio de contaminación capaz de liberar arsénico de forma continua, incluso después de cesar los aportes directos de residuos mineros. En consecuencia, la investigación concluye que la contaminación observada tiene un origen predominantemente antrópico asociado a la explotación de oro y constituye un riesgo para la calidad del agua de la cuenca del río Suratá, por lo que recomienda fortalecer el monitoreo ambiental y las medidas de prevención y control sobre las descargas derivadas de la actividad minera (Alonso et al., 2020).



En el **INFORME NACIONAL: MINERÍA ILEGAL Y CONTAMINACIÓN POR MERCURIO EN COLOMBIA**, publicado en el año 2024 por la Procuraduría General de la Nación, relacionó en su investigación y análisis, y en varios apartes la situación que se venía registrando en la quebrada La Baja:

“Elevadas concentraciones de Mercurio en el punto bajo de la zona de estudio (loma redonda) con una concentración máxima medida de 76.2 µg/l, comparado con la concentración máxima medida de 0.7 µg/l tomada en el punto alto de la zona de estudio (la bodega). Lo anterior refleja una clara contaminación en el trayecto de la quebrada.”

Mas adelante, destacó que en el departamentos de Santander:

“Principales ríos y cuencas hidrográficas afectadas por la minería ilegal: Suratá, Tona, Charta, Lebrija, Vetas y Río de Oro, y las quebradas de La Joya, Angosturas, La Baja, El Oro y La Judía.”

“Las zonas más vulnerables para el desarrollo de minería ilegal de oro en el departamento corresponden principalmente a la provincia de Soto Norte, al Páramo de Santurbán y a las zonas bajas del Magdalena Medio.”

“Reportes sobre la salud

Este estudio determinó que las actividades mineras desarrolladas en el municipio de California, en las veredas Centro, Angosturas y La Baja, contaminan el principal cuerpo hídrico de la zona denominada Quebrada La Baja, teniendo en cuenta los análisis de laboratorio realizados, los cuales presentan elevadas concentraciones del metal pesado Mercurio en el punto bajo de la zona de estudio (loma redonda) con una concentración máxima medida de 76.2 µg/l, comparado con la concentración máxima medida de 0.7 µg/l tomada en el punto alto de la zona de estudio (la bodega).

Lo anterior refleja una clara contaminación en el trayecto de la quebrada. Los impactos ambientales identificados reflejan un panorama preocupante y muy grave con afectación directa la salud de seres humanos y animales. Las altas concentraciones de mercurio presentes en el agua son una amenaza a la



población, y no solo a la población del municipio de California, sino a todos los que aguas abajo en el Río Vetás, en el Río Suratá y hasta en el mismo Río Lebrija captan agua para consumo humano, para consumo de animales y para consumo de riego de plantaciones. (Rivera, 2023).

Contaminación ambiental asociada a la minería auroargentífera en Santander - Universidad Industrial de Santander -2022 (Parra, 2022).

“...los datos de concentración de mercurio son preocupantes debido a que nunca se habían registrado concentraciones tan elevadas como en el presente año 2022, teniendo en cuenta los datos históricos comprendidos desde el año 2000 hasta el 2022. Las muestras son tomadas en la Planta de Tratamiento de Agua Potable (PTAP) Bosconia (Vanguardia, 2022). Esta planta es la encargada de abastecer de agua potable a gran parte de la zona de la ciudad de Bucaramanga (L. Pérez, 2019). Las mayores concentraciones de Hg se registraron en el año 2022, cuyos valores son 100, 57 y 163,3 µgHg/L.”

3.3.10 Aguas subterráneas

El SGC (Herrera et al. 2023) realizó el reconocimiento y control geológico en campo de las características litológicas y estructurales de los materiales que afloran en la cuenca de la quebrada La Baja, y que son en su mayoría rocas cristalinas (Herrera et al. 2023: 6 y 21) generando la cartografía geológica a escala 1:25.000 (Herrera et al. 2023 p 29) que se presenta en la **Error! No se encuentra el origen de la referencia..**

En términos generales, el SGC describe la temporalidad y relaciones entre las unidades geológicas presentes en la quebrada La Baja así:

“La unidad más antigua de la cuenca de la quebrada La Baja es el Neis de Bucaramanga (PZgb), la cual, y de acuerdo con varios autores, pudo haber sufrido múltiples eventos metamórficos, el último de ellos registrado en el Ordovícico (470 – 490 Ma). Posteriormente ocurre la intrusión de cuerpos magmáticos cercanos en el límite Triásico – Jurásico agrupados dentro de las unidades Granodiorita y Tonalita de Páramo Rico (T3pr) y Cuarzomonzonita, aplita y pórfido de Páramo Rico (T3J1cg), el inicio del evento transgresivo del Cretácico registrado en la Cordillera Oriental es representado



dentro de la cuenca de la quebrada La Baja por la Formación Los Santos. En el Distrito minero de Vetás - California se ha registrado un evento magmático en el Mioceno, que se refleja en la presencia de múltiples Cuerpos Porfíricos (n5p) y durante el Plioceno - Pleistoceno ocurre la formación de brechas y alteración hidrotermal sobre las rocas de esta cuenca hidrográfica” (Herrera et al. 2023: 30).

De manera complementaria, el SGC (Herrera et al. 2023: 53 - 140) estudió los esfuerzos y deformaciones tectónicas que afectan a las unidades geológicas descritas en la cuenca de la quebrada La Baja generando el esquema con las zonas preferenciales para el tránsito de fluidos que se esquematiza en la Figura 7 y se describe así:

“la distribución de los esfuerzos actuantes actualmente impone en el área de la cuenca de la quebrada La Baja un ambiente de deformación asociado a transcurrencia, con las fallas La Baja y del río Cucutilla localizadas de manera oblicua con respecto a la dirección de compresión máxima facilitando movimientos de carácter dextral. La disposición en relevo derecho de las fallas de primer orden del sistema estructural identificado genera un bloque sometido a transtensión en su zona de transferencia, en la que se desarrollan fallas normales y fracturas tensionales dispuestas de manera aproximadamente paralela al esfuerzo máximo compresivo, lo cual, por su carácter distensivo, favorece el flujo de agua subterránea a través de estas redes de fracturas [...]. De igual forma, asociada a la rotación en sentido antihorario de los bloques limitados por estas fallas, se generan espacios abiertos en las esquinas donde es desplazada la falla La Baja, categorizando estas áreas como promisorias para la infiltración y movimiento del agua [...]. En zona de influencia del segmento La Baja, se presentan fallas normales y diaclasas subsidiarias a la transcurrencia principal, dispuestas de manera subparalela a la dirección de compresión actual, favoreciendo la abertura, y también conformando canales promisorios para el tránsito de agua [...]. A su vez, se presentan zonas asociadas a las principales estructuras donde la intensidad, densidad y conectividad de los patrones de fracturas son elevadas, lo cual puede permitir el tránsito y profundización del agua subterránea” (Herrera et al. 2023: 140).

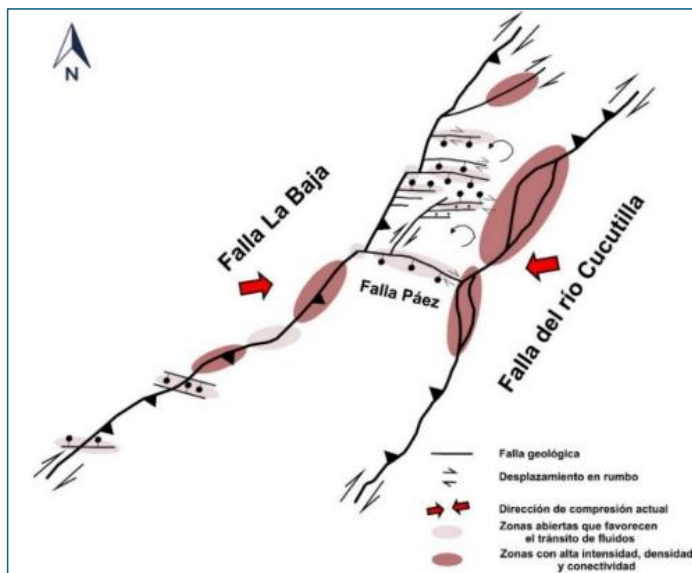


Figura 7. Esquema de las estructuras geológicas más relevantes en la cuenca de La Baja y su relación con el flujo del agua en el subsuelo. Fuente: Herrera et al. (2023)

En efecto, a pesar de la complejidad en los patrones de esfuerzos y deformaciones para el área de estudio, el SGC (Herrera et al. 2023) observó que:

“(..) en toda la microcuenca se evidencia roca fracturada, con densidades y arreglos variables. Ese fracturamiento genera la posibilidad de infiltración a lo largo de grandes volúmenes de roca dispuestos principalmente de manera subvertical, lo cual hace que el agua pueda alcanzar más fácilmente grandes profundidades. También se identificaron extensas zonas con fracturas muy abiertas (relacionadas con modos de deformación transtensionales) que facilitan la conformación de zonas de recarga de acuíferos”.

De manera complementaria, el SGC (Herrera et al. 2023) realizó el inventario de puntos de agua en la cuenca de la quebrada La Baja e inmediaciones en tres campañas de campo durante el primer trimestre de 2022 reportando 38 manantiales, 27 pozos/piezómetros, 18 de agua superficial, 5 drenajes de mina también llamadas bocamina (Herrera et al. 2023: 154). Así mismo, se complementó el inventario de puntos de agua con información de 18 fuentes superficiales (Herrera et al. 2023: 161). El total de 88 puntos de agua inventariados se presentan superpuestos sobre las unidades geológicas en la Figura 8.

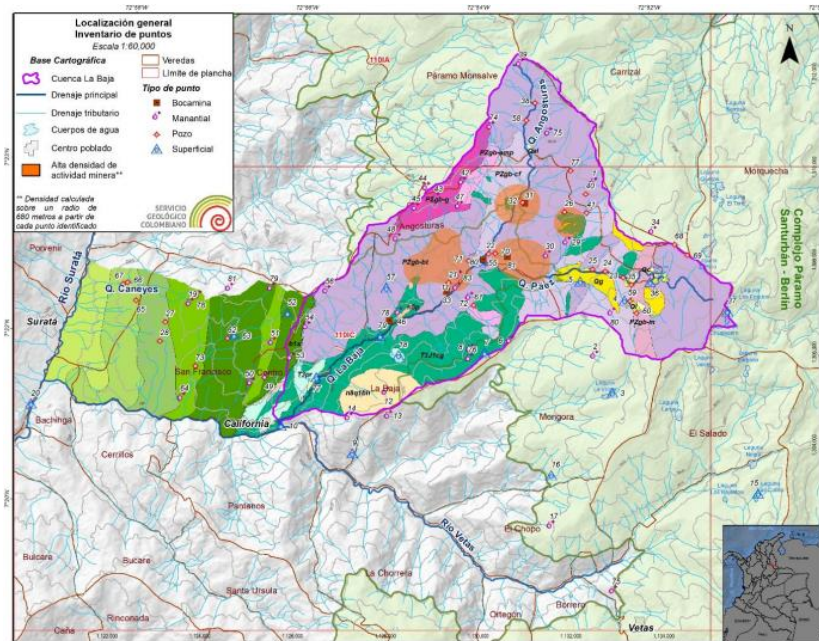


Figura 8. Inventario de puntos de aguas subterráneas en la cuenca de la quebrada La Baja e inmediaciones. Fuente: Herrera et al. (2023)

Durante el inventario, el SGC realizó mediciones de parámetros in-situ (pH, conductividad eléctrica, temperatura, resistividad y salinidad). A partir de lo resultados, el SGC observó que:

“Los puntos de agua inventariados se distribuyen a lo largo de 12 unidades geológicas, la mayoría de los puntos se localizan en el Neis de Bucaramanga (PZgb) específicamente en el neis biotítico de la cuenca La Baja (PZgb-bt), Depósito Lacustre (QI), Grupo Plutónico de Santander (T3J1cg). Varias de estas unidades geológicas se encuentran afectadas por fallas, lineamientos y demás expresiones estructurales presentes en el área de estudio y desde el punto de vista hidrogeológico, esta condición favorece el flujo de agua esencialmente a través de fracturas”. ([Herrera et al. 202: 162)



Efectivamente, el SGC visitó 35 puntos de agua subterránea en el Neis de Bucaramanga, 19 de ellos correspondientes a manantiales y 16 a pozos (Herrera et al. 2023: 172). Finalmente, a modo de síntesis respecto al inventario y a los parámetros *in-situ* medidos el SGC estableció que:

“en el área de la cuenca La Baja confluye un sistema hidrogeológico complejo, donde se encuentran zonas de páramos con presencia de lagunas y fuentes de agua superficial y subterránea con características hidroquímicas de fondo natural; sin embargo, también se encuentran actividades mineras donde a partir de la excavación de túneles y perforaciones exploratorias se han generado puntos de agua antrópicos con características hidroquímicas disímiles como es el caso de los puntos hidrotermales manantial El Gigante y el pozo TW2, y los drenajes ácidos de mina (DAM).

Los puntos de características termales presentan conductividades eléctricas elevadas derivadas de reacciones termodinámicamente favorecidas, es decir, el aumento de la temperatura incrementa la solubilidad de minerales, lo que conlleva que se disuelvan en mayor proporción minerales que contienen EPP. Si bien el pozo TW2 se encuentra sellado, el manantial el Gigante drena directamente hacia la quebrada La Baja incorporando todos estos minerales disueltos a la fuente hídrica causando cambio en sus propiedades químicas y un posible aumento de elementos tóxicos para la salud humana y el medio ambiente. Además, se deduce que durante las perforaciones exploratorias de las actividades mineras se interceptó un flujo regional con las características observadas en los termales, por ende, no corresponde a recargas de características locales y su zona de recarga es posiblemente la zona de páramo.

Por otra parte, los DAM presentan los valores de pH más ácidos de toda la zona de estudio y se relacionan claramente con la oxidación de los sulfuros expuestos durante la excavación de galerías y túneles generando un aumento en la acidez y favoreciendo la disolución de diferentes minerales. Al igual que el termal el Gigante, estos drenajes van directamente a las fuentes superficiales de la cuenca La Baja, produciendo cambio en sus características hidroquímicas y un posible aumento de EPP. Finalmente, el agua inventariada en el túnel de exploración del proyecto Soto Norte, presenta características de mineralización importante teniendo en cuenta que su conductividad eléctrica supera las 1400µS/cm, por ende, presenta mayor concentración de minerales disueltos aportando posiblemente EPP a la quebrada La Baja. Asimismo, se deduce que durante la excavación exploratoria minera se



interceptó un flujo intermedio a regional, por ende, esta agua no tiene características de recarga local y su zona de recarga ocurre posiblemente la zona de páramo”.

En cuanto a la información isotópica el SGC (Herrera et al. 2023) evaluaron 139 muestras de isótopos estables provenientes de pozos (piezómetros), manantiales, bocaminas y agua superficial y dio los primeros pasos en la construcción de una línea meteórica local. En tal sentido, *se estableció que el agua presenta una huella isotópica similar entre el agua del sector del páramo de Santurbán (Angosturas) y el área del proyecto minero (Túnel El Emboque) confirmando la relación entre el agua recargada en la zona de páramo y el sector Barrientos - La Bodega* (Herrera et al. 2023 p. 313). Sin embargo, recomendó *“continuar monitoreos de isótopos estables oxígeno-18 y deuterio en las distintas épocas climatológicas, para cuantificar las variaciones isotópicas en la zona de estudio”* (Herrera et al. 2023: 315).

De otra parte, el SGC (Herrera et al. 2023) a partir de la interpretación de información de los resultados de análisis hidrogeoquímicos realizados sobre 69 muestras recolectadas en dos campañas durante el 2022, junto con la información isotópica, estableció que: *el agua subterránea de los puntos termales, producto de la actividad minera, proviene de un flujo regional de alta mineralización que en el caso del manantial El Gigante (110-I-C-11), el cual tuvo origen antrópico a partir de una perforación minera, aporta a la quebrada La Baja contenidos de Elementos Potencialmente Peligrosos (EPP) de origen natural* (Herrera et al. 2023: 315).

3.3.11 Humedales, nacimientos de agua (Corine Land Cover 2022 - IDEAM)

De acuerdo con la información de la cartografía base del IGAC, se encuentra una laguna principal por fuera de la Reserva Definitiva, específicamente en la parte alta de la microcuenca La Baja, laguna Páez. La misma cartografía arrojó 146 cuerpos lénticos, lo que permite concluir que dentro del área de la reserva se una gran riqueza hídrica de alta montaña que tiene su origen en el páramo Santurbán.

Desde estos cuerpos de agua lénticos y en general en el área del complejo, se identifican varios nacimientos de quebradas y drenajes sencillos.



3.3.12 Coberturas (Corine Land Cover 2022 - IDEAM)

Las coberturas dominantes dentro de la Reserva Definitiva La Baja corresponden a herbazales y arbustales, que ocupan aproximadamente el 67 % del área. De acuerdo con la Leyenda Nacional de Coberturas de la Tierra, en zonas de alta montaña estas coberturas se asocian con ecosistemas de superpáramo, páramo y formaciones arbustivas altoandinas, localizadas en gradientes altitudinales de transición hacia los bosques de niebla (IDEAM, 2024).

Las coberturas de pastos y áreas agrícolas heterogéneas representan más del 20 % del territorio, y están vinculadas principalmente a actividades de uso agropecuario. Su distribución espacial se concentra en los márgenes del complejo, en zonas donde la proximidad a centros poblados y la accesibilidad generan una mayor presión antrópica. Los bosques densos se presentan en las zonas de menor elevación del complejo, lo que explica su limitada representación espacial. Por último, las zonas abiertas corresponden a afloramientos rocosos y morrenas, característicos de las mayores elevaciones del gradiente altitudinal donde se inicia el superpáramo.

Tabla 2. Áreas y proporciones de coberturas de la tierra

NIVEL_1	NIVEL_2	NIVEL_3	AREA (Has)
1. Territorios artificializados	1.1. Zonas urbanizadas	1.1.2. Tejido urbano discontinuo	6,74
	1.3. Zonas de extracción mineras y escombreras	1.3.1. Zonas de extracción minera	25,25
2. Territorios agrícolas	2.3. Pastos	2.3.1. Pastos limpios	267,55
		2.3.3. Pastos enmalezados	69,63
	2.4. Áreas agrícolas heterogéneas	2.4.3. Mosaico de cultivos, pastos y espacios naturales	96,05
		2.4.4. Mosaico de pastos con espacios naturales	278,51
3. Bosques y Áreas seminaturales	3.1. Bosques	3.1.1. Bosque denso	12,01
		3.1.3. Bosque fragmentado	475,57

	3.2. Áreas con vegetación herbácea y/o arbustiva	3.2.1. Herbazal	1610,68
		3.2.2. Arbustal	162,36
		3.2.3. Vegetación secundaria o en transición	437,46

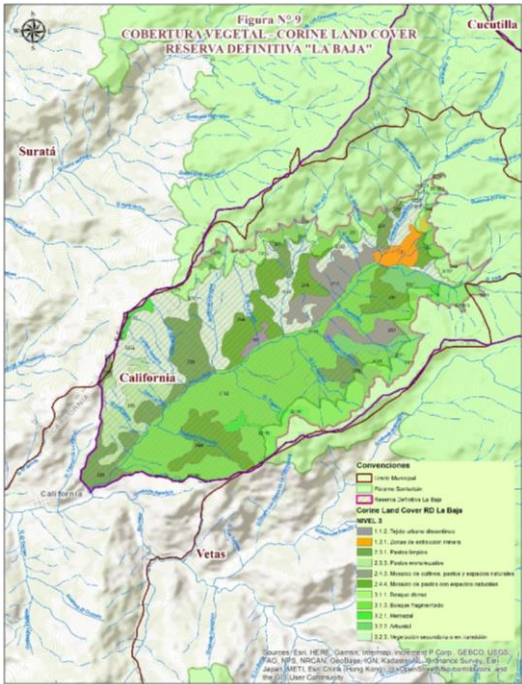


Figura 9. Mapa de coberturas de la tierra 2022 Reserva Definitiva La Baja
Fuente: Coberturas de la Tierra Metodología Corine Land Cover Colombia (2020) (IDEAM, 2024)



3.3.13 Relevancia biológica y ecológica de la Reserva Definitiva La Baja

El páramo se representa como un bioma que está conformado por un paisaje singular formando un territorio especial, el cual corresponde a un espacio orográfico neo-ecuatorial de gran importancia evolutiva por su diversidad biológica de convergencia planetaria, originado durante la emersión de las estructuras cordilleranas Andinas, cuya diferenciación ocurre hacia el Terciario superior (Plioceno), adquiriendo forma insular dentro del relieve y la vegetación neotropical, hace alrededor de tres (3) millones de años. Desde aquel proto-páramo hasta hoy, una compleja evolución de las formas de relieve, de las condiciones climáticas globales determinadas por las fases glaciales e interglaciales, de los procesos de especiación, sucesión y colonización, han tenido lugar. Los páramos se fueron estructurando en sus condiciones ambientales asumiendo tanto los elementos globales como sus características específicas relacionadas con la posición, altitud, situación y exposición (Van der Hammen, 1994). Desde hace 21.000 – 14.000 años el clima fue muy seco, comparado con el presente; luego siguió un período más húmedo de 13.000 – 10.000 durante el tardiglacial y hasta principios del Holoceno. El período de tiempo de aproximadamente 10.000 años hasta hoy corresponde a la época Holocena, que comenzó con el rápido aumento de las temperaturas de la superficie del océano y las zonas climáticas continentales se desplazaron rápidamente hacia los polos. Durante el Holoceno se han registrado varios cambios en la composición de la vegetación, las causas de estos cambios se atribuyen principalmente a:

- Variaciones climáticas (fases secas, húmedas, relacionadas con la precipitación efectiva)
- Alteraciones causadas por inundaciones regionales y desplazamiento de los cauces de los ríos
- Tasas de sedimentación ligadas a las dos causas anteriores

En el cambio del plioceno al pleistoceno, la actividad volcánica fue un factor de considerable importancia en la Cordillera Central, donde muchas de las montañas nevadas de esa cordillera son volcanes activos o extinguidos que datan de esa época;



las cenizas producidas por estos volcanes se esparcieron en un área extensa, hasta las Cordilleras Occidental y Oriental. Las formas superficiales de estos nevados han sido modeladas básicamente por la actividad volcánica; pero los nevados que no son volcanes han sido modelados principalmente por el efecto del hielo. Las formas superficiales causadas por los glaciares, tales como morrenas, valles en forma de “U”, planos cepillados, ollas y lagos glaciares, fueron en la Sierra Nevada de Santa Marta y se dedujo la presencia o el rastro de cuatro glaciaciones principales en Colombia; la más fuerte en la última etapa del Pleistoceno.

Según Van der Hammen (1974), el clima y la vegetación en el norte de Los Andes durante el último interglacial y la mayor parte del glacial temprano (120.000 – 80.000 años a.p) no fue muy diferente a la actual; esto cambio marcadamente durante el planiglacial del último período glacial, en la cual se han reconocido tres fases diferentes asociados a los cambios de temperatura, humedad y vegetación paralelamente así:

En el Holoceno, últimos 10.000 años, el bosque tiene un promedio altitudinal de 3.500m, un límite de glaciares de 4.800 metros y un cinturón o zona de páramo de una amplitud promedio de 1.300m y un promedio de precipitación como el actual. Durante el segundo período Pleniglacial Medio, el bosque tiene un límite promedio de 2.500m, el límite del glacial promedio estimado de 3.000m y un cinturón de páramo húmedo de 500m de amplitud, la precipitación efectiva fue alta, y localmente las lenguas glaciales pudieron haber estado en contacto con el bosque. Las temperaturas anuales debieron ser de 4 – 6°C más bajas que hoy.

Por último, en el estado Pleniglacial Superior tiene un límite de altitud de bosque que puede ser tan bajo como de 2.000m, un límite de glaciares cerca de 3.800m, una zona de páramo árido con una amplitud promedio estimada de 1.800m y un promedio anual de precipitación que pudo haber sido la mitad de la actual, con temperaturas entre 6-8°C más bajas que los de hoy. El clima era tan seco que en el interior de la cordillera el tipo árido de vegetación abierta de los valles Interandinos, reemplazo localmente el bosque montano, así esa vegetación abierta árida estuvo localmente en contacto con la vegetación de páramo alrededor de los 2.000 m.s.n.m, siendo en esta forma extendida ampliamente la vegetación abierta, conectando las áreas montañosas altas tropicales lo cual se demuestra la formación paramuna en la cordillera oriental.



La porción del páramo de Santurbán perteneciente a la jurisdicción de la CDMB se localiza específicamente en jurisdicción de los municipios de Suratá, California y Vetás, en altitudes comprendidas entre los 2500 y 4200 m.s.n.m, y es reconocida por ser el lugar de origen de las corrientes hídricas de las que se toma buena parte del agua necesaria para el aprovisionamiento de los habitantes del área metropolitana de Bucaramanga. En lo que respecta a la Reserva Definitiva y teniendo en cuenta lo ordenado por la Corte Constitucional que estableció una nueva área de referencia, dando origen a la establecida en el 2019, se calculó que son 257 hectáreas localizadas entre los 3000 y 3100 m.s.n.m

Es un ecosistema de alta montaña, los cuales son el hábitat de especies de plantas, anfibios, reptiles, aves y mamíferos, algunas de las cuales son endémicas o están bajo amenaza de extinción, así como por importantes remanentes de bosques de roble (*Quercus humboldtii*), especie endémica e igualmente catalogada como vulnerable a la extinción.

El páramo está integrado por diferentes comunidades vegetales entre las cuales se destacan por su amenaza para la conservación los frailejones: *Espeletia conglomerata*, *Espeletiopsis funckii* y *Espeletia brassicoidea*, estas dos últimas endémicas de Colombia.

Los bosques andinos se caracterizan por encontrarse frecuentemente nublados y profusamente epifitados, lo que denota la importancia del área en la captación de la denominada “precipitación horizontal”, situación que evidencia el papel fundamental de los ecosistemas de alta montaña en la captación y regulación hídrica y el enorme riesgo que se correría con su eliminación.

La cobertura vegetal presente en el área de estudio también desempeña un papel importante en la protección del suelo, evitando la ocurrencia de procesos erosivos y deslizamientos en masa. Adicionalmente, la pertenencia de la mayor parte de la superficie del área a las clases agrologías VII y VIII, indica que su vocación de uso debe ser exclusivamente la conservación y preservación de los recursos naturales.

Asimismo, es destacable el papel de la vegetación en la captura de gas carbónico, la producción de oxígeno, la regulación de la temperatura local, el establecimiento de las cadenas tróficas y como fuente de alimento y albergue de la fauna silvestre, así como



su importante rol en la formación y protección del suelo, al reducir el efecto del viento y permitir que el agua de escorrentía transcurra más lentamente, con menor capacidad erosiva.

Respecto a la herpetofauna, el área es el hábitat de varias especies endémicas y amenazadas, entre las que se encuentran las ranas *Eleutherodactylus douglasi* e *Hyloscirtus platydactylus*, catalogadas como “Vulnerables” a la extinción, y la rana *Eleutherodactylus batrachites* y el lagarto *Stenocercus lache*, herpetos de distribución restringida.

De las 201 especies de aves registradas en la zona, se encuentran dos migratorias: el halcón (*Falco columbarius*) y el cuclillo (*Coccyzus americanus*), cuyos hábitats van desde la franja subandina hasta el páramo, y cinco amenazadas de extinción: el cóndor de los andes (*Vultur gryphus*), (EN); la cotorra montañera (*Hapalopsittaca amazonina*), vulnerable (VU) a la extinción a nivel global y nacional; el águila crestada (*Oroaetus isidori*), en peligro de extinción a nivel nacional y cerca a la amenaza (NT) a nivel global; la perdiz carinegra (*Odontophorus atrifrons*), vulnerable a nivel global y nacional; y la gurupendola (*Macrogelaius subalaris*), críticamente amenazada (CR) a nivel nacional y global. Esta última especie es endémica de Colombia y se distribuye en la vertiente occidental de la cordillera Oriental, únicamente en los departamentos de Cundinamarca, Boyacá, Santander y Norte de Santander.

Entre los mamíferos se encuentran tres especies bajo algún riesgo de amenaza, correspondientes a la nutria (*Lontra longicaudis*), el oso andino (*Tremarctos ornatus*) y el piro (*Dinomys branickii*), todas ellas consideradas como vulnerables a la extinción (VU) y ubicadas en los apéndices II y III del CITES.

Por otro lado, la importancia de los bosques que se presentan en el área de la Reserva Definitiva, como son:

- **Bosques fragmentados con pastos y cultivos**

Comprende los territorios cubiertos por bosques naturales donde se ha presentado intervención humana de tal manera que el bosque mantiene su estructura original. Las áreas de intervención están representadas en zonas de



pastos y cultivos, las cuales se observan como parches de variadas formas y distribución irregular dentro de la matriz del bosque. Las áreas de pastos y cultivos deben representar entre 5% y 30% del área total de la unidad del bosque natural. Esta cobertura se observa principalmente en las veredas Baja y Angostura.

- **Bosques fragmentados con vegetación secundaria**

Comprende los territorios cubiertos por bosques naturales donde se presentó intervención humana y recuperación del bosque, de tal manera que el bosque mantiene su estructura original. Las áreas de intervención están representadas en zonas de vegetación secundaria, las cuales se observan como parches de variadas formas que se distribuyen de forma irregular en la matriz de bosque. Su origen es debido al abandono de áreas de pastos y cultivos, donde ocurre un proceso de regeneración natural del bosque en los primeros estados de sucesión vegetal. Los parches de intervención deben representar entre 5% y 50% de área total de la unidad. Esta cobertura se observa principalmente en la vereda La Baja.

- **Bosque denso bajo de tierra firme**

Esta cobertura corresponde a las áreas con vegetación de tipo arbóreo caracterizada por un estrato más o menos continuo cuya área de cobertura arbórea representa más de 70% del área total de la unidad, y con una altura del dosel entre 5 y 15 metros, y que se encuentra localizada en zonas que no presentan proceso de inundación periódicos. Esta cobertura se encuentra ubicada en la vereda Centro del municipio de California.

4. CARACTERÍSTICAS DEMOGRÁFICAS

4.1 POBLACIÓN A ESCALA MUNICIPAL GENERAL

De acuerdo con las proyecciones oficiales de población del Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE), basadas en el Censo Nacional de Población y Vivienda (CNPV) 2018, el municipio de California proyecta para el año 2026 una población total de 2.129 habitantes, consolidándose como uno de los municipios con menor población del departamento de Santander. Esta condición demográfica



responde a las características propias de los municipios de alta montaña de la provincia de Soto Norte, donde las limitaciones topográficas, la presencia de ecosistemas estratégicos y la histórica especialización minera han condicionado el crecimiento poblacional y la ocupación del territorio.

La distribución espacial de la población evidencia un predominio del componente rural. Del total de habitantes proyectados, 927 personas (43,54 %) residen en la cabecera municipal y 1.202 habitantes (56,45 %) se ubican en centros poblados y áreas rurales dispersas. Esta distribución refleja una estructura territorial en la que la población mantiene una estrecha relación con las actividades desarrolladas en el ámbito rural, especialmente aquellas vinculadas con la minería tradicional, la agricultura de subsistencia, la prestación de servicios asociados y las actividades de conservación ambiental.

La mayor participación de población rural constituye una característica estructural del municipio y representa un aspecto determinante para la planificación territorial. La dispersión de los asentamientos incrementa los costos de provisión de infraestructura, servicios públicos, educación, salud y conectividad, al tiempo que exige estrategias diferenciadas para garantizar el acceso de la población a la oferta institucional. En municipios de alta montaña como California, estas condiciones se ven acentuadas por la presencia de fuertes pendientes, condiciones climáticas propias del piso térmico frío y la localización de buena parte del territorio dentro del complejo de páramos de Santurbán.

Desde una perspectiva histórica, el patrón actual de ocupación del territorio está estrechamente relacionado con el desarrollo de la actividad minera. De acuerdo con el Plan de Desarrollo Municipal "California Cambia 2024-2027", el municipio tuvo su origen durante la segunda mitad del siglo XIX alrededor de los primeros asentamientos establecidos en el sector de La Meseta y consolidó posteriormente su crecimiento con la llegada de compañías dedicadas a la explotación aurífera, particularmente la Francia Gold and Silver Company Limited, cuya operación impulsó el desarrollo urbano y económico de la región. Esta dinámica explica que, aún en la actualidad, la estructura territorial y productiva continúe estrechamente ligada a la minería como principal actividad económica.



El municipio se encuentra localizado en la provincia de Soto Norte, aproximadamente a 51 km de Bucaramanga, con una extensión cercana a 52,6 km², altitudes que oscilan entre 2.005 y 4.000 m s. n. m. y condiciones fisiográficas propias de la Cordillera Oriental. Estas características determinan una alta importancia ambiental debido a la presencia de nacimientos de agua, ecosistemas de páramo y áreas estratégicas para la regulación hídrica regional, pero también representan restricciones para la expansión urbana y el desarrollo de actividades agropecuarias de mayor escala.

Administrativamente, California está conformado por seis veredas: Angosturas, La Baja, Centro, Pantanos, Santa Úrsula y Cerrillos. Según el Plan de Desarrollo Municipal, la distribución de la población no es homogénea, concentrándose principalmente en el casco urbano y en las veredas La Baja y Angosturas, donde históricamente se han desarrollado las principales explotaciones auríferas del municipio. Estas tres áreas reúnen más del 80 % de la población municipal, situación que evidencia la fuerte influencia que ejerce la minería sobre los procesos de ocupación del territorio y la localización de los asentamientos humanos.

En contraste, las veredas Santa Úrsula y Cerrillos presentan una vocación predominantemente agrícola, orientada principalmente al autoconsumo, mientras que en Pantanos se desarrollan actividades mineras de menor intensidad. Esta diferenciación funcional del territorio constituye un elemento relevante para comprender las dinámicas socioeconómicas del municipio y los retos asociados a la diversificación productiva planteada en los instrumentos recientes de planificación territorial.

Otro aspecto relevante identificado en el Plan de Desarrollo corresponde al incremento de la denominada población flotante, fenómeno asociado principalmente a la demanda de mano de obra generada por los proyectos mineros y por el aumento de actividades extractivas, tanto formales como informales. Si bien actualmente no existen cifras oficiales que permitan cuantificar este fenómeno, el municipio reconoce que la llegada temporal de trabajadores ha generado nuevas presiones sobre la infraestructura urbana, la prestación de servicios públicos, la vivienda y la capacidad institucional para responder a las necesidades de una población que no siempre queda registrada en las estadísticas oficiales.



Adicionalmente, el Plan de Desarrollo señala que la incertidumbre generada durante los procesos de delimitación del páramo y los retrasos en el desarrollo de algunos proyectos mineros han contribuido al crecimiento de actividades informales, situación que ha modificado parcialmente la dinámica demográfica y económica del municipio durante los últimos años.

En términos generales, la estructura poblacional de California refleja las características propias de un municipio de alta montaña cuya dinámica histórica, económica y territorial ha estado estrechamente vinculada a la explotación minera y a la ocupación de ecosistemas estratégicos. La baja densidad poblacional, el predominio del componente rural y la dispersión de los asentamientos constituyen factores que deben ser considerados en la formulación de políticas públicas orientadas a fortalecer la conectividad, mejorar el acceso a servicios básicos, promover alternativas de desarrollo sostenible y garantizar la conservación de los recursos naturales que soportan la oferta hídrica del Páramo de Santurbán.

4.2 POBLACIÓN A ESCALA MUNICIPAL DENTRO DE LA ZONA DE RESERVA

Con el propósito de identificar la población efectivamente localizada al interior del área delimitada del Páramo de Santurbán, se realizó un cruce espacial entre la cartografía oficial del Censo Nacional de Población y Vivienda (CNPV) 2018 y el polígono oficial de delimitación del ecosistema de páramo. Este procedimiento permitió establecer la cantidad de habitantes, viviendas y hogares presentes dentro de la zona de reserva, proporcionando una aproximación precisa sobre la ocupación humana existente en el ecosistema estratégico.

Los resultados del análisis evidencian que 20 habitantes residen dentro del área delimitada correspondiente al municipio de California, distribuidos en 7 hogares, localizados en 6 viviendas ocupadas, las cuales hacen parte de un total de 24 viviendas identificadas dentro del área de influencia del páramo.

Aunque este volumen poblacional representa una proporción reducida respecto a la población total del municipio, su localización adquiere una alta relevancia desde el punto de vista ambiental y de la planificación territorial, debido a que corresponde a población asentada directamente sobre uno de los ecosistemas estratégicos más importantes del nororiente colombiano. La presencia de población permanente dentro



del páramo implica la coexistencia de actividades productivas, usos del suelo y dinámicas sociales que requieren ser armonizadas con los objetivos de conservación establecidos por la normatividad ambiental.

La reducida ocupación humana identificada dentro del páramo evidencia que la mayor parte de la población municipal se encuentra localizada por fuera del área delimitada; sin embargo, esto no significa una baja interacción entre el municipio y el ecosistema. Por el contrario, buena parte de las actividades económicas desarrolladas en California mantienen una relación directa con el territorio de alta montaña, especialmente aquellas asociadas con la minería, la provisión del recurso hídrico, la movilidad rural y algunos sistemas tradicionales de producción agropecuaria.

En este contexto, el municipio enfrenta uno de los principales desafíos identificados tanto en el Plan Nacional de Desarrollo como en el Plan de Desarrollo Municipal: avanzar hacia modelos de ocupación y aprovechamiento del territorio compatibles con la conservación del páramo y la protección del agua como eje estructurante del ordenamiento territorial. La política nacional de Ordenamiento del Territorio alrededor del Agua y la Justicia Ambiental reconoce precisamente la necesidad de fortalecer la gobernanza sobre estos ecosistemas, promoviendo procesos de reconversión productiva, restauración ecológica y generación de alternativas económicas sostenibles para las comunidades locales.

De manera complementaria, el *Plan de Desarrollo California Cambia 2024-2027* incorpora este enfoque mediante estrategias orientadas a consolidar una minería sostenible, fortalecer la formalización minera, impulsar la diversificación económica y promover proyectos de restauración ambiental y pago por servicios ecosistémicos. Estas acciones adquieren especial importancia considerando que las comunidades asentadas en el municipio dependen históricamente de actividades desarrolladas en el entorno del páramo, lo que hace indispensable construir procesos de transición que garanticen simultáneamente la conservación ambiental y el bienestar de la población. En consecuencia, la información obtenida mediante el análisis espacial constituye un insumo fundamental para orientar la planificación ambiental del territorio, permitiendo focalizar acciones de conservación, monitoreo y gestión social en las áreas donde existe interacción directa entre la población y el ecosistema de páramo, bajo criterios de sostenibilidad, participación comunitaria y adaptación al cambio climático.



4.3 NECESIDADES BÁSICAS INSATISFECHAS (NBI)

La caracterización de las condiciones socioeconómicas de la población residente en el municipio de California se realizó con base en la información del Censo Nacional de Población y Vivienda (CNPV) 2018 del DANE, utilizando el indicador de Necesidades Básicas Insatisfechas (NBI), el cual constituye uno de los principales instrumentos para identificar situaciones de pobreza estructural asociadas a deficiencias en vivienda, acceso a servicios públicos, hacinamiento, asistencia escolar y dependencia económica.

Los resultados evidencian que, para la población que no se autoreconoce como perteneciente a un grupo étnico, el 6,90 % presenta al menos una Necesidad Básica Insatisfecha, porcentaje inferior al registrado históricamente en numerosos municipios rurales del departamento de Santander. Asimismo, no se reportan personas en condición de miseria para este grupo poblacional, situación que refleja condiciones relativamente favorables frente a otros territorios rurales, aunque persisten limitaciones específicas que deben ser consideradas dentro de la planificación territorial.

El análisis por componentes permite identificar que las principales privaciones se concentran en el hacinamiento crítico (2,94 %), seguido por la dependencia económica (2,04 %) y las condiciones asociadas a la calidad de la vivienda (1,47 %). En menor proporción se presenta la inasistencia escolar (0,45 %), mientras que el componente relacionado con servicios públicos no registra afectaciones para este grupo poblacional.

Estas cifras reflejan que las principales vulnerabilidades del municipio no están asociadas exclusivamente a la infraestructura física de las viviendas, sino principalmente a factores económicos que condicionan la capacidad de los hogares para generar ingresos suficientes y sostener condiciones adecuadas de bienestar. La dependencia económica continúa siendo uno de los principales desafíos para un municipio cuya estructura productiva depende históricamente de la actividad minera y, en menor medida, de actividades agropecuarias de subsistencia.



Desde una perspectiva territorial, las condiciones de vulnerabilidad observadas encuentran explicación en las características propias del municipio. La dispersión de la población rural, la topografía montañosa, las limitaciones de conectividad vial y la dependencia de actividades extractivas condicionan el acceso a oportunidades económicas y a la prestación eficiente de servicios públicos y sociales. Estas circunstancias adquieren mayor relevancia considerando que buena parte del territorio municipal hace parte del área de influencia del Páramo de Santurbán, donde las restricciones ambientales limitan la expansión de determinadas actividades productivas y exigen nuevas alternativas para el desarrollo local.

En concordancia con esta política nacional, el Plan de Desarrollo Municipal "California Cambia 2024–2027" incorpora estrategias dirigidas a fortalecer la formalización minera, promover nuevas actividades económicas asociadas al turismo, la bioeconomía y los servicios ambientales, incentivar procesos de restauración ecológica y ampliar las oportunidades de empleo para la población rural. Estas acciones buscan reducir la dependencia económica de los hogares y fortalecer la resiliencia territorial frente a las transformaciones derivadas de la gestión ambiental del páramo.

En conjunto, los indicadores de Necesidades Básicas Insatisfechas muestran que California presenta niveles moderados de vulnerabilidad social, aunque persisten desafíos importantes relacionados con la generación de ingresos, el fortalecimiento de la economía local y la consolidación de alternativas de desarrollo sostenible que permitan mejorar las condiciones de vida de la población sin comprometer la integridad ecológica del Páramo de Santurbán.

4.4 EDUCACIÓN EN EL CONTEXTO MUNICIPAL

La educación constituye uno de los principales determinantes del desarrollo humano y de la capacidad de adaptación de las comunidades frente a los procesos de transformación económica y ambiental. En el caso del municipio de California, el análisis se realizó con base en la información obtenida mediante el cruce espacial entre el Censo Nacional de Población y Vivienda (CNPV) 2018 y el polígono oficial del Páramo de Santurbán, permitiendo caracterizar las condiciones educativas de la población residente dentro del área delimitada del ecosistema.



Los resultados evidencian que el 95,0 % de la población residente dentro del páramo sabe leer y escribir, mientras que únicamente el 5,0 % manifestó no poseer habilidades básicas de alfabetización. Estos valores reflejan una cobertura relativamente alta en materia de alfabetismo y evidencian los avances alcanzados en el acceso a la educación básica, incluso en un territorio con condiciones geográficas complejas y una baja densidad poblacional.

En cuanto a la asistencia a establecimientos educativos, únicamente 4 personas (20 %) reportaron encontrarse estudiando al momento del censo, mientras que 16 personas (80 %) indicaron no asistir a ninguna institución educativa. Este comportamiento debe interpretarse considerando la estructura demográfica de la población residente dentro del páramo, donde predominan personas adultas que finalizaron su proceso educativo o que se encuentran vinculadas a actividades laborales, principalmente relacionadas con la minería y otras actividades económicas tradicionales del municipio.

Respecto al nivel educativo alcanzado, la información evidencia un predominio de la educación básica primaria, correspondiente al 35,0 % de la población analizada. Posteriormente se ubican la formación técnica profesional (20 %), la educación media académica (15 %) y la educación universitaria (10 %). También se registra un 5 % con formación tecnológica y un 10 % de personas sin ningún nivel educativo aprobado.

Aunque el tamaño de la población analizada es reducido, la presencia de personas con formación técnica, tecnológica y universitaria constituye un aspecto relevante para el municipio, ya que evidencia la existencia de capacidades humanas que pueden contribuir a los procesos de diversificación económica, fortalecimiento institucional y adopción de tecnologías orientadas hacia modelos de producción más sostenibles.

No obstante, el predominio de niveles educativos básicos continúa representando un desafío para el desarrollo territorial. La limitada oferta de educación técnica, tecnológica y superior en municipios de alta montaña obliga a una parte importante de la población joven a desplazarse hacia Bucaramanga u otros centros urbanos para continuar su formación académica, situación que históricamente ha favorecido procesos de migración y disminución del capital humano disponible en el territorio.



Precisamente, uno de los principales componentes del *Plan de Desarrollo Municipal California Cambia 2024–2027* consiste en fortalecer la oferta educativa mediante la adecuación de infraestructura destinada a un centro de formación técnica, tecnológica y universitaria, orientado a mejorar las oportunidades de acceso a educación superior para la población del municipio y de la provincia de Soto Norte. Esta estrategia busca incrementar las capacidades locales para responder a los nuevos retos asociados con la minería sostenible, la gestión ambiental, la innovación tecnológica, la bioeconomía y el emprendimiento rural.

En consecuencia, las condiciones educativas observadas en California representan una base importante para avanzar hacia procesos de desarrollo sostenible; sin embargo, será necesario fortalecer la permanencia escolar, ampliar el acceso a la educación técnica y superior, consolidar programas de formación para el trabajo y promover procesos permanentes de educación ambiental que permitan a la comunidad participar activamente en la conservación del Páramo de Santurbán y en la construcción de nuevas alternativas de desarrollo económico para el municipio.

5. FRONTERA AGRÍCOLA

El análisis del estado de la frontera agrícola en la Reserva Definitiva La Baja revela que 37.598,65 hectáreas (aproximadamente el 24 % del área total) se encuentran clasificadas como zonas de frontera agrícola condicionada, que al interior de la Reserva Definitiva posee un área de 883,20 ha mientras que la frontera agrícola no condicionada tiene un área de 557,14 ha.

Esta zonificación implica que en las áreas con frontera agrícola condicionada pueden desarrollarse actividades productivas de bajo impacto, bajo criterios de sostenibilidad y regulación ambiental. Por su parte, en las zonas con restricción se permiten exclusivamente usos compatibles con la conservación, orientados a proteger la integridad ecológica del ecosistema de páramo, tal como lo establece la normativa vigente para estos territorios estratégicos

6. MINERIA

Como resultado de dicha consulta, se identificó la existencia de los siguientes títulos mineros vigentes que presentan superposición total o parcial con el área objeto de la presente declaratoria:



Tabla 3. Títulos mineros vigentes con superposición al área propuesta para la Reserva de Recursos Naturales Renovables.

Código Expediente	MODALIDAD	AREA_HA	CLASIFICACION MINERIA	ETAPA	MINERALES	FECHA DE EXPEDICION	FECHA DE EXPIRACION
0095-68	CONTRATO DE CONCESIÓN (L 685)	379,05	Mediana	Construcción y montaje	MINERAL DE ORO, MINERAL DE PLATA, MINERAL DE PLATINO	9/06/1998	8/06/2028
0041-68	CONTRATO DE CONCESIÓN (L 685)	2656,25	Pequeña	Exploración	MINERALES DE ORO Y SUS CONCENTRADOS, MINERALES DE PLATA Y SUS CONCENTRADOS	8/08/1997	25/08/2049
HDB-08001X	CONTRATO DE CONCESIÓN (L 685)	0,0244	Pequeña	Explotación	DEMÁS CONCESIBLES, MINERAL DE ORO, MINERAL DE PLATA	10/03/2010	10/03/2040
0106-68	LICENCIA DE EXPLOTACIÓN	1,3244	Pequeña	Explotación	MINERAL DE ORO, MINERAL DE PLATA	8/06/1998	7/06/2018
0098-68	CONTRATO DE CONCESIÓN (L 685)	10,0679	Pequeña	Explotación	MINERAL DE ORO, MINERAL DE PLATA	4/08/2010	15/12/2055
0099-68	LICENCIA DE EXPLOTACIÓN	0,998	Pequeña	Explotación	MINERAL DE ORO	8/06/1998	7/06/2018
0101-68	CONTRATO DE CONCESIÓN (L 685)	5,6461	Pequeña	Explotación	MINERAL DE ORO, MINERAL DE PLATA	19/04/2000	24/11/2025
15800	CONTRATO DE CONCESIÓN (L 685)	10,4412	Pequeña	Explotación	MINERAL DE ORO	30/11/1992	26/12/2039
0111-68	LICENCIA DE EXPLOTACIÓN	7,695	Pequeña	Explotación	MINERAL DE ORO, MINERAL DE PLATA	9/02/2001	8/02/2021
13922	CONTRATO DE CONCESIÓN (L 685)	7,4053	Pequeña	Explotación	MINERAL DE ORO, MINERAL DE PLATA	31/07/1992	22/11/2051
14031	LICENCIA DE EXPLOTACIÓN	26,6556	Pequeña	Explotación	MINERAL DE ORO	29/06/1992	22/07/2013
0125-68	CONTRATO DE CONCESIÓN (L 685)	2,9939	Pequeña	Explotación	MINERAL DE ORO, MINERAL DE PLATA	19/04/2000	7/05/2040
0100-68	LICENCIA DE EXPLOTACIÓN	7,2411	Pequeña	Explotación	MINERAL DE ORO	21/05/1998	20/05/2018
090-68	LICENCIA DE EXPLOTACIÓN	10,068	Pequeña	Explotación	MINERAL DE ORO, MINERAL DE PLATA	21/05/1998	20/05/2018
0144-68	LICENCIA DE EXPLOTACIÓN	1,3473	Pequeña	Explotación	MINERAL DE ORO, MINERAL DE PLATA	8/06/1998	8/06/2018
HDB-08002X	CONTRATO DE CONCESIÓN (L 685)	32,7227	Pequeña	Explotación	DEMÁS CONCESIBLES, MINERAL DE ORO, MINERAL DE PLATA	9/03/2010	9/03/2040
FCC-814	CONTRATO DE CONCESIÓN (L 685)	84,8192	Pequeña	Construcción y montaje	MINERAL DE ORO, MINERAL DE PLATA, MINERAL DE PLATINO	15/02/2007	14/02/2037
0037-68	LICENCIA DE EXPLOTACIÓN	33,7787	Pequeña	Explotación	MINERAL DE ORO, MINERAL DE PLATA	12/07/2002	19/08/2014
HDB-08003X	CONTRATO DE CONCESIÓN (L 685)	0,1885	Pequeña	Explotación	DEMÁS CONCESIBLES, MINERAL DE ORO, MINERAL DE PLATA	24/02/2010	24/02/2040
0107-68	CONTRATO DE CONCESIÓN (L 685)	10,0773	Pequeña	Explotación	MINERAL DE ORO	21/05/1998	15/07/2054
14947	CONTRATO DE CONCESIÓN (L 685)	20,9575	Pequeña	Construcción y montaje	MINERAL DE ORO, MINERAL DE PLATA, MINERAL DE PLATINO	1/08/1991	23/09/2049
0105-68	CONTRATO DE CONCESIÓN (L 685)	0,998	Pequeña	Explotación	MINERAL DE ORO	8/06/1998	17/10/2039
13625	LICENCIA DE EXPLOTACIÓN	12,9736	Pequeña	Explotación	MINERAL DE ORO, MINERAL DE PLATA	23/10/1990	14/04/2018
0039-68	CONTRATO DE CONCESIÓN (L 685)	31,0521	Pequeña	Explotación	MINERAL DE ORO	5/12/1994	14/08/2054



De igual forma, se identificaron las siguientes **solicitudes mineras** que presentan superposición total o parcial con el polígono objeto de estudio:

Tabla 4. Solicitudes mineras con superposición al área propuesta para la Reserva de Recursos Naturales Renovables.

Código Expediente	TÍTULO ESTADO	MODALIDAD	CLASIFICACIÓN MINERÍA	MINERALES	FECHA DE SOLICITUD
ARE-TIR-14531	Declarada	ÁREA DE RESERVA ESPECIAL DECLARADA	Pequeña	MINERAL DE ORO	22/06/2018
OG2-08042	Solicitud en evaluación	CONTRATO DE CONCESIÓN (L 685)	Pequeña	MINERALES DE ORO Y SUS CONCENTRADOS, MINERALES DE PLATA Y SUS CONCENTRADOS,	2/07/2013
506062	Solicitud en evaluación	CONTRATO DE CONCESIÓN (L 685)	Pequeña	MINERALES DE ORO Y SUS CONCENTRADOS	10/06/2022
506061	Solicitud en evaluación	CONTRATO DE CONCESIÓN (L 685)	Pequeña	MINERALES DE ORO Y SUS CONCENTRADOS	10/06/2022
506060	Solicitud en evaluación	CONTRATO DE CONCESIÓN (L 685)	Pequeña	MINERALES DE ORO Y SUS CONCENTRADOS	10/06/2022
506926	Solicitud en evaluación	CONTRATO DE CONCESIÓN (L 685)	Pequeña	MINERALES DE ORO Y SUS CONCENTRADOS	29/09/2022
ARE-510265	Solicitud en evaluación	ÁREA DE RESERVA ESPECIAL DECLARADA	Pequeña	MINERAL DE ORO, MINERALES DE ORO Y SUS CONCENTRADOS	25/11/2024

De la información oficial recaudada del Catastro Minero Colombiano se evidencia que el área objeto de la presente propuesta de Reserva de Recursos Naturales Renovables presenta una importante presencia histórica de actividad minera, particularmente asociada a la explotación de oro y plata, circunstancia que resulta consistente con la tradición minera existente en los municipios de California, Vetás y Suratá.

No obstante, el análisis de la información permite concluir que la actividad minera presente en el área corresponde predominantemente a proyectos clasificados como pequeña minería, encontrándose únicamente un (1) título clasificado como mediana minería. Esta circunstancia evidencia que el territorio objeto de estudio ha estado históricamente vinculado al desarrollo de minería tradicional y de pequeña escala, aspecto que constituye un elemento relevante para la adopción de medidas de manejo y administración compatibles con las dinámicas socioeconómicas de la región.

Así mismo, se observa que la mayor parte de los títulos mineros registrados corresponden a proyectos que se encuentran en etapa de explotación, coexistiendo con algunos títulos en exploración y construcción y montaje. De igual manera, se identifican varias licencias de explotación otorgadas con anterioridad a la expedición



de la Ley 685 de 2001, cuya situación jurídica deberá ser valorada por la autoridad minera competente de conformidad con la normatividad aplicable y el estado particular de cada expediente administrativo.

Respecto de las solicitudes mineras, se evidencia igualmente un predominio de iniciativas correspondientes a pequeña minería, destacándose la existencia de Áreas de Reserva Especial (ARE) declaradas o en trámite, figura jurídica prevista por la legislación minera como instrumento para promover la formalización de comunidades que tradicionalmente han desarrollado actividades mineras sobre el territorio. Así mismo, se identifican varias solicitudes de contrato de concesión minera que actualmente se encuentran en evaluación por parte de la Agencia Nacional de Minería.

La información analizada permite concluir que el polígono propuesto para la presente Reserva de Recursos Naturales Renovables presenta una significativa interacción con actividades mineras existentes, razón por la cual la presente medida de protección ambiental reconoce dicha realidad territorial y adopta un régimen jurídico que busca armonizar la protección de los recursos naturales renovables con los procesos de formalización minera previstos en la legislación vigente, particularmente respecto de la pequeña minería, de la minería tradicional y de las situaciones jurídicas consolidadas.

En tal sentido, la información minera es un insumo fundamental para la definición de las medidas de administración de la Reserva, permitiendo identificar las situaciones jurídicas existentes y establecer mecanismos que garanticen la protección del sistema hidrogeológico objeto de conservación, sin desconocer la existencia de procesos de formalización minera que deberán continuar su trámite conforme a las competencias de las autoridades mineras y ambientales, bajo criterios de sostenibilidad, prevención, valoración de impactos acumulativos y sinérgicos, y protección de los recursos naturales renovables. Ver Figura N° 11

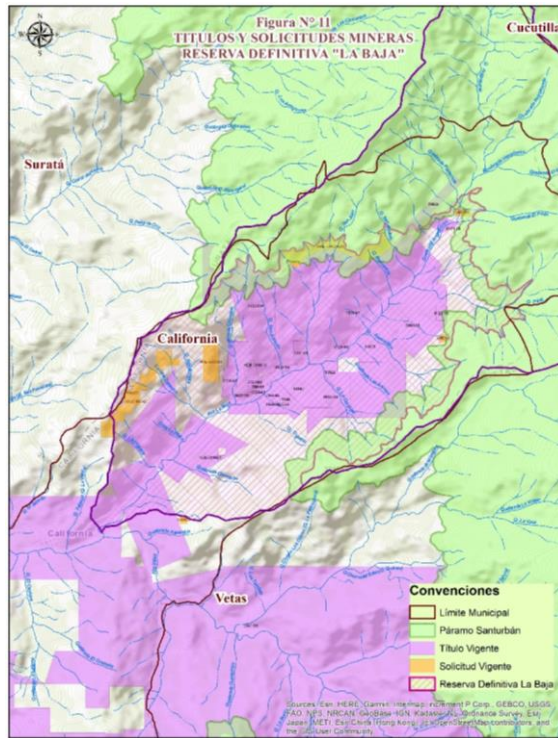


Figura 11. Mapa de Títulos y Solicitudes Mineras en la Reserva Definitiva La Baja
Fuente: Agencia Nacional de Minería, 2026

7. INFRAESTRUCTURA

En el interior de la microcuenca se identifica infraestructura social y educativa, representada principalmente por escuelas rurales veredales. Estas se encuentran distribuidas en distintos sectores habitados de los municipios de California, Surata y Vetás. La presencia de estas instituciones refleja la ocupación histórica del territorio por parte de familias campesinas, así como la garantía infraestructura educativa básica para niños, niñas y adolescentes en zonas rurales de alta montaña.



En suma, el estado de la vía terciaria que permite la comunicación entre la cabecera municipal de California y las veredas Angosturas y La Baja no es diferente; su estrechez, la falta de mantenimiento, la ausencia de pavimentación o placa huella y obras de arte, caracterizan su infraestructura.

Lo anterior, permite denotar precariedad en seguridad vial y situaciones como: Dificultad en el ingreso de alimentos, considerando que ambas veredas no son agrícolas; por ende, su seguridad alimentaria depende del acceso a los productos.

En la región se encuentra sin pavimentar y en muy mal estado. Esto hace que exista poca transitabilidad, principalmente en época de lluvias, y que el intercambio comercial y el transporte de pasajeros se dificulten.

8. INFORMACIÓN CATASTRAL

De acuerdo con la información catastral del IGAC (2024), se identificaron 189 predios dentro de los límites de la Reserva Definitiva La Baja. Con base en su extensión, se realizó una clasificación por rangos de área predial, lo que permitió evidenciar una distribución heterogénea del tamaño de los predios en el territorio con una cierta diversidad en las formas de tenencia y uso del suelo.

Son 165 predios identificados conforme la base catastral del IGAC que sugieren un predominio de predios de menor tamaño, oscilando entre 0 y 20 hectáreas, lo que refleja una mayor fragmentación del territorio. Esta situación puede estar relacionada con una mayor densidad de población rural y usos más intensivos del suelo en zonas aledañas a las márgenes de la quebrada La Baja.

Las otras densidades se localizan en ambos flancos de la quebrada La Baja, predios que oscilan entre 20 y 100 hectáreas (24 predios).

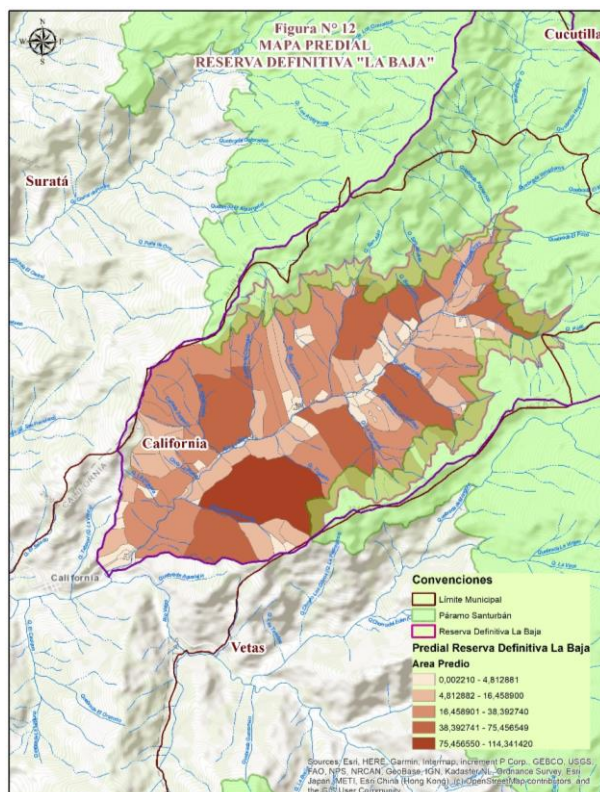


Figura 12. Mapa de información catastral
 Elaboración propia basado en datos catastrales (IGAC, 2024)



9. INFORMACIÓN COMPLEMENTARIA A PARTIR DE LA ZONIFICACIÓN AMBIENTAL DEL POMCA RÍO ALTO LEBRIJA EN LA RESERVA DEFINITIVA

Tomando como base la zonificación ambiental del Plan de Ordenación y Manejo de la Cuenca Hidrográfica (POMCA) del río Alto Lebrija, aprobado por la CDMB mediante Resolución 0392 del 17 de julio de 2020 que involucran la microcuenca de la Quebrada la Baja, y de manera particular la Reserva Definitiva, se realizó una revisión y superposición de las subzonas de uso y manejo que hacen parte de las categorías de conservación y protección¹, así como la de Uso Múltiple², las cuales se indican en la Figura 13.

¹ Esta categoría de ordenación incluye las áreas que deben ser objeto de especial protección ambiental de acuerdo con la legislación vigente y las que hacen parte de la estructura ecológica principal (Decreto 3600 de 2007, capítulo II, artículo 4), así como otras áreas y ecosistemas que son considerados de manera particular bajo los propósitos de la ordenación y manejo de la cuenca.

² Es aquella donde se planificará de manera íntegra y controlada las actividades urbanas, suburbanas, productivas, extractivas y energéticas bajo principios y criterios de sostenibilidad de los recursos naturales y servicios ecosistémicos en áreas que no pertenecen a las zonas y subzonas definidas en la categoría de conservación y protección ambiental definidas anteriormente, y teniendo en consideración las diferentes potencialidades, limitantes, restricciones, condicionamientos, medidas de manejo ambiental y de adaptación al cambio climático que se derivan del proceso de ordenación y manejo de la cuenca y de manera particular del proceso de la zonificación ambiental, así como de normas específicas que reglamentan el desarrollo de tales actividades

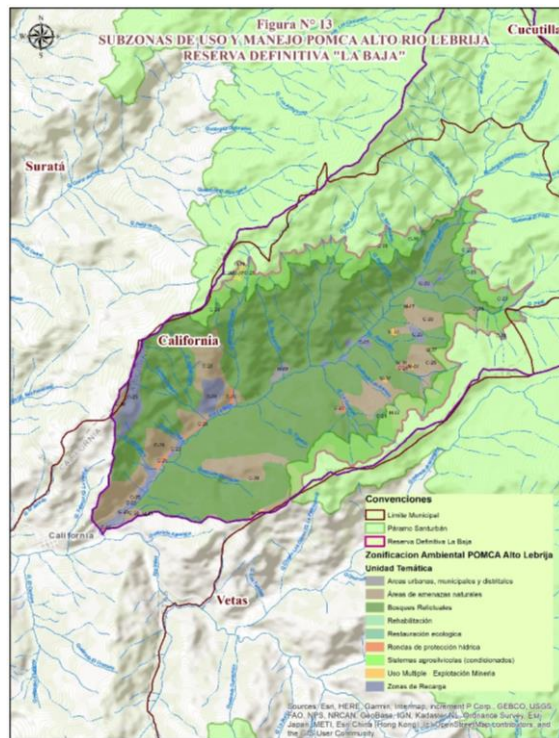


Figura 13. Subzonas de uso y manejo en la Reserva Definitiva.
Fuente: POMCA Río Alto Lebrija

De manera general, las subzonas de uso y manejo que hacen parte de las categorías de conservación y protección Ambiental y de Uso Múltiple del POMCA del río Alto Lebrija superpuestas con la Reserva Definitiva, se relacionan en la Tabla 5.

Tabla 5. Categorías y Subzonas del POMCA río Alto Lebrija en la Reserva Definitiva

No	Categoría	Subzona_Uso	Área (ha)	Área (%)
1	Conservación y Protección Ambiental	Áreas de importancia Ambiental	1236,41	82,47
2		Áreas de Amenazas Naturales	244,50	16,31
3		Áreas de restauración ecológica	7,53	0,50
4		Áreas de rehabilitación	0,99	0,07
Subtotal			1489,43	99,34
5	Uso Múltiple	Áreas Agrosilvopastoriles	0,12	0,01
6		Áreas urbanas, municipales y distritales	4,40	0,29



7	Uso Sostenible de Recursos Naturales	5,34	0,36
Subtotal		9,85	0,66
TOTAL		1499,28	100,00

Dentro de la Categoría de ordenación de Conservación y Protección Ambiental se involucran cuatro (4) subzonas de uso y manejo que en conjunto corresponden a 1489,43 hectáreas (99,34%) de la Reserva Definitiva, distribuidas de la siguiente manera:

- **Subzona Areas de Importancia Ambiental**

Corresponden a ecosistemas que han venido siendo priorizados en diferentes iniciativas nacionales, regionales y locales de conservación in situ a través de áreas de Especial Importancia Ecosistémica definidas en las diferentes políticas del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, así como en el marco del Sistema Nacional y Sistemas Regionales de Áreas Protegidas.

De manera particular, se involucran las subzonas de uso y manejo relacionadas con bosques relictuales y zonas de recarga – importancia hidrogeológica, que en conjunto corresponde a 1236,41 hectáreas (82,47%).

- **Subzona “Áreas de Amenazas Naturales”**

Resultantes de la incorporación de la amenaza alta por movimientos en masa, inundaciones y avenidas torrenciales en el Paso 4 de la zonificación, que se califica con uso condicionado, hasta tanto se detalle la condición de amenaza por parte de los municipios para la toma de decisiones en la reglamentación de usos del suelo en concordancia con lo establecido en el Parágrafo 1, artículo 2.2.3.1.5.6 del Decreto 1076 de 2015.

Bajo esta Subzona de uso y manejo se configuran alrededor 244,50 hectáreas al interior de la Reserva Definitiva, localizada al interior de la Quebrada La Baja.

- **Subzonas de Areas de Restauración Ecológica y Rehabilitación**

Corresponden a áreas de importancia ambiental que han sido degradadas, con el fin de restaurar su composición, estructura y funcionamiento. Al interior de la Reserva Definitiva, producto de la zonificación de la cuenca del Río Alto Lebrija se identifican alrededor de 8,52 hectáreas.

De manera general se puede concluir que al interior de la Reserva Definitiva, el POMCA del río Alto Lebrija determinó una zonificación ambiental (que hace parte de las determinantes ambientales derivadas de este instrumento) donde priman



subzonas de uso y manejo ambiental derivadas de la categoría de Conservación y Protección de este instrumento en un 99,34% de su área, asociadas principalmente a áreas que han sido identificadas para su protección, como es el caso de bosques relictuales alto andinos, zonas de recarga, áreas de amenaza alta por fenómenos de remoción en masa y avenidas torrenciales, entre otras, de importancia para la protección y conservación de los recursos hídricos y la biodiversidad. Los resultados de estas zonificaciones ambientales, permite confirmar la importancia de establecer medidas de protección definitiva frente a las actividades productivas de alto impacto para garantizar así la conservación y preservación de la biodiversidad y los servicios ecosistémicos de esta Reserva Definitiva contigua al páramo de Santurbán.



Bibliografía

- Agencia Nacional de Minería. (2025). *AnnaMinería*. Obtenido de <https://annamineria.anm.gov.co/Html5Viewer/index.html?viewer=SIGMExt&locale=es-CO&appAcronym=sigm>
- CDMB. (2013). Documento Técnico de Soporte Propuesta de Área Protegida Parque Natural Regional - Páramo de Santurbán.
- DANE. (2018). *Inasistencia escolar*. Obtenido de Inasistencia escolar (total por municipio): <https://dane.maps.arcgis.com/apps/MapJournal/index.html?appid=3ebeed91cb34422086f3256ebd7bcd7b3>
- DANE. (2018). *Necesidades Básicas Insatisfechas*. Obtenido de <https://www.dane.gov.co/index.php/estadisticas-por-tema/pobreza-y-condiciones-de-vida/necesidades-basicas-insatisfechas-nbi>
- DANE. (2019). *Analfabetismo*. Obtenido de Analfabetismo (centros poblados y rural disperso): <https://dane.maps.arcgis.com/apps/MapJournal/index.html?appid=3dfbdb0788be404f9a9d73454af93716>
- DANE. (30 de 06 de 2022). *Necesidades Básicas Insatisfechas (NBI)*. Obtenido de Indicadores de Necesidades Básicas Insatisfechas (NBI), según recientes agregaciones territoriales: <https://www.dane.gov.co/index.php/estadisticas-por-tema/pobreza-y-condiciones-de-vida/necesidades-basicas-insatisfechas-nbi>
- DANE. (30 de 12 de 2023). *Colombia en Mapas*. Obtenido de Distribución de la población: <https://www.colombiaenmapas.gov.co/?e=-99.51609485351166,-12.583082511425818,-48.978985478525104,22.363694982508186,4686&b=igac&u=0&t=36&servicio=2253>
- DANE. (22 de 03 de 2023). *PROYECCIONES DE POBLACIÓN*. Obtenido de Proyecciones de población Indicadores demográficos actualización post COVID-19 : <https://www.dane.gov.co/index.php/estadisticas-por-tema/demografia-y-poblacion/proyecciones-de-poblacion>



- DANE. (2024). *Descarga de datos geoestadísticos*. Obtenido de Marco Geográfico Nacional: <https://geoportal.dane.gov.co/servicios/descarga-y-metadatos/datos-geoestadisticos/?cod=111>
- IAvH, I. d., & CAS., C. A. (2015). *Estudios técnicos, económicos, sociales y ambientales. Complejo de páramos Santurbán: Producto 4 - Entorno regional. Convenio interadministrativo No. 13-014 (FA 005 de 2013)*.
- IAvH., I. d. (2019). Documento y soportes cartográficos que contengan la evaluación técnica de la información disponible relevante para el área de referencia del Complejo de Páramos Jurisdicciones – Santurbán - Berlin. Bogotá: Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt - Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible
- IDEAM. (2022). *Leyenda Nacional de Coberturas de la Tierra. Metodología CORINE Land Cover adaptada para Colombia Escala 1:100.000*. Bogotá D.C.: Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales .
- IDEAM. (2024). *Centro de Descarga de Información* . Obtenido de Cobertura de la tierra 100K Periodo 2020 limite administrativo: <https://experience.arcgis.com/experience/568ddab184334f6b81a04d2fe9aac262/page/Datos-Abiertos-Geogr%C3%A1ficos-/>
- IGAC. (2006). *Datos Abiertos Agrología*. Obtenido de <https://geoportal.igac.gov.co/contenido/datos-abiertos-agrologia>
- IGAC. (01 de 04 de 2022). *Datos Abiertos Cartografía y Geografía*. Obtenido de Cartografía Básica: <https://www.colombiaenmapas.gov.co/?e=-83.15195911133215,0.4332944028567231,-70.5176817675855,9.302075086892238,4686&b=igac&u=0&t=23&servicio=205>
- IGAC. (2024). *Catastro*. Obtenido de <https://www.colombiaenmapas.gov.co/?e=-108.74461047850922,-12.583082511425818,-39.75046985352754,22.363694982508186,4686&b=igac&l=557;836&u=0&t=24>
- Instituto Alexander von Humboldt. (2019). *Documento y soportes cartográficos que contengan la evaluación técnica de la información disponible relevante para el*



área de referencia del Complejo de Páramos Jurisdicciones – Santurbán - Berlin.

Open Street Maps. (2025). OMS_SA_Amenities.

PROCURADURIA GENERAL DE LA NACION. (2024). Informe Nacional - Minería Ilegal y Contaminación por Mercurio en Colombia

RUNAP. (02 de 07 de 2025). *Runap en cifras*. Obtenido de <https://runap.parquesnacionales.gov.co/cifras>

SGC. (2023). *Mapa Geológico de Colombia*. Obtenido de https://www2.sgc.gov.co/MGC/Paginas/mgc_1_5M2023.aspx

SGC. (2023). Interacción del ciclo del agua con la actividad minera en la cuenca La Baja del municipio de California, Santander - Páramo de Santurbán

SGC. (2026). Determinación de la línea meteórica local y de las alturas de recarga en la cuenca de la quebrada La Baja (Santurbán) mediante análisis de isótopos estables deuterio ($\delta^2\text{H}$) y oxígeno-18 ($\delta^{18}\text{O}$)

SIAC. (23 de 03 de 2023). *Limites Autoridades Ambientales 2022*. Obtenido de <https://siac-datosabiertos-mads.hub.arcgis.com/datasets/0fd08ce937034387b33699e8165ffc84/about>

SIAC. (29 de 06 de 2025). *Reserva Forestal Nacional*. Obtenido de <https://siac-datosabiertos-mads.hub.arcgis.com/maps/b5ee7d61990b4cf78e9bde3bdd8b1cb6/about>

UPRA. (2024). *Sistema de Información para la Planificación Rural Agropecuaria (SIPRA)*. Obtenido de Planificación Nacional: <https://sipra.upra.gov.co/nacional>

World Clim. (2020). *Historical monthly weather data*. Obtenido de <https://worldclim.org/data/monthlywth.html>