



## **MINISTERIO DE AMBIENTE Y DESARROLLO SOSTENIBLE**

### **DOCUMENTO TÉCNICO DE SOPORTE PARA LA DELIMITACIÓN Y DECLARATORIA DE UNA ZONA DE RESERVA DE RECURSOS NATURALES RENOVABLES DE CARÁCTER TEMPORAL EN INMEDIACIONES DEL MACIZO DE SANTURBÁN**

Dirección de Gestión Integral del Recurso Hídrico  
Dirección de Bosques, Biodiversidad y Servicios Ecosistémicos  
Dirección de Asuntos Ambientales Sectorial y Urbanos  
Dirección de Ordenamiento Ambiental Territorial  
Subdirección de Educación y Participación

**8 de noviembre de 2024**

## TABLA DE CONTENIDO

INTRODUCCIÓN .....	12
1 CONTEXTO NORMATIVO DE LAS RESERVAS DE RECURSOS NATURALES RENOVABLES .....	15
2 CONTEXTO REGIONAL DEL MACIZO DE SANTURBÁN .....	19
2.1 Contexto hidro-geográfico del Macizo de Santurbán.....	19
2.2 Delimitación del complejo de páramos Jurisdicciones-Santurbán-Berlín. ....	25
2.3 Gestión de áreas protegidas del Sistema Nacional de Áreas Protegidas -SINAP- en el Macizo de Santurbán.....	28
2.4 Zonas de Protección y Desarrollo de Recursos Naturales en el macizo de Santurbán .....	31
2.5 Gestión de instrumentos de ordenamiento ambiental y territorial .....	33
2.6 Conflicto socioambiental al interior del Macizo Santurbán .....	36
3 DEFINICIÓN Y CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO .....	42
3.1 Definición del Área de Estudio .....	42
3.2 Caracterización del Área de Estudio .....	43
3.2.1 Áreas y ecosistemas de importancia ambiental y biodiversidad .....	44
3.2.1.1 Áreas y ecosistemas de importancia ambiental .....	44
3.2.1.2 Coberturas Naturales de la Tierra .....	54
3.2.1.3 Conectividad Ecológica .....	56
3.2.1.4 Biodiversidad.....	59
3.2.1.5 Especies de flora y fauna en alguna categoría de amenaza.....	63
3.2.1.6 Relación Agua – Bosques y Servicios Ecosistémicos.....	69
3.2.2 Áreas de importancia estratégica para la conservación de recursos hídricos .....	70
3.2.2.1 Microcuencas Abastecedoras y Concesiones de Agua .....	70
3.2.2.2 Zonas de recarga de acuíferos .....	81
3.2.2.3 Contaminación de aguas superficiales, amenazas y vulnerabilidades asociados al recurso hídrico .....	85
3.2.3 Áreas con procesos de degradación que requieran acciones de restauración.....	103
3.2.3.1 Prioridades de restauración a partir de la integridad ecológica.....	103
3.2.3.2 Necesidades de restauración definidas en los POMCA.....	105
3.2.4 Algunos conflictos asociados a las actividades mineras sobre las áreas de importancia ambiental. ....	107
4 DEFINICIÓN Y DELIMITACIÓN DE PROPUESTA DE ZONA DE RESERVA DE RECURSOS NATURALES DE CARÁCTER TEMPORAL .....	114

4.1	Proceso metodológico para delimitar la propuesta de reserva de carácter temporal.....	114
4.1.1	Descripción general de la metodología del modelo de idoneidad .....	114
4.1.2	Fase 2: Selección de los criterios espaciales (variables geográficas analizadas) .....	116
4.1.2.1	Consideraciones sobre la asignación de pesos ponderados a las variables del modelo de idoneidad en el marco del GIS-MCDA.....	117
4.1.3	Fase 3: Asignación de valores normalizados de idoneidad: procesamiento, transformación y categorización.....	118
4.1.4	Fase 4: Superposición ponderada de las variables y obtención de la superficie de idoneidad	128
4.1.5	Fase 5: Delimitación del área idónea y refinamiento del polígono envolvente.....	131
4.2	Resultado de la implementación metodológica: polígono propuesto de zona de reserva temporal	133
4.2.1	Variables de Contraste.....	135
4.2.1.1	Índice de Vulnerabilidad Hídrica al Desabastecimiento – IVH .....	136
4.2.1.2	Índice de Alteración Potencial de la Calidad del Agua – IACAL.....	137
4.2.1.3	Prioridades de Restauración por Integridad Ecológica .....	137
4.2.1.4	Zonificaciones Ambientales de los POMCA.....	138
5	SINTESIS DE LAS PRINCIPALES VARIABLES QUE DETERMINAN LA ZONA DE RESERVA TEMPORAL .....	143
5.1	Protección de áreas y ecosistemas de importancia ambiental y conservación de la biodiversidad	144
5.1.1	Protección de áreas y ecosistemas de importancia ambiental .....	144
5.1.2	Biodiversidad y servicios ecosistémicos .....	147
5.1.3	Conectividad Ecológica.....	160
5.2	Protección de áreas estratégicas para la conservación de recursos hídricos .....	163
5.2.1	Cuencas abastecedoras y concesiones de agua.....	163
5.2.2	Zonas con potencial de recarga de acuíferos .....	169
5.2.3	Calidad de agua.....	173
5.3	Presencia de áreas degradadas que requieren acciones de restauración.....	184
5.4	Estado de las actividades mineras y sus implicaciones en las zonificaciones ambientales de los POMCA .....	187
5.4.1	Estado de las actividades mineras en el polígono propuesto de zona de reserva temporal.....	187
5.4.1.1	Títulos Mineros.....	189
5.4.1.2	Solicitudes Mineras .....	191
5.4.1.3	Contexto minero territorial .....	193

5.4.1.4	Escenarios de Formalización de actividades mineras en la Zona de Reserva Temporal	197
5.4.2	Títulos y solicitudes mineras y sus implicaciones en el marco de las zonificaciones ambientales de los POMCA .....	212
5.4.2.1	Títulos mineros activos respecto de la zonificación ambiental de los POMCA .....	212
5.4.2.2	Nuevas Solicitudes Mineras respecto de la zonificación ambiental de los POMCA.....	215
6	IMPACTOS AMBIENTALES ASOCIADOS A LAS DIFERENTES ESCALAS DE LA MINERÍA .....	218
6.1	Clasificación de las actividades mineras según su escala .....	218
6.2	Características de minería a gran, mediana y pequeña escala en la zona de reserva temporal ..	220
6.2.1	Minería a gran escala.....	220
6.2.2	Minería a mediana escala.....	222
6.2.3	Minería a pequeña escala.....	223
6.3	Impactos ambientales de minería a gran, mediana y pequeña escala.....	224
6.3.1	Impactos al medio físico.....	224
6.3.2	Impactos del medio biótico.....	236
6.3.3	Impactos geoquímicos en la salud .....	240
6.3.4	Impactos al medio socio económico .....	245
6.4	Proyección de escenarios de cambio climático en la propuesta de zona de reserva temporal.....	246
7	CRONOGRAMA.....	248
8	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	250
9	ANEXOS .....	257
	Anexo 1. Conceptos técnicos entidades – Colaboración armónica.....	257
	Anexo 2. Respuestas a solicitudes ANM.....	257
	Anexo 3. Actas Mesas de Trabajo.....	257
	Anexo 4. Respuestas a solicitudes MME .....	257
	Anexo 5. Cronograma propuesto estudios técnicos posteriores .....	257

## LISTADO DE FIGURAS

Figura 1. Área de interés Macizo de Santurbán, y cuencas hidrográficas en el Macizo.....	20
Figura 2. Ubicación del Macizo de Santander (con el cinturón y distritos metalogénicos en su interior) y de las cuencas sedimentarias que lo rodean. ...	22
Figura 3. Títulos y solicitudes mineras en el área de interés con corte a septiembre de 2024. ....	24
Figura 4. Delimitación páramo Jurisdicciones-Santurbán-Berlín.....	26
Figura 5. Áreas protegidas en el área de interés, según la numeración presentada en la Tabla 1. ....	30
Figura 6. Zonas de Protección y Desarrollo Sostenible y del Medio Ambiente declaradas mediante la Resolución 1814 de 2015 y prorrogadas por la Resolución 1109 de 2023.....	32
Figura 7. Cuencas objeto de POMCA y estado de su formulación en el Macizo de Santurbán. ....	35
Figura 8. Identificación de conflictos ambientales asociados a la minería en el área de interés. ....	41
Figura 9. Localización del Área Estudio.....	42
Figura 10. Áreas Protegidas del SINAP y Zonas de Protección y Desarrollo de Recursos Naturales Renovables y del Medio Ambiente de la Resolución 1109 de 2023 en el área de estudio. ....	46
Figura 11. Áreas Complementarias para la Conservación y de Importancia Ambiental derivadas de los POMCA y Áreas Forestales Protectoras derivadas del PGOF en el área de estudio. ....	52
Figura 12. Cobertura Natural Área de Estudio.....	55
Figura 13. Prioridades de conectividad entre áreas protegidas en el área de estudio.....	58
Figura 14. Registros en el Sistema de Información de Biodiversidad en el área de estudio. ....	62
Figura 15. Registros de especies de fauna en categorías de amenaza para el área de estudio. ....	65
Figura 16. Registros de especies de flora en categorías de amenaza en el área de estudio. ....	68
Figura 17. Principales cuencas abastecedoras identificadas en el área de estudio. ....	72
Figura 18. Microcuencas abastecedoras y puntos de concesiones de agua en el área de estudio. ....	77
Figura 19. Demanda hídrica total del área de estudio. ....	79

Figura 20. Zonas de recarga identificadas en la fase de diagnóstico de los POMCA Alto Lebrija y Cáchira Sur dentro del área de estudio.....	84
Figura 21. Estaciones Monitoreo CDMB. ....	86
Figura 22. Índice de Calidad del Agua.....	91
Figura 23. IACAL del Área de Estudio para Año Normal. ....	94
Figura 24. IACAL del Área de Estudio para Año Seco.....	96
Figura 25. IUA Condición hidrológica (Año normal). ....	99
Figura 26. IVH del Área de Estudio, Condición hidrológica Año Normal. ....	102
Figura 27. Prioridades de restauración por integridad ecológica en el área de estudio. ....	104
Figura 28. Zonas de restauración y rehabilitación ecológica.....	106
Figura 29. Superposición de títulos y solicitudes mineros con áreas y ecosistemas de importancia ambiental en el área de estudio. ....	108
Figura 30. Superposición de títulos y solicitudes mineras con áreas de importancia estratégica para conservación del recurso hídrico en el área de estudio. ....	111
Figura 31. Subcuencas con mayor incidencia sobre el cinturón metalogénico y superposición de títulos y solicitudes mineras en el área de estudio. ....	113
Figura 32. Ejemplo de suma ponderada píxel a píxel de dos superficies ráster. ....	129
Figura 33. Superficie total de idoneidad equponderada.....	130
Figura 34. Aplicación de parámetros de ajuste.....	132
Figura 35 Delimitación de la reserva temporal. Fuente: Ministerio de Ambiente – DGIRH (2024).....	133
Figura 36 Propuesta para la zona de reserva temporal de Santurbán.....	134
Figura 37. Índice de Vulnerabilidad Hídrica al Desabastecimiento – IVH.....	136
Figura 38. Índice de Alteración Potencial de la Calidad del Agua – IACAL – Año Normal y Año Seco.....	137
Figura 39. Prioridades de Restauración por Integridad Ecológica.....	138
Figura 40. Zonificación Ambiental de los POMCA en el polígono propuesto de zona de reserva temporal.....	139
Figura 41. Áreas y ecosistemas de Importancia Ambiental en el área de la reserva temporal.....	146
Figura 42. Registros en el Sistema de Información de Biodiversidad en el área propuesta para la zona de reserva temporal.....	150
Figura 43. Registros de especies de fauna en categorías de amenaza para el área de la zona de reserva temporal.....	153
Figura 44. Registros de especies de flora en categorías de amenaza para el área propuesta para la zona de reserva temporal.....	155
Figura 45. Prioridades de conectividad entre áreas protegidas en el área de la zona de reserva temporal.....	162

Figura 46. Microcuencas abastecedoras de acueductos identificadas al interior de la Zona de Reserva Temporal.....	165
Figura 47. Captaciones de agua superficiales identificadas dentro del área de reserva temporal.....	166
Figura 48. Municipios con al menos un registro histórico de desabastecimiento en el área de la Zona de Reserva Temporal Santurbán.....	168
Figura 49. Áreas con potencial de recarga de acuíferos en el área de reserva temporal.....	170
Figura 50. Índice de alteración Potencial a la Calidad de Agua dentro de la zona de reserva temporal de Santurbán.....	174
Figura 51. Estaciones de monitoreo presentes en el área propuesta como reserva temporal.....	175
Figura 52. Análisis anual de concentración de mercurio en estaciones de CDMB sobre cuencas hidrográficas presentes en la zona de reserva temporal. ....	177
Figura 53. Análisis multitemporal de las concentraciones de mercurio sobre cuencas hidrográficas presentes dentro de la zona de reserva temporal. ....	177
Figura 54. Análisis multitemporal de concentración de plomo en estaciones de CDMB sobre cuencas hidrográficas presentes en la zona de reserva temporal. ....	178
Figura 55. Análisis multitemporal de concentración de Plomo en cuencas presentes dentro de la zona de reserva temporal. ....	178
Figura 56. Análisis multitemporal de concentración de arsénico en estaciones de CDMB sobre cuencas hidrográficas presentes en la zona de reserva temporal. ....	179
Figura 57. Análisis multitemporal de concentración de arsénico en estaciones de CDMB sobre cuencas hidrográficas presentes en la zona de reserva temporal. ....	179
Figura 58. Análisis multitemporal de concentración de cianuro en estaciones de CDMB sobre cuencas hidrográficas presentes en la zona de reserva temporal. ....	180
Figura 59. Análisis multitemporal de concentración de cianuro en estaciones de CDMB sobre cuencas hidrográficas presentes en la zona de reserva temporal. ....	181
Figura 60. Prioridades de restauración por integridad ecológica en la zona de reserva temporal .....	185
Figura 61 Áreas objeto de restauración y rehabilitación en la zona de reserva temporal.....	186
Figura 62 Títulos y solicitudes vigentes al interior de la Zona de Reserva Temporal. ....	188
Figura 63 Mecanismos de Formalización Minera.....	199
Figura 64. Localización de áreas susceptibles de exclusión de los efectos de la zona de reserva temporal.....	201

Figura 65 Relación de las áreas excluidas y no excluidas de la zona de reserva temporal (títulos y solicitudes) frente al del total de áreas en la zona de reserva temporal.....	202
Figura 66. Volúmenes requeridos para para poder acceder al contrato de concesión con requisitos para mineros a pequeña escala.....	209
Figura 67. Área geográfica efectiva de la zona de reserva de recursos naturales de carácter temporal propuesta para su declaratoria .....	211
Figura 68. Zonificación Ambiental de los POMCA vs Títulos Mineros Vigentes.	214
Figura 69 Zonificación Ambiental de los POMCA vs Solicitudes Mineras.....	216
Figura 70. Clasificación de la minería en pequeña, mediana y gran escala en etapa de explotación .....	219
Figura 71. Coberturas de la tierra para el área de la zona de reserva temporal de Santurbán.....	238
Figura 72. Cronograma preliminar para la ruta de ordenamiento ambiental – minero en la zona de reserva temporal.....	249

## LISTADO DE TABLAS

Tabla 1. Síntesis de las áreas protegidas en el área de interés.....	28
Tabla 2. Zonas de Protección y Desarrollo de Recursos Naturales Renovables y del Medio Ambiente que se encuentran en el área de interés.....	31
Tabla 3. Relación de los POMCAS y su estado de formulación en el Macizo de Santurbán. ....	36
Tabla 4. Áreas municipales al interior del área de estudio. ....	43
Tabla 5. Relación de Áreas protegidas del SINAP y Zonas de Protección y Desarrollo de Recursos Naturales Renovables y del Medio Ambiente al interior del área de estudio. ....	47
Tabla 6. Relación de Áreas Complementarias para la Conservación y de Importancia Ambiental derivadas de los POMCA y Áreas Forestales Protectoras derivadas del PGOF en el área de estudio .....	53
Tabla 7. Unidades de cobertura natural de la tierra para el área de estudio.....	56
Tabla 8. Especies de animales con mayores individuos en el área de estudio ...	59
Tabla 9. Especies de plantas con mayores individuos en el área de estudio.....	60
Tabla 10. Número de especies con alguna categoría de amenaza, según clasificación UICN, identificadas en el área de estudio.....	63
Tabla 11. Relación de especies de fauna con alguna categoría de amenaza en el área de estudio. ....	63
Tabla 12. Relación de especies de flora con alguna categoría de amenaza dentro del área de estudio, según la resolución MinAmbiente 126 de 2024. ....	66
Tabla 13. Relación de las principales cuencas abastecedoras municipales y veredales dentro del área estudio.....	73
Tabla 14. Distribución de número de concesiones de agua por subcuenca en el área de estudio. ....	78
Tabla 15. Demanda hídrica total por subcuenca en el área de estudio. ....	80
Tabla 16. Relación de extensión de las zonas de recarga de acuíferos identificadas en el marco del desarrollo de los POMCA de los ríos Cáchira Sur y Alto Lebrija y discriminadas si fueron o no consideradas en la zonificación ambiental (Paso 1).....	83
Tabla 17. Comparativos resultados de calidad ICA 2022 – 2023.....	87
Tabla 18. Valores promedio ICA cuenca Alto Lebrija y Cáchira Sur. ....	88
Tabla 19. IACAL – Área de Estudio Cuencas río Alto Lebrija y Cáchira Sur. POMCA - ERA .....	92

Tabla 20. IUA Condición hidrológica (Año normal) Cuenca Alto Lebrija y Cáchira sur.....	97
Tabla 21. IVH Cuenca Alto Lebrija y Cáchira sur Condición hidrológica (Año normal) .....	100
Tabla 22. Clasificación de la integridad ecológica, según metodología del IAvH. ....	103
Tabla 23. Áreas y ecosistemas de importancia ambiental que se traslapan con títulos y solicitudes mineras. ....	109
Tabla 24. Variables Geográficas seleccionadas .....	117
Tabla 25. Ficha descriptiva variable 1: Ecosistemas estratégicos. ....	120
Tabla 26. Ficha descriptiva variable 2: Áreas protegidas y reservas temporales. ....	121
Tabla 27. Ficha descriptiva variable 3: Cuencas abastecedoras de Acueductos. ....	122
Tabla 28. Ficha descriptiva variable 4: zonas de recarga de acuíferos.....	123
Tabla 29. Ficha descriptiva variable 5: Prioridades de restauración .....	124
Tabla 30. Ficha descriptiva variable 6: Conectividad Ecológica .....	125
Tabla 31. Ficha descriptiva variable 7: Coberturas de la tierra .....	126
Tabla 32. Ficha descriptiva variable 8: Subcuencas con mayor incidencia de actividades mineras.....	127
Tabla 33. Áreas Municipales – Zona de reserva temporal.....	135
Tabla 34. Detalle de la zonificación del POMCA en el polígono propuesto de zona de reserva temporal. ....	140
Tabla 35. Áreas y Ecosistemas de Importancia Ambiental en la Zona de Reserva Temporal.....	145
Tabla 36. Especies de plantas con mayores individuos en el área de la zona de reserva temporal.....	148
Tabla 37. Especies de animales con mayores individuos en el área propuesta de la zona de reserva temporal .....	149
Tabla 38. Número de especies con alguna categoría de amenaza, según clasificación UICN, identificadas en el área de la zona de reserva temporal de Santurbán. ....	151
Tabla 39. Relación de especies de fauna con alguna categoría de amenaza en el área de la zona de reserva temporal.....	151
Tabla 40. Relación de especies de flora con alguna categoría de amenaza dentro del área de la zona de reserva temporal, según la resolución MinAmbiente de 2024. ....	154
Tabla 41. Cultivos asociados a los municipios al interior de la zona de reserva temporal.....	156
Tabla 42. Servicios ecosistémicos culturales asociados al área de la reserva temporal.....	159

Tabla 43. Clasificación de la integridad ecológica, según metodología del IAvH.	184
Tabla 44. Clasificación de Títulos Mineros al interior del área de la Zona de reserva temporal	189
Tabla 45. Definiciones sobre los títulos mineros	189
Tabla 46. Clasificación de los títulos por tipo de material explotado al interior de la zona reserva temporal	190
Tabla 47. Clasificación de títulos mineros en el área de la zona de reserva temporal en función del Artículo 2.2.5.1.5.4. del Decreto 1666 de 2016.	191
Tabla 48. Estado de las solicitudes mineras al interior de la Reserva Temporal.	191
Tabla 49. Principales conceptos asociados a las solicitudes y títulos mineros.	192
Tabla 50. Clasificación de las solicitudes por tipo de material a explotar	192
Tabla 51. Clasificación de la Minería (Solicitudes)	193
Tabla 52. Figuras sujetas de exclusión de los efectos de la zona de reserva temporal	200
Tabla 53. Conceptos Asociados a Tradicionalidad	207
Tabla 54. Clasificación de la minería en pequeña, mediana y gran escala en etapa de exploración, construcción o montaje.	218
Tabla 55. Características de un proyecto de minería subterránea de metálicos a gran escala en la cuenca de las quebradas La Baja y Angostura.	220
Tabla 56. Características de un proyecto de minería subterránea de metálicos a mediana escala en el sector de Angostura.	223
Tabla 57. Impactos de probable ocurrencia por el desarrollo de proyectos de minería.	236

## INTRODUCCIÓN

La protección efectiva de los ecosistemas y los servicios ecosistémicos es fundamental para garantizar la sostenibilidad ambiental y la disponibilidad de recursos hídricos, elementos clave para el desarrollo humano. En este contexto, el ordenamiento alrededor del ciclo del agua emerge como un enfoque integral para la gestión del territorio, armonizando el ciclo del agua con la vida, las culturas, la productividad y las geoformas.

El Ordenamiento alrededor del ciclo del agua se concibe como una herramienta transformadora que busca orientar la ocupación y uso del territorio, reconociendo los límites y potencialidades impuestos por el ciclo del agua en las actividades humanas. Este enfoque no solo busca cumplir con los objetivos de conservación de áreas protegidas a nivel nacional y regional, sino que también promueve la conectividad ecosistémica y la conservación *in situ* de la biodiversidad.

Bajo este enfoque, el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible viene promoviendo diferentes estrategias transformadoras que concurren en la solución de las problemáticas ambientales y en resolver los conflictos por el uso de la tierra y el agua, proteger y restaurar los ecosistemas estratégicos, conectar los ecosistemas, preservar las cuencas abastecedoras y las zonas de recarga de acuíferos, y reducir la presión sobre el sistema hídrico para garantizar la disponibilidad y accesibilidad de los recursos naturales.

De manera particular, dentro de los ecosistemas estratégicos, producto de las diferentes experiencias que se han venido adquiriendo a nivel nacional y regional con la gestión de este tipo de ecosistemas, como es el caso de los procesos de delimitación de páramos, la gestión de áreas protegidas y los procesos de ordenación y manejo de cuencas hidrográficas, se han venido priorizando estrategias en la búsqueda de enfatizar la conservación de la biodiversidad, la gestión sostenible del agua y la resolución de conflictos socioambientales, como es el caso específico de las adelantadas en el contexto geográfico e hidrográfico del “Macizo de Santurbán”, considerado como una de las estrellas fluviales más significativas para el abastecimiento y la regulación hídrica de una importante parte del país, pues de allí se deriva el agua a las áreas hidrográficas del Caribe, Magdalena-Cauca y Orinoco, a través del nacimiento de los ríos Zulia, Pamplonita, Algodonal, Lebrija, Nuevo Presidente y Tarra, que proveen de agua dulce a ríos, quebradas, lagunas y acuíferos que surten agua para el consumo

humano, la producción de alimentos y la industria de Bucaramanga, Cúcuta y otros municipios de Santander y Norte de Santander.

No obstante, las actividades de agricultura, ganadería y de minería han venido transformando los ecosistemas, en especial en sus capacidades de regulación y abastecimiento del agua, interrumpiendo algunos de los procesos del ciclo natural del agua, especialmente en las cuencas del río Lebrija (departamento de Santander) y del río Zulia y Pamplonita en el departamento de Norte de Santander donde hace presencia actividades de explotación minera formal y no formal de metales preciosos, carbón, material de arrastre, entre otros minerales, que han provocado la preocupación de algunas comunidades tras los impactos negativos que genera dicha actividad a las cuencas abastecedoras de agua de las ciudades de Bucaramanga y Cúcuta y otros municipios, por el potencial de afectar el agua y los ecosistemas.

Dentro de estas estrategias, buscando contribuir al manejo y transformación de los conflictos socioambientales, especialmente derivados del desarrollo de actividades mineras en el territorio y en corresponsabilidad de las ordenes impartidas por el Consejo de Estado (AP. 2013-02459-01) en sentencia del 04 de agosto de 2022, encaminadas a lograr acciones coordinadas, articuladas, eficientes y eficaces para la consolidación de un ordenamiento minero ambiental, y en el deber del Estado de conservar los ecosistemas estratégicos, no solo aquellos que conforman el Sistema Nacional de Áreas Protegidas SINAP, sino también a los que hacen parte de las categorías de conservación *in situ* que no pertenecen a este Sistema, el Ministerio ha identificado la necesidad de abordar la delimitación y gestión de una Zona de Reserva de Recursos Naturales Renovables de que trata el Artículo 47 del Código Nacional de Recursos Naturales Renovables y de Protección al Medio Ambiente - CNRRN (Decreto Ley 2811 de 1974) en inmediaciones del costado occidental del Complejo de Páramo de Jurisdicciones-Santurbán-Berlín.

Bajo este propósito, en el segundo semestre de 2023 el MinAmbiente conformó una mesa de expertos técnicos y jurídicos de las áreas técnicas de la Dirección de Gestión Integral del Recurso Hídrico -DGIRH-, Dirección de Ordenamiento Ambiental Territorial y Sistema Nacional Ambiental -DOAT-SINA, Dirección de Bosques, Biodiversidad y Servicios Ecosistémicos -DBBSE-, y de la Dirección de Asuntos Ambientales, Sectorial y Urbana -DAASU-, la Subdirección de Educación y Participación -SEP- de la mano con la Oficina Asesora Jurídica -OAJ-, quienes, a partir de sesiones de trabajo realizadas durante el segundo semestre de 2023 y la vigencia 2024, realizaron los análisis técnicos por temáticas, jurídicos y espaciales sobre el área de interés, el área de estudio y finalmente, sobre la propuesta de Zona de Reserva de Recursos Naturales Renovables de carácter Temporal, en adelante ZONA DE RESERVA TEMPORAL, en inmediaciones del

Macizo de Santurbán y construyeron este Documento Técnico de Soporte –DTS– que sustenta la formulación de la presente propuesta de delimitación para su declaratoria y gestión bajo una iniciativa normativa.

Así las cosas, el presente DTS se encuentra organizado en siete (7) capítulos en los que se abordan los aspectos técnicos, temáticos, jurídicos y espaciales, que sustentan la propuesta de zona de reserva de recursos naturales renovables de carácter temporal; junto con sus anexos, así: un primer capítulo referido al contexto normativo de las zonas de reserva de recursos naturales de carácter temporal; un segundo capítulo referido al contexto general del Macizo de Santurbán como área de interés; un tercer capítulo sobre la definición y caracterización del área de estudio; un cuarto capítulo referido con la definición y delimitación de la zona de reserva de recursos naturales renovables de carácter temporal; un quinto capítulo que describe la síntesis de las principales variables que determinan la reserva de recursos naturales; un sexto capítulo referido con los impactos ambientales asociados a las diferentes escalas de la minería; y el séptimo capítulo referido con la propuesta de cronograma para adelantar los procesos y estudios correspondientes en el marco de la gestión de la propuesta de zona reserva temporal.

Como resultado de este proceso, se identificó y delimitó la Zona de Reserva de Recursos Naturales Renovables de carácter Temporal en inmediaciones del Macizo de Santurbán sobre las subzonas hidrográficas del río Alto Lebrija y el río Cáchira Sur en jurisdicción de los municipios de Matanza, Suratá, Vetás, California, Tona, Charta y Bucaramanga, así como sus consideraciones que justifican su declaratoria y gestión.

## 1 CONTEXTO NORMATIVO DE LAS RESERVAS DE RECURSOS NATURALES RENOVABLES

Las Reservas de Recursos Naturales Renovables hacen parte de las “Normas Comunes”, referidas a la “Propiedad, Uso e Influencia Ambiental de los Recursos Naturales Renovables” a que hace referencia el Libro Segundo del Código Nacional de Recursos Naturales Renovables y de Protección al Medio Ambiente – CNRRN-, Decreto Ley 2811 de 1974, y facultadas en su Artículo 47, que dispone: “(...) Sin perjuicio de derechos legítimamente adquiridos por terceros o de las normas especiales de este Código, podrá declararse reservada una porción determinada o la totalidad de recursos naturales renovables de una región o zona cuando sea necesario para organizar o facilitar la prestación de un servicio público<sup>1</sup>, adelantar programas de restauración, conservación o preservación de esos recursos y del ambiente, o cuando el Estado resuelva explotarlos. Mientras la reserva esté vigente, los bienes afectados quedarán excluidos de concesión o autorización de uso a particulares. (...)”.

Esta disposición, se enmarca en las reglas para el desarrollo de la actividad administrativa en relación con el manejo de los recursos naturales renovables señaladas en el Artículo 45 del mismo Código, dentro de las cuales se resaltan las siguientes: “(...) b.- Se mantendrá una reserva de recursos acorde con las necesidades del país. Para cumplir esta finalidad, **se podrá hacer reserva de la explotación de los recursos de propiedad Nacional, o en los de propiedad privada**, racionarse o prohibirse temporalmente el consumo interno o la salida del país; c.- Cuando se trate de utilizar uno o más recursos naturales renovables **o de realizar actividades que puedan ocasionar el deterioro de otros recursos o la alteración de un ecosistema**, para su aplicación prevalente de acuerdo con las prioridades señaladas en este Código o en los planes de desarrollo, deberán justipreciarse las diversas formas de uso o de medios para alcanzar este último, que produzcan el mayor beneficio en comparación con el daño que puedan causar en lo ecológico, económico y social. (...)”.

(Negrita y subrayado por fuera del texto original)

Refiriéndonos a la aplicabilidad de lo dispuesto en el Artículo 47 del CNRRN para la protección de ecosistemas, es importante indicar algunos apartes del concepto

---

<sup>1</sup> Entendidos éstos, como aquellos concernientes al uso de aguas, tales como suministro de éstas, alcantarillado y generación de energía eléctrica (Definición extractada del Artículo 69 del CNRRN que señala los fines para la adquisición de bienes de propiedad privada y los patrimoniales de las entidades de derecho público o para la defensa de los recursos naturales).

emitido por la Sala de Consulta y Servicio Civil, expediente No. 642 del 28 de octubre de 1994, donde se determina que para velar por el cumplimiento oportuno y eficaz de los fines naturales que corresponden a los humedales, es viable utilizar como instrumento jurídico la declaratoria de reserva ecológica o ambiental, con fundamento en disposiciones tales como las contenidas en el Artículo 47 del Decreto-Ley 2811 de 1974, entre otras normas allí señaladas.

Igualmente, en el marco de un análisis de constitucionalidad al referido artículo 47, en Sentencia C - 126 de 1998 la Corte Constitucional precisó que “(...) *esta Corporación ha señalado, en anteriores decisiones, que la protección del medio ambiente ocupa un lugar tan trascendental en el ordenamiento jurídico que la Carta contiene una verdadera "constitución ecológica" (...)*”, conformada por todas aquellas disposiciones que regulan la relación de la sociedad con la naturaleza y que buscan proteger el medio ambiente. En el mismo sentido, la Corte ha precisado que esta Constitución ecológica tiene dentro del ordenamiento colombiano una triple dimensión: de un lado, la protección al medio ambiente es un principio que irradia todo el orden jurídico puesto que es obligación del Estado proteger las riquezas naturales de la Nación (C.P. art. 8).

De otro lado, aparece como el derecho de todas las personas a gozar de un ambiente sano, derecho constitucional que es exigible por diversas vías judiciales (C.P. art. 79). Y, finalmente, de la constitución ecológica derivan un conjunto de obligaciones impuestas a las autoridades y a los particulares. Es más, en varias oportunidades, la Corte ha insistido en que la importancia del medio ambiente en la Constitución es tal que implica para el Estado, en materia ecológica, “*unos deberes calificados de protección*”. Igualmente, y conforme a lo señalado por los actores, la Corte también ha precisado que la Carta constitucionaliza uno de los conceptos más importantes del pensamiento ecológico moderno, a saber, la idea según la cual el desarrollo debe ser sostenible. “(...)19- *La dimensión ecológica de la Carta y la constitucionalización del concepto de desarrollo sostenible no son una muletilla retórica ya que tienen consecuencias jurídicas de talla, pues implican que ciertos conceptos jurídicos y procesos sociales, que anteriormente se consideraban aceptables, pierden su legitimidad al desconocer los mandatos ecológicos superiores. (...)*”. En este marco de análisis, la Corte concluye que los principios que orientan el Decreto-Ley 2811 de 1974 son perfectamente compatibles con los mandatos ecológicos contenidos en la Constitución Política de Colombia.

En el marco de lo indicado anteriormente, el Gobierno Nacional expidió el Decreto 1374 del 2013, con base en el principio de precaución y ante la apertura para la recepción y otorgamiento de nuevas solicitudes de títulos mineros.

A partir del mencionado Decreto, se fijaron los lineamientos para que el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible delimitara de manera temporal reservas de recursos naturales sobre aquellas zonas que han sido identificadas

como zonas excluibles de la minería en los términos del artículo 34 de la Ley 685 de 2001, y en las cuales la autoridad ambiental con la colaboración de la autoridad minera deberán adelantar delimitaciones o declaraciones definitivas que las excluyan de las actividades mineras.

Dichas áreas reservadas de manera temporal se incorporan al Catastro Minero Nacional para que no sean otorgados nuevos títulos mineros sobre las mismas, hasta tanto, las autoridades ambientales efectúen las delimitaciones o declaraciones definitivas.

No obstante, el Consejo de Estado (AP. 2013-02459-01), en sentencia del 04 de agosto de 2022, Sentencia “ventanilla minera”, emitió una serie de órdenes encaminadas a lograr acciones coordinadas, articuladas, eficientes y eficaces para la consolidación de un ordenamiento minero ambiental, las cuales además, se encuentran sustentadas en el deber del Estado de conservar los ecosistemas estratégicos, no solo aquellos que conforman el Sistema Nacional de Áreas Protegidas –SINAP-, sino también a los que hacen parte de las categorías de conservación *in situ* que no pertenecen al SINAP, y en que resulta necesario tomar medidas a efectos de evitar el otorgamiento de títulos mineros en áreas que cuenten con ecosistemas de características especiales que requieran ser protegidas y que aún no estén catalogadas como áreas de exclusión minera, por lo cual hace un llamado a la aplicación del artículo 47 del CNRNR y el Decreto 1374 de 2013, en los siguientes términos:

#### Artículo tercero numeral 1.1.3

*“(...) 1.1.3. El Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, con fundamento en los documentos mencionados en los dos numerales anteriores, en el término de tres (3) meses, contados a partir de la presentación de estos documentos, elaborará y adoptará, mediante acto administrativo, la cartografía de las áreas de protección, haciendo uso de la figura prevista en el artículo 47 del CNRNR y en el Decreto 1374 de 2013, a efectos de prohibir en tales áreas el desarrollo de todo tipo de actividad minera, hasta que exista certeza sobre la compatibilidad de esa labor con la zonificación de cada territorio protegido. (...)”*

#### Artículo tercero, numeral 1.2.3

*“(...)1.2.3. El Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, junto con las autoridades mineras y ambientales que estime competentes, hasta tanto culmine las labores de declaratoria, delimitación y zonificación definitiva de los territorios que podrían pertenecer al SINAP, ejecutará las acciones necesarias y pertinentes de conservación de estos ecosistemas a través de la figura prevista en el artículo 47 del CNRNR y en el Decreto 1374 de 2013. (...)”*



Conforme los anteriores preceptos, la gestión de Reservas de Recursos Naturales Renovables, es una de las herramientas que contribuyen al ordenamiento minero ambiental, en la medida que buscan proteger áreas y ecosistemas que son claves para el uso y manejo coordinado del ciclo del agua, el del suelo, la biodiversidad y los servicios ecosistémicos, en especial los servicios de aprovisionamiento y regulación hidrológica para garantizar la sostenibilidad del agua superficial y subterránea como soporte para la conservación de los ecosistemas y su disponibilidad para los diferentes usos demandados, no solo al interior de la reserva, sino en su contexto regional.

## **2 CONTEXTO REGIONAL DEL MACIZO DE SANTURBAN**

### **2.1 Contexto hidro-geográfico del Macizo de Santurbán**

El macizo Santurbán corresponde a un complejo montañoso que se encuentra en la cordillera oriental de los Andes colombianos, en los departamentos de Santander y Norte de Santander y que integra ecosistemas asociados a los páramos, bosques altoandinos, bosques subandinos y bosques tropicales.

Dentro del macizo Santurbán, se encuentran 61 municipios, incluyendo a Bucaramanga y su Área Metropolitana en el departamento de Santander y Cúcuta, capital del departamento de Norte de Santander, los cuales tienen como principal relacionamiento con el macizo, el abastecimiento de agua generado por 8 subzonas hidrográficas de 11 identificadas en el macizo, siendo el río Lebrija y el río Zulia las de mayor demanda hídrica, ya que en ellas se encuentran las microcuencas abastecedoras de agua para las capitales de los dos departamentos (Ver Figura 1)

El Macizo de Santurbán, conocido geográficamente también como "Nudo de Santurbán", se considera una de las estrellas fluviales más importantes para el abastecimiento y la regulación hídrica de una significativa parte del país, pues de allí se deriva el agua a las áreas hidrográficas del Caribe, Magdalena - Cauca y Orinoco, a través del nacimiento de los ríos Zulia, Pamplonita, Algodonal, Lebrija, Nuevo Presidente, Tarra, Alto y Medio Lebrija que proveen de agua dulce a ríos, quebradas, lagunas y acuíferos que surten agua para el consumo humano, la producción de alimentos y la industria a Bucaramanga, Cúcuta y otros municipios de Santander y Norte de Santander (Sarmiento y Ungar, 2014).

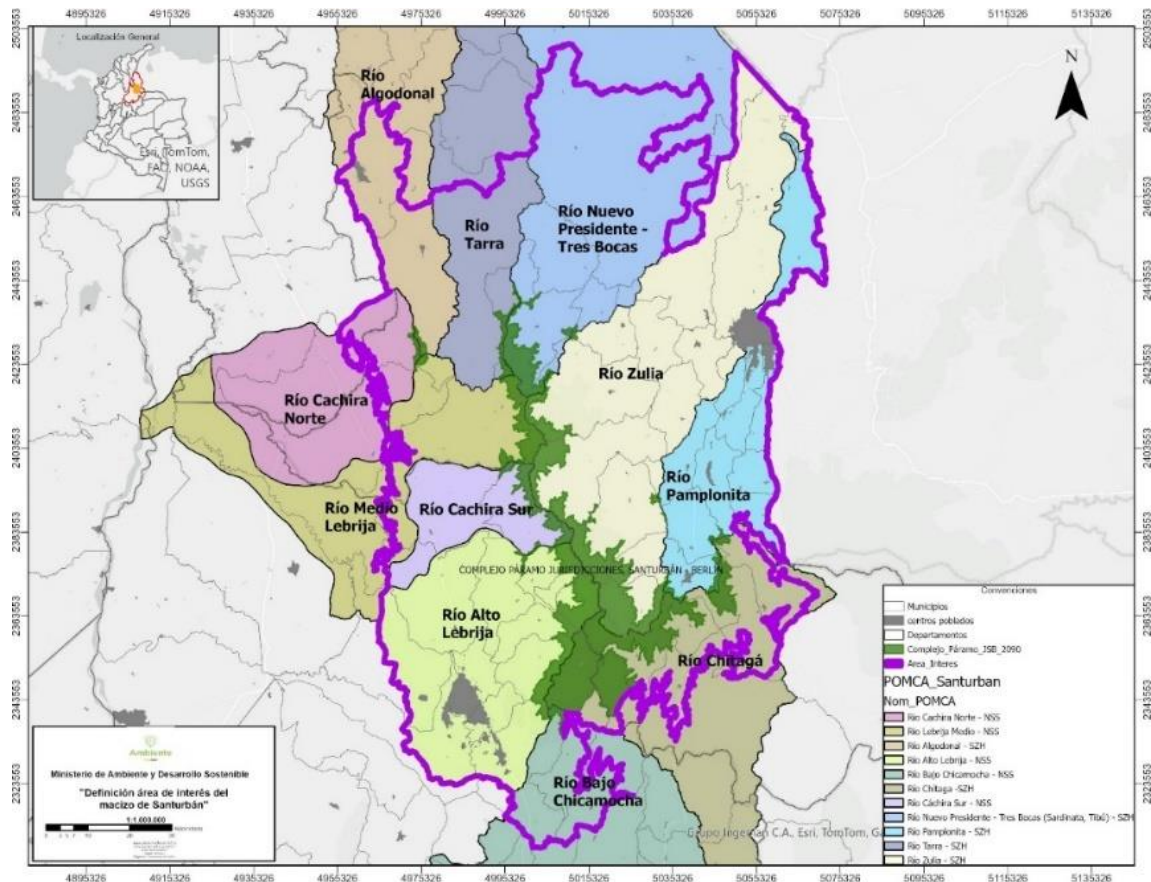


Figura 1. Área de interés Macizo de Santurbán, y cuencas hidrográficas en el Macizo.

Fuente: Elaboración propia, a partir de información de la zonificación hidrográfica del IDEAM, 2013

Además de su importancia para el abastecimiento de agua y la regulación hídrica, el Macizo de Santurbán se caracteriza por la representatividad de ecosistemas estratégicos (Páramos, bosque alto andino y andino, bosque seco tropical y humedales) que son claves para la conservación de la diversidad biológica, en tanto que sirven de hábitat a una gran cantidad de especies de fauna y flora de gran valor ecosistémico, dentro de las que se encuentran algunas en categorías de amenaza debido a la histórica presión derivada de las transformaciones y actividades antrópicas, relacionadas con la expansión de la frontera agropecuaria, la minería, el aprovechamiento de especies maderables y la cacería ilegal, entre otros, generando la necesidad de proteger y garantizar la conectividad de estos relictos de ecosistemas.

A nivel geológico, el sector de la Cordillera Oriental donde se encuentra el Macizo de Santurbán comprende dos dominios geológicos limitados por sistemas de fallas regionales (ver Figura 2).

Por un lado, en el sector central, se encuentra el denominado Macizo de Santander, término geológico usado para agrupar, principalmente, las rocas ígneas y metamórficas formadas durante el Proterozoico y el Paleozoico, que afloran en los departamentos de Santander (p.ej. Suratá, California, Vetas, Matanza) y Norte de Santander (p.ej. Silos, Cucutilla, Ábrego y Cáchira). Por otra parte, se encuentra un dominio sedimentario que rodea al Macizo de Santander, compuesto por rocas del Mesozoico y Cenozoico, que configuran las cuencas sedimentarias, de la Cordillera Oriental y del Catatumbo (ANH, 2007). El contraste entre la génesis, composición y procesos geológicos de los dominios descritos favorecen, de un lado, la generación y acumulación de hidrocarburos, así como de yacimientos de carbón en las cuencas sedimentarias, y de otro, la formación de yacimientos minerales metálicos en el Macizo de Santander.

El Servicio Geológico Colombiano -SGC-, ha identificado desde los municipios de Arboledas y Cáchira, en el norte, hasta Vetas en el sur, unidades geológicas que tienen condiciones favorables para contener tipos específicos de depósitos minerales, en este caso de oro, plata y cobre, definiendo el Cinturón Metalogénico Pórfido Epitermal de Au -Ag-(Cu) del Mioceno (Sepúlveda et al., 2022) (ver Figura 2 ). Específicamente, en los municipios de Vetas, California, Suratá y Charta en Santander y en parte de Silos y Cucutilla en Norte de Santander, el SGC identificó, además, áreas en las que existe una serie de asociaciones de depósitos minerales, prospectos y ocurrencias de naturaleza similar, que configuran el Distrito Metalogénico Au -(Ag) Vetas-California (Sepúlveda et al., 2022).

Según SGC (2024), en este sector se presentan mineralizaciones hidrotermales (producto de la interacción entre un fluido a alta temperatura, cargado en elementos y la roca caja donde estos se depositan) en un sistema pórfido-epitermal (*epi* por su emplazamiento a poca profundidad y termal por la influencia de los procesos termodinámicos de los fluidos mineralizados) de alta sulfuración, cuyos fluidos hidrotermales tienen origen en ambientes volcánicos y sub volcánicos, que ascienden y se mezclan con aguas meteóricas. Como se puede observar en la Figura 2, tanto el cinturón como el distrito metalogénico descritos se superponen con el Páramo Jurisdicciones-Santurbán-Berlín.

Finalmente, hacia el sur del área de interés, también en el Macizo de Santander, en el municipio de Piedecuesta, Sepúlveda et al. (2022) reportan el distrito metalogénico de flúor de Cepitá-Umpalá, que con una génesis diferente a la del distrito de Vetas-California, destaca por la presencia de este mineral no metálico para uso industrial, asociado a pequeñas fallas de rumbo (Willms, 1982).

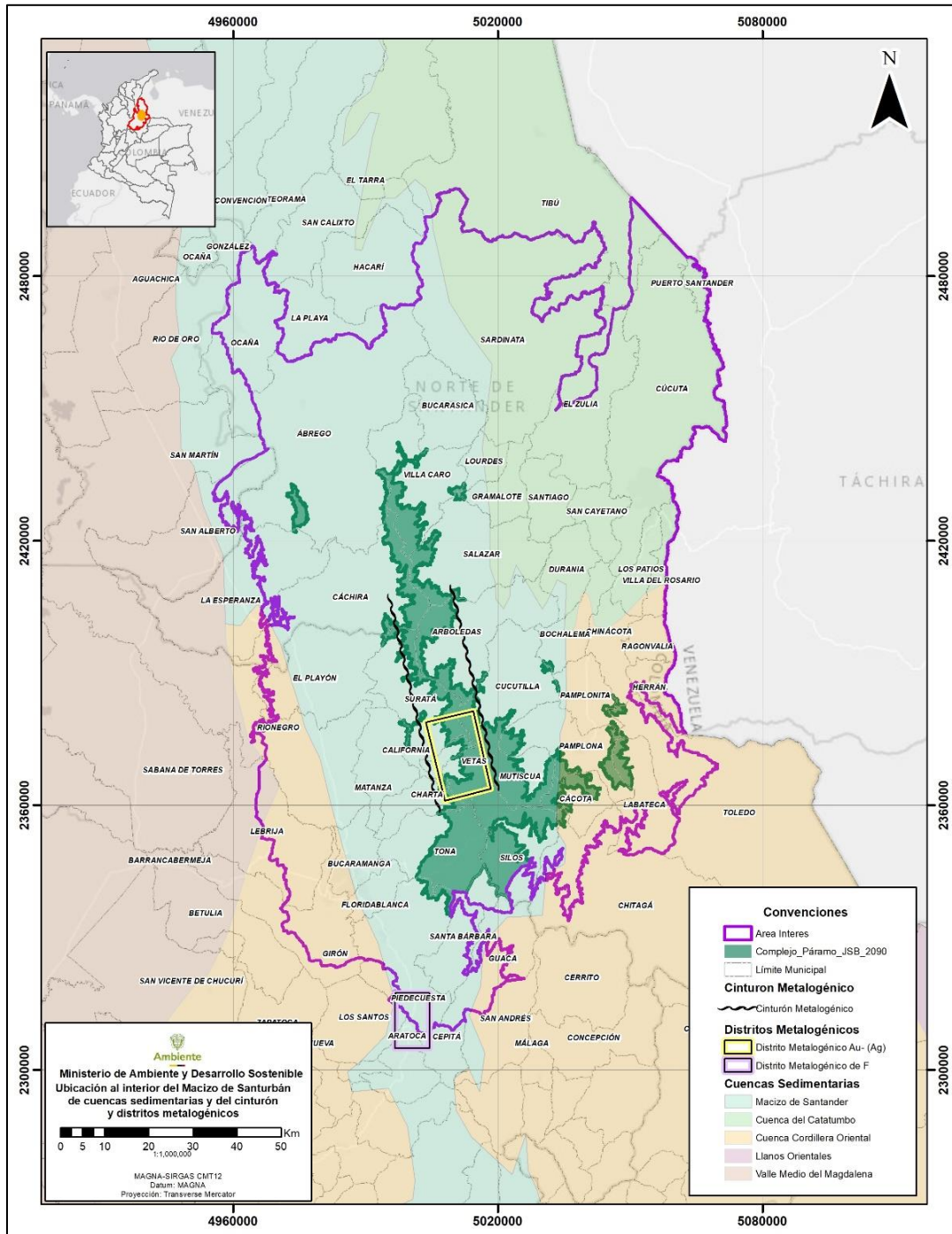


Figura 2. Ubicación del Macizo de Santander (con el cinturón y distritos metalogénicos en su interior) y de las cuencas sedimentarias que lo rodean.

Fuente: A partir de datos de ANH (2007) y Sepúlveda et al. (2022)

Las actividades mineras en el área del Macizo de Santurbán responden a las características geológicas de la región. Así, se tiene actividad minera asociada con la explotación de carbón en la vertiente occidental sobre las cuencas de los ríos Nuevo presidente, Zulía, Pamplonita, y Chitagá y de Metales sobre la cuenca del alto Lebrija principalmente y de materiales de construcción sobre los cursos de los cuerpos de agua.

Evidencia de lo anterior, en el área de interés, con corte del 12 de septiembre de 2024, se identificaron en AnnA Minería un total de 494 expedientes de títulos mineros y 359 de solicitudes de títulos (ver Figura 3).

Del total de solicitudes, 341 se encuentran, con corte a esa fecha, en evaluación, 10 en etapa de radicación de documentos, 7 archivadas y una suspendida. Descontando las solicitudes archivadas y las suspendidas, de acuerdo con el Decreto 1666 de 2016 (Art.2.2.5.1.5.4), 162 se clasifican como pequeña minería, 118 como mediana, 3 como grande y 68 no cuentan con clasificación alguna.

De otra parte, del total de títulos mineros, 489 se encuentran activos, 3 suspendidos y 2 terminados o terminados en proceso de liquidación. Predomina la pequeña minería con 388 títulos activos, seguida de la mediana minería con 94 títulos y gran minería con 3 títulos. Para los 9 títulos restantes no se reporta clasificación de la minería o esta no aplica.

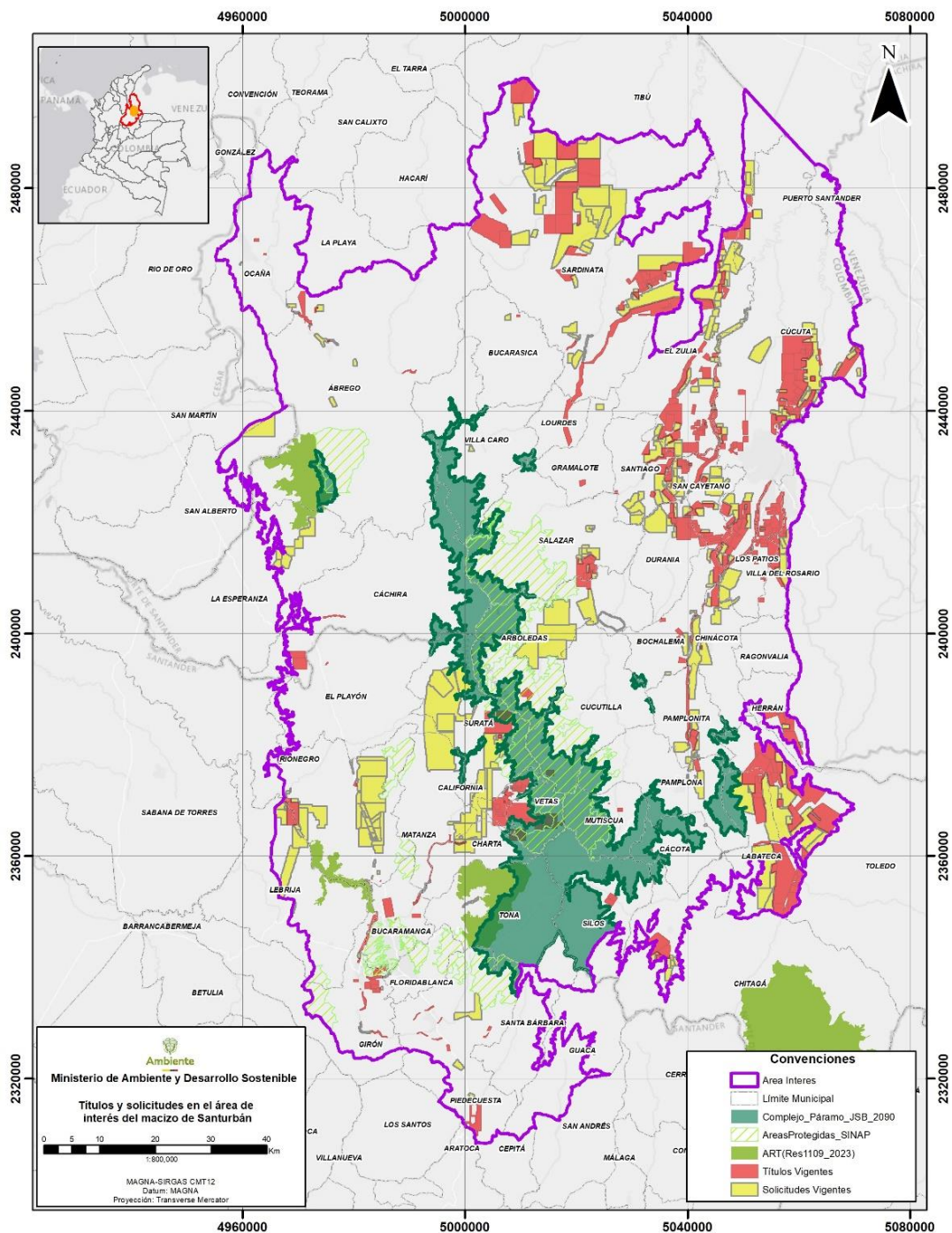


Figura 3. Títulos y solicitudes mineras en el área de interés con corte a septiembre de 2024.

Fuente: A partir de datos de Anna Minería, ANM (2024)

La pequeña minería en el área de interés agrupa materiales tan diversos como el carbón con 141 títulos, seguido de los materiales de construcción (arenas, areniscas, gravas y recebo) con 90 títulos, las arcillas con 87 títulos, y en menor medida minerales metálicos (oro, plata y del grupo del platino) con 55 títulos y otras categorías (piedra caliza, roca fosfórica, mármol y feldespatos) con 15 títulos. Por su parte, los títulos asociados a minerales metálicos se disponen preferencialmente hacia el cinturón metalogénico Vetas-California descrito anteriormente, en los municipios homónimos y el de Suratá. Los títulos de gran minería se disponen en dos grupos: hacia el norte del área de interés en del departamento de Norte de Santander asociados a roca fosfórica (El Zulia y Sardinata) y carbón (Cúcuta) y hacia el suroeste, en el departamento de Santander (Bucaramanga) asociado a gravas. Finalmente, la mediana minería agrupa carbón (50 títulos), arcillas (11 títulos), materiales de construcción (17 títulos), metálicos (9 títulos) y otros como piedra caliza, roca fosfórica y feldespatos (7 títulos).

## **2.2 Delimitación del complejo de páramos Jurisdicciones-Santurbán-Berlín.**

Dada la importancia del macizo Santurbán, se han venido generando diferentes estrategias de conservación de la biodiversidad y el recurso hídrico, como lo ha sido la delimitación del complejo de páramo Jurisdicciones-Santurbán-Berlín, declaratoria de áreas protegidas, la declaratoria de otras reservas temporales, la gestión de instrumentos de ordenamiento ambiental y territorial, así como la identificación de algunos conflictos socioambientales que se indican a continuación.

En el marco de las obligaciones establecidas en la Ley 1450 de 2011, el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible realizó la delimitación del complejo de páramos Jurisdicciones-Santurbán-Berlín a través de la Resolución MinAmbiente No. 2090 de 2014 (Ver Figura 4).

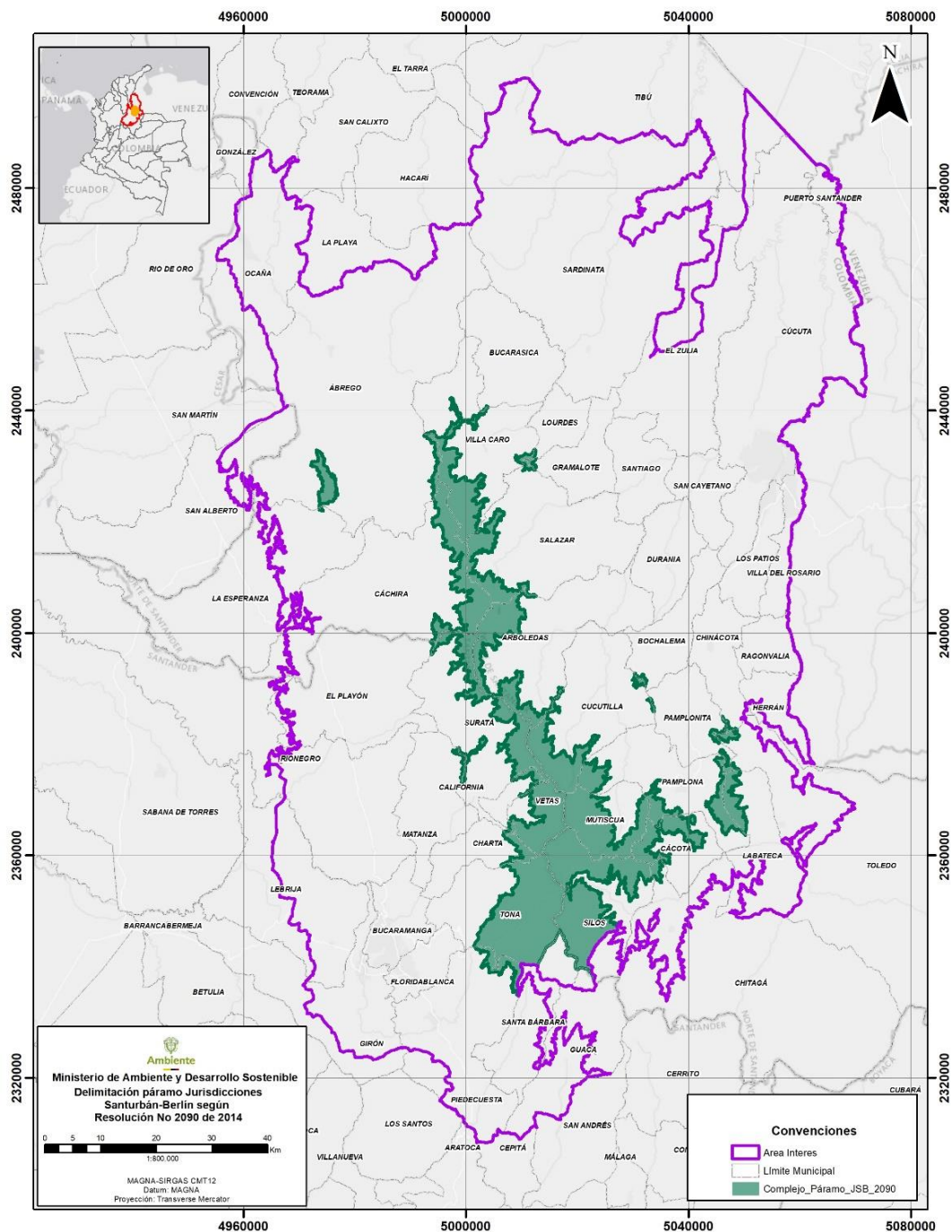


Figura 4. Delimitación páramo Jurisdicciones-Santurbán-Berlín.

Fuente: Resolución No. 2090 de 2014, MinAmbiente.

Sin embargo, producto de la Sentencia de la Corte Constitucional No. T-361 de 2017, la delimitación del complejo de páramo debe realizarse de manera participativa con los actores vinculados con el páramo, siguiendo las fases establecidas en la sentencia y abordando seis (6) temas de diálogo ineludibles en la delimitación, de manera que esta no solo se circunscriba exclusivamente al límite del páramo, sino que aborde la conservación del recurso hídrico, los mecanismos para la reconversión y sustitución de actividades no compatibles con la conservación del páramo, junto con tres temas asociados a la gobernanza que corresponden a la instancia de coordinación del páramo, la instancia de fiscalización y los mecanismos financieros para su gestión integral. Adicionalmente, la corte advierte que dicha delimitación no puede ser de menor protección a la establecida en la Resolución No. 2090 de 2014.

Es importante resaltar que de acuerdo con lo establecido en la Ley 1930 de 2018, *"Por medio de la cual se dictan disposiciones para la gestión integral de los páramos en Colombia"*, en los páramos delimitados por parte del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, se deben realizar las acciones necesarias para garantizar la conservación de estos ecosistemas, lo que incluye la prohibición de las actividades mineras y las actividades agropecuarias de alto impacto. De igual manera, una vez estos ecosistemas estén delimitados, las autoridades ambientales regionales deben formular los Planes de Manejo de forma participativa para identificar e implementar las acciones necesarias para la preservación, restauración y uso sostenible de estos ecosistemas, según las condiciones biofísicas y sociales.

Actualmente, la delimitación del páramo se encuentra en la denominada Fase de Concertación, la cual partió de una propuesta formulada desde Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible a partir de los aportes recibidos por parte de los actores que han venido participando en el proceso, que corresponden a 3.224 aportes, propuestas, juicios y opiniones, que fueron analizados y tenidos en cuenta en la propuesta integrada. A septiembre de 2024, se encuentra concertada la delimitación en siete (7) municipios del departamento de Santander (Suratá, El Playón, Matanza, Piedecuesta, Charta, California y Vetás) y en tres (3) municipios del departamento de Norte de Santander (Bucarasica, Lourdes y Gramalote).

## 2.3 Gestión de áreas protegidas del Sistema Nacional de Áreas Protegidas -SINAP- en el Macizo de Santurbán

A septiembre de 2024, al interior del área de interés, las autoridades ambientales han declarado veintitrés (23) áreas protegidas regionales y nacionales, principalmente para la conservación de la biodiversidad y el recurso hídrico. Estas áreas cubren una extensión de 225.246,34 hectáreas, siendo los Parques Naturales Regionales los de mayor extensión y número de áreas. El detalle de Áreas Protegidas del Sistema Nacional de Áreas Protegidas –SINAP- asociadas, se presenta en la siguiente Tabla 1 y Figura 5:

*Tabla 1. Síntesis de las áreas protegidas en el área de interés.*

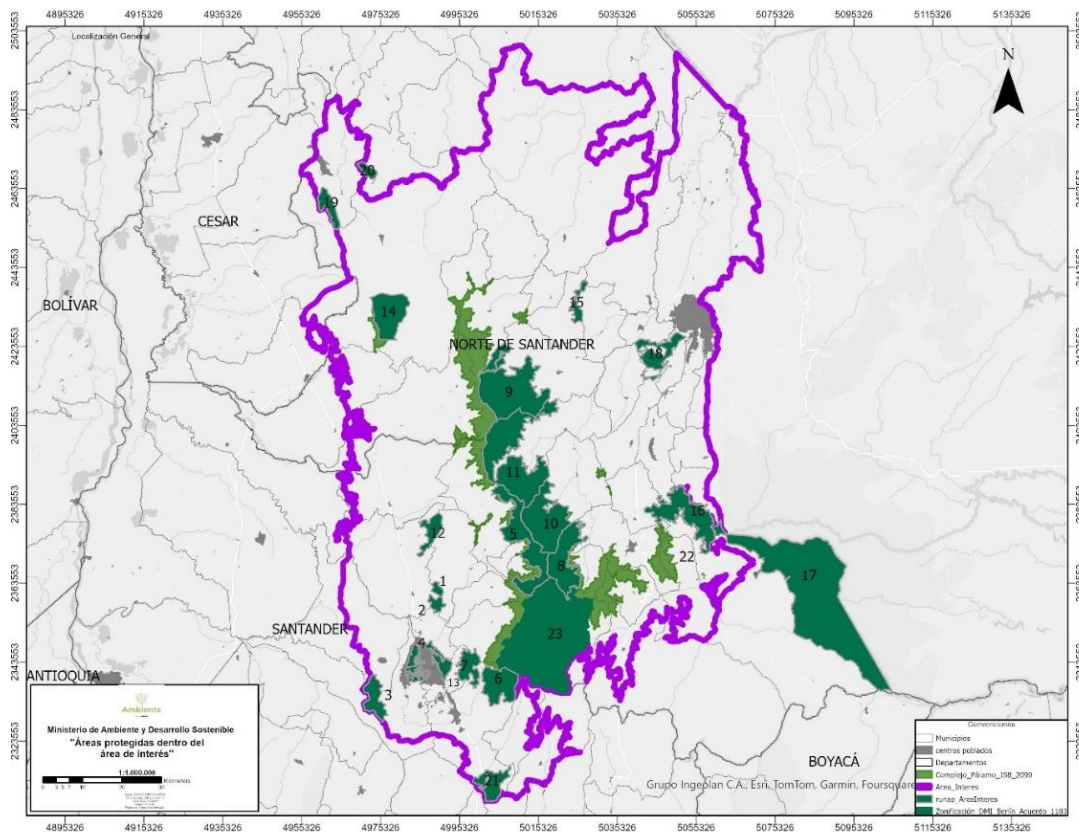
No.	Categoría	Nombre	Hectáreas	Organización
1	Distritos Regionales de Manejo Integrado	Honduras	670,49	Corporación Autónoma Regional para la Defensa de la Meseta de Bucaramanga
2	Distritos Regionales de Manejo Integrado	El Aburrido	1.102,35	Corporación Autónoma Regional para la Defensa de la Meseta de Bucaramanga
3	Distritos Regionales de Manejo Integrado	Angula Alta - Humedal El Pantano	3.628,83	Corporación Autónoma Regional para la Defensa de la Meseta de Bucaramanga
4	Distritos Regionales de Manejo Integrado	Bucaramanga	4.825,61	Corporación Autónoma Regional para la Defensa de la Meseta de Bucaramanga
5	Parques Naturales Regionales	Páramo de Santurbán	11.676,74	Corporación Autónoma Regional para la Defensa de la Meseta de Bucaramanga
6	Parques Naturales Regionales	Bosques Andinos Húmedos el Rasgón	6.582,80	Corporación Autónoma Regional para la Defensa de la Meseta de Bucaramanga
7	Parques Naturales Regionales	Cerro la Judía	3.514,20	Corporación Autónoma Regional para la Defensa de la Meseta de Bucaramanga
8	Parques Naturales Regionales	Santurbán Mutiscua Pamplona	9.369,39	Corporación Autónoma Regional de la Frontera Nororiental
9	Parques Naturales Regionales	Santurbán Salazar de las Palmas	19.049,60	Corporación Autónoma Regional de la Frontera Nororiental
10	Parques Naturales Regionales	Sisavita	12.106,20	Corporación Autónoma Regional de la Frontera Nororiental

No.	Categoría	Nombre	Hectáreas	Organización
11	Parques Naturales Regionales	Santurbán Arboledas	21.827	Corporación Autónoma Regional de la Frontera Nororiental
12	Parques Naturales Regionales	Bosques de Misiguay	2.799,77	Corporación Autónoma Regional para la Defensa de la Meseta de Bucaramanga
13	Reserva Natural de la Sociedad Civil	La Victoria	8,98	Parques Nacionales Naturales de Colombia
14	Reservas Forestales Protectoras Nacionales	Río Algodonal	7.994,28	Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible
15	Reservas Forestales Protectoras Regionales	El Bojoso	1.582	Corporación Autónoma Regional de la Frontera Nororiental
16	Distritos Regionales de Manejo Integrado	Majué	10.651,32	Corporación Autónoma Regional de la Frontera Nororiental
17	Parque Nacional Natural	Tamá	51.026,57	Parques Nacionales Naturales de Colombia
18	Distritos Regionales de Manejo Integrado	Bosque Seco Tropical Pozo Azul	5.067,11	Corporación Autónoma Regional de la Frontera Nororiental
19	Reservas Forestales Protectoras Nacionales	Río Tejo	2.500	Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible
20	Área Natural Única	Los Estoraques	1.053,44	Parques Nacionales Naturales de Colombia
21	Distritos de Conservación de Suelos	UMPAÑA - CAÑON DEL CHICAMOCHA	3.927,97	Corporación Autónoma Regional para la Defensa de la Meseta de Bucaramanga
22	Reserva Natural de la Sociedad Civil	El Silencio	9,69	Parques Nacionales Naturales de Colombia
23	Distritos Regionales de Manejo Integrado	Berlín	44.272	Corporación Autónoma Regional para la Defensa de la Meseta de Bucaramanga
Total			<b>225.246,34</b>	-

Fuente: Registro Único Nacional de Áreas Protegidas –RUNAP–, Corporación Autónoma Regional para la Defensa de la Meseta de Bucaramanga – CDMB– y Corporación Autónoma Regional de la Frontera Nororiental –CORPONOR–.

Los Parques Naturales Regionales Páramo de Santurbán, Bosques Andinos Húmedos el Rasgón, Cerro la Judía, Santurbán Mutiscua Pamplona, Santurbán Salazar de las Palmas, Sisavita, Santurbán Arboledas y Bosques de Misiguay poseen un régimen de usos y restricciones similar al de las áreas del Sistema de Parques Nacionales Naturales, siendo así, áreas que garantizan la protección de valores de conservación. Adicionalmente, las Reservas Forestales Protectoras tanto de carácter nacional como regional, tienen restricción para las actividades mineras de acuerdo con la Ley 1450 de 2011.

Es importante considerar la zonificación establecida en los Planes de Manejo de los Distritos Regionales de Manejo Integrado existentes en la región como lo son Honduras, El Aburrido, Angula Alta-Humedal El Pantano y Bucaramanga, ya que son las únicas áreas del SINAP en las que se pueden establecer zonas de uso sostenible y subzonas de desarrollo, en dónde se permite el desarrollo de actividades productivas, siempre y cuando esté en armonía con los objetivos de conservación del área protegida y que cumpla con los requisitos y lo dispuesto en la normatividad ambiental vigente.



*Figura 5. Áreas protegidas en el área de interés, según la numeración presentada en la Tabla 1.*

Fuente: A partir de datos RUNAP (descargado el 21 agosto de 2024)

## 2.4 Zonas de Protección y Desarrollo de Recursos Naturales en el macizo de Santurbán

El artículo 34 de la Ley 685 de 2001 define las Zonas Excluibles de la minería y establece que en áreas declaradas y delimitadas para la protección y desarrollo de los recursos naturales renovables y del medio ambiente no podrán llevarse a cabo actividades y obras relacionadas con la exploración y explotación minera.

De acuerdo con la ley en mención, las zonas de exclusión minera son las que conformen el Sistema de Parques Nacionales Naturales, los Parques Nacionales Regionales y las Zonas De Reserva Forestal. De igual manera, se indica que el acto administrativo que declare una zona de protección y desarrollo de los recursos naturales renovables y del medio ambiente debe estar debidamente soportado con estudios que demuestren la incompatibilidad de la ejecución de actividades mineras.

En este sentido, mediante la Resolución 1814 de 2015 proferida por el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, se delimitan y declaran unas zonas de protección y desarrollo de los recursos naturales renovables y del medio ambiente sobre todo el territorio nacional y que corresponden a los procesos de rutas declaratorias en ejecución por parte de Parques Nacionales Naturales y las autoridades ambientales regionales, la cual fue prorrogada por las resoluciones 2157 de 2017, 1987 de 2018, 1675 de 2019, 1125 de 2021 y 1109 de 2023 y de dónde se resaltan las zonas relacionadas en la Tabla 2 y Figura 6, las cuales se ubican en el área de interés.

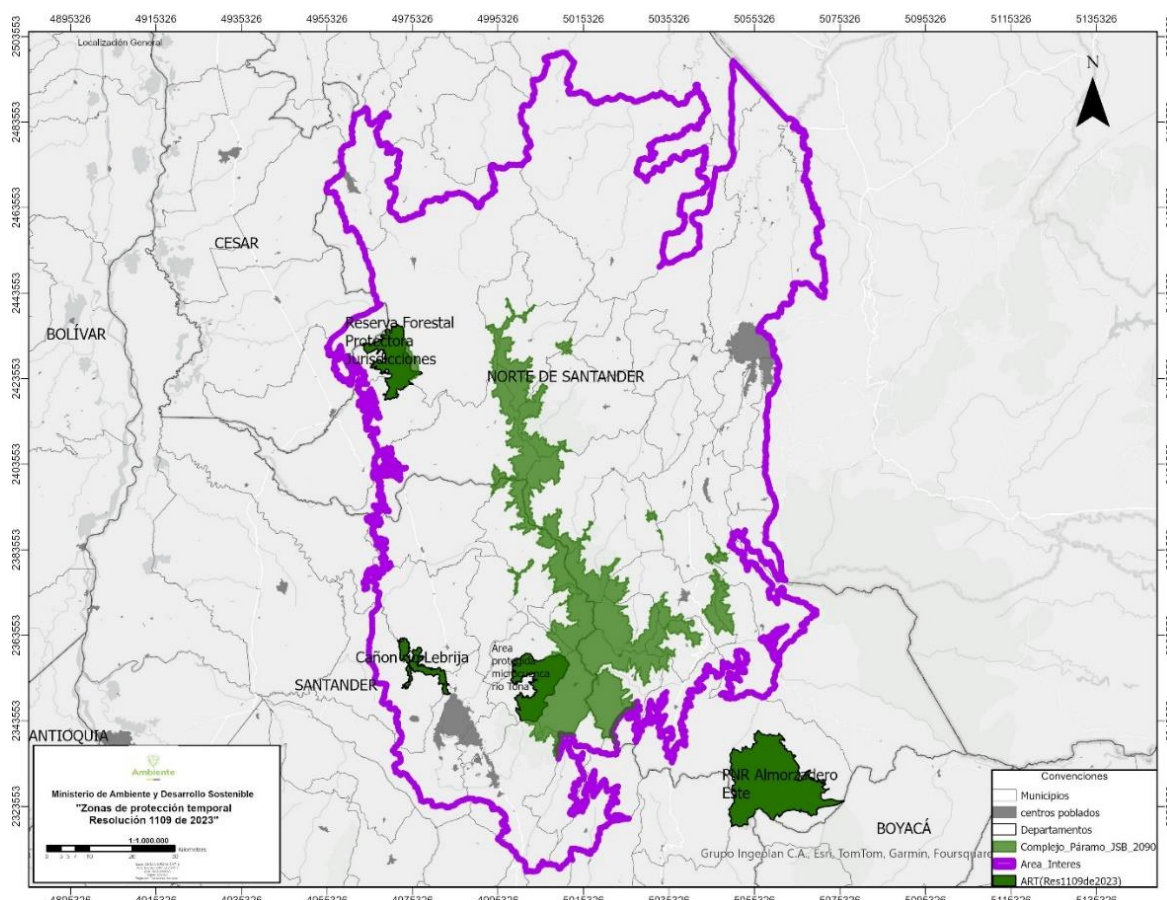
*Tabla 2. Zonas de Protección y Desarrollo de Recursos Naturales Renovables y del Medio Ambiente que se encuentran en el área de interés.*

No.	Polígono	Autoridad Ambiental	Zona de Protección y Desarrollo de Recursos Naturales Renovables y del Medio Ambiente	Departamento	Municipios	Hectáreas
1	24	CORPONOR	Reserva Forestal Protectora Jurisdicciones	Norte de Santander	Abrego, La Esperanza	9.706,59
2	40	CORPONOR	PNR Almorzadero Este	Norte de Santander	Arboledas	31.925,58
4	47	CDMB	Cañón Río Lebrija	Santander	Rionegro, Lebrija, Bucaramanga	3.912,80
6	49	CDMB	Área protegida microcuenca Río Tona	Santander	Tona	11.608,55

Fuente: Resolución 1109 de 2023, MinAmbiente.

Es de resaltar que, sobre estas áreas, no se podrán otorgar nuevas concesiones mineras en cumplimiento del artículo 3º de la Resolución 1814 de 2015, ordenando a la Agencia Nacional Minera la inclusión de dichas áreas en el Catastro Minero Nacional.

La vigencia de las zonas de protección y desarrollo de los recursos naturales renovables y del medio ambiente de la Resolución 1109 de 2023 es de dos (2) años a partir de su expedición, esto es el 20 de octubre de 2023, periodo que podrá ser extendido dependiendo del avance de la ruta declaratoria.



*Figura 6. Zonas de Protección y Desarrollo Sostenible y del Medio Ambiente declaradas mediante la Resolución 1814 de 2015 y prorrogadas por la Resolución 1109 de 2023.*

Fuente: Resolución 1109 de 2023 expedida por MinAmbiente.

## **2.5 Gestión de instrumentos de ordenamiento ambiental y territorial**

En los últimos años, en las inmediaciones del Macizo de Santurbán, se han venido adelantando por parte de las Autoridades Ambientales procesos de ordenación y manejo de cuencas hidrográficas -POMCA-, enfocados en la definición y construcción participativa del modelo de ordenación y manejo de las cuencas, así como, en la búsqueda del uso coordinado y sostenible del suelo, la biodiversidad, los servicios ecosistémicos, en especial los servicios de aprovisionamiento y regulación hidrológica para garantizar la sostenibilidad del agua superficial y subterránea en el mantenimiento de los ecosistemas y su disponibilidad para los diferentes usos demandados; la moderación de los riesgos extremos de desastres (especialmente los relacionados con el agua como son: movimientos en masa y avenidas torrenciales) y el desafío de los efectos del cambio climático.

Conforme la normatividad vigente, el Plan de Ordenación y Manejo de la Cuenca Hidrográfica -POMCA-, es el *"Instrumento a través del cual se realiza la planeación del uso coordinado del suelo, de las aguas, de la flora y la fauna y el manejo de la cuenca entendido como la ejecución de obras y tratamientos, en la perspectiva de mantener el equilibrio entre el aprovechamiento social y económico de tales recursos y la conservación de la estructura físico-biótica de la cuenca y particularmente del recurso hídrico"* (artículo 2.2.3.1.5.1 del Decreto 1076 de 2015).

Lo anterior significa, que el POMCA es un instrumento para planificar el uso y manejo sostenible de los recursos naturales renovables presentes en la cuenca que se configura en la zonificación ambiental de la cuenca, el componente programático y el componente de gestión del riesgo (artículo 2.2.3.1.5.6 del Decreto 1076 de 2015), que deben ser observadas por los municipios y distritos en la elaboración y adopción de sus planes de ordenamiento territorial y las disposiciones normativas que de esto se deriven, en concordancia con lo dispuesto sobre el particular en el artículo 10 de la Ley 388 de 1997.

Para el caso particular la zonificación que se da como resultado de estos instrumentos, se configura a partir del análisis integral a escala 1:25.000, de las condiciones biofísicas, socioeconómicas, funcionales y de riesgo para la cuenca en ordenación, sobre el cual se construyen los escenarios tendenciales y deseados con la participación de los actores clave en el proceso de ordenación.

Como resultado de lo anterior, se construye el escenario apuesta (Zonificación Ambiental de la Cuenca), resultado de la integración y análisis de las siguientes variables: a) las áreas y ecosistemas estratégicos que sustentan los servicios ecosistémicos que demanda la cuenca; b) la capacidad de uso de las tierras que

soportan las diferentes actividades productivas de los suelos; c) la disponibilidad del recurso hídrico para soportar diferentes usos a nivel de las subcuencas; d) la condición del estado de las coberturas naturales relictuales existentes en la cuenca y que pueden jugar un papel importante en la conectividad ecológica; e) las situaciones particulares de amenaza alta por movimientos en masa, avenidas torrenciales e inundaciones y; f) los conflictos socioambientales (por uso de la tierra y pérdida de cobertura natural en áreas y ecosistemas estratégicos), y cuyo resultado nos propone las diferentes subzonas de uso y manejo en la cuenca.

Conforme a lo anterior, en la revisión y ajuste de los Planes de Ordenamiento Territorial – POT-, se deberá tener en cuenta lo dispuesto en la zonificación ambiental del POMCA como norma de superior jerarquía que establece las diferentes categorías, zonas y subzonas de uso y manejo ambiental, así como sus determinaciones para cada una de ellas respecto a sus potencialidades, limitantes, restricciones, condicionamientos, medidas de manejo ambiental y de adaptación al cambio climático y régimen de usos (cuando aplique), dependiendo de las condiciones naturales y régimen jurídico aplicable a cada una de ellas.

Así las cosas, los resultados de la Zonificación Ambiental del POMCA como determinante ambiental, buscan principalmente, constituirse en elemento estructurante y articulador del territorio de manera que el modelo de uso y ocupación del mismo, las diferentes clases de suelo municipal y sus respectivas reglamentaciones de uso, aspectos que se encuentran bajo la misionalidad de los municipios, estén armonizados y compatibles con la zonificación ambiental del POMCA, sean ambientalmente sostenibles y contribuyan a reducir los conflictos asociados al uso y manejo del suelo, la biodiversidad y los servicios ecosistémicos.

En inmediaciones del macizo de Santurbán se identificaron en total once (11) Subzonas Hidrográficas y Niveles Subsiguientes, que son objeto de ordenación y manejo a través del instrumento de planificación denominado POMCA, conforme lo establecido en el Decreto 1076 de 2015, cuyo estado de formulación y su distribución en el territorio se indican en la Figura 7 y la Tabla 3.

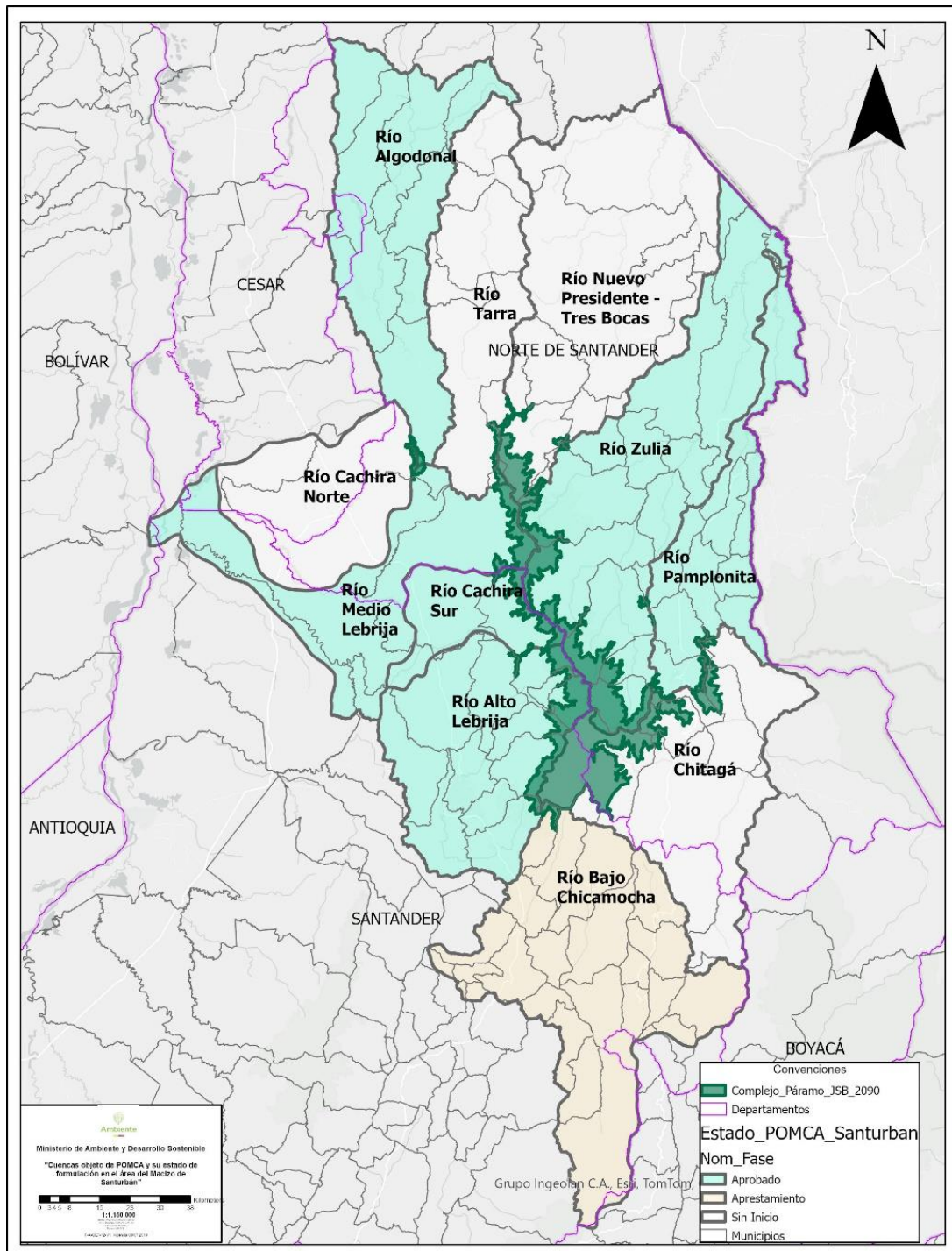


Figura 7. Cuencas objeto de POMCA y estado de su formulación en el Macizo de Santurbán.

Fuente: Sistema de Información del Recurso Hídrico -SIRH- MinAmbiente, 2024.

*Tabla 3. Relación de los POMCAS y su estado de formulación en el Macizo de Santurbán.*

Nombre POMCA	Estado	Resolución
Río Algodonal - SZH	Aprobado	Resolución No. 623 de 2019 (Corponor) - RES 0490 de 2019 (Corpocesar)
Río Cáchira Norte - NSS	Sin inicio	N/A
Río Cáchira Sur - NSS	Aprobado	Resolución No. 1686 de 2019 (CDMB)
Río Lebrija Medio - NSS	Aprobado	RES. No. 1728 (CDMB); RES No. 1157 (CAS); RES No. 1540 (Corpocesar)
Río Alto Lebrija - NSS	Aprobado	CDMB: Resolución 0392 del 17 de julio de 2020
Río Bajo Chicamocha - NSS	Aprestamiento	N/A
Río Chitagá - SZH	Sin inicio	N/A
Río Pamplonita - SZH	Aprobado	Corponor: 0761 de 214
Río Zulía - SZH	Aprobado	Corponor: 979 de 218
Río Nuevo Presidente - Tres Bocas (Sardinata - Tibú) - SZH	Sin inicio	N/A
Río Tarra - SZH	Sin inicio	N/A

Fuente: Sistema de Información del Recurso Hídrico -SIRH- MinAmbiente, 2024.

## 2.6 Conflicto socioambiental al interior del Macizo Santurbán

Los conflictos socioambientales constituyen actualmente un campo de acción para el análisis, atención y priorización de acciones encaminadas a la gestión integral de los territorios en tanto se enfocan en la identificación de situaciones de conflictividad que enfrentan entre sí diferentes actores sociales por la valoración, visión territorial, uso y manejo de los recursos naturales.

En general, los conflictos socioambientales surgen en contextos de alta riqueza en biodiversidad y recursos naturales, no obstante, la escasez de algunos de estos también puede convertirse en un factor detonante para la oposición de intereses respecto a la administración de recursos tales como el agua, el suelo o los bosques.

Al respecto, Orellana (1999) señala que existen “dos formas de entender los recursos de la naturaleza, que determinan el modo como las partes se surten de sus beneficios: 1) La naturaleza entendida como recurso natural. Esta postura entiende que el medio ambiente es un bien del ser humano que puede ser aprovechado y utilizado para su propio beneficio; esta suele ser la postura de las empresas extractoras de recursos y de los gobiernos que buscan posicionarse en los índices de desarrollo social.

2) La que la entiende como un espacio de vida en torno al cual las poblaciones construyen significados, culturas y mantienen una interacción constante con el ambiente” (Citado por Méndez *et al*, 2020).

Así mismo, el análisis de los conflictos socioambientales implica tener en perspectiva que el conflicto no solo se genera en el momento del uso del recurso, sino que puede desarrollarse en una etapa previa a partir de la concepción frente a los posibles impactos que pueda generar sobre el territorio. Esto pone en el escenario el conocimiento y la información con que cuentan las partes involucradas para la toma de decisiones, conllevando a la necesidad de entender los conflictos en el marco de las asimetrías de poder.

Al respecto Méndez *et al* (2020) señala que uno de los desafíos más frecuentes en la actualidad es la conflictividad que surge al tratar de preservar los ecosistemas al tiempo que se impulsa el desarrollo en un modelo económico que privilegia los proyectos industriales de explotación ambiental como el extractivismo. Este es uno de los conflictos socioambientales con mayor trascendencia en el país, asociado tanto al aprovechamiento de los recursos del subsuelo para generar beneficios económicos y, en este sentido, la distribución inequitativa de las cargas y los beneficios de este tipo de explotaciones, que pone en el escenario el impacto sobre el territorio y los modos de vida de estas actividades de explotación, en especial de la minería a cielo abierto, en un país caracterizado por su biodiversidad y su riqueza cultural.

Para el caso particular, se encuentra que la actividad minera en zonas de páramo es histórica en el país, con casos como el de los páramos de Chingaza o Pisba con la explotación de calizas y del páramo de Guerrero con la explotación de carbón, siendo estos una muestra de la permanencia en el tiempo de la actividad minera sobre los ecosistemas<sup>2</sup> de importancia ambiental. El Páramo de Santurbán, de acuerdo con Méndez *et al* (2020), no es ajeno a estas dinámicas de explotación, contando desde los años noventa con presencia de conglomerados mineros extranjeros que dieron paso a dinámicas de transición forzada (muchas veces con coacción de grupos armados) entre la minería tradicional de pequeña escala a la gran minería. El crecimiento sostenido de la demanda de oro para fabricación entre la última década del siglo pasado y los primeros años del siglo actual desencadenó una nueva tensión por los proyectos de explotación de oro a gran escala como el propuesto por la canadiense Greystar en el 2011, con la modalidad de cielo abierto.

---

<sup>2</sup> Para el año 2013 la titulación abarcaba 21 complejos de páramos, en un área de aproximadamente 1'550.927 hectáreas.

Este fue el punto de partida, como lo indica Méndez, para desencadenamiento de un conflicto socioambiental entre la población “ambientalista” (de Bucaramanga y en menor medida de Santurbán), pues alertó a la ciudadanía y apresuró la movilización social en defensa del agua, el territorio y la vida.

La contraposición de intereses entre unos actores y otros frente al control, acceso, uso y conservación de los recursos naturales y los territorios evidencia la confrontación de representaciones sociales constituidas en el relacionamiento de los seres humanos con la naturaleza. En territorios de gran riqueza natural, los modos de vida están estrechamente relacionados con el agua, el bosque, el paisaje, incorporando estos elementos en procesos identitarios y de construcción de territorialidades; la incursión de actores externos conlleva la aparición de otras formas de concebir el territorio y con estas, de los recursos disponibles, generando disputas en torno a la apropiación y aprovechamiento de estos.

En territorios de páramo, de acuerdo con Salas Salazar *et al* (2019) las comunidades han desarrollado su cultura en torno a su cercanía con áreas protegidas desempeñando todo tipo de roles y acciones favorables o desfavorables para el ecosistema. Los campesinos que habitan la alta montaña y los páramos han adaptado sus modos de vida y sus formas de producción hacia una explotación para el autoconsumo, integrando prácticas históricas como la agricultura, ganadería y la minería artesanal a la cultura propia del territorio. La entrada y consolidación de economías extractivistas a estos ecosistemas, asociadas a modelos de desarrollo capitalistas en las que los recursos naturales son objeto fundamental para el libre mercado, constituye un escenario de conflictividad que trasciende hacia nuevas formas de organización que en la mayoría de los casos supone el rompimiento de los modos de vida tradicionales y, con ello, del tejido social.

Estas transformaciones del territorio generan escenarios de incertidumbre para las poblaciones que habitan estos ecosistemas, quienes observan situaciones que limitan y en algunos casos modifican o desplazan el desarrollo de sus actividades tradicionales, soportados en el ejercicio de control territorial que realizan tanto las empresas multinacionales como grupos armados.

Estos escenarios de incertidumbre han sido objeto de múltiples demandas por parte tanto de las comunidades que habitan el páramo, como de los líderes ambientales quienes, de manera individual o colectiva, instan a las entidades del Estado a realizar acciones para garantizar derechos fundamentales como el acceso al agua, a la alimentación, a la salud, la vida y un ambiente sano y otros como la supervivencia física y cultural cada uno desde su propia visión y ámbito territorial.

La movilización social promovida desde Bucaramanga por el comité para la Defensa del Páramo de Santurbán, se suma también a la acción de tutela que derivó en la Sentencia T-361 de 2017, en el marco de la expedición de resolución que delimitó el páramo de Santurbán; estas situaciones ponen de manifiesto escenarios de crisis social en los cuales convergen demandas ciudadanas que, a pesar de ser históricas y extensamente conocidas, no han generado las transformaciones necesarias para el territorio.

Estos escenarios de crisis social evidencian principalmente 1. el debilitamiento de la base relacional constituida entre los representantes del Estado y la sociedad, 2. el debilitamiento del tejido social que revela sensaciones generalizadas de marginación, impotencia y desánimo ante situaciones de injusticia social y ambiental y 3. el cuestionamiento sobre la capacidad de las comunidades de ejercer la autonomía para definir su propio destino, de manera independiente a los intereses económicos e individuales.

Estas demandas ciudadanas fueron concretadas a partir de la movilización ciudadana de la primera década de los años 2000 que dio como resultado la delimitación del páramo a escala 1:25.000 a cargo del Ministerio de Ambiente en el año 2014 y, con ello, la definición de condiciones habilitantes y restricciones para el desarrollo de actividades productivas, entre estas, las actividades extractivas. Lo anterior, al contrario de convertirse en una medida efectiva para la atención del conflicto, suscita desde la mirada de la conservación, un aprovechamiento intensivo de las áreas conexas al páramo, en particular de los bosques de alta montaña, fundamentales también para la sostenibilidad de la estructura ecosistémica y la conservación de fuentes hídricas.

Desde una mirada analítica, este momento plantea un conflicto en fase de escalada, al generarse a partir de la reglamentación nuevos focos de enfrentamiento, alimentados por los “vacíos” que deja la Resolución de delimitación y que llaman a la Corte Constitucional en la sentencia mencionada a generar un pronunciamiento que presenta la formulación de seis ineludibles, como mandatos que la entidad judicial consideró fundamentales para garantizar la preservación de estos ecosistemas y los derechos de las comunidades que dependen de ellos.

De forma directa, los ineludibles ratifican la potestad del Estado para preservar la integridad de las áreas de importancia ambiental haciendo frente a la imposición de modelos de desarrollo que puedan afectar el bienestar de los ecosistemas. Lo anterior puede interpretarse además como un llamado a la reconstitución de la base relacional entre los representantes del Estado y la sociedad, a través de acciones ineludibles que permitan recomponer la confianza y legitimidad del proceso de delimitación del páramo.

Por otro lado, estos ineludibles hacen un llamado al reconocimiento y protección de derechos fundamentales contemplados en la Constitución Política de Colombia, el derecho al ambiente sano y a la participación en función de garantizar condiciones de justicia social y ambiental para los habitantes de estos ecosistemas.

Así mismo convocan al Estado a garantizar el ejercicio de la autonomía y la autodeterminación de las comunidades para definir la forma como desean mantener o transformar su territorio y, en consonancia, sus modos de vida y el habitar en el páramo.

A partir del análisis de estas dinámicas es posible hacer una interpretación de las demandas ciudadanas frente al rol del estado en los diferentes municipios comprendidos en el área de interés. En los municipios de Bucaramanga, Tona, Lebrija, Charta, Floridablanca, Piedecuesta, Girón y Suratá, la movilización social toma fuerza a partir de la incertidumbre de sus habitantes por la seguridad hídrica, entendiendo que son altamente dependientes de las cuencas hidrográficas que provienen de la parte alta del macizo para su abastecimiento.

Por otro lado, los municipios que tienen una afectación directa en los modos de vida y de producción de sus pobladores, correspondientes a los más afectados por la definición de condiciones habilitantes y restrictivas producto de la delimitación del páramo, son Vetás y California, en los que las reclamaciones ciudadanas recaen en la obligación de Estado de garantizar los medios de vida entendiendo que la restricción debe acompañarse de alternativas productivas que aseguren el bienestar de las comunidades y el acceso a los recursos necesarios para la subsistencia individual y colectiva.

La movilización en torno a la incertidumbre por la conservación de los recursos naturales y su valor ambiental y cultural para sus habitantes es también determinante en la defensa de los territorios, particularmente en los municipios de El Playón, Rionegro y Matanza, cuyos habitantes encuentran que las actividades extractivas pueden llegar a afectar la riqueza ambiental de sus territorios.

La Figura 8 ilustra la territorialización de la conflictividad identificada, evidenciando una mayor concentración en el costado occidental del área delimitada, derivados de la superposición de las actividades extractivas con las áreas de importancia ambiental y la mayor de agua generada por la concentración de habitantes en la capital de Santander y su área metropolitana.

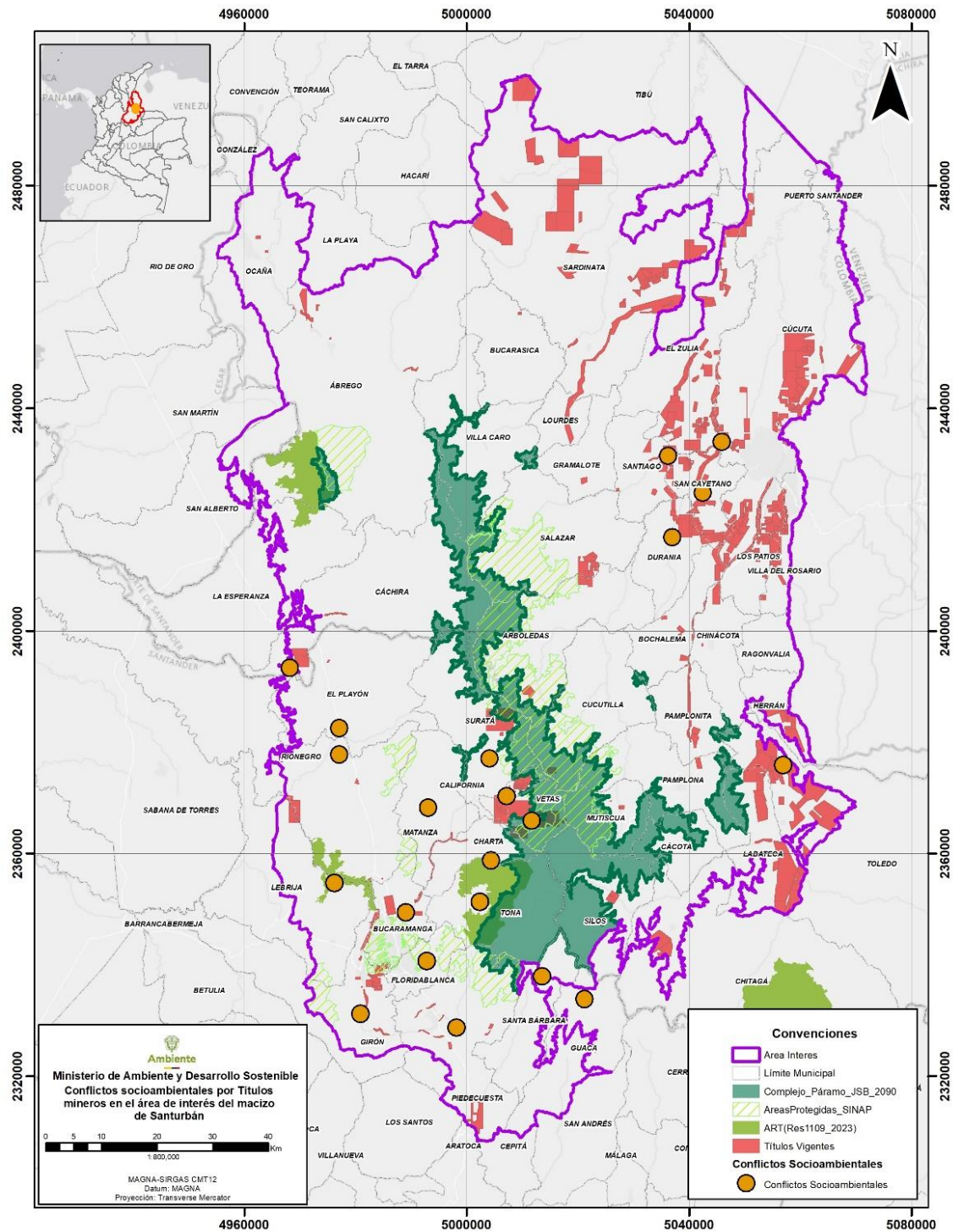


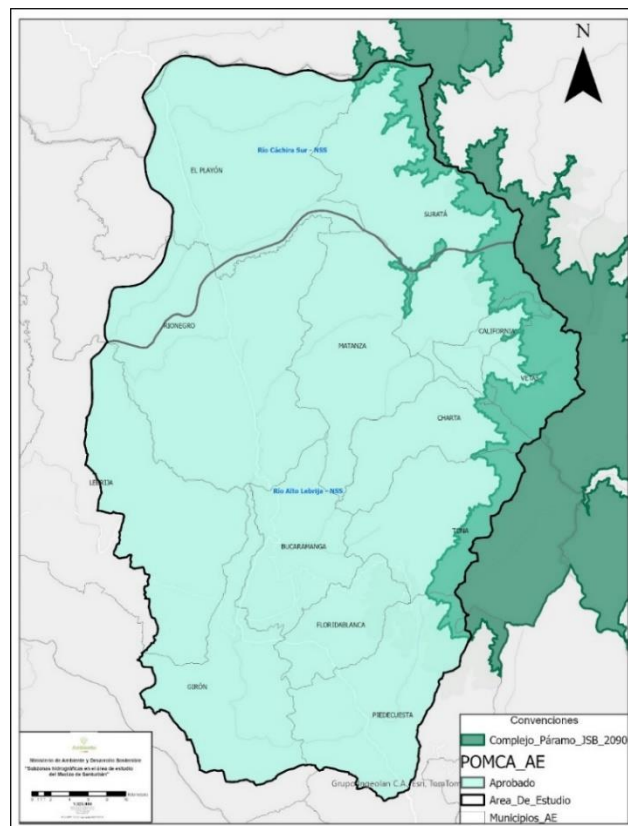
Figura 8. Identificación de conflictos ambientales asociados a la minería en el área de interés.

Fuente: MinAmbiente (2024) y ANM (2024)

### 3 DEFINICIÓN Y CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO

#### 3.1 Definición del Área de Estudio

En el marco del contexto regional del macizo de Santurbán indicado anteriormente, el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible procedió a focalizar el área de estudio sobre dos (2) niveles subsiguientes (cuenca del río Alto Lebrija y cuenca del río Cáchira Sur) que hacen parte de la subzona hidrográfica “Río Lebrija y otros directos al Magdalena” (Código 2319), conforme la zonificación hidrográfica del IDEAM del año 2013 y que nacen en inmediaciones del costado occidental del páramo de Santurbán, ubicadas en el departamento de Santander con jurisdicción en los municipios de Charta, Vetas, Rionegro, Bucaramanga, California, Cáchira, Floridablanca, Lebrija, Piedecuesta, Suratá, Girón, Matanza, El Playón y Tona en una extensión de 285.596 hectáreas, cuencas donde se concentran los principales conflictos socioambientales, especialmente los relacionados con el uso del agua y la minería, cuyo detalle se encuentra en la Figura 9 y la Tabla 4



*Figura 9. Localización del Área Estudio.*

Fuente: Elaboración propia, a partir de información de POMCA Alto Lebrija CDMB (2020) y Cáchira Sur CDMB (2019)

Tabla 4. Áreas municipales al interior del área de estudio.

Cuencas Hidrográficas (Niveles Subsiguientes Subzona hidrográfica Río Lebrija y otros directos al Magdalena)	Municipio	Área Municipio dentro del área de estudio (Ha)
Alto Lebrija	Bucaramanga	15.348
	California	4.500
	Charta	12.662
	Floridablanca	10.009
	Girón	22.263
	Lebrija	27.377
	Matanza	23.567
	Piedecuesta	22.755
	Tona	18.409
	Vetas	9.224
Alto Lebrija y Cáchira Sur	El Playón	36.945
	Rionegro	46.279
	Suratá	36.258
<b>Total</b>		<b>285.596</b>

Fuente: Elaboración propia, a partir de información de POMCA Alto Lebrija CDMB (2020) y Cáchira Sur CDMB (2019)

La focalización del área de estudio a nivel de cuenca hidrográfica, se justifica en la medida que facilita su caracterización a través de la integración y análisis de una serie de factores, elementos y relaciones tanto ecológicas, hidrológicas, geoquímicas como socioeconómicas, así como utilizar las propiedades de los ecosistemas presentes en la cuenca como herramientas de gestión del agua para permitir una comprensión integral de la realidad del territorio, y de esta manera aproximarnos a la identificación y delimitación de una Zona de Reserva de Recursos Naturales Renovables de que trata el Artículo 47 del CNRRN - Decreto Ley 2811 de 1974, propósito fundamental de este documento.

### 3.2 Caracterización del Área de Estudio

Tomando en consideración los propósitos sobre los cuales se fundamentan las declaratorias de las Zona de Reserva de Recursos Naturales Renovables de que trata el Artículo 47 del CNRRN, referidos con las necesidades de protección o preservación y restauración de los recursos naturales renovables, así como con la garantía de los servicios ecosistémicos relacionados con la regulación del agua para la prestación de los servicios públicos, el Ministerio procedió a caracterizar el área de estudio, resaltando aquellas variables que en conjunto respondan a dichos propósitos, así como a la conflictividad asociada a las actividades mineras

presentes y futuras respecto a los objetivos de conservación, protección y restauración de las áreas y ecosistemas para la conservación de la biodiversidad y los servicios ecosistémicos, en especial los asociados a la regulación y abastecimiento hídrico en un contexto local y regional.

Para esto, desde el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible se realizó una revisión de información técnica disponible asociada al Macizo de Santurbán y en especial la referida con el área de estudio, bajo un trabajo colaborativo con las Autoridades Ambientales Regionales, el Instituto Alexander Von Humboldt (IAvH), el Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM), el Servicio Geológico Colombiano (SGC), la Agencia Nacional de Minería (ANM), entre otras instituciones de orden público, que permitieron consolidar la caracterización del área de estudio con información de carácter oficial.

Tomando en consideración lo anterior, a continuación se desarrollan el conjunto de variables asociadas a áreas y ecosistemas de importancia ambiental y/o con valores de conservación, áreas de importancia estratégica para la conservación de recursos hídricos, áreas con procesos de degradación que requieran acciones de restauración; así como, la conflictividad asociada a las actividades mineras presentes y futuras en el área de estudio, y que en conjunto, permitirán la aproximación a la definición de la propuesta de Zona de Reserva de Recursos Naturales Renovables de carácter Temporal -ZONA DE RESERVA TEMPORAL-.

### **3.2.1 Áreas y ecosistemas de importancia ambiental y biodiversidad**

#### **3.2.1.1**     *Áreas y ecosistemas de importancia ambiental*

Dentro de este conjunto de variables, al interior del área de estudio se resaltan las áreas que hacen parte del Sistema Nacional de Áreas Protegidas – SINAP, cuya fuente es el Registro Único Nacional de Áreas Protegidas –RUNAP-; el complejo de páramos Jurisdicciones-Santurbán-Berlín delimitado a través de la Resolución MinAmbiente No. 2090 de 2014; las zonas de protección y desarrollo de los recursos naturales renovables y del medio ambiente de la Resolución 1109 de 2023; la presencia de ecosistemas vulnerables como es el caso del bosque seco tropical; así como otras áreas y ecosistemas derivadas de los procesos de ordenación y manejo de cuencas hidrográficas (POMCA), en particular las subzonas de uso y manejo referidas a las áreas complementarias para la conservación y otras áreas de importancia ambiental que integran los POMCA dentro de sus zonificaciones Ambientales.

Igualmente, dentro de este conjunto de variables se incluyen las subzonas de las áreas forestales protectoras definidas por el Plan General de Ordenación Forestal Integral y Sostenible adoptado por la CDMB mediante el Acuerdo No. 1388 de 2019 del Consejo Directivo de esta Corporación.

Dentro de las áreas que hacen parte del SINAP se destacan: cuatro (4) Parques Naturales Regionales (i) Páramo de Santurbán, ii) Bosques Andinos Húmedos el Rasgón, iii) Cerro la Judía y iv) Bosques de Misiguay) que en su conjunto cubren una extensión de 24.622 hectáreas; y dos (2) Zonas de Protección y Desarrollo de Recursos Naturales Renovables y del Medio Ambiente de la Resolución 1109 de 2023 (i) Área protegida microcuenca Río Tona y ii) Cañón del río Lebrija) que cubren un área de 15.522 hectáreas. El detalle del conjunto de áreas que hacen parte del SINAP y Zonas de Protección se encuentran en la Tabla 5 y Figura 10.

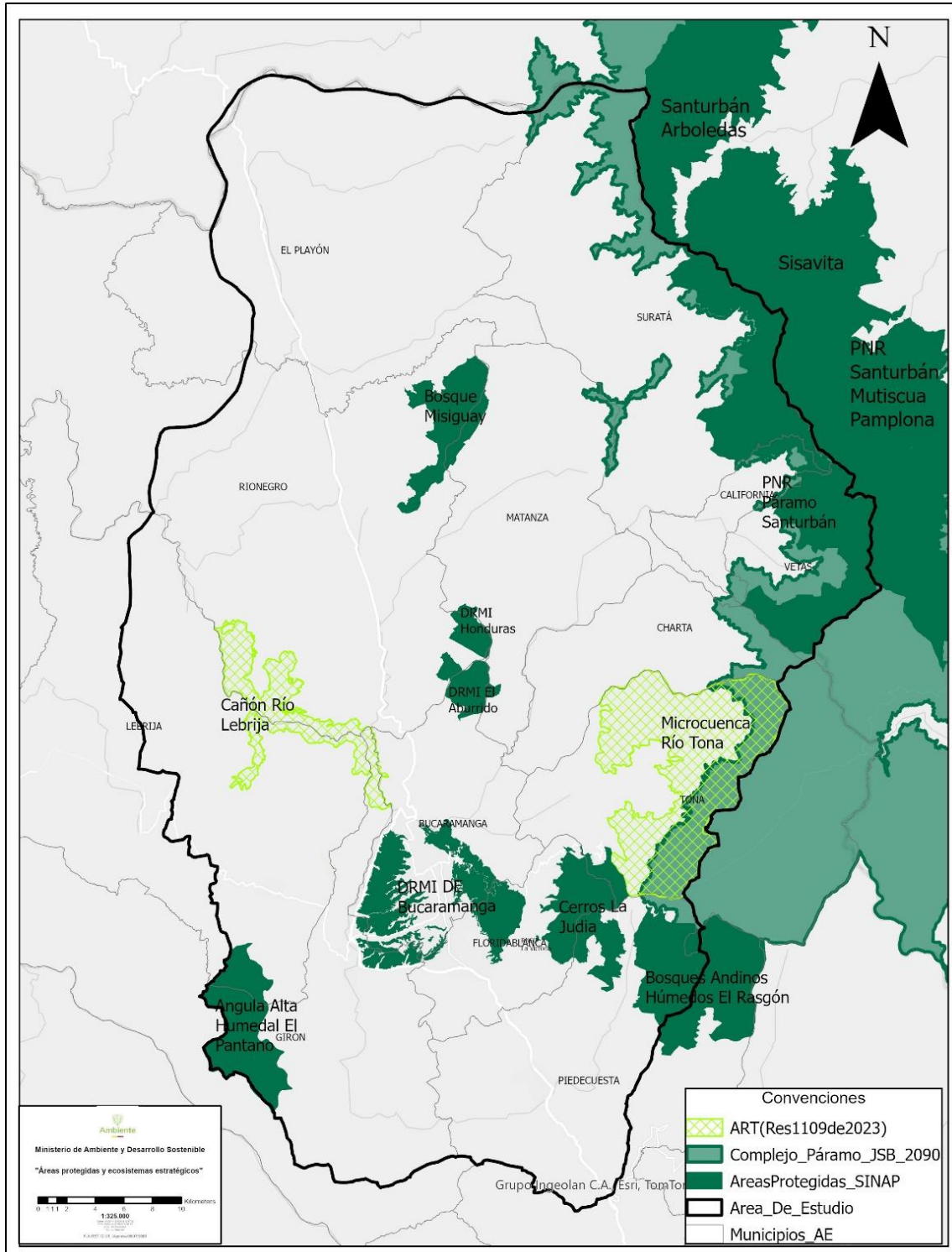


Figura 10. Áreas Protegidas del SINAP y Zonas de Protección y Desarrollo de Recursos Naturales Renovables y del Medio Ambiente de la Resolución 1109 de 2023 en el área de estudio.

Fuente: Áreas protegidas incluidas en el SINAP y Resolución 1109 de 2023 de MinAmbiente.

Tabla 5. Relación de Áreas protegidas del SINAP y Zonas de Protección y Desarrollo de Recursos Naturales Renovables y del Medio Ambiente al interior del área de estudio.

Categoría / Tipo de Reserva	Denominación	Área (Ha)	Autoridad Ambiental
Sistema Nacional de Áreas Protegidas - SINAP			
Parques Naturales Regionales	Páramo de Santurbán	11.700	CDMB
	Bosques Andinos Húmedos el Rasgón	6.596	CDMB
	Cerro la Judía	3.521	CDMB
	Bosques de Misiguay	2.805	CDMB
<b>Subtotal</b>		<b>24.622</b>	-
Distritos Regionales de Manejo Integrado	Bucaramanga	4.835	CDMB
	Angula Alta - Humedal El Pantano	3.635	CDMB
	El Aburrido	1.104	CDMB
	Honduras	672	CDMB
<b>Subtotal</b>		<b>10.246</b>	-
Reservas Naturales de la Sociedad Civil	La Victoria	9	PNNC
<b>Total</b>		<b>34.877</b>	-
Zona de Protección y Desarrollo de Recursos Naturales Renovables y del Medio Ambiente			
Zona de Protección y Desarrollo de Recursos Naturales Renovables y del Medio Ambiente	Área protegida microcuenca Río Tona	11.609	CDMB
	Cañón Río Lebrija	3.913	CDMB
<b>Total</b>		<b>15.522</b>	-

Fuente: Elaboración propia a partir de información del RUNAP y MinAmbiente 2023.

Aparte de las áreas del Sistema Nacional de Áreas Protegidas – SINAP y las Zonas de Protección y Desarrollo de Recursos Naturales Renovables y del Medio Ambiente que fueron indicadas anteriormente, las Zonificaciones Ambientales de los POMCA del río Alto Lebrija y del río Cáchira Sur, determinaron las subzonas denominadas “Áreas Complementarias para la Conservación” que, si bien no hacen parte del Sistema Nacional de Áreas Protegidas, aportan al cumplimiento de los objetivos específicos de conservación y manejo de los recursos naturales renovables en la cuenca y se encuentran determinadas por actos administrativos y/o mecanismos de distinción nacional y/o internacional.

Dentro de dichas áreas se pueden distinguir las siguientes tipologías: i) Áreas con distinciones internacionales (áreas que han sido reconocidas y designadas como los Sitios Ramsar, Reservas de Biósfera, Áreas Importantes para la Conservación de las Aves (AICAS), Sitios de importancia para conservación de las aves playeras –RHRAP–, Sitios de Patrimonio de la Humanidad de la UNESCO, Áreas Clave de Biodiversidad (Key biodiversity áreas) y otras medidas de conservación efectivas basadas en áreas (OMEC, por su sigla en inglés), entre otras que pueden estar representadas en la cuenca objeto de ordenación y manejo); ii) áreas con disposiciones nacionales y regionales (áreas con categorías de protección y manejo de los recursos naturales renovables reguladas por la Ley 2 de 1959, áreas de reserva forestal productoras y protectoras-productoras, territorios fáunicos, zonas amortiguadoras de áreas protegidas y predios para la protección del recurso hídrico y la biodiversidad. También se incluyen otras áreas regionales para la conservación que no hacen parte del SINAP de orden metropolitano, departamental, distrital y municipal) y, iii) Suelos de protección con fines de conservación que hacen parte de los instrumentos de ordenamiento territorial.

De manera particular, al interior del área de estudio y como parte de la zonificación ambiental de los POMCA, se involucran las subzonas de uso y manejo relacionadas con la gestión de cinco (5) nuevas áreas protegidas: i) ampliación del Distrito de Manejo Integrado –DMI– de Bucaramanga, ii) área propuesta por la CDMB Bosques Matanza-Suratá, iii) Área de Reserva Forestal propuesta por la CDMB Bosque San José de la Sardina–El Playón, iv) área Propuesta CDMB Cerros Orientales y v) Área de Reserva Forestal propuesta por la CDMB Bosques de Matanza-Suratá; dos (2) áreas de Importancia para la Conservación de Aves –AICA–: i) Áreas de la Reserva Temporal (AICA) Cerro La Judía y ii) AICA Bosques secos del valle del río Chicamocha; suelos de protección de los municipios de Bucaramanga y Floridablanca y algunos predios adquiridos para la conservación de recursos hídricos, que en su conjunto involucran un área aproximadamente 32.427 hectáreas.

Igualmente, en relación a las subzonas “Áreas de importancia ambiental” derivadas de las zonificaciones ambientales de los POMCA, las mismas 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.

Dentro de estos ecosistemas se pueden distinguir las siguientes tipologías de áreas: i) Los Ecosistemas Estratégicos como aquellos que garantizan la oferta de bienes y servicios ambientales esenciales para el desarrollo humano sostenible del país, de manera que se contribuya a promover el desarrollo económico y social, prevenir catástrofes y garantizar el mantenimiento de la diversidad biológica y cultural - CONPES 2750 de 1994 (los páramos, humedales,

manglares, nacimientos, zonas de recarga de acuíferos, rondas hídricas, bosques secos, entre otros) y, ii) Otras áreas identificadas de interés para la protección y conservación en la cuenca identificadas en estudios de prioridades de conservación de la biodiversidad, áreas de importancia estratégica para conservación del recurso hídrico (cuencas abastecedoras de acueductos), áreas con especies endémicas y/o en peligro de extinción, corredores ecológicos, ecosistemas de importancia climática para la regulación y funcionalidad de las cuencas que deben ser manejados o gestionados para la reducción del riesgo, áreas en proceso de declaratoria, entre otras que identifique la Autoridad Ambiental.

De manera particular, al interior del área de estudio y como parte de la zonificación del POMCA Río Lebrija Alto y del POMCA Cáchira Sur, se resaltan dentro de estas subzonas, las relacionadas con el complejo de páramos Jurisdicciones-Santurbán-Berlín, el bosque seco tropical, los bosques relictuales (alto andino, andino, galería y ripario), los ecosistemas de humedal (de alta montaña y ríos), las rondas de protección hídrica, entre otras áreas de importancia ambiental, que en su conjunto involucran un área aproximadamente 106.559,60 hectáreas.

De manera particular, es importante considerar que los bosques secos y los humedales garantizan la oferta de bienes y servicios ambientales esenciales para el desarrollo humano sostenible del país. El bosque seco tropical es una formación vegetal con una cobertura boscosa conformada por árboles de mediano y alto porte, que se encuentra entre 0 y 1.000 m.s.n.m., con temperaturas que superan los 24°C y dónde las precipitaciones oscilan entre 700 y 2.000 mm anuales (IAvH, MinAmbiente y PNUD 2019). La vegetación presente en estos bosques tiene características xerofíticas, lo que indica que las especies de flora tienen bajos requerimientos hídricos y pueden sobrevivir a amplios periodos sin precipitaciones o fuentes de agua y altas temperaturas. El bosque seco tropical se considera a nivel nacional una fuente significativa de servicios ecosistémicos, en la producción de frutos, fibras, madera, plantas, entre otros productos forestales maderables y no maderables, y de servicios culturales en el desarrollo de actividades recreativas y turísticas y de regulación como la captura de carbono, protección y conservación de suelos contra la erosión, regulación del clima y aporte al ciclo hidrológico.

La importancia de su conservación radica, según el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (2021), en que en Colombia el bosque seco tropical tiene muy baja representatividad en áreas protegidas, ya que solo el 6,4% está en alguna categoría de manejo que garantice su protección. A su vez, en el Sistema de Parques Nacionales Naturales, el bosque seco tropical se encuentra cubierto tan solo en un 0,12% por alguna de las categorías que lo conforman. Se recomienda de acuerdo con Odum (1989), que por lo menos el 30% del área de un ecosistema se encuentre dentro de un área protegida para garantizar su conservación.

Es de resaltar a su vez que, dentro de este importante ecosistema, se encuentran especies en categorías de amenaza pertenecientes a las familias *Bromeliaceae*, *Asteraceae*, *Arecaceae*, *Fabaceae*, *Melastomataceae* y *Mimosaceae*, las cuales se encuentran sujetas a tensionantes antrópicos derivados de actividades productivas como el comercio de madera, la transformación del hábitat por expansión de la frontera agropecuaria, entre otros. En el estudio de caracterización del bosque seco tropical presentado por el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (2021), se identificó en flora, un total de 776 especies distribuidas en 433 géneros y 119 familias, las cuales se encuentran en su mayoría en la categoría “Casi Amenazada” de la Lista Roja de Especies de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN).

Por su parte, los humedales según la Convención RAMSAR son “extensiones de marismas, pantanos, turberas o aguas de régimen natural o artificial, permanentes o temporales, estancadas o corrientes, dulces, salobres o saladas, incluyendo las extensiones de agua marina cuya profundidad en marea baja no exceda de seis metros”, definición extraída de la Política Nacional para Humedales Interiores de Colombia (2001). La convención sobre los humedales RAMSAR resalta la importancia de estos cuerpos de agua para la supervivencia humana, siendo muy productivos a nivel mundial y el hábitat de una diversidad biológica de gran importancia, así como la fuente de agua para diferentes especies de flora y fauna. A su vez, resalta los importantes servicios ecosistémicos que proporcionan como lo son el suministro de agua, alimentos, el hábitat de fauna y flora, la regulación del ciclo hidrológico, recarga de acuíferos, mitigación del cambio climático entre otros.

Se identificaron al interior del área de estudio, humedales de carácter permanente y temporal que si bien no están clasificados dentro de la Convención RAMSAR, deben ser considerados en el ejercicio de la ordenación del territorio y la zonificación de usos del suelo permitidos en esta área, dado que la Secretaría de la Convención RAMSAR (2017) en la Misión de Asesoramiento No. 82, resalta la importancia de los servicios ecosistémicos que brindan estos ecosistemas de acuerdo con la clasificación de los mismos definida en la Evaluación de Ecosistemas del Milenio (2005), cómo la provisión de alimentos y agua, regulación de servicios como el control de inundaciones, sequías y degradación de tierras, servicios de soporte cómo formación de suelos y ciclos de nutrientes y, servicios culturales en el aporte a actividades recreativas, espirituales y religiosas, entre otros. Dichos ecosistemas estratégicos que, por las características descritas anteriormente, representan un área de importancia ecológica que requiere de estrategias especiales de conservación.

Las subzonas de áreas forestales protectoras definidas por el Plan General de Ordenación Forestal Integral y Sostenible –PGOF- adoptado por la CDMB, corresponden a la zona con bosques que debe conservarse para proteger estos recursos u otros naturales renovables.



Estas áreas están representadas en áreas forestales protectoras de rondas hídricas, áreas forestales protectoras de restauración y áreas forestales protectoras de acueductos, que involucran en su conjunto unas 44.958 hectáreas.

El detalle del conjunto de áreas complementarias para la conservación, de importancia ambiental y de áreas forestales protectoras derivadas del PGOF se encuentran en la Figura 11 y la Tabla 6.



Tabla 6. Relación de Áreas Complementarias para la Conservación y de Importancia Ambiental derivadas de los POMCA y Áreas Forestales Protectoras derivadas del PGOF en el área de estudio

Subzona / POMCA - PGOF	Denominación	Área (Ha)	Cuenca
Áreas Complementarias para la Conservación - POMCA	Área Propuesta CDMB Ampliación DRMI Bucaramanga	10.490,40	Alto Lebrija
	Área Propuesta CDMB Bosques Matanza - Surata	8.306,55	Alto Lebrija
	Área de Reserva Forestal propuesta por la CDMB (Bosques San José de La Sardina - El Playón)	3.975,69	Cáchira Sur
	AICA Cerro La Judía	3.615,35	Alto Lebrija
	Suelos de Protección Municipio de Bucaramanga	3.302,73	Alto Lebrija
	Área Propuesta CDMB Cerros Orientales	1.313,83	Alto Lebrija
	Suelos de Protección Municipio de Floridablanca	1.034,42	Alto Lebrija
	Área de Reserva Forestal propuesta por la CDMB (Bosques de Matanza - Surata)	277,74	Cáchira Sur
	AICA Bosques secos del valle del río Chicamocha	46,29	Alto Lebrija
	Predios adquiridos para la conservación de recursos hídricos	63,67	Alto Lebrija
Áreas de importancia ambiental - POMCA	Complejo de páramos Jurisdicciones-Santurbán-Berlín	24.463,17	Alto Lebrija y CÁCHIRA SUR
	Bosque Seco	2.355,14	Alto Lebrija
	Bosques Relictuales (alto andino, andino, galería y ripario)	68.467,88	Alto Lebrija y CÁCHIRA SUR
	Ecosistemas de Humedal (de alta montaña y ríos)	407,52	Alto Lebrija y CÁCHIRA SUR
	Rondas de protección Hídrica	12.069,21	Alto Lebrija y CÁCHIRA SUR
	Subzonas de importancia ambiental - Índice Estado coberturas naturales - IECN	286,51	Alto Lebrija y CÁCHIRA SUR
	Represamiento de Agua para consumo	3,12	Alto Lebrija
	Suelos Clase VIII (Forestales Protectores)	862,18	CÁCHIRA SUR
Subzonas de las áreas forestales protectoras - PGOF	AFP Rondas hídricas - AFP Restauración y AFP de Acueductos	44.958,10	Alto Lebrija y CÁCHIRA SUR
Áreas de importancia ambiental IAvH	Bosque seco	47.840,02	Alto Lebrija y CÁCHIRA SUR

Fuente: Elaboración propia, a partir de información de POMCA Alto Lebrija CDMB (2020) y CÁCHIRA SUR CDMB (2019) e información del PGOF CDMB (2019).

### 3.2.1.2 Coberturas Naturales de la Tierra

Para efectos de conocer las principales coberturas naturales que se distribuyen en el área de estudio, se tomaron las capas cartográficas de coberturas y usos de la tierra levantadas a escala 1:25.000 en desarrollo de los POMCA de los ríos Alto Lebrija y Cáchira Sur, la cual fue desarrollada utilizando la metodología CORINE Land Cover adaptada para Colombia (IDEAM, 2010), conforme lo expresan estos documentos.

Dichas coberturas se encuentran clasificadas en Tejido urbano continuo, Tejido urbano discontinuo, Zonas industriales y comerciales, Red vial y territorios asociados, Aeropuerto con infraestructura asociada, Zonas verdes urbanas, Instalaciones recreativas, Otros cultivos transitorios (piña), Pastos limpios, Pastos arbolados, Pastos enmalezados, Mosaico de pastos y cultivos, Mosaico de cultivos pastos y espacios naturales, Mosaico de pastos con espacios naturales, Bosque denso alto de tierra firme, Bosque denso bajo de tierra firme, Bosques fragmentados con pastos y cultivos, Bosques fragmentados con vegetación secundaria, Bosque de galería y ripario, Plantación forestal de coníferas, Herbazales densos de tierra firme, Arbustal denso, Arbustal abierto, Vegetación secundaria alta, Vegetación secundaria baja, Zonas pantanosas, Ríos, Lagunas, lagos y ciénagas naturales y Embalses.

Para efectos de resaltar algunas coberturas naturales que se distribuyen en el área de estudio, se realizó una selección de estas dentro de la matriz de bosques y áreas seminaturales, resaltando los arbustales, el bosque de galería y ripario, el bosque denso, el bosque fragmentado, los herbazales, los mosaicos de pastos con espacios naturales, cuya espacialización geográfica y la extensión en área y distribución porcentual de las unidades se indican en la Tabla 7 y la Figura 12.

Las coberturas denominadas "Otras", corresponden especialmente a territorios artificializados (zonas urbanizadas, zonas industriales o comerciales y redes de comunicación y zonas verdes artificializadas, no agrícolas), así como a territorios agrícolas.

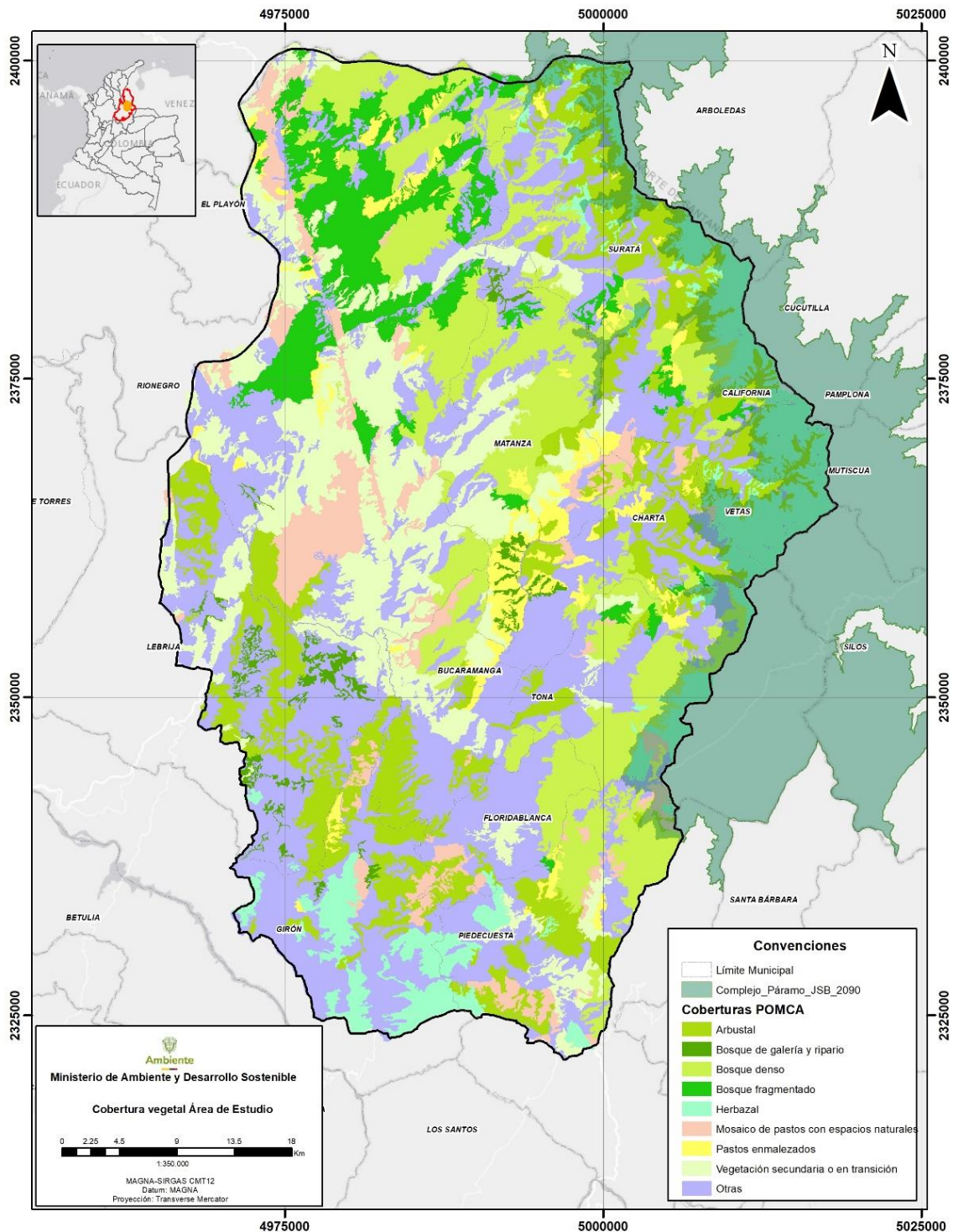


Figura 12. Cobertura Natural Área de Estudio.

Fuente: Elaboración propia, a partir de información de CDMB (2019) y CDMB (2021)

Tabla 7. Unidades de cobertura natural de la tierra para el área de estudio

Coberturas Naturales de la Tierra	Área (ha)	Área (%)
Arbustal	41.888	14,70
Bosque de galería y ripario	3.215	1,13
Bosque denso	47.139	16,54
Bosque fragmentado	19.279	6,77
Herbazal	23.681	8,31
Mosaico de pastos con espacios naturales	15.948	5,60
Pastos enmalezados	9.908	3,48
Vegetación secundaria o en transición	39.572	13,89
Otras	84.284	29,58
<b>Total</b>	<b>284.915</b>	<b>100,00</b>

Fuente: Elaboración propia, a partir de información de CDMB (2019) y CDMB (2021)

Conforme la información antes presentada, alrededor del 70% del área de estudio cuenta con coberturas naturales con diferentes grados de intervención, mientras que el restante 30%, corresponde a otras coberturas representadas especialmente en a territorios artificializados y agrícolas. Dentro de las coberturas naturales más representadas, se encuentran el bosque denso (16%), los arbustales (14,7%) y la vegetación secundaria en transición con el 13,9%.

### 3.2.1.3 Conectividad Ecológica

En relación con la “Conectividad ecológica” en el área de estudio, las áreas protegidas no deben ser concebidas y gestionadas como “islas” o elementos aislados del resto del contexto paisajístico. Bajo un escenario de cambio climático, la ausencia de conectividad entre las áreas puede convertirlas en trampas climáticas, dificultando su capacidad para cumplir sus metas de conservación a largo plazo. Un indicador de la conectividad de los sistemas de áreas protegidas es el índice *Protected Connected Land* (ProtConn) que cuantifica el porcentaje de un área de estudio en particular (p. ej. un país, una ecorregión, un departamento, etc.) cubierta por áreas protegidas bien conectadas. Este índice permite identificar dónde son más necesarios los esfuerzos adicionales de conservación para robustecer la conectividad de los sistemas de Áreas Protegidas, y también se puede usar para evaluar si los sitios recientemente declarados proporcionan ganancias de conectividad efectivas en el sistema de Áreas Protegidas.

Se considera que una de las principales causas de pérdida de biodiversidad de los bosques es su fragmentación, que genera a su vez pérdida de la calidad del hábitat de especies asociadas a estos importantes ecosistemas, así como disminución de los servicios ecosistémicos proporcionados entre otras afectaciones significativas. Colorado (2017), propone que una de las estrategias que mitigan el impacto de la fragmentación de los bosques, es el fomento del mantenimiento de corredores biológicos que garanticen la conectividad estructural y funcional de los elementos bióticos.

Para el caso específico del área de estudio en inmediaciones del páramo de Santurbán, se identificaron áreas protegidas tanto de carácter nacional como regional, incluyendo las reservas naturales de la sociedad civil, descritas en el Decreto 2372 de 2010, actualmente compilado en el Decreto 1076 de 2010, cuya área de traslape con el área de interés se indicó en el numeral 4.2.1.1 del presente documento.

En el siguiente mapa, se aprecian los corredores de conectividad ecológica entre áreas protegidas que deben ser priorizados para garantizar la correcta distribución y supervivencia de las diferentes especies de fauna y flora que son objeto de conservación, donde se resalta importantes especies de fauna como el Oso Andino, el Cóndor de los Andes y de flora como el Roble, entre otras a partir del análisis de Prioridades de Conectividad de Áreas Protegidas (PCAP) realizado por Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt –IAvH- y cuyo resultado fue una capa ráster publicada en el año 2023 por ese instituto de investigación, la cual presenta valores de prioridades de conectividad en una escala de números enteros que va del 5 (valor mínimo) al 50 (valor máximo).

Las convenciones del mapa (Figura 13) se encuentran distribuidos de 40 a 50, siendo los valores cercanos a 40 los de menor priorización para la conectividad entre áreas protegidas, y los valores cercanos a 50 corresponden a las áreas donde es necesario implementar acciones para la priorización de corredores de conectividad.

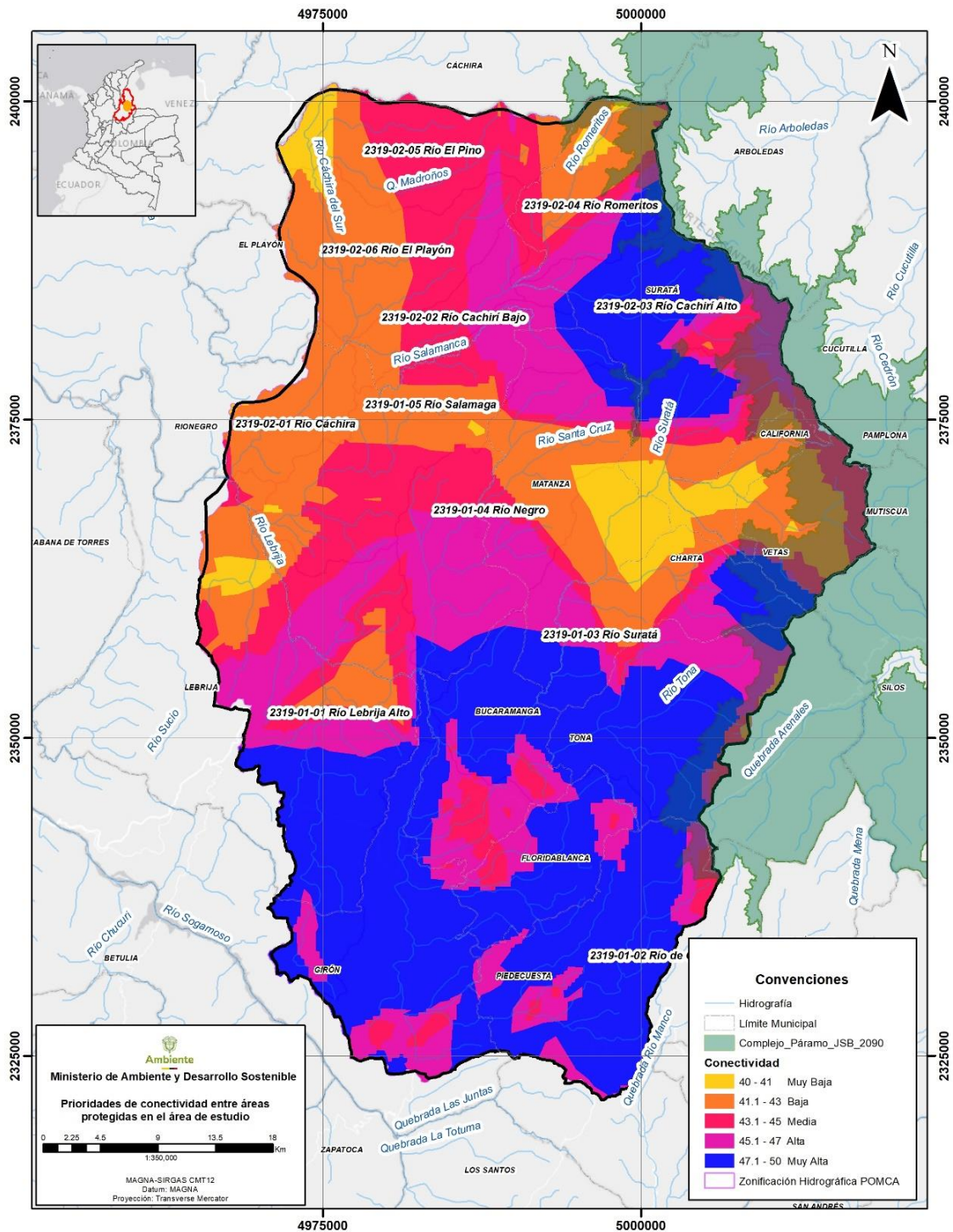


Figura 13. Prioridades de conectividad entre áreas protegidas en el área de estudio

Fuente: Áreas complementarias como grandes conectores de la biodiversidad, Humboldt 2021.

#### 3.2.1.4 Biodiversidad

Según el Convenio de Diversidad Biológica (CDB, 1992), la biodiversidad se define como “la variabilidad de organismos vivos de cualquier fuente, incluidos, entre otras cosas, los ecosistemas terrestres y marinos y otros ecosistemas acuáticos y los complejos ecológicos de los que forman parte; comprende la diversidad dentro de cada especie, entre las especies y de los ecosistemas”. En este sentido, la biodiversidad puede ser estudiada desde los enfoques de composición, estructura y función a diferentes escalas, sin embargo, es importante tener en cuenta que también tiene una estrecha e interdependiente relación con los sistemas humanos, ya que los diferentes elementos de la biodiversidad interactúan a través de un conjunto de procesos ecológicos que son percibidos como beneficios o servicios ecosistémicos, los cuales permiten el desarrollo de diversos sistemas culturales humanos en sus dimensiones política, social, económica, tecnológica, simbólica, mítica y religiosa (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2012).

Para realizar la revisión de especies de fauna y flora registradas en el área de estudio, se utilizó el Sistema de Información de Biodiversidad (SIB), el cual es administrado por el IAvH y contiene la red nacional de datos abiertos sobre biodiversidad del país. En el análisis se utilizaron únicamente los registros que tienen datos completos en cuanto a determinación taxonómica a nivel de especie y coordenadas, para lo cual se realizó un proceso de depuración de datos.

En el área de estudio se hallaron en total 131.183 registros para los reinos Plantae y Animalia, de los cuales 125.388 pertenecen a animales y 5.795 corresponden a plantas.

En el caso de los animales, en la siguiente Tabla 8 se presenta el listado de las especies con mayores individuos reportados en el SIB para el área de la propuesta de la reserva temporal, resaltando que la especie *Columbina talpacoti* de la familia Columbidae es la de mayor abundancia absoluta con 2781 individuos, seguido de la especie *Coragyps atratus* de la familia Cathartidae con 2429 individuos, *Amazilia tzacatl* de la familia Trochilidae con 1932 individuos y *Euphonia lanirostris* de la familia Fringillidae con 1927 registros de individuos.

Tabla 8. Especies de animales con mayores individuos en el área de estudio

Especies	Número de individuos
<i>Columbina talpacoti</i>	2781
<i>Coragyps atratus</i>	2429
<i>Amazilia tzacatl</i>	1932
<i>Euphonia lanirostris</i>	1927

<b>Especies</b>	<b>Número de individuos</b>
<i>Coereba flaveola</i>	1727
<i>Elaenia flavogaster</i>	1520
<i>Anthracothonax nigricollis</i>	1103
<i>Basileuterus rufifrons</i>	742
<i>Hylophilus flavipes</i>	725
<i>Amazona ochrocephala</i>	566
<i>Catharus ustulatus</i>	541
<i>Ixothraupis guttata</i>	521
<i>Henicorhina leucophrys</i>	498
<i>Cnemidophorus lemniscatus</i>	434
<i>Crotophaga ani</i>	409
<i>Chlorophanes spiza</i>	388
<i>Anisognathus igniventris</i>	335
<i>Adelomyia melanogenys</i>	222
<i>Aglaeactis cupripennis</i>	108
<i>Otras especies</i>	107.001
<b>TOTAL</b>	<b>125.388</b>

Fuente de datos: SIB, 2024.

Con respecto a las especies de plantas con mayores individuos registrados en el SIB, *Heliconia bihai* fue la de mayor registro con 60 individuos, seguido de *Heliconia laxa* con 51 individuos, *Heliconia latispatha* con 44 individuos y la especie *Passiflora cuneata* con 37 individuos registrados. En la Tabla 9 se muestra el listado de las especies con mayores individuos reportados en el SIB para el área de estudio.

Tabla 9. Especies de plantas con mayores individuos en el área de estudio.

<b>Especies</b>	<b>Número de individuos</b>
<i>Heliconia bihai</i>	60
<i>Heliconia laxa</i>	51
<i>Heliconia latispatha</i>	44
<i>Passiflora cuneata</i>	37
<i>Anthurium fendleri</i>	29
<i>Passiflora bogotensis</i>	27
<i>Heliconia mutisiana</i>	27
<i>Passiflora mixta</i>	23

<b>Especies</b>	<b>Número de individuos</b>
<i>Passiflora sphaerocarpa</i>	22
<i>Serpocaulon fraxinifolium</i>	21
<i>Osteophloeum platyspermum</i>	20
<i>Pachystachys lutea</i>	20
<i>Passiflora bracteosa</i>	20
<i>Chrysochlamys dependens</i>	20
<i>Culcita coniifolia</i>	20
<i>Otoba novogranatensis</i>	19
<i>Acalypha macrostachya</i>	19
<i>Cecropia peltata</i>	18
<i>Miconia theizans</i>	17
Otras especies	5281
<b>TOTAL</b>	<b>5795</b>

Fuente de datos: SIB, 2024.

En la siguiente Figura 14, se muestra la ubicación de los registros de fauna y flora en el área de estudio.

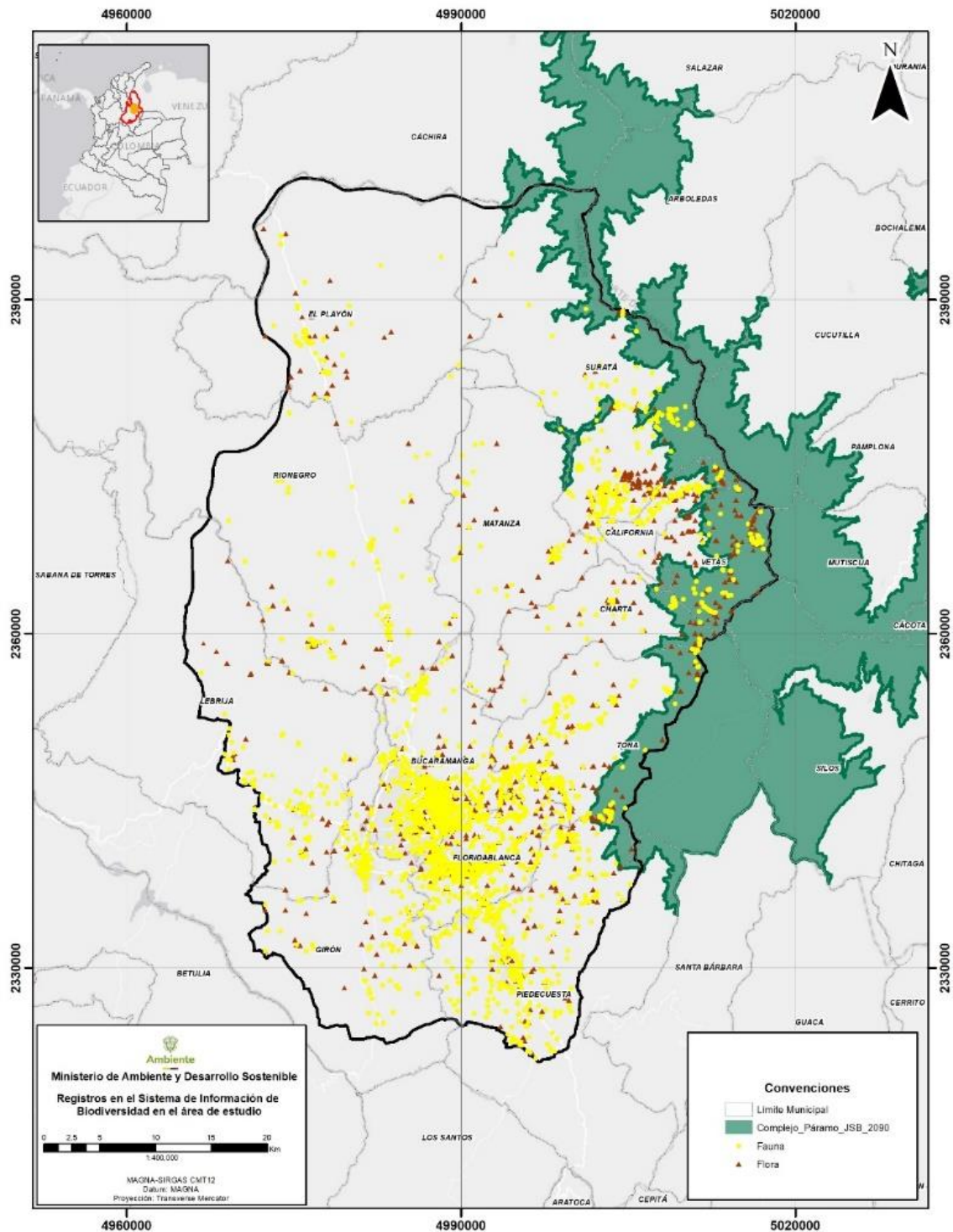


Figura 14. Registros en el Sistema de Información de Biodiversidad en el área de estudio.

Fuente de datos: SIB, 2024

### 3.2.1.5 Especies de flora y fauna en alguna categoría de amenaza

De acuerdo con la Resolución 126 de 2024 proferida por el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible “*Por la cual se establece el listado oficial de las especies silvestres amenazadas de la diversidad biológica colombiana continental y marino costera, se actualiza el Comité Coordinador de Categorización de las Especies Silvestres Amenazadas en el territorio nacional y se dictan otras disposiciones*”, del total de especies registradas en el Sistema de Información de Biodiversidad –SIB- para el área de estudio, 39 pertenecientes al reino Animalia se encuentran en alguna categoría de amenaza (CR - Crítico, EN - En Peligro y VU - Vulnerable) mientras que del reino Plantae se registran 47 en alguna categoría de amenaza.

*Tabla 10. Número de especies con alguna categoría de amenaza, según clasificación UICN, identificadas en el área de estudio.*

Categoría de Amenaza	Animalia	Plantae	Total
CR (Crítico)	3	7	10
EN (En Peligro)	8	24	32
VU (Vulnerable)	28	16	44
<b>Total</b>	<b>39</b>	<b>47</b>	<b>86</b>

Fuente: MinAmbiente, 2024.

En la siguiente tabla se presentan las especies del reino *Animalia*, registradas en el SIB en el área de estudio y que se encuentran en alguna categoría de amenaza de la Resolución 126 de 2024 de MinAmbiente, resaltando la presencia de especies simbólicas y de gran importancia ecológica a nivel nacional cómo el Cóndor de los Andes.

*Tabla 11. Relación de especies de fauna con alguna categoría de amenaza en el área de estudio.*

Categoría de amenaza	Nombre científico	Nombre común
CR	<i>Hyloscirtus lynchi</i>	
	<i>Thryophilus nicefori</i>	Cucarachero de Nicéforo
	<i>Vultur gryphus</i>	Cóndor de los Andes
EN	<i>Capito hypoleucus</i>	Torito Capiblanco
	<i>Ichthyoelephas longirostris</i>	Jetudo
	<i>Macroagelaius subalaris</i>	Chango de Montaña
	<i>Odontophorus strophium</i>	Perdiz Santandereana
	<i>Pamphobeteus fortis</i>	Tarántula de piedemonte

Categoría de amenaza	Nombre científico	Nombre común
	<i>Pristimantis jorgevelosai</i>	
	<i>Pristimantis lutitus</i>	
	<i>Saucerottia castaneiventris</i>	Amazilia Ventricastaño
VU	<i>Aotus griseimembra</i>	Marta
	<i>Ara militaris</i>	Guacamaya Verde
	<i>Arremon schlegeli</i>	Pinzón Alidorado
	<i>Brycon moorei</i>	Dorada, Mueluda, Sardinata, Lisa
	<i>Cardinalis phoeniceus</i>	Cardenal Guajiro
	<i>Chauna chavaria</i>	Chavarría
	<i>Chelonoidis carbonarius</i>	Morrocoy
	<i>Clytoctantes alixii</i>	Hormiguero Pico de Hacha
	<i>Dacnis hartlaubi</i>	Dacnis Turquesa
	<i>Diasporus anthrax</i>	ranita sinodonte
	<i>Hapalopsittaca amazonina</i>	Cotorra Montañera
	<i>Hyloscirtus callipeza</i>	
	<i>Hyloscirtus denticulatus</i>	
	<i>Icterus icterus</i>	Turpial Real
	<i>Leporinus muyscorum</i>	Comelón
	<i>Leptotila conoveri</i>	Caminera Tolimense
	<i>Lontra longicaudis</i>	Nutria neotropical, Lobito de río
	<i>Micrurus sangilensis</i>	Coral sangileña
	<i>Pimelodus grosskopfii</i>	Capaz
	<i>Pristimantis anolirex</i>	Rana de lluvia de los Andes
	<i>Pristimantis bicolor</i>	Rana de lluvia bicolor
	<i>Pristimantis merostictus</i>	
	<i>Prochilodus magdalenae</i>	Bocachico
	<i>Pyrrhura calliptera</i>	Periquito Aliamarillo
	<i>Rulyrana adiazeta</i>	Rana de cristal
	<i>Salminus affinis</i>	Picuda
	<i>Setophaga cerúlea</i>	Reinita Cerúela
	<i>Tachiramantis douglasi</i>	

Fuente: MinAmbiente, 2024.

En la siguiente Figura 15, se presentan los registros de especies de fauna amenazada existentes en el SIB acotados al área de estudio.

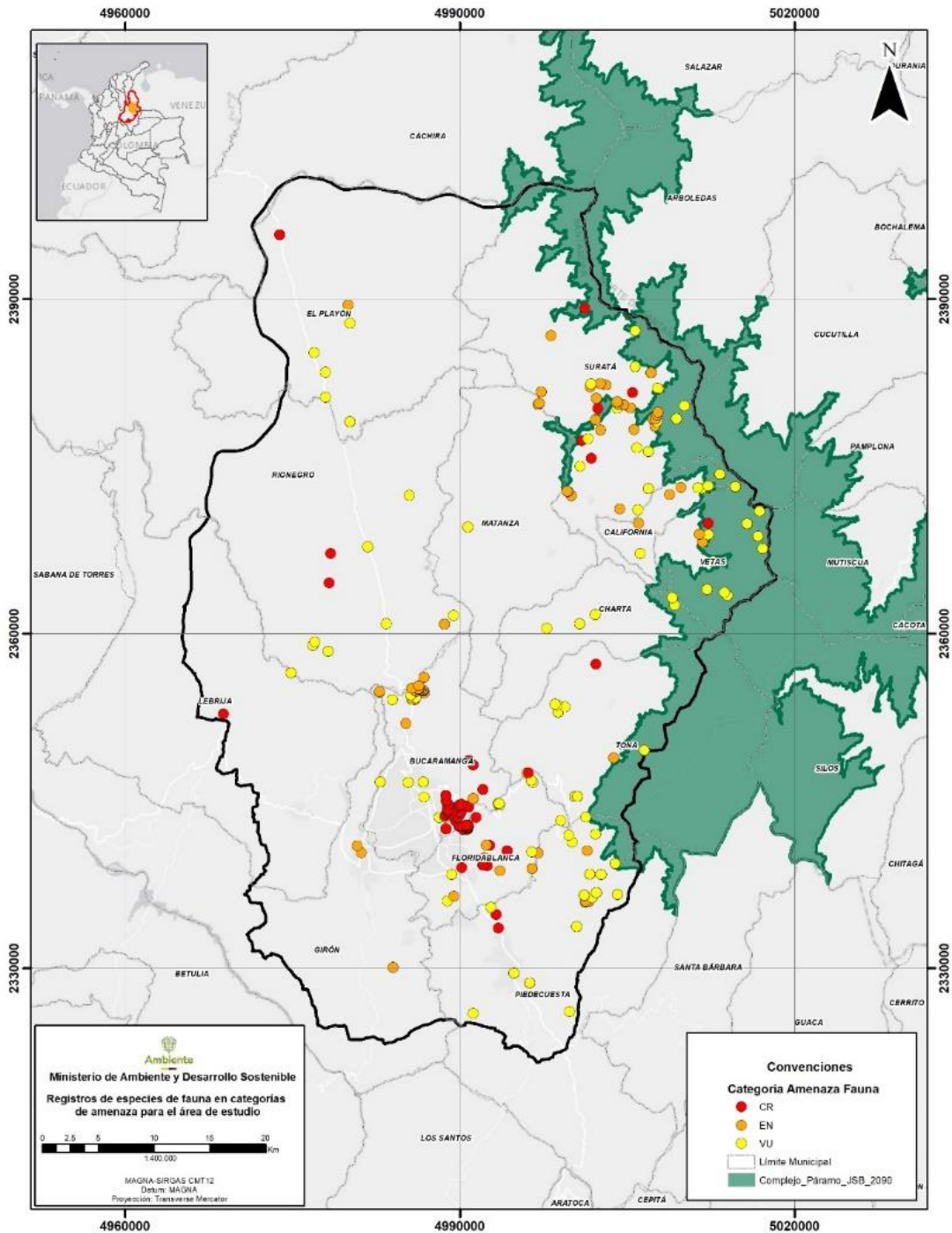


Figura 15. Registros de especies de fauna en categorías de amenaza para el área de estudio.

Fuente de datos: SIB, 2024

De igual manera, en la siguiente Tabla 12, se presentan algunas de las especies de plantas que se pueden observar en el área de estudio, y que a su vez se encuentran en alguna categoría de amenaza, resaltando el Roble como especie icónica del bosque altoandino que históricamente ha sido objeto de una presión antrópica debido al uso de su madera como carbón vegetal por su alto poder dendroenergético, así como la presencia del Frailejón por ser una especie de gran importancia en el páramo y de la Palma de Cera insignia de nuestro país.

*Tabla 12. Relación de especies de flora con alguna categoría de amenaza dentro del área de estudio, según la resolución MinAmbiente 126 de 2024.*

Categoría de amenaza	Nombre científico	Nombre común
CR	<i>Aniba perutilis</i>	Comino
	<i>Aragoa picachensis</i>	
	<i>Espeletia dugandii</i>	Frailejón de Dugand
	<i>Magnolia santanderiana</i>	Magnolio de Santander
	<i>Miconia jentaculorum</i>	
	<i>Passiflora pamplonensis</i>	Curuba de Pamplona
	<i>Quararibea ruiziana</i>	Marmelo
EN	<i>Aiphanes lindeniana</i>	Albarico
	<i>Brownea santanderensis</i>	Ariza
	<i>Cattleya quadricolor</i>	flor de mayo
	<i>Cattleya trianae</i>	Flor de Mayo
	<i>Cavanillesia chicamochae</i>	Ceiba barrigona
	<i>Cedrela odorata</i>	Cedro
	<i>Ceroxylon quindiuense</i>	Palma de cera del Quindío
	<i>Ceroxylon ventricosum</i>	Palma de cera barrigona
	<i>Chalybea corymbifera</i>	Tuno
	<i>Clathrotropis brunnea</i>	Sapán
	<i>Cordillera platycalyx</i>	Mapurito montañoero
	<i>Cybianthus cogolloi</i>	
	<i>Epidendrum decurviflorum</i>	Orquídea
	<i>Espeletia estanslana</i>	Frailejón de Estanslao
	<i>Graffenrieda maklenkensis</i>	

Categoría de amenaza	Nombre científico	Nombre común
	<i>Juglans neotropica</i>	Nogal
	<i>Linochilus apiculatus</i>	orquídea de pico
	<i>Mauria cuatrecasasii</i>	Palo Hernández
	<i>Passiflora bracteosa</i>	Curuba de Santander
	<i>Passiflora bucaramangensis</i>	Pasiflora de Bucaramanga
	<i>Passiflora trianae</i>	Curuba de Triana
	<i>Plutarchia dasyphylla</i>	
	<i>Tapura bullata</i>	Tapura
	<i>Zapoteca microcephala</i>	
VU	<i>Aragoa abscondita</i>	Pinito de flor
	<i>Attalea nucifera</i>	Almendrón
	<i>Ceroxylon vogelianum</i>	palma de cera de Voge
	<i>Critoniopsis glandulata</i>	Amarguero
	<i>Espeletia conglomerata</i>	Frailejón Aglomerado
	<i>Gustavia dubia</i>	Mula muerta, alma negra
	<i>Masdevallia hians</i>	Orquídea
	<i>Miconia reclinata</i>	Tunito
	<i>Passiflora erythrophylla</i>	Pasiflora de hojitas rojas
	<i>Podocarpus oleifolius</i>	Pino colombiano
	<i>Puya killipii</i>	Puya
	<i>Quercus humboldtii</i>	Roble
	<i>Symplocos venulosa</i>	Palo Blanco
	<i>Vasconcellea sphaerocarpa</i>	Papaya de monte, Higuillo negro, Papayo silvestre
	<i>Wettinia microcarpa</i>	Maquenque, Gualte Mapora
	<i>Zygia lehmannii</i>	Escobillo

Fuente: MinAmbiente, 2024.

En la siguiente Figura 16, se presentan los registros de especies de flora existentes en el SIB acotados al área de estudio.

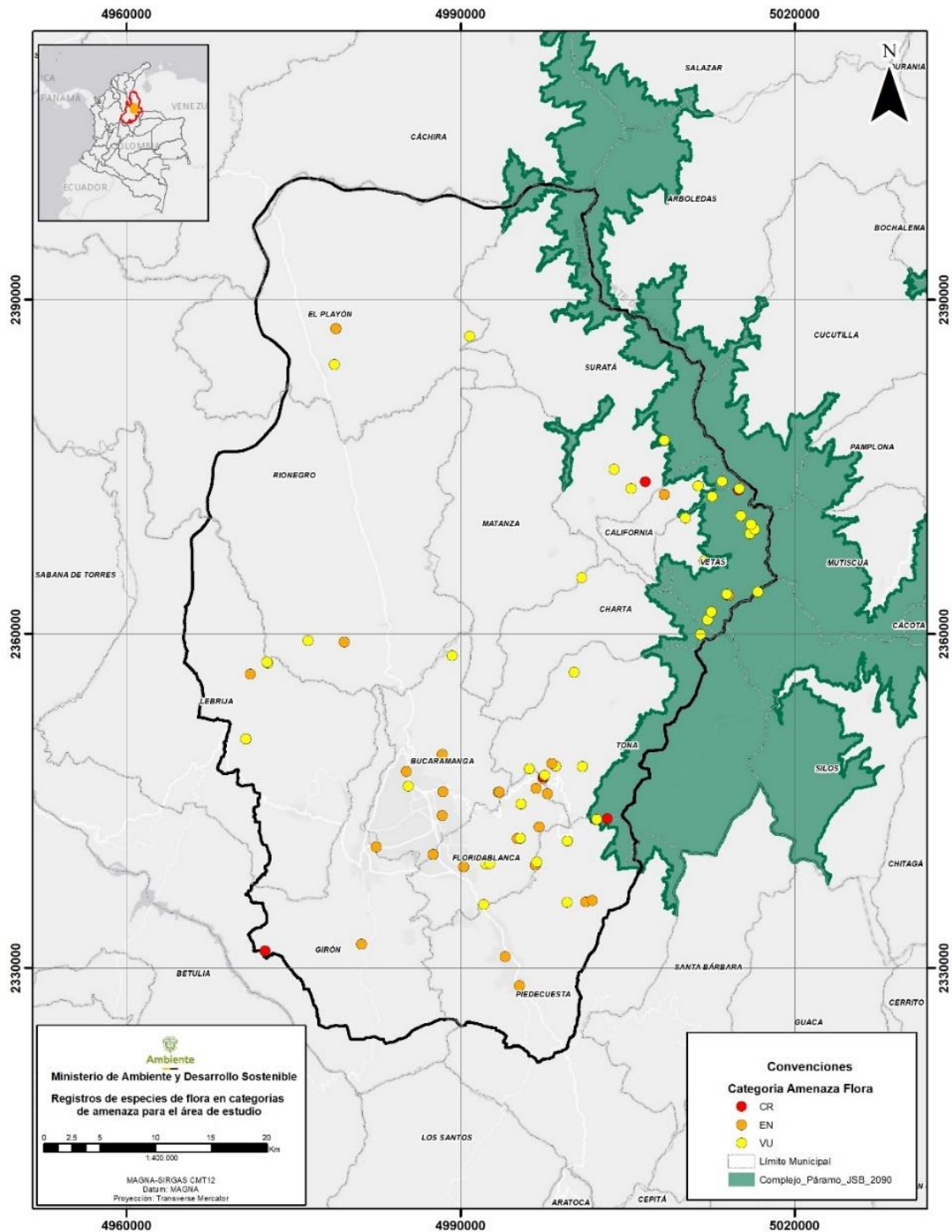


Figura 16. Registros de especies de flora en categorías de amenaza en el área de estudio.

Fuente de datos: SIB, 2024

### **3.2.1.6 Relación Agua – Bosques y Servicios Ecosistémicos**

En todo el mundo el acceso al agua se reconoce como una necesidad básica de subsistencia y para desarrollar actividades económicas (FAO, 2021). Por tal motivo, garantizar la sostenibilidad del recurso hídrico mediante la gestión y un uso eficiente y eficaz, articulados al ordenamiento y uso del territorio y la conservación de los ecosistemas que regulan la oferta hídrica es el elemento clave expuesto en la Política Nacional para la Gestión Integral del Recurso Hídrico.

En los ecosistemas asociados al macizo de Santurbán hay zonas boscosas, que regulan el flujo del agua mediante la evapotranspiración, la retención e infiltración, el almacenamiento de agua en el suelo y la escorrentía, por lo que el cambio en la cobertura natural puede afectar la regulación de la cantidad y la calidad del agua en el ciclo. Comprender los principios de la gestión del agua y los bioecosistemas es crucial para garantizar el uso de las mejores prácticas para el recurso hídrico en el macizo Santurbán garantizando el almacenamiento de agua superficial y subsuperficial para los diferentes procesos ecológicos y la recarga de acuíferos. Adicionalmente, la relación entre agua y bosque tiene como elemento catalizador el suelo, siendo un elemento esencial para la filtración del agua en el suelo y minimizando la pérdida de calidad de agua por factores asociados a la erosión.

Otro ecosistema asociado al Macizo Santurbán son los páramos que regulan y proveen cerca del 70% del recurso hídrico del país y que adicionalmente almacenan grandes cantidades de carbono en los suelos, contribuyendo de manera directa e indirecta al bienestar humano representado en diferentes servicios ecosistémicos como la provisión de agua, la regulación hídrica y climática y en otros procesos de como el ciclado de nutrientes y la polinización. Estos servicios cuentan con características claves asociadas a la topografía, un alto contenido de materia orgánica y una estructura porosa que facilita la capacidad de almacenamiento de agua.

Finalmente, la presencia de ecosistemas de páramos y bosques cumplen un papel integral en el ciclo del agua, por ende, es de vital importancia su conservación que permita garantizar la oferta hídrica de un territorio, apoyado de la cantidad y calidad de agua producida y su aporte en otros servicios asociados a la disminución de procesos de erosión y acciones para la adaptación nacional al cambio climático como se define en la Política Nacional para la Gestión Integral de la Biodiversidad y sus Servicios Ecosistémicos (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2012).

### **3.2.2 Áreas de importancia estratégica para la conservación de recursos hídricos**

#### **3.2.2.1 Microcuencas Abastecedoras y Concesiones de Agua**

El suministro de bienes y servicios ecosistémicos es vital para todos los sectores que utilizan el agua (por ejemplo: energía, agricultura, industria, turismo y salud) y contribuye a una mejor calidad de vida y al mantenimiento de la paz social. Así las cosas, de forma general e indiscutible todos los servicios ecosistémicos dependen del agua. No obstante, el Informe Mundial de las Naciones Unidas sobre el Desarrollo de los Recursos Hídricos 2018 (WWAP (Programa Mundial de las Naciones Unidas de Evaluación de los Recursos Hídricos)/ONU-Agua, 2018), hace una diferenciación y agrupación de los servicios ecosistémicos: i) los Servicios ecosistémicos relacionados con el agua, y ii) los Servicios ecosistémicos dependientes del agua; en especial aquellos servicios que garantizan el aprovisionamiento y regulación hidrológica, logrando sostenibilidad del agua superficial y subterránea en el mantenimiento de los ecosistemas y su disponibilidad para los diferentes usos demandados en la cuenca, teniendo en cuenta los desafíos que imponen los efectos del cambio climático, para el aprovisionamiento actual y futuro del agua superficial y subterránea, logrando una visión sostenible del territorio.

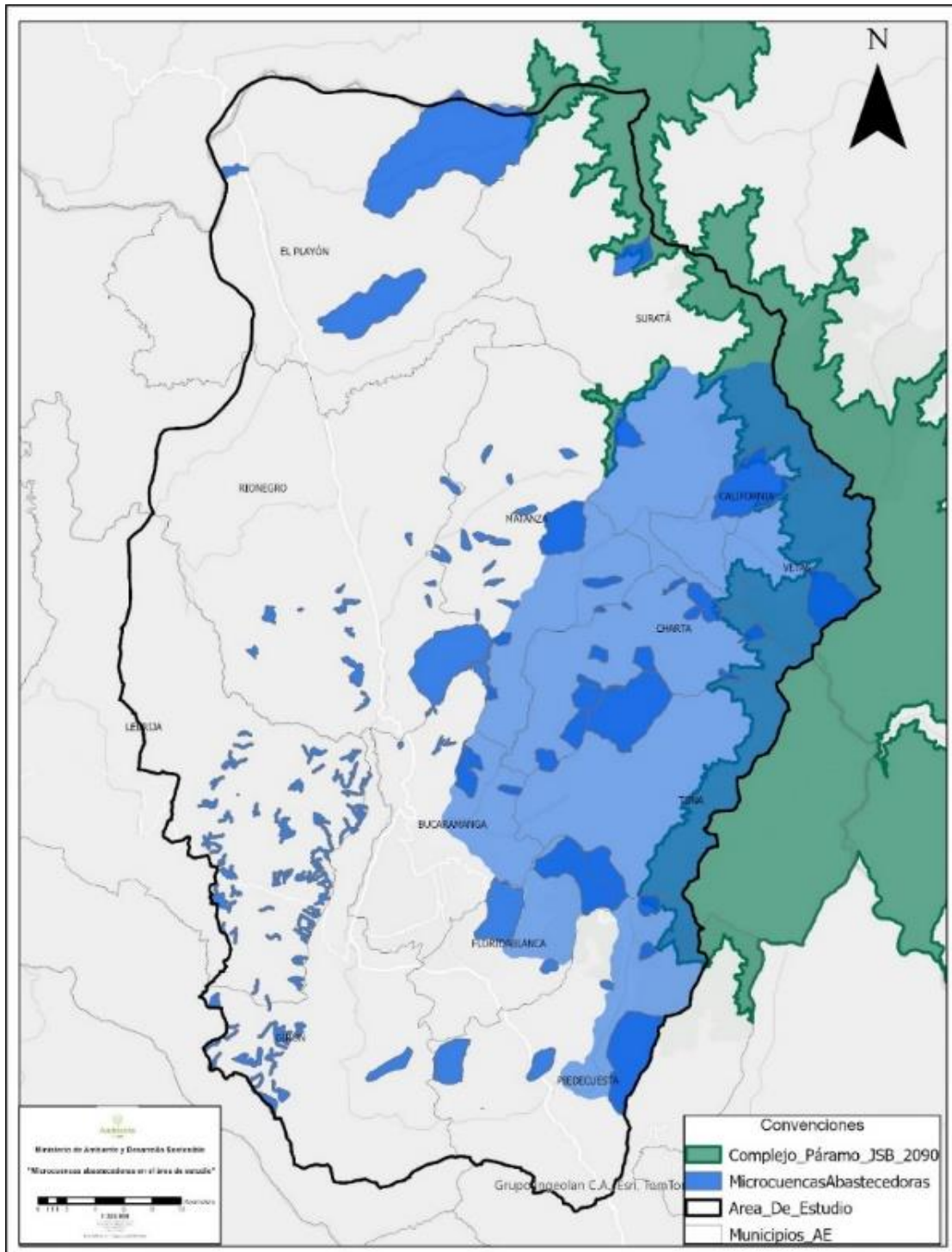
La mayor parte de los servicios ecosistémicos relacionados con el agua tienen que ver con el ciclo del agua (evaporación, flujo superficial e infiltración en el suelo), el almacenamiento de agua (principalmente en suelos, aguas subterráneas y humedales) o la transformación del agua (para productos y servicios), cuya adecuada gestión apunta a la seguridad hídrica y así mismo a la seguridad alimentaria y la agricultura sostenible, la construcción de asentamientos urbanos sostenibles, la gestión de aguas residuales, la reducción del riesgo de desastres, degradación de la tierra, sequía y desertificación y la adaptación y mitigación del cambio climático.

Habida cuenta que, dentro de los servicios ecosistémicos más emblemáticos está la provisión de agua, cobra importancia la conservación de zonas proveedoras y reguladoras del recurso hídrico, que sustentan de manera especial el aprovisionamiento de acueductos municipales, distritales y regionales, así como la disponibilidad de agua para la seguridad alimentaria.

De acuerdo con el artículo 111 de la Ley 99 de 1993, son consideradas de interés público las áreas de importancia estratégica para la conservación de recursos hídricos que surten de agua los acueductos municipales, distritales y regionales, las cuales son definidas por las autoridades ambientales en sus instrumentos de ordenación, y se les asigna dicha categoría por la oferta de bienes y servicios ambientales, especialmente recurso hídrico para satisfacer prioritariamente el consumo humano, la seguridad alimentaria y el mantenimiento de procesos ecosistémicos.

Así mismo corresponde a aquellas áreas definidas por las entidades territoriales en su ordenamiento asociado a fuentes hídricas que permiten el abastecimiento del agua en términos de cantidad o calidad.

Conforme los procesos de ordenación de cuencas adelantados por la CDMB sobre las cuencas Alto Lebrija y Cáchira Sur, se han identificado alrededor de veintiún (21) Cuencas Abastecedoras que en conjunto tienen un cubrimiento de 96.037,87 hectáreas que corresponden al 34% del área de estudio y que abastecen a los municipios como Suratá, California, Vetas, Charta, Tona, Matanza, Bucaramanga, Floridablanca y Girón, prestando el servicio ecosistémico de aprovisionamiento de agua para diferentes usos. En la Figura 17 y Tabla 13 se indican las cuencas abastecedoras identificadas en los documentos referidos a los POMCA de las cuencas enunciadas y que confluyen en el área de estudio.



*Figura 17. Principales cuencas abastecedoras identificadas en el área de estudio.*

Fuente: Elaboración propia, a partir de información de POMCA Alto Lebrija CDMB (2020) y Cáchira Sur CDMB (2019)

Tabla 13. Relación de las principales cuencas abastecedoras municipales y veredales dentro del área estudio.

MUNICIPIO	FUENTE ABASTECEDORA	ABASTECE A:
Río Negro	Quebrada La Tambora	Casco Urbano
Lebrija	Cuenca la Angula (Represa Piedras Negras y Represa del Águila)	Casco Urbano
	Microcuenca de La Negra	Acueducto Santo Domingo
Bucaramanga Girón Piedecuesta Floridablanca	Río Tona (Planta de Bosconia)	Área Metropolitana de Bucaramanga
	Río Tona (Plantas de La Flora y Morrónico)	
	Río Frío (planta de Floridablanca)	
California	Quebrada El Indio y nacimiento El Tabacal	Casco Urbano
	Quebradas San Juan y San Antonio	Vereda la Baja
	Quebrada Páez	Vereda Angosturas
	Quebrada La Higuera	El Centro sector Tronadora
	Quebrada Apartaderos	Cerrillos, Pantanos y Santa Úrsula
Charta	Quebradas Lechera, Guarumal y Pirita	Corregimiento de Pirita
	Quebrada Duran o La Prensa	Casco Urbano
	Quebrada Arroyuelos	Corregimiento de Aguada
	Nacimiento, Quebrada Guarumal Bajo	Vereda El Puerto
	Quebrada Guarumal Bajo	Vereda La Caña
	Quebradas El Tambor, La Prensa y Monte Chiquito	Vereda El Centro
	Quebrada Perico Arroyuelos	Vereda Perico y Lavadores
	Quebradas Carbonal y Chorro	Vereda La Playa
	Quebrada Trincheras	Vereda La Rinconada y Alto Trincheras
	Quebrada Agua Negra	Veredas Agua Negra y Palcho
	Quebradas La Palma, el Pino y Lagunilla	Vereda Pico y Palma
	Aljibe – Quebrada La Legía	Vereda El Roble
	Quebrada el Negro	Vereda Avejas
	Quebrada Silencio	Vereda El Roble
Floridablanca	Río Tona y Río Frío	Veredas Helechales y Aguablanca
	Río Tona y Río Frío	Veredas San Ignacio, Buenavista y Mortiño
Matanza	Quebradas las Tarazonas y el Salado	Casco Urbano
Suratá	Quebrada Carrizal	Vereda Cartagua
	Quebradas afluentes Río Suratá	Veredas Báchiga, Cartagua, Porvenir,

MUNICIPIO	FUENTE ABASTECEDORA	ABASTECE A:
		Pánaga, Bucaré, Palchal, Nueva Vereda
	Río Romeritos	Veredas Mohán, Turbay, Sal Isidro y Cachirí
	Quebrada San José	Veredas Cachirí
Tona	Quebradas Alto de Tomasa, los Arcos, Villa Cristina y la Aguadita	Casco Urbano
	Ríos Parra y Juan Rodríguez	Corregimiento Berlín, centro poblado
	Quebrada La Batea	Corregimiento La Corcova
Vetas	Laguna Seca y Laguna de Cuenta	Casco Urbano
	Páramo Chiquito	Vereda Ortegón Bajo
	Quebrada Aguablanca	Vereda Ortegón Alto
	Quebrada Agua Tendida	Vereda El Mortiño
	Laguna Negra	Vereda Borrero
	Laguna Guillermo	Vereda El Salado
	Quebrada Arado	Vereda Chopo Bajo
	Quebrada Móngora	Vereda Chopo Alto
	Lagunas Verdes	Vereda El Volcán
	Quebrada Las Puentes	Móngora primera etapa
	Quebrada La Vaca	Móngora segunda etapa
	Quebrada Cunta	Vereda Alto del Pozo
El Playón	Quebrada la Naranjera	Casco Urbano
	Quebrada Guacharacales	

Fuente: Elaboración propia, a partir de información de POMCA Alto Lebrija CDMB (2020) y Cáchira Sur CDMB (2019)

Dentro de estas cuencas abastecedoras se resaltan aquellas que surten de agua al Área Metropolitana de Bucaramanga que cuenta con una población de 1.327.556 habitantes (DANE, proyecciones al 2024) y que representan más del 50% del total de la población del departamento de Santander.

Las tres cuencas abastecedoras del Área Metropolitana de Bucaramanga son: el río Suratá con un área aferente de 689 km<sup>2</sup>, cuyos principales ríos son Vetas, Charta y Tona, siendo este último el mayor aportante en área y caudal, que abastece la Planta de Bosconia con una capacidad de tratamiento de 2.000 L/s; el río Tona con un área aferente de 19,4 km<sup>2</sup> que abastece las plantas de La Flora y Morrorico con una capacidad de tratamiento de 1.400 L/s; y el río Frío que si bien no se encuentra al interior de la propuesta de zona de reserva temporal, cuenta con un área aferente de 11,9 km<sup>2</sup> que abastece la planta de Floridablanca con una capacidad de tratamiento de 600 L/s.

De otra parte, refiriéndose a los servicios ambientales asociados al recurso hídrico, el Decreto 953 de 2013 que reglamenta el artículo 111 de la Ley 99 de 1993, modificado por el artículo 210 de la Ley 1450 de 2011, los define como aquellos servicios derivados de las funciones ecosistémicas que generan beneficios a la comunidad, tales como la regulación hídrica y el control de erosión y sedimentos, que permiten la conservación de los recursos hídricos que surten de agua a los acueductos municipales, distritales y regionales. En relación con la identificación, delimitación y priorización de las áreas de importancia estratégica, el mismo Decreto establece, que las autoridades ambientales lo soportaran con base en la información contenida en los planes de ordenación y manejo de cuencas hidrográficas, planes de manejo ambiental de microcuencas, planes de manejo ambiental de acuíferos o en otros instrumentos de planificación ambiental relacionados con el recurso hídrico.

Sobre la situación de los acueductos municipales, en el marco de los diferentes Estudios Nacionales del Agua –ENA-, se ha venido avanzando en la identificación de municipios susceptibles al desabastecimiento en época seca a partir de la consolidación de insumos que son consultados en diferentes fuentes a nivel nacional y algunas consideraciones metodológicas para su desarrollo. En efecto, en el ENA 2022, se destaca la reducción de los niveles de las fuentes abastecedoras de los acueductos municipales a causa de la temporada seca; o la afectación tanto en las fuentes hídricas de abastecimiento como en la infraestructura de los sistemas de acueducto, producto de la ocurrencia de eventos originados por la lluvia (como crecientes súbitas, avenidas torrenciales, inundaciones, movimientos en masa, vendavales, tormentas eléctricas y avalanchas, entre otros), que terminan afectando la disponibilidad del agua para satisfacer la demanda en el sector doméstico.

Conforme los resultados del ENA 2022, en 565 municipios en 26 departamentos, a través del tiempo, han presentado contingencias en la prestación del servicio de acueducto por la ocurrencia de periodos secos. El departamento de Santander se encuentra dentro de los primeros tres departamentos más afectados, tomando como referencia el número de municipios susceptibles al desabastecimiento. Igualmente, el mismo estudio refiriéndose a los análisis en el periodo 1998-2021, identifica afectaciones en 835 municipios del territorio nacional susceptibles al desabastecimiento con base en la revisión de los consolidados anuales de las fuentes de información disponibles y que han presentado, por lo menos, un evento por temporada de lluvia.

Bajo las anteriores condiciones de desabastecimiento hídrico municipal tanto en temporada seca como de lluvia, como las condiciones de la variabilidad de la oferta hídrica en las cuencas abastecedoras, cobran importancia las acciones de protección y conservación de las áreas de importancia estratégica para la conservación de recursos hídricos, definidas desde la expedición de la Ley 99 de

1993, así como los desarrollos normativos y esfuerzos tanto de las Autoridades Ambientales, como de los entes territoriales en su protección y conservación.

Cabe resaltar que, la más reciente ley, Ley 2320 del 29 de agosto de 2023 que modifica el artículo 111 de la Ley 99 de 1993, en lo que se refiere a la adquisición, restauración, rehabilitación y recuperación ecológica de áreas de interés para acueductos municipales, distritales y regionales, pretende flexibilizar las inversiones en la conservación de áreas estratégicas, incluyendo opciones para desarrollar proyectos de Soluciones Basadas en la Naturaleza (SBN); estas inversiones deben enfocarse, además, en adaptación al cambio climático, restauración, rehabilitación y recuperación ecológica. Para dichos efectos, resulta útil el inventario de las áreas prioritarias a ser intervenidas por parte de las autoridades ambientales o administrativas correspondientes.

De otra parte, basados en la información suministrada por la CDMB de concesiones de agua otorgadas en las cuencas que hacen parte del área de estudio, se registra que hay alrededor de 2.878 concesiones de agua otorgadas para diferentes usos, concentradas especialmente en las subcuencas del Río de Oro, Río Lebrija Alto y Río Suratá, que en conjunto representan el 90% de las concesiones de agua. En la Figura 18 y Tabla 14 se indica la distribución espacial y cuantitativa de las concesiones de agua por subcuenca, de acuerdo con la información suministrada por la CDMB.

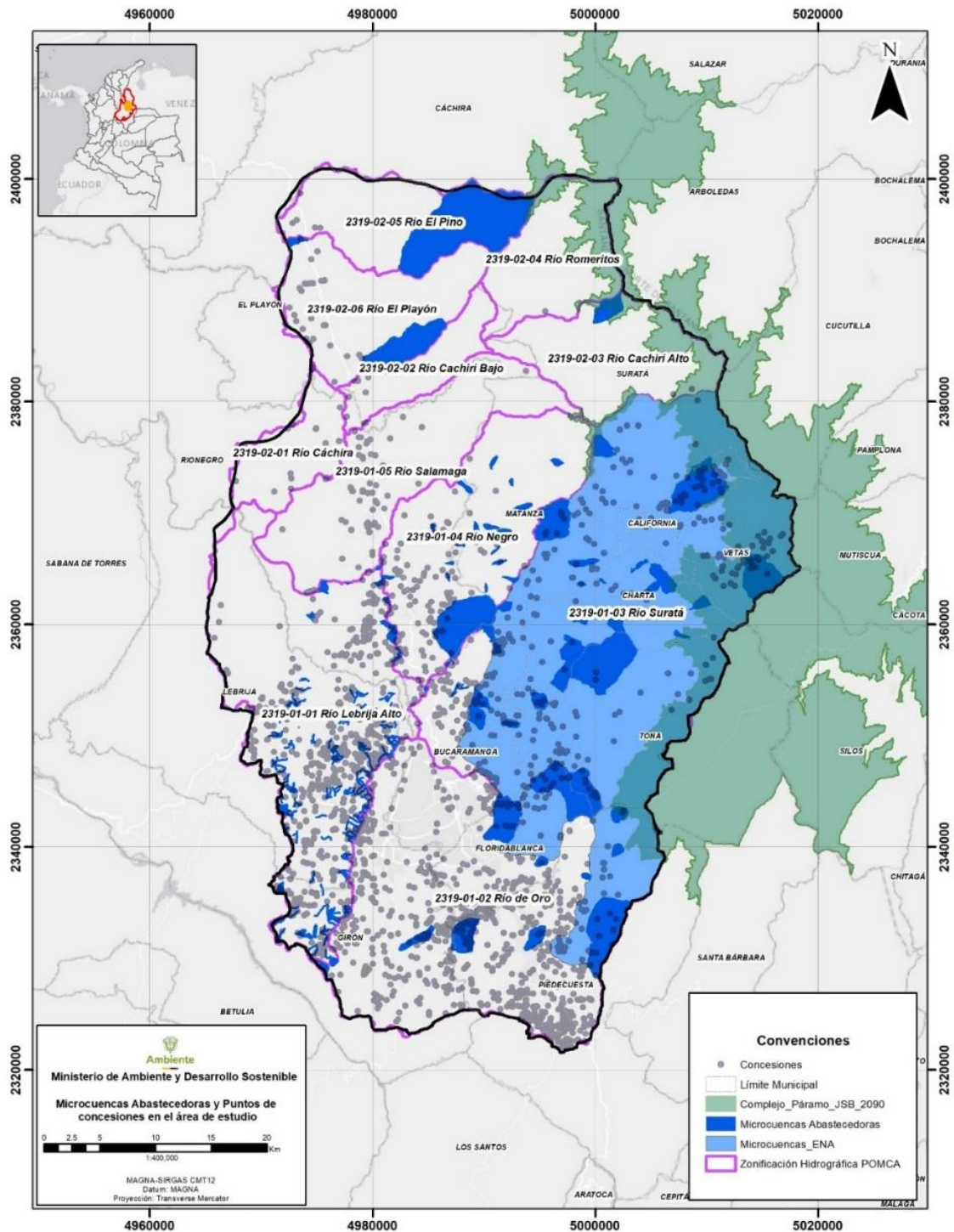


Figura 18. Microcuencas abastecedoras y puntos de concesiones de agua en el área de estudio.

Fuente: Elaboración propia, a partir de información de POMCA Alto Lebrija CDMB (2020) y Cáchira Sur CDMB (2019) e (IDEAM,2023)

Tabla 14. Distribución de número de concesiones de agua por subcuenca en el área de estudio.

Cuenca	Cód. Subcuenca	Nombre Subcuenca	No. Concesiones de Agua	%
Río Cáchira Sur	2319-02-05	Río El Pino	7	0,24
	2319-02-04	Río Romeritos	2	0,07
	2319-02-03	Río Cachirí Alto	2	0,07
	2319-02-06	Río El Playón	35	1,22
	2319-02-02	Río Cachirí Bajo	9	0,31
	2319-02-01	Río Cáchira	18	0,63
Río Alto Lebrija	2319-01-01	Río Lebrija Alto	712	24,74
	2319-01-02	Río de Oro	1.408	48,92
	2319-01-03	Río Suratá	478	16,61
	2319-01-04	Río Negro	142	4,93
	2319-01-05	Río Salamaga	65	2,26
<b>Total Concesiones</b>			<b>2.878</b>	<b>100</b>

Fuente: Elaboración propia, a partir de información de POMCA Alto Lebrija CDMB (2020) y Cáchira Sur CDMB (2019)

De otra parte, en la medida que no fue posible estimar las demandas de agua a partir de la información suministrada por la CDMB en 2024 sobre concesiones de agua, ya que las bases de datos suministradas no discriminan los caudales concesionados y su relación con los diferentes usos, se realizó la revisión y consolidación de las demanda hídrica total por subcuencas del área de estudio, tomando como referencia la información de los POMCA del Río Alto Lebrija (2020) y Río Cáchira Sur (2019), así como de los Estudios Regionales del Agua –ERA– de dichas subcuencas hidrográficas (ambos, del año 2019) suministrado por la CDMB.

A partir de las fuentes de información mencionadas, la demanda hídrica entendida como el volumen de agua, (expresada en metros cúbicos, utilizado por las actividades socioeconómicas en un espacio y tiempo determinado, y que corresponde a la sumatoria de las demandas sectoriales y actividades predominantes en las Cuencas que requieren del recurso hídrico para su desarrollo, tomando como base los principales usos identificados, el mapa de cobertura de uso del suelo, y el listado de concesiones de la CDMB) se categoriza como se indica en la Figura 19 y la Tabla 15 a nivel de las subcuencas que conforman el área de estudio.

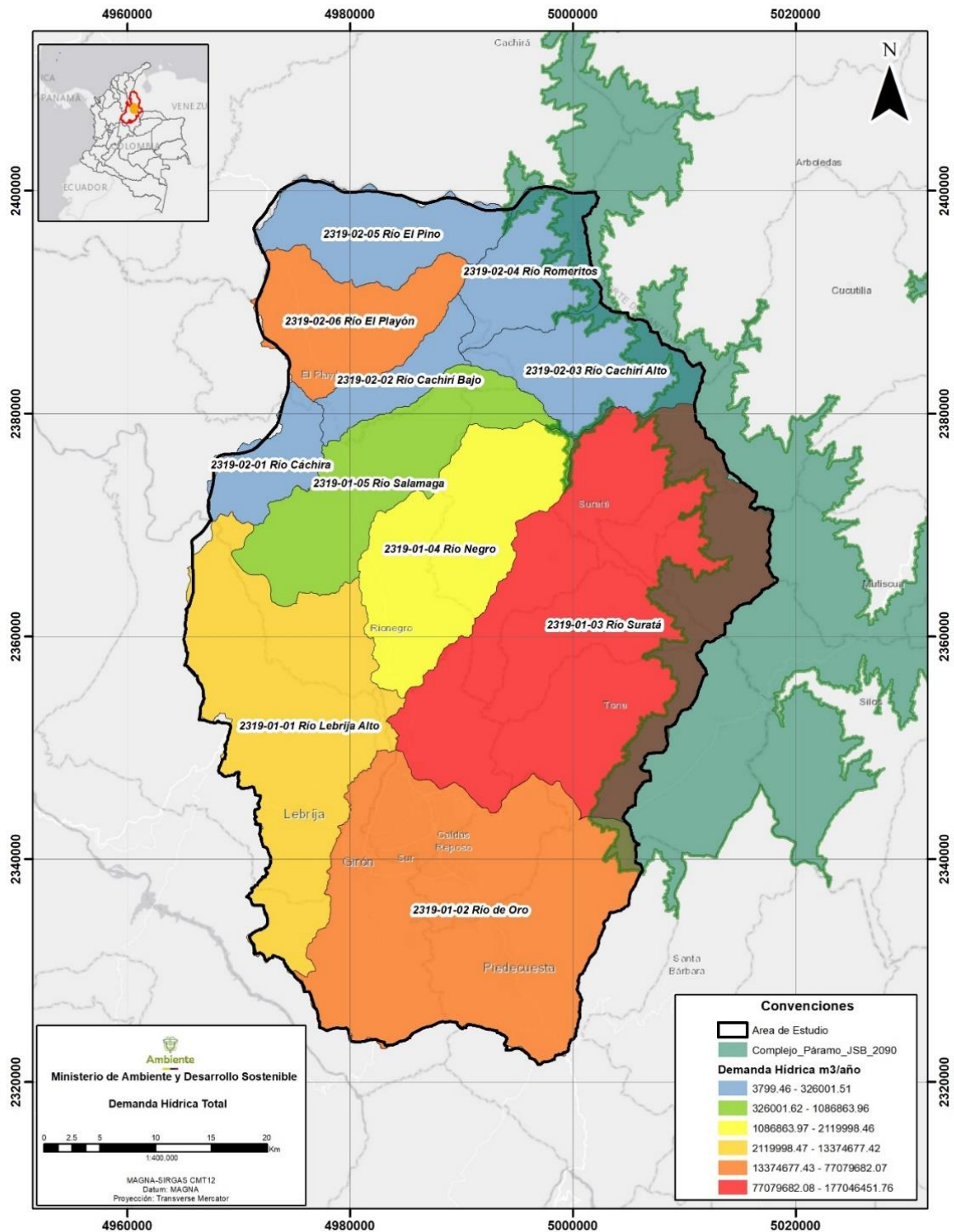


Figura 19. Demanda hídrica total del área de estudio.

Fuente: Elaboración propia, a partir de información del Estudio Regional del Agua ríos Alto Lebrija y Cáchira Sur (CDMB – 2019)

Tabla 15. Demanda hídrica total por subcuenca en el área de estudio.

Código Cuenca	Cuenca	Código Subcuenca	Subcuenca	Demanda Hídrica Total m3/año
2319-02	Río Cáchira Sur	2319-02-01	Río Cáchira	326.001,51
		2319-02-02	Río Cachirí Bajo	309.779,39
		2319-02-03	Río Cachirí Alto	146.927,49
		2319-02-04	Río Romeritos	3.799,46
		2319-02-05	Río El Pino	198.237,82
		2319-02-06	Río El Playón	75.856.341,20
		Subtotal 1		76.841.086,86
2319-01	Río Alto Lebrija	2319-01-01	Río Lebrija Alto	13.374.677,42
		2319-01-02	Río de Oro	77.079.682,07
		2319-01-03	Río Suratá	177.046.451,76
		2319-01-04	Río Negro	2.119.998,46
		2319-01-05	Río Salamaga	1.086.863,96
		Subtotal 2		270.707.673,67
Total área de estudio		Total		347.548.760,53

Fuente: Elaboración propia, a partir de información del Estudio Regional del Agua ríos Alto Lebrija y Cáchira Sur ( CDMB – 2019 )

Conforme la Tabla 15, la demanda total anual en el área de estudio corresponde a **347,54 Mm<sup>3</sup>/año** (Millones de metros cúbicos por año); que equivale a aproximadamente el **42%** de la demanda total de la subzona hidrográfica del Río Lebrija (Código 2319) y aproximadamente el **1,07%** de la demanda hídrica nacional estimada por el IDEAM en el ENA 2022 con un valor de **32.332 Mm<sup>3</sup>**.

De igual forma, se puede apreciar que la principal demanda hídrica, obedece al abastecimiento de acueductos urbanos y centros poblados, destacándose en estos, la subcuenca del río Lebrija Alto, El Playón o Playonero, el río Suratá (cuyos principales ríos son Vetás, Charta y Tona), que abastece en su mayoría a la población asentada en el Área Metropolitana de Bucaramanga y, el río Frío, que hace parte de la subcuenca del Río de Oro que abastece la población de Floridablanca y Piedecuesta en el departamento de Santander.

De igual forma se debe tener como referencia, la relación de la oferta estimada por la totalidad de las subcuencas (10) de las 2 subzonas hidrográficas (Alto Lebrija NSS y Cáchira Sur NSS) específicamente para un año seco, en donde se reporta un valor de **734,7 Mm<sup>3</sup>/año** (ERA's 2019), con la que se atiende la demanda hídrica anual reportada de **347,54 Mm<sup>3</sup>/año** que, aunque si bien en teoría, satisface las necesidades del recurso hídrico, se debe prestar atención a los escenarios proyectados en el tiempo, con el respectivo crecimiento y dinámica poblacional del territorio, las variables pertinentes de cambio climático, la incertidumbre de la información detallada y específica con la que cuenta la CDMB respecto de los caudales de concesiones otorgadas y sus usos y la situación de captaciones informales que, aunque no inventariadas, si hacen parte del balance hídrico del área de estudio.

Si bien, las fuentes de información consultadas, discriminan las demandas hídricas para cascos urbanos y centros poblados, no presentan una discriminación de las demandas sectoriales para los demás usos, como es el caso agrícola, pecuario, industria, minería, entre otros, aspectos que permiten concluir e inferir la necesidad de llevar a cabo estudios detallados por parte de la autoridad ambiental regional y las entidades de apoyo técnico a nivel nacional, generando un mayor alcance para determinar las relaciones y dependencias de la regulación del agua en las cuencas con las diferentes actividades que se desarrollan en el territorio; esto con el fin de ajustar y complementar un diagnóstico efectivo y real de la dinámica de oferta y demanda de líquido vital del área en mención.

#### *3.2.2.2 Zonas de recarga de acuíferos*

Los principios generales ambientales establecidos en la Ley 99 de 1993 (artículo 1, numeral 4), disponen que las zonas de recarga de acuíferos serán objeto de protección especial, favoreciendo la implementación de medidas como el Pago por Servicios Ambientales, la adquisición de predios, así como la imposición de restricciones o condicionamiento para el desarrollo de actividades productivas o de urbanización en los Planes de Ordenamiento Territorial de los municipios.

Entre las acciones de conservación y manejo de estas áreas de especial importancia ecológica, el artículo 2.2.2.1.3.8. del Decreto 1076 de 2015 que recoge el Decreto 2372 de 2010, sugiere que se considere su designación como áreas protegidas bajo alguna de las categorías de manejo previstas en dicho decreto.

Así mismo, de conformidad con lo dispuesto en el artículo 4 del Decreto 3600 de 2007, compilado en el Decreto 1077 de 2015 (Único Reglamentario del Sector Vivienda, Ciudad y Territorio) por el cual se establecen las determinantes ambientales de ordenamiento del suelo rural, las zonas de recarga de acuíferos son suelos de protección, en los términos del artículo 35 de la Ley 388 de 1997 y normas urbanísticas de carácter estructural de conformidad con lo establecido en el artículo 15 de la misma ley.

Dentro el área de estudio, las zonas potenciales de recarga que fueron delimitadas en el marco de los POMCA de los ríos Cáchira Sur (CDMB, 2019) Alto Lebrija (CDMB, 2020) y formulados y adoptados por la CDMB, son presentadas en la Figura 20. En estos dos estudios dichas zonas corresponden a los afloramientos de las unidades hidrogeológicas, conformadas por formaciones sedimentarias, cuyos niveles presentan las mayores porosidades primarias (espacios vacíos entre partículas de las rocas y sedimentos) y secundarias (espacios vacíos en fracturas que afectan a las rocas). Para el POMCA del río Cáchira Sur se consideró, además, el análisis espacial de los excesos hídricos del balance hidroclimático, entendiendo la recarga como los excesos hídricos resultantes menos la escorrentía superficial (CDMB, 2019).

En el área de estudio se tienen 112.615 hectáreas de zonas de recarga de acuíferos identificadas en las etapas de diagnóstico de los POMCA y discriminadas por cuenca hidrográfica en la Tabla 16. Si bien en los POMCA no se categorizó el potencial de recarga de estas zonas (p.g alta, media, baja), sí se realizó una diferenciación respecto a la importancia relativa de estas, tal como se representa con los colores de la Figura 20.

Por un lado, aquellas zonas localizadas hacia el Páramo de Santurbán–Berlín, al oriente del área de estudio y representadas con color azul oscuro, fueron consideradas como prioritarias para la conservación y protección, ya que “gozan de una protección especial por parte de los habitantes de la región y de las entidades ambientales locales” CDMB (2019, 2020), e integradas en la zonificación ambiental adoptada por la Corporación, tras realizar los cruces correspondientes con áreas protegidas. Estas zonas representan un total de 10.051 hectáreas (ver Tabla 16), como suma de las áreas priorizadas en cada cuenca. Por otra parte, las zonas de recarga restantes, ubicadas en su mayoría hacia las partes bajas de ambas cuencas, en el occidente, son representadas en color azul claro en la Figura 20 y abarcan un total 102.564 hectáreas (ver Tabla 16).

Para este último tipo de zonas de recarga, CDMB (2019; 2020), recomendaron realizar estudios de mayor detalle para poder delimitarlas de mejor manera y por tanto no fueron incluidas en la zonificación ambiental adoptada por la Corporación. Hacia el sur estas zonas de recarga se asocian con el sistema acuífero SAM 4.2 Bucaramanga-Piedecuesta (IDEAM, 2015)

Tabla 16. Relación de extensión de las zonas de recarga de acuíferos identificadas en el marco del desarrollo de los POMCA de los ríos Cáchira Sur y Alto Lebrija y discriminadas si fueron o no consideradas en la zonificación ambiental (Paso 1).

Cuenca hidrográfica	Categoría	Área por categoría (ha)	Área por cuenca (ha)
Cáchira Sur	Priorizada para conservación – Zona oriental (A)	3.335	15.888
Cáchira Sur	No priorizada para conservación (B)	12.553	
Alto Lebrija	Priorizada para conservación – Zona oriental (C)	6.716	96.727
Alto Lebrija	No priorizada para conservación (D)	90.011	
Subtotal área no priorizada para conservación – Zona occidental (B+D)		102.564	
Subtotal área total priorizada para conservación – Zona oriental (A+C)		10.051	
Área Total (ha)		112.615	

Fuente: Elaboración propia, a partir de información de POMCA Alto Lebrija CDMB (2020) y Cáchira Sur CDMB (2019)

Considerando que la identificación de las zonas de recarga responde a una etapa avanzada del conocimiento de las aguas subterráneas, las necesidades de información, para mejorar esta delimitación responde necesariamente al estado del Modelo Hidrogeológico Conceptual (MHC) que se tenga para el área. Un MHC integra la información geológica, hidrológica, hidrodinámica, hidráulica, hidroquímica e isotópica para ilustrar los procesos y flujos que ocurren en las dimensiones espaciales del dominio de los acuíferos (IDEAM, 2013).

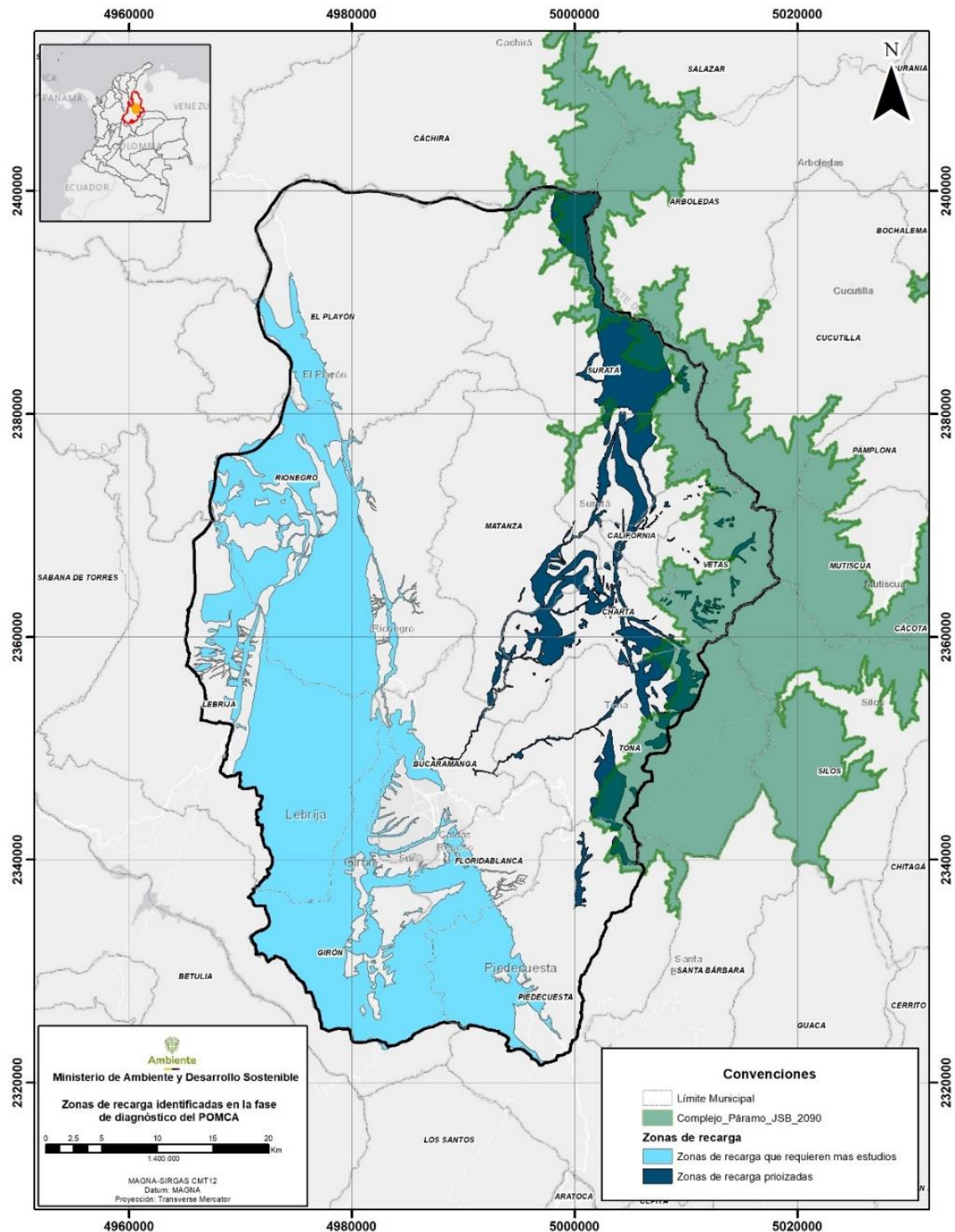


Figura 20. Zonas de recarga identificadas en la fase de diagnóstico de los POMCA Alto Lebrija y Cáchira Sur dentro del área de estudio.

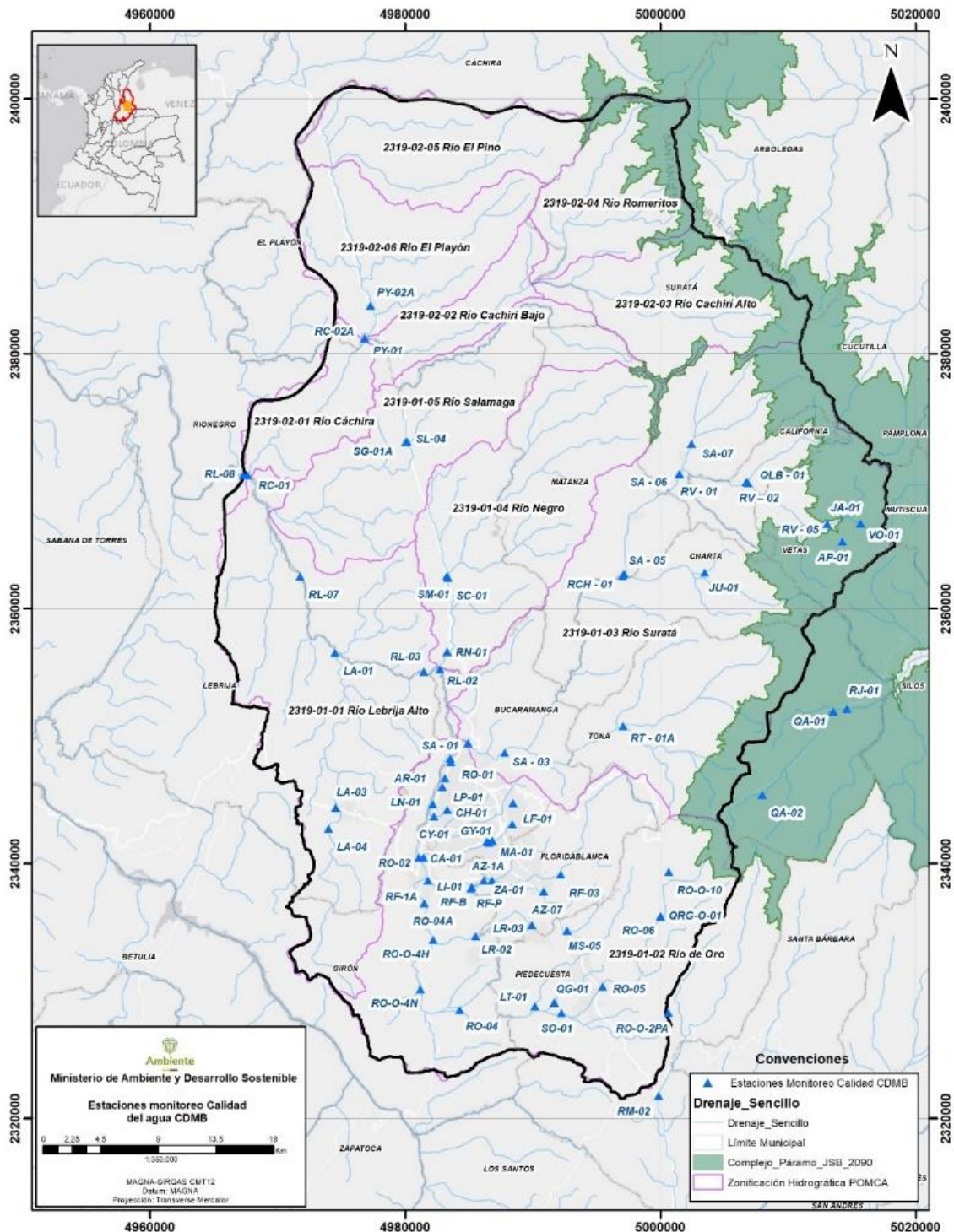
Fuente: Elaboración propia, a partir de información de POMCA Alto Lebrija CDMB (2020) y Cáchira Sur CDMB (2019)

Según la CDMB (2019, 2020), la información de los componentes de geología, hidrología, hidráulica, hidrogeoquímica e isotopía disponible en los mencionados POMCA no permite plantear un MHC robusto, sino por el contrario, unos catalogados como “básicos”. Particularmente, la CDMB (2020) sugiere que la información del inventario de puntos de aguas subterráneas se complementa y sostiene que se requiere la nivelación topográfica de los pozos para elaborar mapas de isopiezas que permitan conocer la distribución de la recarga, y con ello diferenciar las zonas de recarga, tránsito y descarga de los acuíferos. Complementariamente, la CDMB (2019, 2020) indica que los estudios abordados desde el componente isotópico, en caso de realizarse, deberían también enfocarse, entre otros aspectos, a la mejor delimitación de las zonas de recarga.

Finalmente, en las líneas estratégicas de los POMCA del Rio Alto Lebrija y Cáchira Sur, incluyen la de Protección conservación, y uso sostenible de la biodiversidad ecosistemas estratégicos y áreas protegidas (PCUSB) que involucra, entre otros proyectos, el de Conservación de ecosistemas estratégicos principalmente nacederos y cuencas abastecedoras de acueducto y que por ejemplo para el Alto Lebrija, espera lograr la identificación del 100% de ecosistemas estratégicos, la priorización de estos y el inicio de actividades de conservación en por lo menos el 50% los ecosistemas priorizados.

### *3.2.2.3 Contaminación de aguas superficiales, amenazas y vulnerabilidades asociados al recurso hídrico*

La CDMB tiene una amplia red de monitoreo de la calidad del agua (Figura 21), con la cual llevan registros de monitoreos de calidad del agua desde 2014, su red de monitoreo ha ido ampliándose a lo largo del tiempo, enfocándose en los puntos que identifican más críticos por afectaciones antropogénicas o por tener presencia de bocatomas de acueductos municipales y/o veredales en su jurisdicción. Para el año 2023, se incluyeron veintiún (21) puntos nuevos de monitoreo. Es importante continuar el seguimiento para establecer un comportamiento base de las fuentes hídricas, con el fin de mantener información de índices de calidad frente a cualquier afectación antrópica.



*Figura 21. Estaciones Monitoreo CDMB.*

Fuente: <http://caracoli.cdmb.gov.co/cai/rhc/estacalidad.html>

De manera general, los índices de calidad correspondientes al 2023 registraron un criterio de calidad Regular en un 58%, Aceptable (23%), Mala (18%) y Muy Mala (2%). Comparando con los resultados de calidad de 2022 se evidenció un aumento en la categoría de calidad Aceptable y una leve disminución en las categorías de Regular y Mala, estos resultados se atribuyen a los 21 puntos nuevos incluidos en la red de monitoreo.

*Tabla 17. Comparativos resultados de calidad ICA 2022 – 2023.*

COMPARATIVO ICA 2022 – 2023				
CATEGORIA ICA	2022		2023	
	# puntos	%	# puntos	%
BUENA	0	0%	0	0%
ACEPTABLE	16	19%	24	23%
REGULAR	51	60%	61	58%
MALA	28	21%	19	18%
MUY MALA	0	0%	2	2%

Fuente: Informe anual red de monitoreo calidad del agua año 2023

(<http://caracoli.cdmdb.gov.co/cai/rhc/repmdc.html>)

En el presente documento de caracterización y como parte del diagnóstico requerido para el área de estudio, se puntualizan a continuación algunos indicadores hídricos, que se consideran de gran importancia, con el fin de describir la dinámica actual y los posible escenarios futuros mediante la medición cuantitativa y cualitativa en la identificación de cambios en el tiempo y cuyo propósito es determinar el funcionamiento de un sistema (en este caso uno hídrico), alertando sobre la existencia de un problema (contaminación, desabastecimiento, presión, oferta, demanda hídrica, etc.), para permitir la toma de decisiones o medidas para solucionarlo.

De acuerdo con el Estudio Nacional del Agua (ENA) 2010, los indicadores que sintetizan las características y la incidencia de los factores climáticos e hidrológicos que incorporan la interacción con las actividades antrópicas corresponden a: Índice de Uso del Agua (IUA), Índice de Vulnerabilidad al Desabastecimiento (IVH), Índice de Calidad del Agua (ICA) e Índice de Alteración Potencial de la Calidad (IACAL).

A continuación, describiremos cada uno de estos 4 índices aplicados al área de estudio de acuerdo con la información reportada en los Estudios Regionales del Agua (ERA) llevados a cabo por la CDMB en su versión actualizada correspondiente al año 2019.

El primero de los 4 índices corresponde al Índice de Calidad del Agua (desarrollado por la National Sanitation Foundation); se determina a partir de nueve (9) parámetros que son: el Oxígeno Disuelto, Demanda Bioquímica de

Oxígeno, Nitrógeno Total, Fósforo Total, Sólidos Totales, Turbiedad, Coliformes Fecales, PH y Temperatura.

El ICA toma valores entre 0 y 100, los valores más bajos indican una peor calidad y mayores limitaciones para el uso del agua. La aplicación de ICA se utiliza como una herramienta para determinar el estado de las cuencas de la región en un tiempo determinado y con su análisis se puede evaluar las restricciones en los usos definidos en cada tramo de una corriente. (CDBM, 2000).

*Tabla 18. Valores promedio ICA cuenca Alto Lebrija y Cáchira Sur.*

ICA CDBM 2019			
Subcuenca	Punto	Promedio	Calificación
Río Playón	PY-01	62,74	Bueno
Río Playón	PY-02A	56,7	Bueno
Río Cachirí	RC-02A	61,44	Bueno
Río Cáchira	RC-01	57,52	Bueno
Subcuenca	Punto	Promedio	Calificación
Río Suratá	SA+07	79,90	Bueno
	SA+06	61,10	Bueno
	SA+05	54,20	Bueno
	SA+03	55,70	Bueno
	SA+01	38,30	Dudoso
Río Oro	RO+06	71,3	Bueno
	RO+05	63,4	Bueno
	RO+04	44,9	Dudoso
	RO+4A	44,9	Dudoso
	RO+02	24,4	Inadecuado
	RO+01	29,4	Inadecuado
Río Frío	RF+03	69,1	Bueno
	RF+P	47,3	Dudoso
	RF+B	16,2	Pésimo
	RF+1A	19,4	Pésimo
Río Lebrija	RL+02	36,6	Inadecuado
	RL+03	42	Dudoso
	RL+07	42,5	Dudoso
Río Negro	RN+01	53,2	Bueno

ICA CDMB 2019			
Quebrada Angula	LA+04	63,8	Bueno
	LA+01	62,9	Bueno
	LA+03	18,7	Pésimo
Río Vetás	RV+01	53,4	Bueno
	RV+02	56	Bueno
	QLB-01	60,04	Bueno
	RV+05	51,2	Dudoso
Río Tona	RT+01	61,2	Bueno
Río Charta	RCH+01	62,8	Bueno
Quebrada Samacá	SM+01	66,2	Bueno
Quebrada Santa Cruz	SC+01	65	Bueno
Río Salamaga	SL+04	70,3	Bueno
Río Silgará	SG+01A	59,6	Bueno

Fuente: Elaboración propia, a partir de información del Estudio Regional del Agua ríos Alto Lebrija y Cáchira Sur (CDMB – 2019)

De la tabla anterior se puede determinar que el promedio del ICA para el área de estudio obedece a un valor de **57,53**; lo cual, ubica este índice en la categoría de “Bueno”; con **23** puntos de muestreo de un total de **36**, es decir, el **63,89%** con información histórica disponible y actualizada. De igual forma de la información suministrada, se obtuvieron valores de ICA promedio para la subcuenca del río Alto Lebrija iguales a **55,47** y **59,6** para el caso del río Cáchira sur; ambos catalogados como ICA Bueno.

No obstante, se obtuvieron los datos de la categoría Bueno en la cuenca del río Alto Lebrija, se obtuvieron valores promedio de ICA en las categorías de Dudoso, 7 puntos (**19,44%**); e Inadecuado y Pésimo con 3 puntos cada uno para un total de **16,66%**, específicamente en las subcuencas de los ríos Suratá, Vetás, Oro, Frío y Lebrija.

Las aguas de las dos subzonas hidrográficas de esta área de estudio reciben un alto grado de contaminación proveniente de las aguas residuales de los cascos urbanos, generando una fuerte presión ambiental sobre estas áreas de desarrollo poblacional, ya que después del paso de las corrientes de agua por estos puntos, el uso estaría restringido para el regadío y en ningún caso para el consumo humano, ni abrevaderos del ganado.

Con respecto a los municipios cercanos al área del páramo de Santurbán, se presentan problemas en los nacimientos, puesto que algunos propietarios han deforestado las zonas de la vegetación nativa y las han colonizado con cultivos, afectando la calidad y cantidad de los nacimientos; en esas áreas, los problemas que se relacionan con el recurso hídrico no tienen que ver con la apropiación de una fuente hídrica, pues existen varias de las cuales surtirse, sin embargo en estas áreas el problema radica en la mala utilización del recurso, contaminación y deforestación, (CDMB, 2015).

De acuerdo con la información del ERA 2019 para el río Alto Lebrija, en el tema de calidad del agua, se hace referencia a la existencia de dos fenómenos simultáneos que están afectando la calidad del agua en la región, específicamente dentro del área de estudio; dichos fenómenos se refieren a la minería desarrollada y el cambio de uso del suelo para expansión de la frontera agrícola. En el primer caso, la comunidad se refiere a que se desarrolla una minería de tipo ancestral sin la utilización de químicos; sin embargo, con la llegada de las empresas mineras y con la explotación minera a gran escala, se ha visto disminuida la calidad del recurso, cambios en los cursos de las aguas y afectación en las aguas subterráneas, así como el cambio en el paisaje por la pérdida de bosque nativo.

El segundo fenómeno obedece ante al desarrollo de actividades de extracción de material de arrastre que han afectado el cauce de las fuentes hídricas y han traído un alto grado de contaminación del recurso puesto que la extracción de esos recursos se realiza con maquinaria pesada que se introduce dentro del río.

Otro punto identificado es la inexistencia de Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales en los municipios que conforman estas 10 subcuencas y por ende las aguas residuales llegan sin tratamiento al cauce de los ríos principales. Se identifican también problemáticas relacionadas con desplazamiento que generan presión sobre algunas áreas de bosque y humedal, intervenidas para ampliar la frontera agrícola, el suelo y el recurso hídrico, pues en la zona occidental del páramo de Santurbán, predominan los cultivos de cítricos y de piña, que necesitan grandes cantidades de agua.

La CDMB, desde el año 1999 ha venido realizando el cálculo de índice de calidad de agua. En dicho seguimiento, los datos reportados no muestran la calidad del agua en la totalidad de la cuenca (río Lebrija), por lo que el índice definido solo permite establecer que la cuenca presenta un alto grado de depuración ya sea por su morfología, por la baja demografía; no obstante, es necesario el establecimiento de puntos de monitoreo que garanticen el conocimiento y la dinámica de la cuenca por los procesos de contaminación presentes en ella.

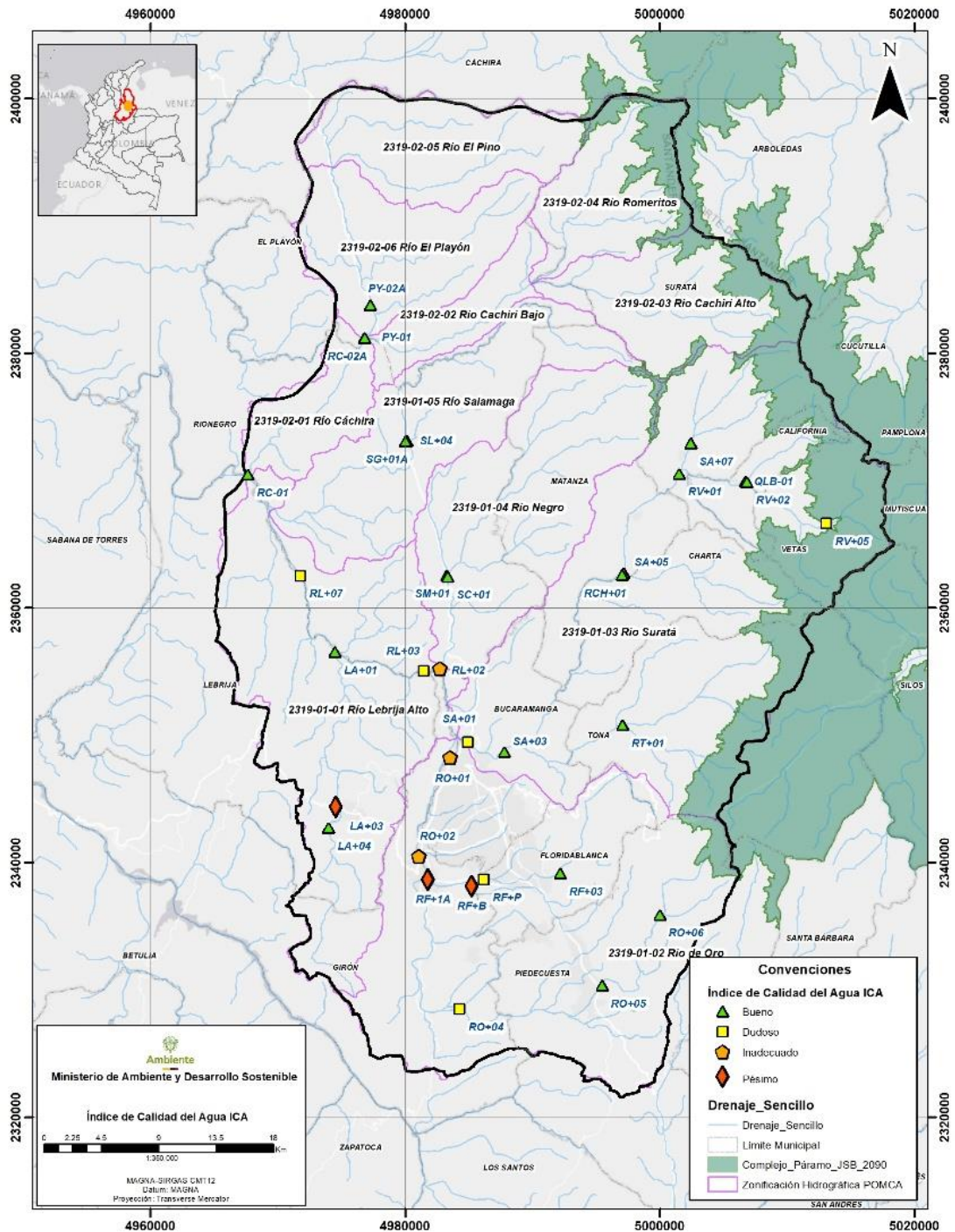


Figura 22. Índice de Calidad del Agua.

Fuente: Elaboración propia, a partir de información del Estudio Regional del Agua ríos Alto Lebrija y Cacha Sur (CDBM - 2019) y POMCA's Alto Lebrija (2020) y Cacha Sur (2019)

Seguidamente, en el ejercicio de caracterización del área de estudio; se analizó el Índice de Alteración Potencial de la Calidad del Agua (IACAL); dicho índice es un referente de la presión por contaminantes sobre las condiciones de calidad del agua en los sistemas hídricos superficiales, numéricamente es el promedio que surge de dividir las cargas estimadas de cada una de las cinco variables fisicoquímicas (NT+PT+SST+ (DQO-DBO)) / 5.

Tabla 19. IACAL – Área de Estudio Cuenca río Alto Lebrija y Cáchira Sur. POMCA - ERA

Código Cuenca	Cuenca	Código Subcuenca	Subcuenca	IACAL año normal		IACAL año seco	
				Valor	Clasificación	Valor	Clasificación
2319-01	Río Alto Lebrija	2319-01-01	Río Lebrija Alto	4.68	Muy Alto	4.84	Muy Alto
		2319-01-02	Río de Oro	5	Muy Alto	5	Muy Alto
		2319-01-03	Río Suratá	3.6	Alto	4.64	Muy Alto
		2319-01-04	Río Negro	4.06	Alto	4.93	Muy Alto
		2319-01-05	Río Salamaga	4.1	Alto	5	Muy Alto
2319-02	Río Cáchira Sur	2319-02-01	Río Cáchira	3	Medio Alto	4,2	Alto
		2319-02-02	Río Cachiri Bajo	3	Medio Alto	4,4	Alto
		2319-02-03	Río Cachiri Alto	3.2	Medio Alto	5	Muy Alto
		2319-02-04	Río Romeritos	2.6	Medio Alto	4,4	Alto
		2319-02-05	Río El Pino	4.6	Muy Alto	5	Muy Alto
		2319-02-06	Río El Playón	3.8	Alto	5	Muy Alto

Fuente: Elaboración propia, a partir de información del Estudio Regional del Agua ríos Alto Lebrija y Cáchira Sur ( CDMB – 2019 ) y POMCA 's Alto Lebrija (2020) y Cáchira Sur (2019)

El Índice de Alteración Potencial de Calidad del Agua (**IACAL**) calculado para la condición hidrológica de año normal muestra un comportamiento para las subcuencas del área de estudio; Muy Alto para el **27,27%** de las mismas; Alto para el **36,36%** de las subcuencas y Medio Alto para el restante **36,36%** de las subcuencas; lo que obedece principalmente a la presencia de área urbanas y centros poblados, así como la actividad pecuaria y algunos tipos de industria; de igual forma en las subcuencas, se presenta una probabilidad de presión alta, la cual se origina por las cargas pecuarias presentes en la zona y la población dispersa asentada en ellas.

El IACAL aquí relacionado, obedece principalmente a los aportes de cargas contaminantes como el DBO y DQO; situación exacerbada por las fallas de los pocos sistema de tratamiento de aguas residuales de los núcleos poblacionales asentados en la zona; así como de la gran generación de vertimientos basados en concentraciones importantes de nutrientes como por ejemplo el fosforo y el nitrógeno (usados principalmente como fertilizantes en las actividades agropecuarias); situación que afecta las fuentes superficiales.



De acuerdo con la información anterior, se puede observar en la Figura 23, que las subcuencas hidrográficas que presentan mayor presión en las fuentes hídricas en un año normal evidenciado a través del IACAL; corresponden a los ríos Lebrija Alto, Oro y El Pino con comportamientos de Muy Alto; los ríos Suratá, Negro, Salamaga y El Playón a la categoría de IACAL Alto; y finalmente los ríos Cáchira, Cachiri Bajo y Alto y el río Romeritos con categoría de IACAL Medio Alto.

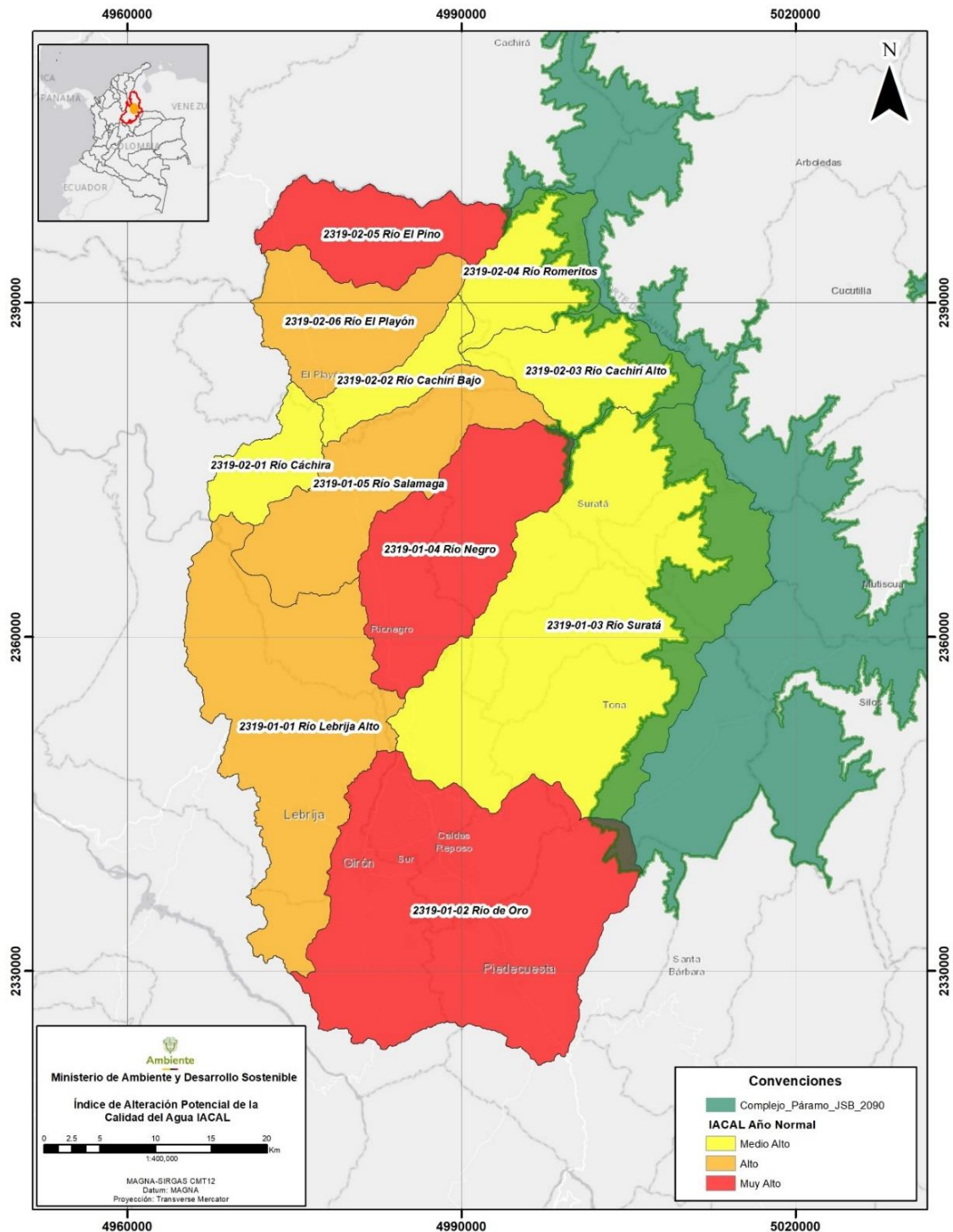


Figura 23. IACAL del Área de Estudio para Año Normal.

Fuente: Elaboración propia, a partir de información del Estudio Regional del Agua ríos Alto Lebrija y Cáchira Sur (CDMB – 2019) y de los POMCA Alto Lebrija (2020) y Cáchira Sur (2019)

En condiciones de año hidrológico seco (Figura 24), los indicadores de IACAL para DBO, DQO-DBO, SST, Nitrógeno y Fósforo, al igual que el valor ponderado, sufren un deterioro en su calificación debido a los caudales muy bajos de dilución, especialmente teniendo en cuenta las condiciones ambientales provocadas por el cambio climático, que acentúan los procesos de toxicidad como efecto de disminución de la dilución en las zonas de menos pluviosidad, además de una mayor incidencia de procesos de eutrofización y mayor proliferación de algas tóxicas.

Los valores para la condición seca del año describen que el **72,72%** de las subcuencas reflejan ahora valores de IACAL en la categoría Muy Alto y el **27,27%** restante de las cuencas, en un IACAL de categoría Alto, ubicando prácticamente todas las cuencas del área de estudio en las condiciones más críticas establecidas de alteración de la contaminación de las fuentes hídricas contenidas en la misma.

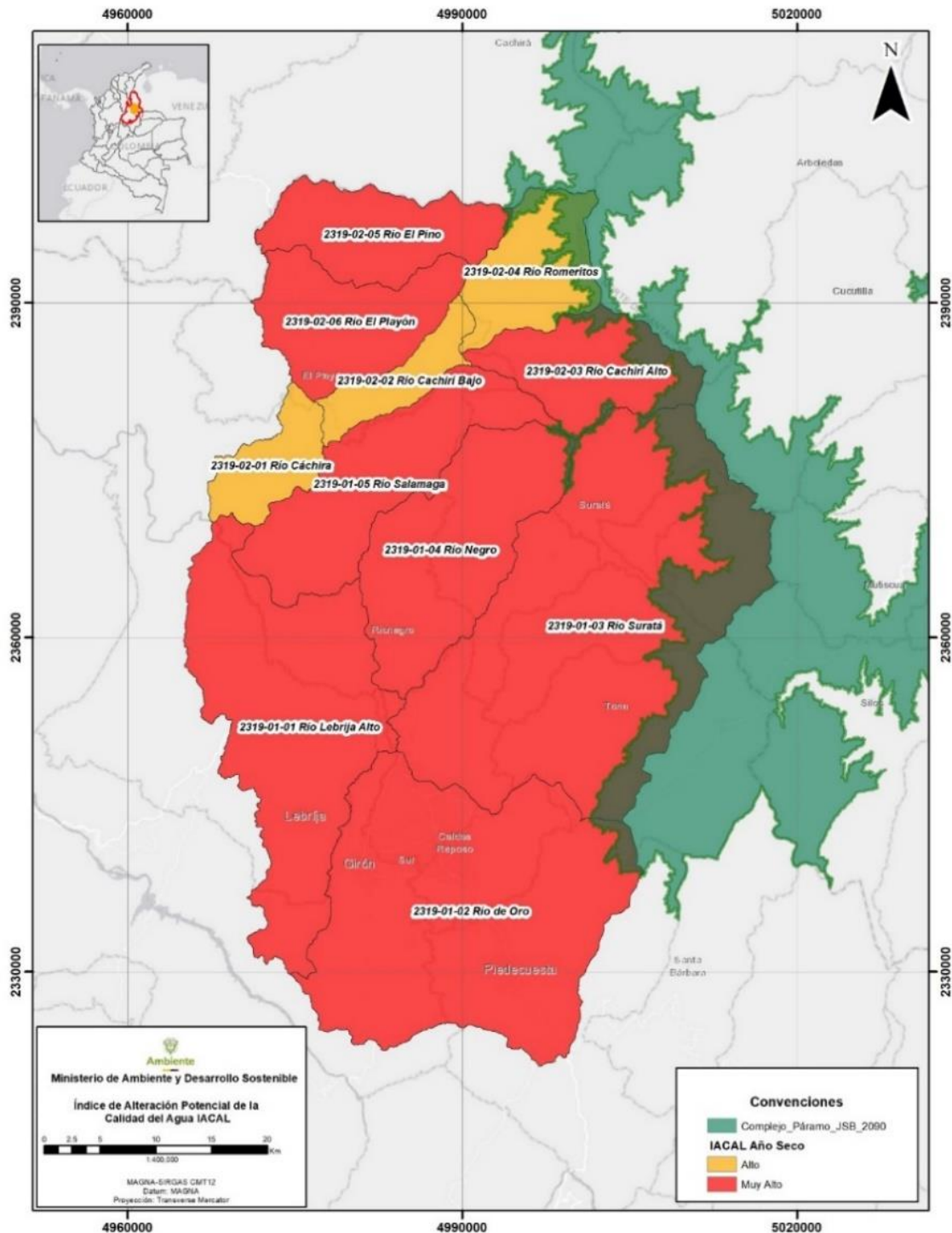


Figura 24. IACAL del Área de Estudio para Año Seco.

Fuente: Elaboración propia, a partir de información del Estudio Regional del Agua de las cuencas de los ríos Alto Lebrija y Cáchira Sur (CDBM – 2019) y POMCA´s Alto Lebrija (2020) y Cáchira Sur (2019)

De manera concluyente, las cuencas de los ríos Alto Lebrija y Cáchira Sur, presentan valores de IACAL que van desde Medio Alto, Alto y Muy Alto; lo que lleva a inferir la situación de gran afectación de los cuerpos de agua presentes en estos territorios debido a las dinámicas antrópicas que generan presiones por las diferentes actividades socioeconómicas desarrolladas en los mismos.

La afectación evidenciada por dicho indicador determina que, para el último cuatrienio, se muestra una alteración de la relación entre la carga contaminante que reciben las subcuencas de los ríos Alto Lebrija y Cáchira Sur y la oferta hídrica superficial de las mismas. Es decir, a medida que se incrementan las cargas vertidas por los diferentes sectores, se reduce la capacidad natural de autodepuración de los diferentes cuerpos de agua superficial que las reciben, se pierde su aptitud para ciertos usos específicos y se afecta la calidad de los beneficios ambientales y ecosistémicos que presta, especialmente considerando que la ciudad de Bucaramanga y su área metropolitana se surten en su gran mayoría a través de la cuenca del río alto Lebrija.

El tercer índice analizado, corresponde al Índice de Uso del Agua (IUA). Dicho índice se empleó en la caracterización del área de estudio con el fin de determinar la relación porcentual de la demanda de agua en relación con la oferta hídrica regional disponible, según la información disponible y suministrada por la CDMB en los POMCA 2019 y 2020 y ERA de los ríos Alto Lebrija y Cáchira Sur del año 2019.

En la siguiente tabla se indican los valores promedio calculados del índice de uso del agua para las subcuencas hidrográficas de los ríos Alto Lebrija y Cáchira Sur pertenecientes a la subzona hidrográfica del río Lebrija.

*Tabla 20. IUA Condición hidrológica (Año normal) Cuenca Alto Lebrija y Cáchira sur*

Código Cuenca	Cuenca	Código Subcuenca	Subcuenca	Índice Uso del Agua	
				IUA	Significado
<b>2319-01</b>	Río Alto Lebrija	2319-01-01	Río Lebrija Alto	5.48	Bajo
		2319-01-02	Río de Oro	30.26	Alto
		2319-01-03	Río Suratá	22.02	Alto
		2319-01-04	Río Negro	1.16	Muy Bajo
		2319-01-05	Río Salamaga	0,54	Muy Bajo
<b>2319-02</b>	Río Cáchira Sur	2319-02-01	Río Cáchira	0,090	Muy bajo
		2319-02-02	Río Cachirí Bajo	0,170	Muy bajo

Código Cuenca	Cuenca	Código Subcuenca	Subcuenca	Índice Uso del Agua	
				IUA	Significado
		2319-02-03	Río Cachirí Alto	0,180	Muy bajo
		2319-02-04	Río Romeritos	0,010	Muy bajo
		2319-02-05	Río El Pino	0,440	Muy bajo
		2319-02-06	Río El Playón	56,280	Muy Alto

Fuente: Elaboración propia, a partir de información del Estudio Regional del Agua ríos Alto Lebrija y Cáchira Sur (CDMB – 2019)

Durante un año con comportamiento hidrológico normal el Índice de Uso de Agua (IUA) presenta niveles Muy altos y Altos de presión de la demanda con respecto a la oferta disponible en las cuencas de los ríos El Playón, Suratá y río de Oro (**27,27%** de las subcuencas del área de estudio). Lo anterior obedece a que en estas subcuencas se ubican las captaciones para abastecer el área metropolitana de Bucaramanga, para consumo humano e industrial; y de varios acueductos municipales de Charta, Tona, Vetas, El Playón y California, generando las respectivas descargas de aguas residuales sin tratamiento originadas en dichos asentamientos a fuentes hídricas y al suelo. Sumado a esto, se debe tener muy en cuenta la informalidad de las actividades agrícolas y mineras en el área de estudio; las cuales, aportan una demanda considerable del recurso agua, la cual oficialmente no es inventariada por los diferentes estudios regionales del agua que desarrolla la autoridad ambiental.

Por otro lado, el **72,73%** restante de las subcuencas del área de estudio, presentan valores que categorizan este indicador en Muy Bajo. En términos generales el índice de uso de agua superficial de la cuenca tiene unos valores bajos lo cual, a mediano plazo, no implicaría un déficit hídrico o desabastecimiento para el consumo humano o las actividades agropecuarias.

En cuanto a los escenarios proyectados, se evidencia un IUA muy alto específicamente en la subcuenca del río Suratá, ante el aumento de presión por incremento de la demanda o disminución de la oferta de agua se puede presentar un evidente déficit hídrico.

Finalmente, ante escenarios de alteración de la oferta, aumento de la demanda y presión por descargas de aguas residuales expresados en el IUA y el IACAL, hace prever potenciales incrementos en críticas secas, un conflicto alto por el uso del agua; en donde la disponibilidad hídrica estaría comprometida por cantidad y calidad para atender la demanda.

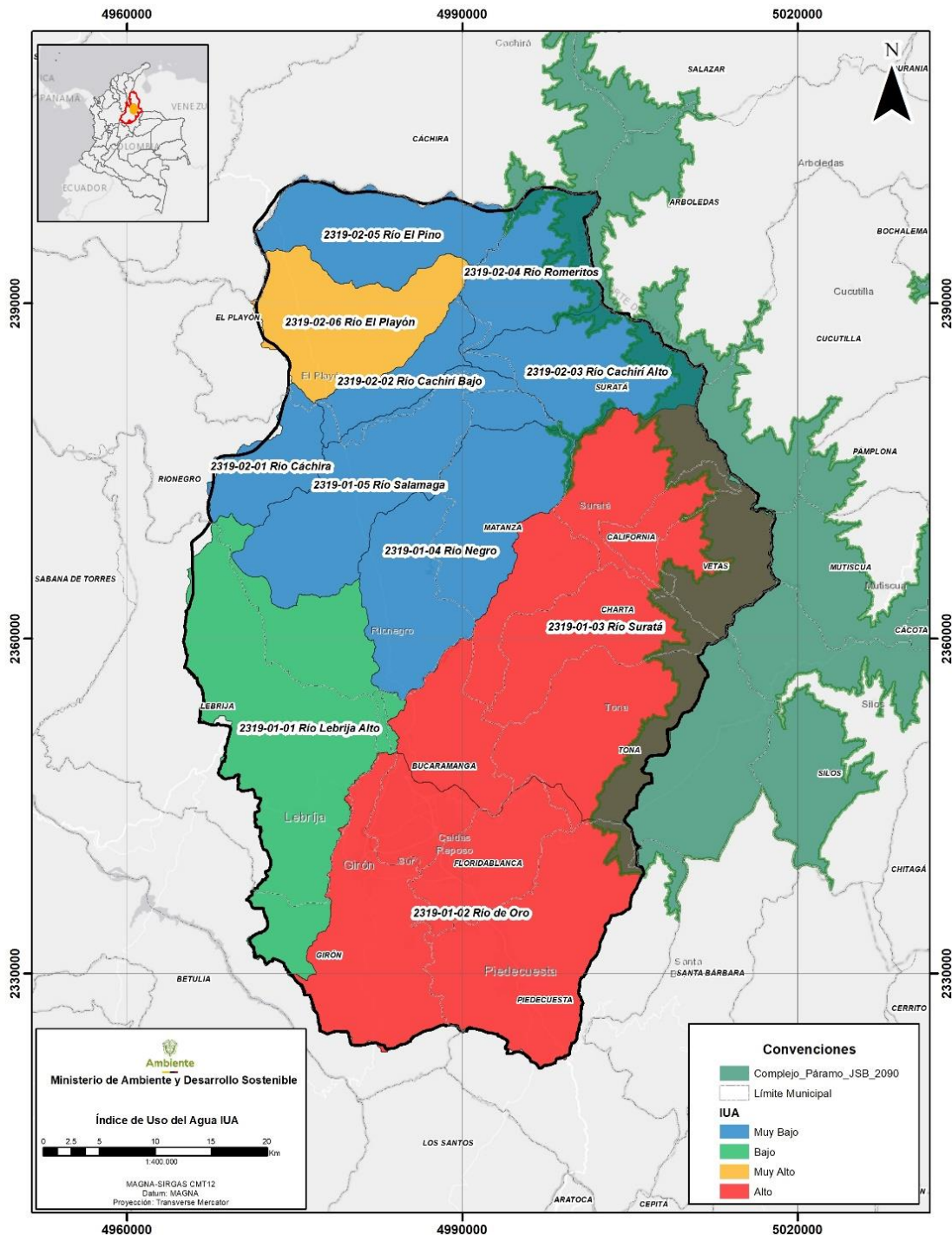


Figura 25. IUA Condición hidrológica (Año normal).

Fuente: Elaboración propia, a partir de información del Estudio Regional del Agua de las cuencas de los ríos Alto Lebrija y Cáchira Sur (CDBM – 2019) y POMCA´s Alto Lebrija (2020) y Cáchira Sur (2019)

Por último, en cuanto a los índices establecidos en la caracterización hídrica del área de estudio, se tiene el Índice de Vulnerabilidad Hídrica al desabastecimiento (IVH); entendido como un descriptor del grado de fragilidad del sistema hídrico, que relaciona la respuesta hidrológica de la cuenca, en cuanto a regulación, el uso de agua y ante amenazas, como periodos largos de estiaje o eventos como el Fenómeno cálido del Pacífico (El Niño). Es importante resaltar que, entre más alto es el uso del agua y menor la capacidad de regulación, la vulnerabilidad por desabastecimiento aumenta.

*Tabla 21. IVH Cuenca Alto Lebrija y Cáchira sur Condición hidrológica (Año normal)*

Código Cuenca	Cuenca	Subcuenca	Índice de regulación hídrica		Índice Uso del Agua		Índice de Vulnerabilidad por Desabastecimiento Hídrico (IVH).
			IRH	Descripción	IUA	Significado	
2319-01	Río Alto Lebrija	Río Lebrija Alto	0,91	Muy Alto	5.48	Bajo	Bajo
		Río de Oro	0,89	Muy Alto	30.26	Alto	Medio
		Río Suratá	0,91	Muy Alto	22.02	Alto	Medio
		Río Negro	0,91	Muy Alto	1.16	Muy Bajo	Muy Bajo
		Río Salamaga	0,89	Muy Alto	0,54	Muy Bajo	Muy Bajo
2319-02	Río Cáchira Sur	Río Cáchira	0,91	Muy Alto	0,090	Muy bajo	Muy Bajo
		Río Cachirí Bajo	0,89	Muy Alto	0,170	Muy bajo	Muy Bajo
		Río Cachirí Alto	0,89	Muy Alto	0,180	Muy bajo	Muy Bajo
		Río Romeritos	0,90	Muy Alto	0,010	Muy bajo	Muy Bajo
		Río El Pino	0,95	Muy Alto	0,440	Muy bajo	Muy Bajo
		Río El Playón	0,93	Muy Alto	56,280	Muy Alto	Medio

Fuente: Elaboración propia, a partir de información del Estudio Regional del Agua de las cuencas de los ríos Alto Lebrija (CDMB, 2020) y Cáchira Sur (CDMB, 2019)

De la tabla anterior, se aprecia que las subcuencas más vulnerables al desabastecimiento hídrico en año hidrológico normal y con la agudización de la situación en tiempo seco son, las de los ríos El Playón, río de Oro y río Suratá. Dichas subcuencas, que abarcan casi el **30%** de un total de 11 subcuencas del área de estudio, se ubican en las categorías del IVH Medio; lo que conlleva a que dichos ecosistemas presenten niveles de media vulnerabilidad para mantener la oferta de abastecimiento de agua.

El uso primordial del recurso hídrico en las cuencas de los ríos Alto Lebrija y Cáchira Sur, lo constituye el suministro para el consumo de la población asentada, especialmente en el Área Metropolitana de Bucaramanga y suplir la demanda de actividades agrícolas, mineras e industriales a lo largo del área de estudio. Las cinco áreas o zonas importantes que abastecen a centros urbanos se encuentran definidas de la siguiente manera: la primera área corresponde a la microcuenca del Río Suratá, donde se ubican las captaciones sobre la cuenca del río Tona y la estación de bombeo de Bosconia sobre el río Suratá. Una segunda área se encuentra delimitada en la parte alta de la microcuenca La Angula, abastecedora de la población de Lebrija. La tercera área concierne a la parte alta del río Frío, que le suministra a la población de Floridablanca y Río Hato, que abastece el acueducto de Ritoque; una cuarta área se define en la parte alta del Río de Oro, que abastece a la comunidad de Piedecuesta y una quinta área, la Subcuenca hidrográfica de El Playón o Playonero, que alberga un número considerable de actividades industriales.

Las transformaciones en la región debido, entre otras, a la ampliación de la frontera agrícola y al desarrollo de la minería, aumenta el riesgo de desabastecimiento, principalmente en eventos extremos como fenómeno del niño o la niña.

Las subcuencas restantes, correspondientes al **70%**, presentan un índice de vulnerabilidad por desabastecimiento en categorías entre Baja y Muy Baja. En estos casos, las subcuencas son capaces de soportar un periodo seco prolongado debido a las buenas prácticas de conservación y uso del recurso hídrico. Sin embargo, es pertinente poner a consideración una regulación hídrica adecuada y mejorar las prácticas de manejo agrícola, especialmente en el uso del recurso hídrico; ya que, una sobreutilización del recurso sumado a la variabilidad en las temperaturas puede afectar directamente la presencia del recurso hídrico.

De acuerdo con los valores referenciados del IVH, la vulnerabilidad baja invita a adoptar medidas de adaptación tendientes a mantener las condiciones que permiten la regulación de la cuenca con el fin de mantener la oferta de agua, esto es mantener la integridad en el ecosistema (en particular la relación agua, suelo y biodiversidad) que se puede traducir en medidas de transformación productiva, uso eficiente del recurso y conservación de ecosistemas. Las subcuencas hidrográficas del río El Playón, río de Oro y río Suratá presenta un índice de vulnerabilidad hídrica Medio, indicando un riesgo mayor de desabastecimiento en esta cuenca; lo que sugiere la necesidad de tomar acciones en el corto o inmediato plazo tendientes a evitar la transformación del ecosistema, transitar a procesos productivos regenerativos, restauración y conservación de los ecosistemas.

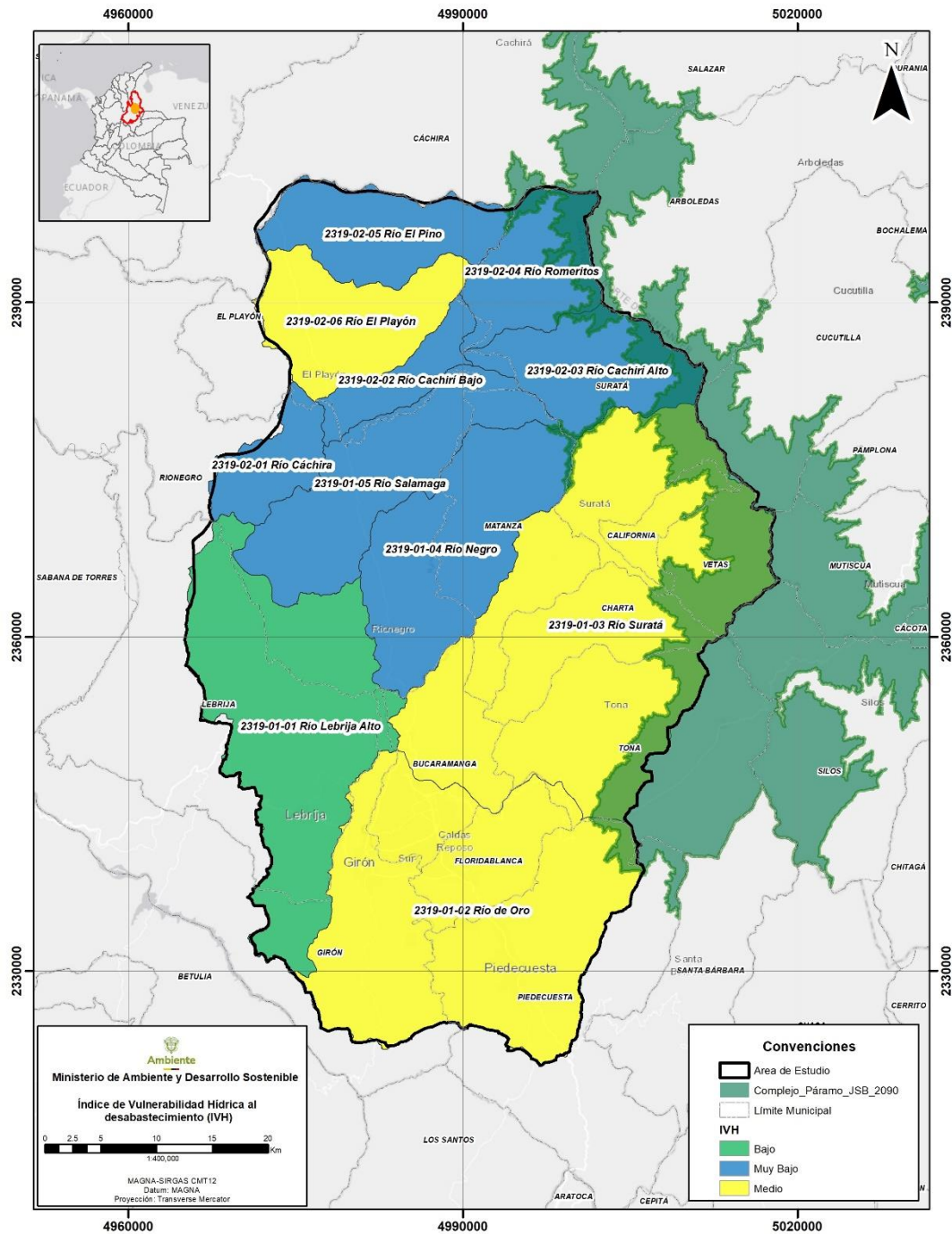


Figura 26. IVH del Área de Estudio, Condición hidrológica Año Normal.

Fuente: Elaboración propia, a partir de información del Estudio Regional del Agua de las cuencas de los ríos Alto Lebrija y Cáchira Sur (CDMB, 2019) y de los POMCA Alto Lebrija (CDMB, 2020) y Cáchira Sur (CDMB, 2019)

### 3.2.3 Áreas con procesos de degradación que requieran acciones de restauración

#### 3.2.3.1 Prioridades de restauración a partir de la integridad ecológica

En el presente ítem se describe el concepto de la integridad ecológica, resaltando su importancia en el procesos de conservación de los recursos naturales renovables como componentes de los ecosistemas y su interpretación en el área de estudio, considerando este término con un concepto integral que no solo incluye el estado de la biodiversidad en términos de composición, función y estructura, sino que permite conocer cuáles son las áreas dónde está integridad ecológica es alta y debe ser objeto de especial manejo mediante estrategias de conservación in situ, así como dónde los valores son bajos y por tanto serán necesarios procesos de restauración, rehabilitación y recuperación.

Es así como Angermeier y Karr (1994) plantean la integridad ecológica cómo el concepto más completo e incluyente que permite conocer el escenario de la conservación de los ecosistemas, complementando este concepto por Parrish (2003) que indica que la integridad ecológica se da cuando las características dominantes y los procesos tienen desarrollo dentro de rangos naturales de variación y tienen la capacidad de recuperarse de disturbios de origen ambiental o antrópico.

El insumo de integridad ecológica aportado por el Instituto Alexander Von Humboldt (IavH), es construido con base en la diversidad de ecosistemas, la integridad de coberturas y los servicios ecosistémicos y es el punto de partida para la implementación de la Estrategia Nacional de Restauración cómo programa de gobierno para el cumplimiento de lo establecido en la meta de restauración de 753.000 ha antes del año 2026.

Se identificó entonces, que, en el área de estudio de acuerdo con el insumo geográfico de la distribución nacional de integridad ecológica definida en el estudio del IAvH, existen tres categorías de clasificación de integridad ecológica distribuidas en las siguientes áreas:

*Tabla 22. Clasificación de la integridad ecológica, según metodología del IAvH.*

<b>Integridad Ecológica</b>	<b>Área (ha)</b>
Muy Baja	34.509,22
Baja	143.355,2
Media	78.582
<b>Total</b>	<b>256.446,4</b>

*Fuente: MinAmbiente, 2024.*

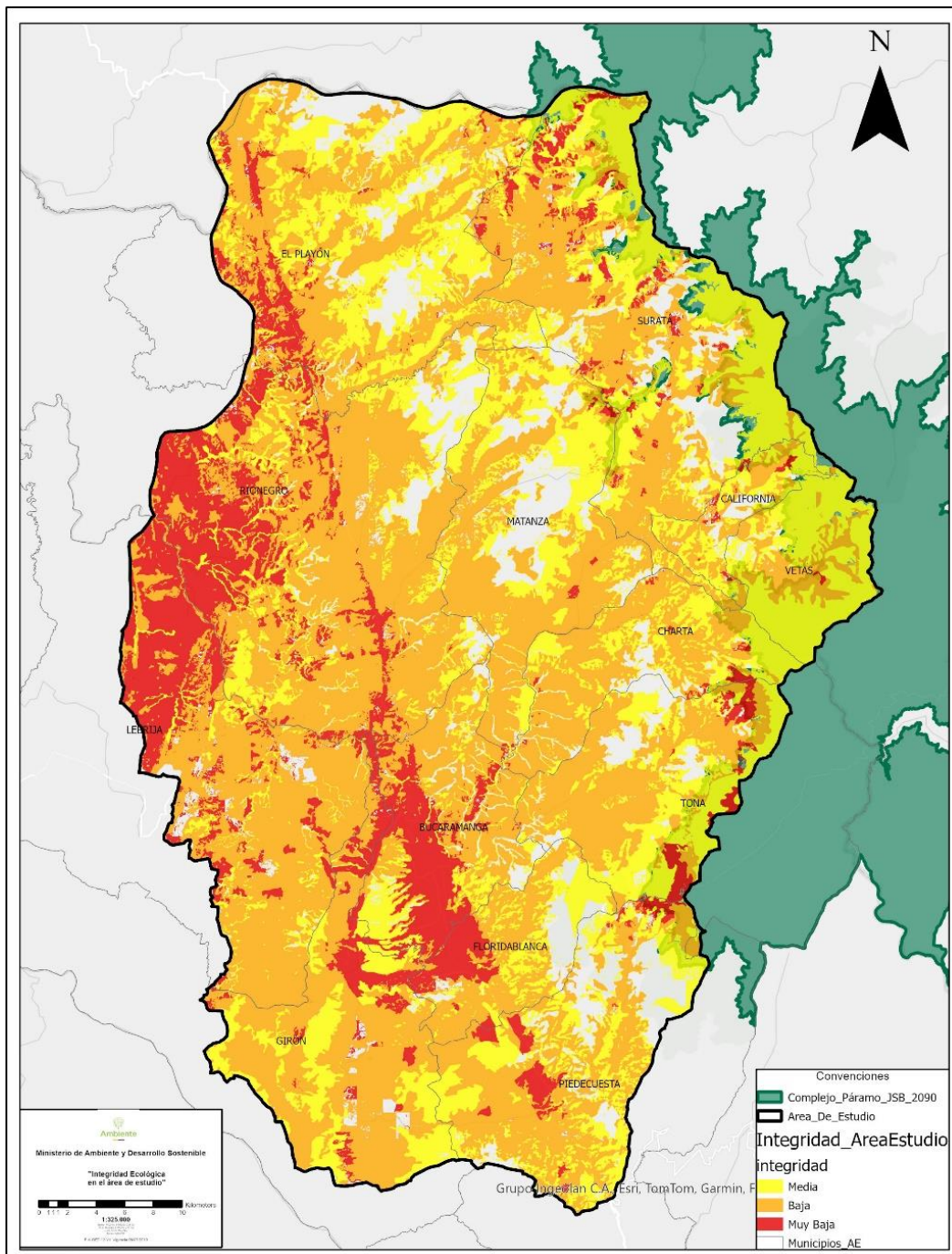


Figura 27. Prioridades de restauración por integridad ecológica en el área de estudio.

Fuente: MinAmbiente, 2024.

El análisis evidencia que la integridad ecológica en el área de estudio se encuentra en categorías bajas (muy baja y baja) con un área de 177.864,42 ha, lo cual indica que se deben priorizar acciones encaminadas a procesos de restauración, rehabilitación y recuperación de los ecosistemas presentes, con el objetivo de recuperar características propias de composición, función y estructura de los ecosistemas en el área de estudio, y que a su vez coinciden con aquellas áreas que deben ser priorizadas para establecer estrategias de conectividad entre áreas protegidas evitando fragmentación de ecosistemas por actividades productivas u otras dinámicas poblacionales propias de la región.

Por esta razón, las estrategias de restauración deben estar articuladas para aportar con los procesos de conservación en el concepto amplio que se da en la Política de Gestión Integral de la Biodiversidad y los Servicios Ecosistémicos.

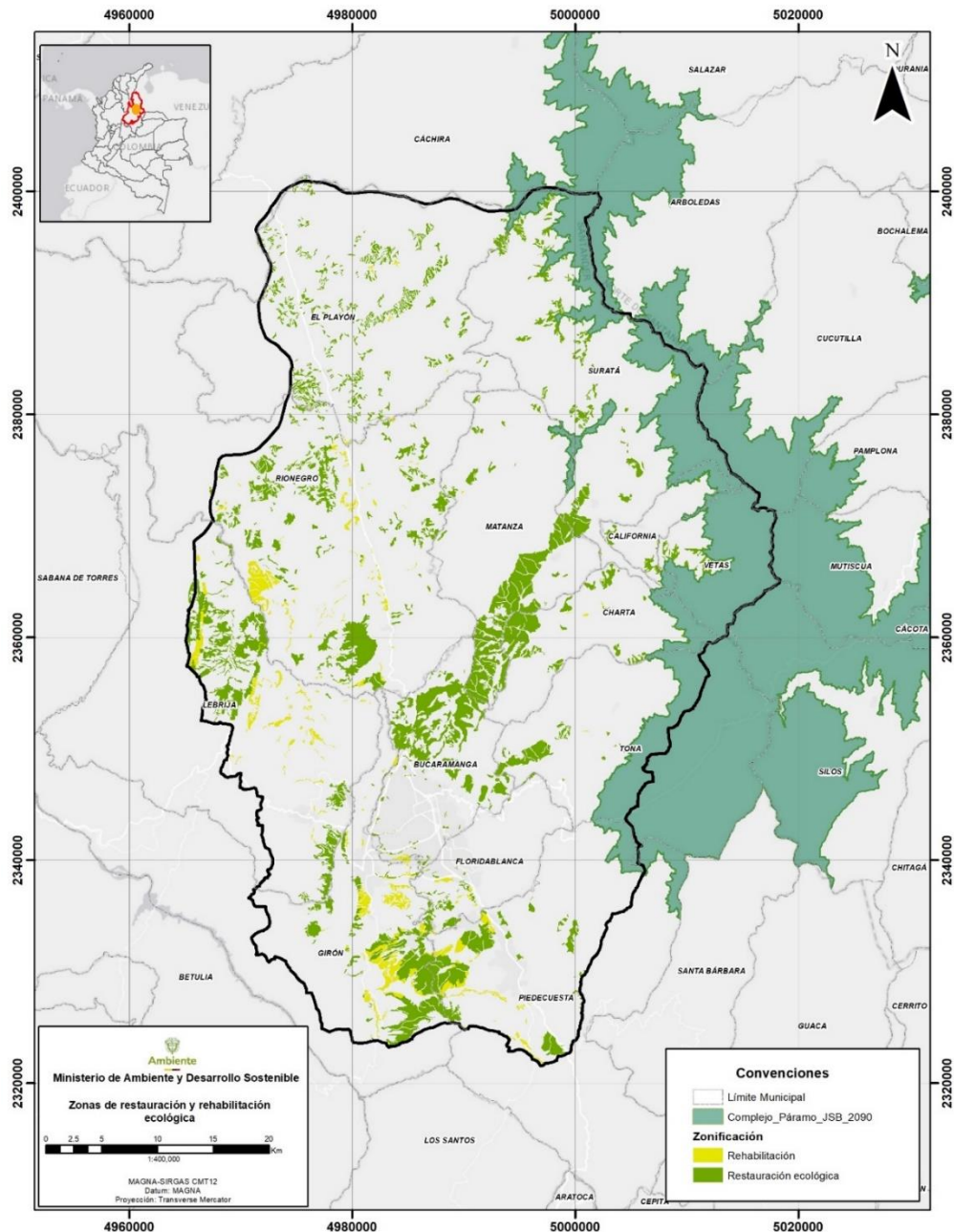
### *3.2.3.2 Necesidades de restauración definidas en los POMCA*

Dentro de las categorías de protección y conservación ambiental definidas en las zonificaciones ambientales de los POMCA río Alto Lebrija y río Cáchira Sur, que hacen parte de las determinantes ambientales derivadas de estos instrumentos de planificación, se determinaron las zonas de uso y manejo ambiental definida como Áreas de Restauración, encaminadas al restablecimiento parcial o total de la composición, estructura y función de la biodiversidad y los servicios ecosistémicos en la cuenca, que hayan sido alteradas o degradadas. Para lograr este propósito en la zona de conservación y protección se distinguen las subzonas de uso y manejo ambiental de restauración ecológica y las de rehabilitación, que de acuerdo con el Plan Nacional de Restauración Ecológica, Rehabilitación y Recuperación de Áreas Disturbadas (MinAmbiente, 2015) se definen como sigue:

**Restauración ecológica:** Es el proceso de restablecer el ecosistema degradado a una condición similar al ecosistema predisturbio respecto a su composición, estructura y funcionamiento. Además, el ecosistema resultante debe ser un sistema autosostenible y debe garantizar la conservación de especies, del ecosistema en general, así como de la mayoría de sus bienes y servicio. La intervención en dichas áreas tiene como objetivo Iniciar o acelerar procesos de restablecimiento de un área degradada, dañada o destruida con relación a su función, estructura y composición.

**Rehabilitación Ecológica:** Es el proceso de llevar al sistema degradado a un sistema similar o no al sistema predisturbio, éste debe ser autosostenible, preservar algunas especies y prestar algunos servicios ecosistémicos. La intervención en dichas áreas tiene como objetivo reparar la productividad y/o los servicios del ecosistema en relación con los atributos funcionales o estructurales.

Conforme lo anterior, al interior del área de estudio se identificaron un total de 25.661 hectáreas que serían objeto de restauración ecológica y 4.340 hectáreas que son objeto de rehabilitación, conforme los resultados de las zonificaciones ambientales de los POMCA anteriormente referidos, cuya distribución en el área de estudio se indica en la Figura 28.



*Figura 28. Zonas de restauración y rehabilitación ecológica.*

Fuente: Zonificación ambiental POMCA CÁCHIRA Sur 2019 y Zonificación Ambiental Alto Lebrija 2020, CDMB.

### **3.2.4 Algunos conflictos asociados a las actividades mineras sobre las áreas de importancia ambiental.**

Bajo la perspectiva de analizar dentro de área de estudio algunos conflictos socioambientales asociados con el desarrollo de actividades mineras en el área de estudio, se realizó una superposición y revisión de títulos y solicitudes mineras con las áreas y ecosistemas de importancia ambiental, y de manera particular, las áreas de importancia estratégica para la conservación de recursos hídricos identificadas y descritas con anterioridad en desarrollo de la caracterización, así como la identificación de subcuencas hidrográficas influenciadas directamente por el cinturón metalogénico y donde mayormente confluyen las actividades mineras al interior del área de estudio. A continuación, se presentan los resultados para cada uno de los análisis enunciados.

Como primera medida, se realizó una revisión de títulos y solicitudes mineras que se superponen con el área de estudio a partir de la consulta de Anna Minería con corte al 12 de septiembre de 2024, encontrando que existen 101 títulos y 78 solicitudes mineras que en conjunto tienen un cubrimiento de 44.220 hectáreas al interior del área de estudio. Igualmente, producto de la superposición de esta capa de títulos y solicitudes mineras con las áreas y ecosistemas de importancia ambiental, cuya espacialización y áreas de traslape se indican en la Figura 29 y Tabla 23.



**Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible**  
Dirección: Calle 37 #8 - 40, Bogotá D.C., Colombia  
Conmutador: (+57) 601 332 3400 - 3133463676  
Línea Gratuita: (+57) 01 8000 919301

*Tabla 23. Áreas y ecosistemas de importancia ambiental que se traslapan con títulos y solicitudes mineras.*

Áreas y ecosistemas de importancia ambiental	Denominación	Área (Ha) títulos Mineros	Área (Ha) solicitudes mineras	Total (Ha)
Parques Naturales Regionales	Páramo de Santurbán	1.140,13		1.140,13
Distritos Regionales de Manejo Integrado	Bucaramanga	202,04		202,04
Reservas de Recursos Naturales Temporales	Cañón Rio Lebrija	6,33		6,33
Áreas Complementarias para la Conservación - POMCA	Área Propuesta CDMB Ampliación DRMI Bucaramanga	26,63	30,63	57,25
	Suelos de Protección Municipio de Bucaramanga	199,67	26,04	225,71
	Suelos de Protección Municipio de Floridablanca		8,02	8,02
	Área de Reserva Forestal propuesta por la CDMB (Bosques de Matanza - Suratá)		1.458,19	1.458,19
	Predios adquiridos para la conservación de recursos hídricos	1,72	7,38	9,09
Áreas de importancia ambiental - POMCA	Bosque Seco	572,35	351,73	924,08
	Bosques Relictuales (alto andino, andino, galería y ripario)	2.327,86	12.054,59	14.382,46
	Ecosistemas de Humedal (de alta montaña y ríos)	120,19	74,40	194,59
	Rondas de protección Hídrica	350,30	1.694,27	2.044,57
	Subzonas de importancia ambiental - Índice Estado coberturas naturales - IECN		17,85	17,85
Subzonas de las áreas forestales protectoras - PGOF	AFP Rondas hídricas - AFP Restauración y AFP de Acueductos	1.088,94	4.617,25	5.706,19
Áreas de importancia ambiental IAvH	Bosque seco	696,14	2.325,30	3.021,44
<b>Total (Ha)</b>		<b>6.732,30</b>	<b>22.665,64</b>	<b>29.397,94</b>

Fuente: Elaboración propia, a partir de información de CDMB [PGOF (CDMB, 2019) – Categoría de Áreas y Ecosistemas de Importancia Ambiental en los POMCA Cáchira Sur, 2019 y Alto Lebrija, 2020 así como información de consulta en Anna Minería 2024.

Conforme los resultados de la superposición de títulos y solicitudes mineras con las áreas y ecosistemas de importancia ambiental indicados anteriormente, se puede concluir que alrededor de 29 mil hectáreas de áreas y ecosistemas estratégicos se encuentran en conflicto con títulos y solicitudes mineras, siendo las Áreas de Importancia Ambiental definidas en los POMCA las de mayor conflicto (17.564 hectáreas), seguidas de las Subzonas de las áreas forestales protectoras definidas por el Plan de Ordenación Forestal (5.706 hectáreas) y el Bosque Seco Tropical en 3.021 hectáreas.

De manera particular, se resalta el conflicto en 1.515 hectáreas que se superponen con las áreas Propuestas de la CDMB para la ampliación Distrito Regional de Manejo Integrado -DRMI- de Bucaramanga y la Reserva Forestal Bosques de Matanza - Suratá que hacen parte de la categoría de Áreas Complementarias para la Conservación definidas en el POMCA del Río Alto Lebrija.

De otra parte, bajo la misma revisión de títulos y solicitudes mineras que se superponen con las cuencas abastecedoras y áreas con potencial recarga hídrica que hacen parte de las áreas de importancia estratégica para la conservación de recursos hídricos identificadas en el área de estudio, se logró contrastar este conflicto, cuya espacialización y áreas de traslape se indican en la Figura 30.

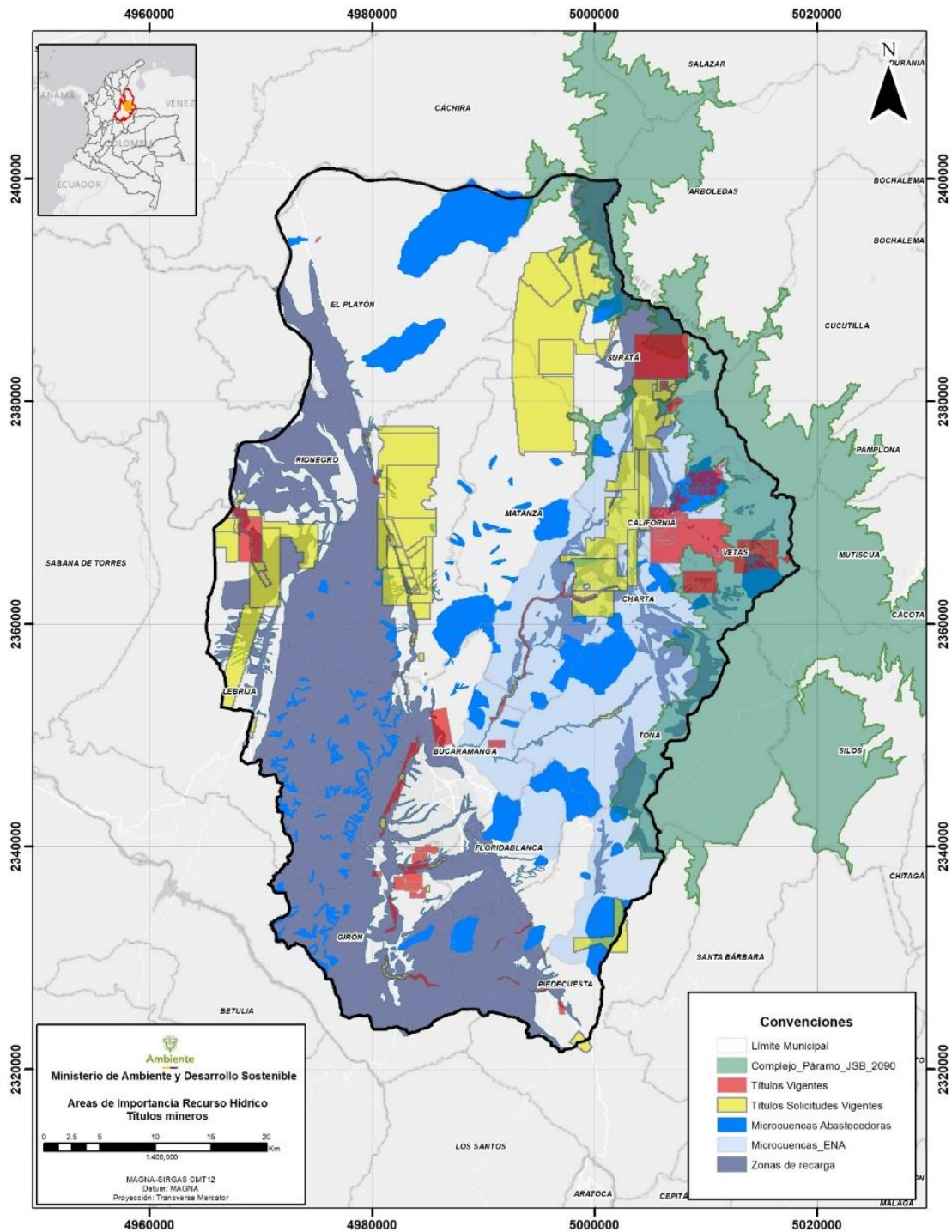


Figura 30. Superposición de títulos y solicitudes mineras con áreas de importancia estratégica para conservación del recurso hídrico en el área de estudio.

Fuente: ENA 2022, POMCA (Cáchira Sur 2019, Alto Lebrija 2020); ANNA Minería, 2024.

Conforme los resultados de la superposición de títulos y solicitudes mineras con las áreas de importancia estratégica para la conservación de recursos hídricos indicados anteriormente, aproximadamente 10.929 hectáreas se superponen con zonas potenciales de recarga de acuíferos, 3.879 hectáreas correspondientes a títulos mineros vigentes y las restantes 7.050 hectáreas correspondientes a solicitudes mineras. Sobre estas áreas en particular, vale la pena resaltar las áreas de potencial recarga hídrica localizadas hacia el Páramo de Santurbán – Berlín, al oriente del área de estudio, de las cuales, 5.816 hectáreas se encuentran en conflicto con títulos y solicitudes mineras.

Igualmente, refiriéndose a las cuencas abastecedoras de acueductos, especialmente a la subcuenca del río Suratá (conformada por las microcuencas Suratá Alto, río Vetás, río Charta, Suratá bajo y río tona) y las microcuencas del río Oro Alto y Río Frío que hacen parte de la subcuenca del río de Oro, alrededor de 13.710 hectáreas se encuentran en conflicto con títulos y solicitudes vigentes, en su gran mayoría sobre la cuenca del río Suratá (13.137 hectáreas), cuenca donde se concentra la mayoría de títulos mineros vigentes y gran parte de las solicitudes mineras.

Finalmente, con el fin de determinar dentro del área de estudio las subcuencas con mayor incidencia sobre el cinturón metalogénico (unidades geológicas que tienen condiciones favorables para contener tipos específicos de depósitos minerales, en este caso de oro, plata y cobre), así como de asociaciones de depósitos minerales, prospectos y ocurrencias de naturaleza similar, que configuran el Distrito Metalogénico Au–Ag Vetás-California, los cuales fueron referenciados en el contexto del área de interés de este documento, se realizó una superposición de las subcuencas con este cinturón, indicando igualmente la superposición de los títulos y solicitudes mineras sobre dichas subcuencas, tal como se aprecia en la Figura 31.

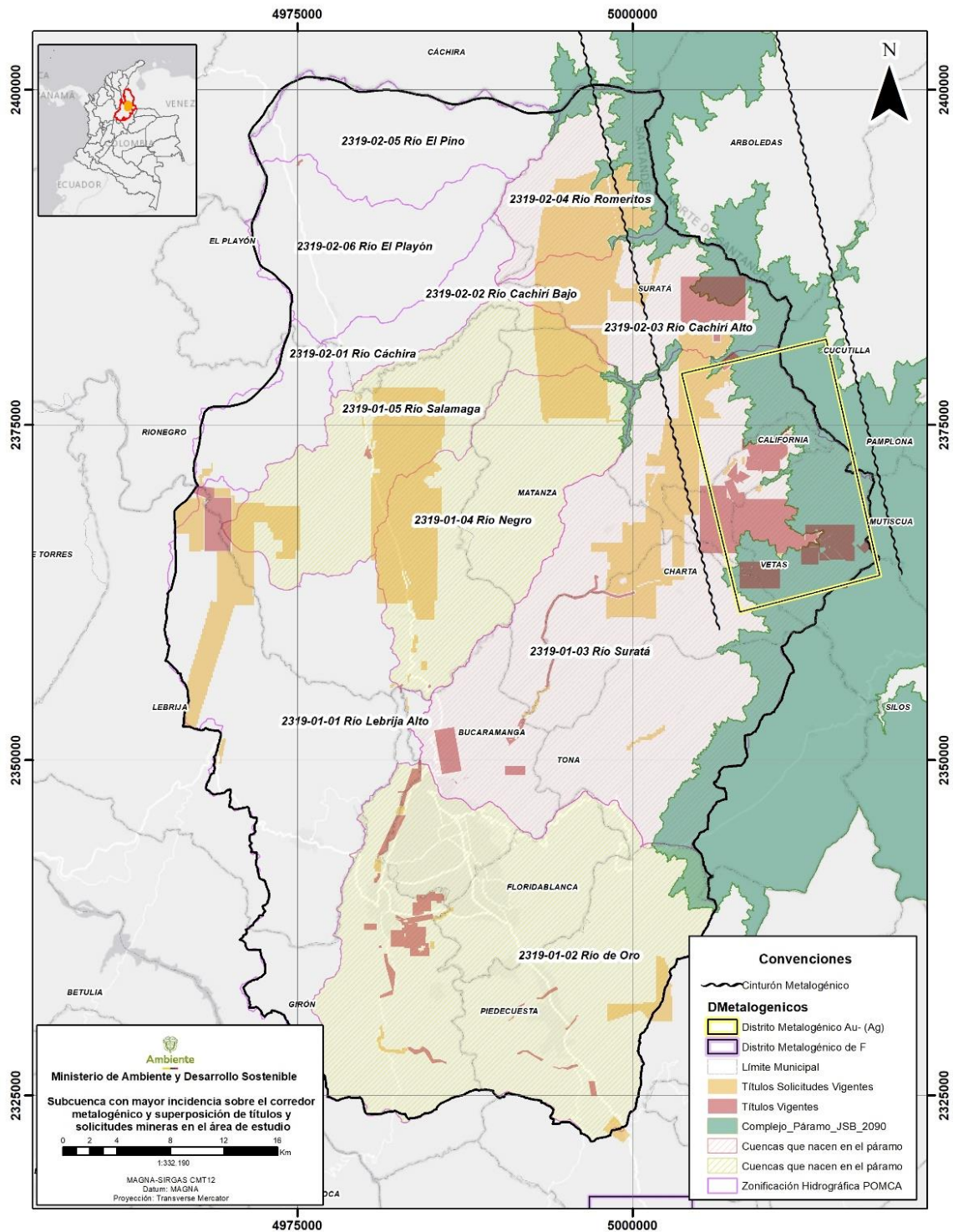


Figura 31. Subcuencas con mayor incidencia sobre el cinturón metalogénico y superposición de títulos y solicitudes mineras en el área de estudio.

Fuente: Elaboración propia, a partir de datos de ANM (2024), Sepúlveda et al. (2022)

De la superposición del cinturón metalogénico con las subcuencas definidas por los POMCA Río Alto Lebrija y río Cáchira Sur, se distinguen tres subcuencas conexas al complejo de páramos Jurisdicciones-Santurbán-Berlín, la Subcuenca del río Romeritos, la Subcuenca del río Cachirí y la subcuenca del río Suratá, que en su conjunto corresponden a las unidades hidrográficas que se distribuyen a lo largo del complejo de páramos dentro del área de estudio y donde se concentra la mayor parte de los títulos (65 títulos) y buena parte (37 solicitudes) de las solicitudes mineras, y por supuesto, donde es más evidente los conflictos socioambientales derivados del desarrollo de esta actividad.

## **4 DEFINICIÓN Y DELIMITACIÓN DE PROPUESTA DE ZONA DE RESERVA DE RECURSOS NATURALES DE CARÁCTER TEMPORAL**

### **4.1 Proceso metodológico para delimitar la propuesta de reserva de carácter temporal**

#### **4.1.1 Descripción general de la metodología del modelo de idoneidad**

La metodología propuesta para aproximar la delimitación del polígono correspondiente a la zona de reserva temporal se basó en la implementación de un modelo de idoneidad aplicando el método de análisis de decisión multicriterio de software de Sistemas de Información Geográfica SIG (GIS-MCDA), que permite evaluar de forma sinérgica mediante superposición ponderada, las variables estudiadas a través de una escala estandarizada de valores que permite identificar dentro del área de estudio, aquellas zonas donde convergen por superposición con su máximo nivel de favorabilidad, las condiciones idóneas en función del objetivo planteado (Randal, Devillers, Luther, & Eddy, 2011) en este caso, para el establecimiento de la reserva de carácter temporal.

En cuanto a los criterios espaciales (variables geográficas analizadas) incorporados al modelo de idoneidad en el marco del análisis GIS-MCDA, estos se consideran de tipo explícito cuando la presencia de la variable geográfica dentro del área de estudio guarda relación directa con su grado de idoneidad, así como de tipo implícito cuando los datos crudos o los datos originales de la variable requieren ser transformados y clasificados para la asignación de su valor de idoneidad (Alanbari et al.2014) entendiendo por dato crudo (raw data<sup>7</sup>) todo aquel que ha sido recolectado y publicado sin procesamiento posterior por parte de quien lo genera.

Con respecto al desarrollo operativo del modelo de idoneidad en software de Sistemas de Información Geográfica SIG, para llevar a cabo los geoprocursos de preparación de los datos geográficos, así como para realizar las transformaciones de las variables analizadas en función de su tipo (explícito/implícito) y su posterior superposición ponderada mediante álgebra de mapas en el marco del GIS-MCDA, se utilizó el módulo de análisis espacial denominado “asistente de modelo de idoneidad” que incorpora el software SIG de escritorio ArcGIS Pro.

En cuanto al uso de los modelos de idoneidad en el marco del GIS-MCDA como parte de la estrategia metodológica de investigación para realizar la aproximación en la definición del polígono propuesto de la reserva temporal es preciso recordar que, según lo enunciado por Verd & Lozares (2016), una forma de clasificar las herramientas empleadas para desarrollar la estrategia metodológica de una investigación de cualquier naturaleza a partir de su enfoque es: a) enfoque deductivo y, b) enfoque inductivo, así:

- a) El enfoque deductivo implica que la teoría (hipótesis a partir de conocimiento previo) antecede la fase de investigación, por lo que los métodos empleados para obtener y analizar los datos permiten comprobar la hipótesis extraída del conocimiento teórico preexistente sobre el fenómeno estudiado.
- b) El enfoque inductivo implica que la teoría (hipótesis a partir de resultado) se sitúa en la fase final de la investigación y resulta de aplicar métodos para obtener y analizar datos que permitan adquirir conocimiento empírico (conocimiento descubierto) para formular una hipótesis generalizada sobre las características y el comportamiento del fenómeno estudiado.

De esta forma, los enfoques deductivo e inductivo operan de modo inverso (Verd & Lozares, 2016) y se pueden aplicar a modelos de idoneidad como parte de la estrategia metodológica para delimitar geográficamente una zona de reserva temporal, pues un modelo de idoneidad con enfoque deductivo permitiría validar la delimitación propuesta de un polígono previamente espacializado a partir del conocimiento teórico existente, mientras que un modelo de idoneidad con enfoque inductivo permitiría soportar la delimitación del polígono como resultado del análisis de las variables que lo describen y caracterizan. Para el caso de esta propuesta de reserva temporal se implementó un modelo de idoneidad con enfoque inductivo.

Con respecto a las fases metodológicas del modelo de idoneidad, se consideraron las fases propuestas por (Jeong, García-Moruno, & Hernández-Blanco, 2014) en el marco de la planificación espacial multicriterio, a saber:

i) definición del área de estudio, ii) conformación de mesa de expertos para selección de variables y asignación de pesos ponderados en el marco del análisis SIG de decisión multicriterio, iii) transformación de los datos originales de las variables a escala común de valores de idoneidad mediante software SIG, iv) superposición ponderada de variables y aplicación de parámetros de ajuste y v) identificación y delimitación del área idónea en función del objetivo planteado para el modelo.

No obstante, en la medida que en desarrollo de este documento ya fue definida el área de estudio y se surtió el proceso de caracterización de esta (ver Capítulo 3 “Definición y caracterización del área de estudio”) a continuación, se describen las demás fases propuestas por los autores referenciados anteriormente.

#### **4.1.2 Fase 2: Selección de los criterios espaciales (variables geográficas analizadas)**

Para seleccionar las variables geográficas (criterios espaciales) que se analizaron en el marco del modelo de idoneidad, se conformó una mesa de expertos técnicos y temáticos de las áreas técnicas del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, miembros de la Dirección de Gestión Integral de Recurso Hídrico - DGIRH, Dirección de Ordenamiento Ambiental Territorial y Sistema Nacional Ambiental DOAT-SINA, Dirección de Bosques, Biodiversidad y Servicios Ecosistémicos - DBBSE, y de la Dirección de Asuntos Ambientales, Sectorial y Urbana - DAASU quienes, a partir de las temáticas desarrolladas en la caracterización del área de estudio durante las sesiones de trabajo conjunto sostenidas entre el segundo semestre del 2023 y el primer semestre de 2024, seleccionaron ocho variables físico-bióticas y socioambientales que favorecen el área idónea en función del objetivo planteado para el modelo.

La selección de los criterios espaciales incluyó un análisis sobre la disponibilidad y uso de la información geográfica que sería incorporada al modelo de idoneidad en cuanto a sus escalas, formatos, fuentes de datos, cubrimiento espacial e interoperabilidad, concluyendo que además de las ocho variables principales, era necesario realizar un análisis de contraste entre el resultado que se obtuviera, y las variables que por su disponibilidad/usabilidad no harían parte del modelo de idoneidad pero que serían útiles para corroborar la coherencia temática y espacial del resultado obtenido. A continuación, se presentan las variables geográficas utilizadas para el modelo (Tabla 24).

Tabla 24. Variables Geográficas seleccionadas

VARIABLE	ESCALA	FUENTE
Ecosistemas estratégicos	25.000 – 100.000	POMCA - CDBM - Ambiente
Áreas naturales protegidas	25.000 – 100.000	RUNAP
Microcuencas abastecedoras	25.000 – 100.000	POMCA - ENA 2022
Zonas de recarga de acuíferos	25.000	POMCA
Áreas de restauración	25.000	POMCA
Conectividad ecológica	100.000	IAvH
Coberturas de la tierra	25.000	POMCA
Subcuencas con mayor incidencia de actividades mineras que nacen en el páramo	25.000	POMCA

Fuente: Elaboración propia Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2024.

#### 4.1.2.1 Consideraciones sobre la asignación de pesos ponderados a las variables del modelo de idoneidad en el marco del GIS-MCDA

Según Jeong, García-Moruno, & Hernández-Blanco (2014), para asignar pesos ponderados a las variables incorporadas a un modelo de idoneidad en el marco del análisis de decisión multicriterio se tienen dos alternativas, i) pesos diferenciales o ii) pesos iguales o equiponderados:

Con respecto a la asignación de pesos diferenciales, uno de los métodos más utilizados es el Proceso de Análisis Jerárquico (Analytic Hierarchy Process - AHP) propuesto por Thomas Saaty para la toma de decisión con juicios de expertos, basado en la construcción de una matriz cuadrada que enfrenta todas las variables objeto de estudio en filas y columnas; los expertos hacen una comparación con un par de variables a la vez (variable A vs. variable B) y les asignan una calificación con los números impares de 1 a 9 en cada caso para determinar cuál de las dos variables enfrentadas aporta en mayor medida al objetivo planteado o, a juicio del experto calificador, cuál de las dos variables explica la mayor parte del fenómeno estudiado. El criterio de calificación es el siguiente:

Calificación 1: se asigna cuando la variable A y la variable B contribuyen en la misma medida

Calificación 3: se asigna cuando la variable A contribuye levemente más que la variable B

Calificación 5: se asigna cuando la variable A contribuye fuertemente más que la variable B

Calificación 7: se asigna cuando la variable A contribuye predominantemente más que la B

Calificación 9: se asigna cuando la variable A contribuye absolutamente más que la variable B

Una vez calificada la matriz, se utilizan métodos matemáticos y estadísticos para calcular el peso ponderado diferencial (factor multiplicador) que se asigna a cada variable.

Finalmente, el método AHP es altamente recomendado para recoger de forma integral el conjunto de juicios individuales de las personas que conforman la mesa de expertos, pues les da un tratamiento cuanti-cualitativo para evitar sesgos atribuibles a juicios personales, a opiniones propias o a sofismas por parte de los expertos calificadores (Salas Bacalla, Leyva Caballero, & Calenzani Fiestas, 2014).

Con respecto a la asignación de pesos iguales o equiponderados, este método se emplea cuando los expertos concluyen por consenso que todas las variables analizadas tienen la misma importancia relativa en función del objetivo planteado, pues se considera para cualquier par de variables, que la variable A y la variable B contribuyen en la misma medida al objeto de estudio, de tal forma que la asignación equiponderada de pesos sería equivalente a asignar la calificación 1 a todos los pares de variables analizadas en el marco del método AHP.

Para el caso del modelo de idoneidad aplicado para la aproximación del área idónea en función del objetivo planteado para el modelo, se asignó una ponderación de pesos iguales o equiponderada ya que en el marco de la mesa de expertos se concluyó que cada una de las ocho variables físico-bióticas y socioambientales analizadas contribuye en la misma medida al objetivo planteado para el modelo.

#### **4.1.3 Fase 3: Asignación de valores normalizados de idoneidad: procesamiento, transformación y categorización**

Para realizar el análisis sinérgico de las siete variables físico-bióticas incorporadas al modelo de idoneidad, los datos ordinales, nominales, discretos o continuos originales (crudos) de cada variable según sea el caso, se transformaron a una escala común de idoneidad que toma valores enteros de 1 a 10, asignando una calificación de 1 a las condiciones menos favorables en términos de idoneidad y, de forma complementaria, asignando una calificación de 10 al grado máximo de idoneidad.

Con respecto a la transformación de los datos originales o crudos de las variables a sus respectivos valores de idoneidad, el módulo del asistente de idoneidad de ArcGis Pro permite tres transformaciones en función del tipo de dato original, así:

- Transformación basada en valores únicos: se aplica cuando existe una coincidencia exacta de relación uno a uno entre el valor original del criterio geográfico (variable analizada) y el valor de idoneidad. Para el caso en particular se aplicó esta transformación cuando los valores originales de una variable, cuantitativos o cualitativos, se encontraban categorizados, agregados o clasificados en rangos predefinidos, o cuando el valor de su idoneidad dependió de su presencia o ausencia dentro del área de estudio.
- Transformación basada en rangos de clases: se aplica cuando los datos originales o crudos de la variable son valores numéricos discretos o continuos (números enteros o decimales) que permiten su agregación en rangos homogéneos (rangos de clases), asignando a cada clase un valor diferente de idoneidad. Para el caso particular se aplicó esta transformación cuando los valores originales o crudos de una variable son datos numéricos discretos (números enteros) ordenados en una escala incremental (de mayor a menor).
- Transformación basada en funciones continuas: se aplica cuando los datos originales o crudos de la variable son valores numéricos discretos (números decimales) que representan mediciones cambiantes por motivo de su localización dentro del área de estudio. Esta transformación se sugiere para datos relacionados con la medición de fenómenos continuos y cambiantes en el espacio, tales como variables climáticas (temperatura, presión atmosférica, etc.) esto debido a que, para transformar los datos continuos originales a la escala de idoneidad, se aplican funciones matemáticas (lineales y no lineales). Para el caso particular de este modelo, se aplicó esta transformación cuando los valores originales de una variable son datos numéricos continuos (números decimales).

En las fichas descriptivas que se presentan a continuación, se detallan los (geo)procesamientos, las transformaciones y las categorizaciones de idoneidad realizadas en el software de Sistemas de Información Geográfica SIG ArcGis Pro 3.0.2, para cada una de las ocho variables físico-bióticas incorporadas al modelo de idoneidad, a la vez que se reporta la fuente para consulta y descarga de los datos originales (crudos), la entidad que los generó, su escala cartográfica o resolución espacial según sea el caso y la fecha en la que fue generada cada capa.

Tabla 25. Ficha descriptiva variable 1: Ecosistemas estratégicos.

FICHA DESCRIPTIVA VARIABLE 1: ECOSISTEMAS ESTRATÉGICOS
<p><b>Descripción del criterio espacial (variable geográfica):</b></p> <p>Corresponde a la unión de las variables de <b>Áreas Complementarias para la Conservación del POMCA</b> a escala 25k generada por la CDMB mediante la elaboración de dos (2) POMCAS: 2319-01 Río Alto Lebrija - NSS, en el año 2020, y 2319-02 Río Cáchira Sur - NSS, en el año 2019, en las cuales se cuenta con: Área propuesta CDMB ampliación DRMI Bucaramanga, Área propuesta CDMB bosques Matanza – Suratá, Área de Reserva Forestal propuesta por la CDMB (Bosques San José de la Sardina – El Playón), AICA Cerro La Judía, Suelos de Protección Municipio de Bucaramanga, Área Propuesta CDMB Cerros Orientales, Suelos de Protección Municipio de Floridablanca, Área de Reserva Forestal propuesta por la CDMB (Bosques de Matanza – Suratá), AICA Bosques secos del Valle del río Chicamocha, Predios adquiridos para la conservación de recursos hídricos. <b>Áreas de importancia ambiental del POMCA</b> a escala 25k generadas en los POMCAS 2019 – 2020, en las cuales se incorporan: Complejo de páramos jurisdicciones – Santurbán – Berlín, Bosque Seco, Bosques Relictuales (alto andino, andino, galería y ripario), Ecosistemas de Humedal (de alta montaña y ríos), Rondas de protección hídrica, Subzonas de importancia ambiental – Índice Estado coberturas naturales – IECN, Represamiento de Agua para consumo, Suelos Clase VIII (Forestales Protectoras). <b>Subzonas de las áreas forestales protectoras – PGOF</b> a escala 25k generadas por la CDMB octubre 2019, identificando AFP de rondas hídricas, AFP restauración y AFP de acueductos. <b>Bosque Seco Tropical</b> 100k generada por la Dirección de Bosques, Biodiversidad y Servicios Ecosistémicos – DBBSE en septiembre de 2020.</p>
<p><b>Procesamiento de la capa de entrada:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Unificación de todas las categorías en una sola capa mediante la herramienta unión de ArcGis.</li> <li>• Eliminación y ajuste de la información al límite del área de estudio.</li> <li>• Conversión a ráster, con una resolución espacial de 50 metros.</li> </ul>
<p><b>Transformación y categorización:</b></p> <p>Esta variable es un criterio explícito cuyos valores de idoneidad se asignan en función de la presencia o ausencia de los polígonos de ecosistemas estratégicos, se aplicó la transformación basada en valores únicos, de tal forma que las áreas con presencia consideran de máxima idoneidad (10) mientras que las áreas sin presencia se consideran de mínima idoneidad (5).</p> <p>Finalmente se genera la superficie (capa) ráster que se incorpora al análisis de superposición equiponderada; se aplica la simbología de la paleta de colores denominada “Multipart Color Scheme” donde el color rojo más intenso corresponde a las áreas menos idóneas, mientras que el color verde más intenso corresponde a las áreas con mayor grado de idoneidad.</p>

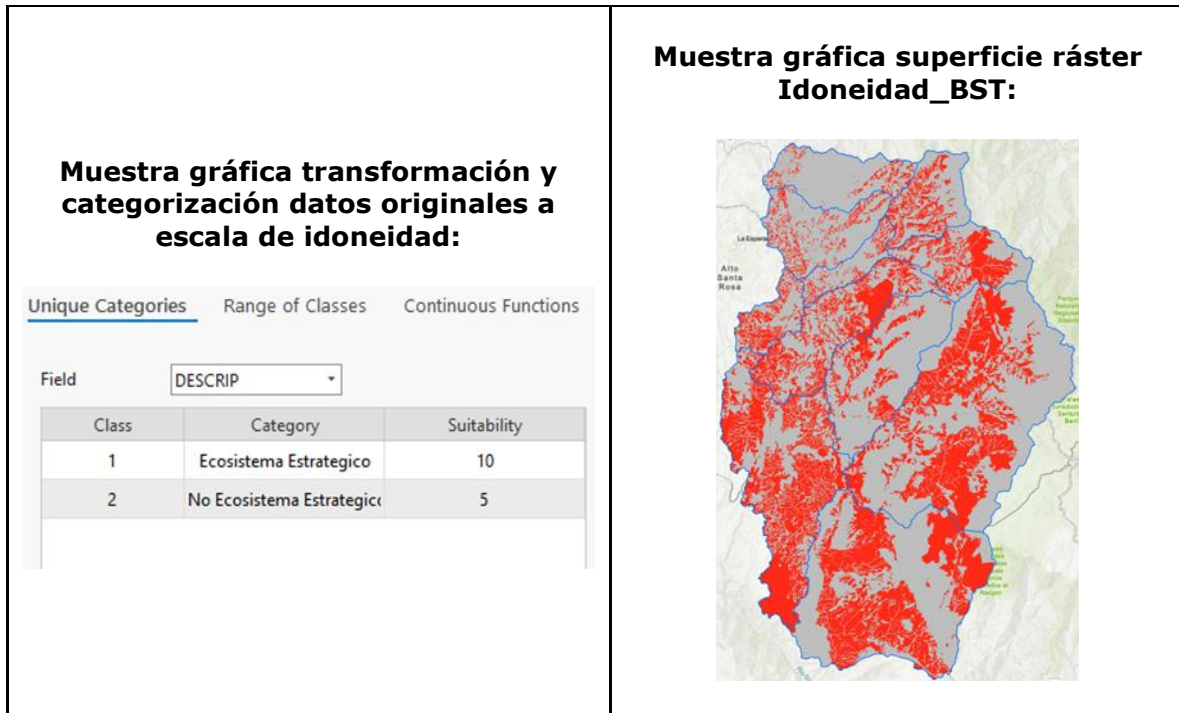


Tabla 26. Ficha descriptiva variable 2: Áreas protegidas y reservas temporales.

FICHA DESCRIPTIVA VARIABLE 2: ÁREAS PROTEGIDAS Y RESERVAS TEMPORALES
<p><b>Descripción del criterio espacial (variable geográfica):</b></p> <p>Corresponde a la unión de las áreas protegidas dispuestas por el Registro Único Nacional de Áreas Protegidas – RUNAP las cuales se encuentran a diferentes escalas 25k – 100k dispuestas por Parques Nacionales Naturales de Colombia, en las cuales se encuentran los <b>Parques Nacionales Regionales</b>: Páramo de Santurbán, Bosques Andinos Húmedos El Rasgón, Cerro la Judía, Bosques de Misiguay; <b>Distritos Regionales de Manejo Integrado</b>: Bucaramanga, Angula Alta – Humedal El Pantano, El Aburrido, Honduras; <b>Reservas Temporales de la Sociedad Civil</b>: La Victoria; y las Reservas de Recursos Naturales Temporales ubicadas en el área de estudio generadas por la DBBSE en 2023, dentro de las cuales se encuentra la <b>Zona de Protección y Desarrollo de Recursos Naturales Renovables y del Medio Ambiente</b> Área Protegida Microcuenca Río Tona, Cañón Río Lebrija.</p>
<p><b>Procesamiento de la capa de entrada:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Unificación de todas las categorías en una sola capa mediante la herramienta unión de ArcGis.</li> <li>Eliminación y ajuste de la información al límite del área de estudio.</li> <li>Conversión a ráster, con una resolución espacial de 50 metros.</li> </ul>
<p><b>Transformación y categorización:</b></p> <p>Esta variable es un criterio explícito cuyos valores de idoneidad se asignan en función de la presencia o ausencia de los polígonos de áreas protegidas, se aplicó la transformación basada en valores únicos, de tal forma que las áreas con presencia consideran de máxima idoneidad (10) mientras que las áreas sin presencia se consideran de mínima idoneidad (5).</p>

Finalmente se genera la superficie (capa) ráster que se incorpora al análisis de superposición equiponderada; se aplica la simbología de la paleta de colores denominada "Multipart Color Scheme" donde el color rojo más intenso corresponde a las áreas menos idóneas, mientras que el color verde más intenso corresponde a las áreas con mayor grado de idoneidad.

### Muestra gráfica transformación y categorización datos originales a escala de idoneidad:

Unique Categories    Range of Classes    Continuous Functions		
Field	DESCRIP	
Class	Category	Suitability
1	Área Protegida	1
2	Sin Área Protegida	10

### Muestra gráfica superficie ráster Idoneidad\_BST:

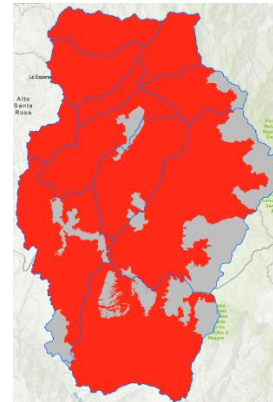


Tabla 27. Ficha descriptiva variable 3: Cuencas abastecedoras de Acueductos.

FICHA DESCRIPTIVA VARIABLE 3: CUENCAS ABASTECEDORAS DE ACUEDUCTOS	
<b>Descripción del criterio espacial (variable geográfica):</b> Corresponde a los servicios de aprovisionamiento de agua y de regulación de procesos ecosistémicos (regulación hídrica, regulación de la purificación del agua, sequías, entre otros fenómenos) se ven sustentados a través de la protección y conservación de áreas estratégicas denominadas microcuencas abastecedoras, presentes en las subzonas hidrográficas como prestadoras directas del servicio ecosistémico; en las áreas contiguas al páramo de Santurbán se ubican 43 microcuencas abastecedoras que abastecen municipios como Suratá, California, Vetás, Charta, Tona, Matanza, Bucaramanga, Floridablanca y Girón. Esta información se obtuvo de los POMCAS a escala 25k y del Estudio Nacional del Agua – ENA 2022 a escala 100k.	
<b>Procesamiento de la capa de entrada:</b> Unificación de todas las categorías en una sola capa mediante la herramienta unión de ArcGis. Eliminación y ajuste de la información al límite del área de estudio. Conversión a ráster, con una resolución espacial de 50 metros.	
<b>Transformación y categorización:</b> Esta variable es un criterio explícito cuyos valores de idoneidad se asignan en función de la presencia o ausencia de los polígonos de cuencas abastecedoras, se aplicó la transformación basada en valores únicos, de tal forma que las áreas con presencia consideran de máxima idoneidad (10) mientras que las áreas sin presencia se consideran de mínima idoneidad (5).	

Finalmente se genera la superficie (capa) ráster que se incorpora al análisis de superposición equiponderada; se aplica la simbología de la paleta de colores denominada "Multipart Color Scheme" donde el color rojo más intenso corresponde a las áreas menos idóneas, mientras que el color verde más intenso corresponde a las áreas con mayor grado de idoneidad.

**Muestra gráfica transformación y categorización datos originales a escala de idoneidad:**

Unique Categories		
Range of Classes		
Continuous Functions		
Field	DESCRIP	
Class	Category	Suitability
1	Sin Abastecedoras	5
2	Abastecedoras	10

**Muestra gráfica superficie ráster Idoneidad\_BST:**

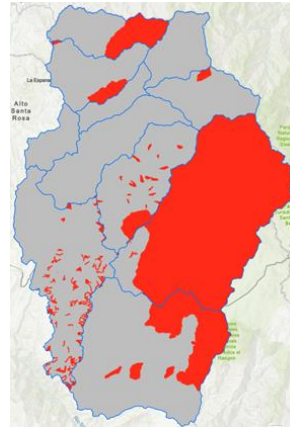


Tabla 28. Ficha descriptiva variable 4: zonas de recarga de acuíferos.

**FICHA DESCRIPTIVA VARIABLE 4:  
ZONAS DE RECARGA DE ACUÍFEROS**

**Descripción del criterio espacial (variable geográfica):**

Corresponde a las zonas de recarga identificadas en el marco de las fases de diagnóstico de los POMCA Alto Lebría y Cáchira Sur (CDBM, 2019; CDBM, 2020) a escala 1:25.000. Incluye las zonas de recarga priorizadas por la CDBM para la conservación y protección, localizadas hacia el Páramo de Santurbán – Berlín, en el oriente del área de estudio, así como aquellas, que se encuentra al occidente del área de estudio, sobre las cuales se recomendó realizar estudios de mayor detalle para poder delimitarlas de mejor manera.

**Procesamiento de la capa de entrada:**

- Unificación de todas las categorías en una sola capa mediante la herramienta unión de ArcGis.
- Eliminación y ajuste de la información al límite del área de estudio.
- Conversión a ráster, con una resolución espacial de 50 metros.

**Transformación y categorización:**

Esta variable es un criterio explícito cuyos valores de idoneidad se asignan en función de la presencia en mayor y menor proporción, y ausencia de los polígonos de zonas de recarga de acuíferos, se aplicó la transformación basada en valores únicos, de tal forma que las áreas con presencia consideran de máxima idoneidad (10) mientras que las áreas con presencia moderada (5) y se consideran de mínima idoneidad (3).

Finalmente se genera la superficie (capa) ráster que se incorpora al análisis de superposición equiponderada; se aplica la simbología de la paleta de colores denominada "Multipart Color Scheme" donde el color rojo más intenso corresponde a las áreas menos idóneas, mientras que el color verde más intenso corresponde a las áreas con mayor grado de idoneidad.

### Muestra gráfica transformación y categorización datos originales a escala de idoneidad:

Unique Categories		
Range of Classes		
Continuous Functions		
Field	DESCRIP	
Class	Category	Suitability
1	Sin Recarga	3
2	Occidente	5
3	Oriente	10

### Muestra gráfica superficie ráster Idoneidad\_BST:

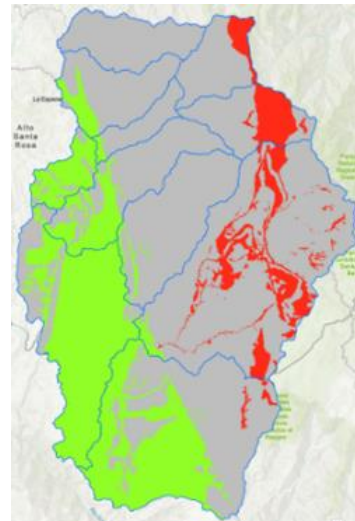


Tabla 29. Ficha descriptiva variable 5: Prioridades de restauración

FICHA DESCRIPTIVA VARIABLE 5: PRIORIDADES DE RESTAURACIÓN
<b>Descripción del criterio espacial (variable geográfica):</b> En el marco de los POMCA's aprobados (Alto Lebrija – Cáchira Sur) en la zona del Macizo de Santurbán, dentro de la zonificación ambiental, se identificaron las zonas prioritarias para la restauración con 3 estrategias diferentes para abordar esta temática: Áreas de recuperación para el uso múltiple, Rehabilitación, Restauración ecológica, escala 25k.
<b>Procesamiento de la capa de entrada:</b> Unificación de todas las categorías en una sola capa mediante la herramienta unión de ArcGis. Eliminación y ajuste de la información al límite del área de estudio. Conversión a ráster, con una resolución espacial de 50 metros.
<b>Transformación y categorización:</b> Esta variable es un criterio explícito cuyos valores de idoneidad se asignan en función de la presencia de mayor a menor proporción, incluyendo las zonas con ausencia de procesos de restauración, se aplicó la transformación basada en valores únicos, de tal forma que las áreas con presencia se consideran de máxima idoneidad (10) las zonas de restauración ecológica, seguida por rehabilitación (7), luego áreas de recuperación para el uso múltiple (5) y finalmente (2) a las áreas sin procesos de restauración.

Finalmente se genera la superficie (capa) ráster que se incorpora al análisis de superposición equiponderada; se aplica la simbología de la paleta de colores denominada "Multipart Color Scheme" donde el color rojo más intenso corresponde a las áreas menos idóneas, mientras que el color verde más intenso corresponde a las áreas con mayor grado de idoneidad.

**Muestra gráfica transformación y categorización datos originales a escala de idoneidad:**

Unique Categories    Range of Classes    Continuous Functions

Field: DESCRIP

Class	Category	Suitability
1	Baja	3
2	Muy Baja	1
3	Media	6
4	Alta	8
5	Muy Alta	10

**Muestra gráfica superficie ráster Idoneidad\_BST:**

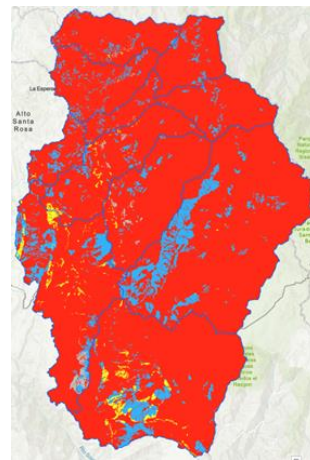


Tabla 30. Ficha descriptiva variable 6: Conectividad Ecológica

**FICHA DESCRIPTIVA VARIABLE 6:  
CONECTIVIDAD ECOLÓGICA**

**Descripción del criterio espacial (variable geográfica):**

Una de las principales causas de pérdida de biodiversidad de los bosques es su fragmentación, que genera a su vez pérdida de la calidad del hábitat de especies asociadas a estos importantes ecosistemas, así como disminución de los servicios ecosistémicos proporcionados entre otras afectaciones significativas. Colorado (2017), propone que una de las estrategias que mitigan el impacto de la fragmentación de los bosques, es el fomento del mantenimiento de corredores biológicos que garanticen la conectividad estructural y funcional de los elementos bióticos. El IAvH en el 2020.

**Procesamiento de la capa de entrada:**

- Unificación de todas las categorías en una sola capa mediante la herramienta unión de ArcGis.
- Eliminación y ajuste de la información al límite del área de estudio.
- Conversión a ráster, con una resolución espacial de 50 metros.

**Transformación y categorización:**

Esta variable es un criterio explícito cuyos valores de idoneidad se asignan en función de la presencia de mayor a menor proporción, se aplicó la transformación basada en valores únicos, de tal forma que las áreas con máxima idoneidad van de Muy Alta (10) a Muy Baja (1).

Finalmente se genera la superficie (capa) ráster que se incorpora al análisis de superposición equiponderada; se aplica la simbología de la paleta de colores denominada "Multipart Color Scheme" donde el color rojo más intenso corresponde a las áreas menos idóneas, mientras que el color verde más intenso corresponde a las áreas con mayor grado de idoneidad.

### Muestra gráfica transformación y categorización datos originales a escala de idoneidad:

Unique Categories    Range of Classes    Continuous Functions

Field: DESCRIP

Class	Category	Suitability
1	Baja	5
2	Muy Baja	3
3	Media	6
4	Alta	8
5	Muy Alta	10

### Muestra gráfica superficie ráster Idoneidad\_BST:

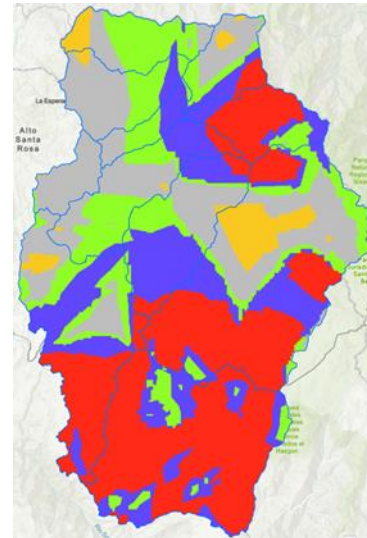


Tabla 31. Ficha descriptiva variable 7: Coberturas de la tierra

### FICHA DESCRIPTIVA VARIABLE 7: COBERTURAS DE LA TIERRA

#### Descripción del criterio espacial (variable geográfica):

En el marco de los POMCA's del Río Alto Lebrija – NSS (2319-01), del 2020, y Río Cáchira Sur – NSS (2319-02), del 2019, se generó la capa de coberturas de la tierra con metodología Corine Land Cover a escala 25.000, con base en la leyenda fueron seleccionadas las siguientes categorías: Arbustal, Bosque de galería y ripario, Bosque denso, Bosque fragmentado, Herbazal, Mosaico de pastos con espacios naturales, Pastos enmalezados, Vegetación secundaria o en transición, y para complementar el cubrimiento del área de estudio se da el valor más bajo a las otras categorías.

#### Procesamiento de la capa de entrada:

- Unificación de todas las categorías en una sola capa mediante la herramienta unión de ArcGis.
- Eliminación y ajuste de la información al límite del área de estudio.
- Conversión a ráster, con una resolución espacial de 50 metros.

#### Transformación y categorización:

Esta variable es un criterio explícito cuyos valores de idoneidad se asignan en función de la mayor (10) iniciando con los herbazales, seguidos por los bosques, pasando por la vegetación secundaria y finalizando con pastos enmalezados (inicio de la sucesión vegetal (3)).

Finalmente se genera la superficie (capa) ráster que se incorpora al análisis de superposición equiponderada; se aplica la simbología de la paleta de colores denominada "Multipart Color Scheme" donde el color rojo más intenso corresponde a las áreas menos idóneas, mientras que el color verde más intenso corresponde a las áreas con mayor grado de idoneidad.

### Muestra gráfica transformación y categorización datos originales a escala de idoneidad:

Unique Categories    Range of Classes    Continuous Functions

Field: DESCRIP

Class	Category	Suitability
1	Arbustal	6
2	Bosque de galería y ripario	7
3	Bosque denso	9
4	Bosque fragmentado	8
5	Herbazal	10
6	Mosaico de pastos con es	4
7	Otras	2
8	Pastos enmalezados	3
9	Vegetación secundaria o e	5

### Muestra gráfica superficie ráster Idoneidad\_BST:

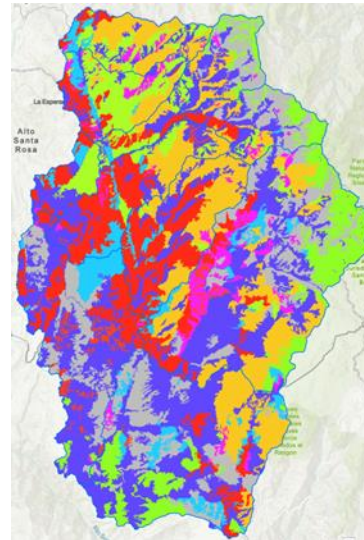


Tabla 32. Ficha descriptiva variable 8: Subcuencas con mayor incidencia de actividades mineras.

### FICHA DESCRIPTIVA VARIABLE 8: SUBCUENCAS CON MAYOR INCIDENCIA DE ACTIVIDADES MINERAS

#### Descripción del criterio espacial (variable geográfica):

Para la consolidación de esta variable se toman como base espacial las cuencas hidrográficas (25k), títulos y solicitudes mineras (25k – 100k), y del SGC: **Cinturón metalogénico** "Pórfido-epitermal de Au-Ag-(Cu) del Mioceno" (2022), **Distrito metalogénico** "Distrito Metalogénico de Au-(Ag)" (2022) información general a nivel nacional 1250k – 1500k.

Se definieron 3 criterios para la consolidación de las cuencas:

- Cuencas hidrográficas que nacen en el páramo
- Cinturón y distrito metalogénico
- Títulos y solicitudes mineras

Por ser información de diferentes escalas se realizó una superposición visual, para consolidar tres (3) categorías:

- ALTA: Cuencas que cumplen los 3 criterios
- MEDIA: Cuencas que cumplen 2 criterios
- BAJA: Cuencas que cumplen 1 criterio

#### Procesamiento de la capa de entrada:

- Unificación de todas las categorías en una sola capa mediante la herramienta unión de ArcGis.

- Eliminación y ajuste de la información al límite del área de estudio.
- Conversión a ráster, con una resolución espacial de 50 metros.

#### **Transformación y categorización:**

Esta variable es un criterio explícito cuyos valores de idoneidad van con 10 para la categoría ALTA, 7 a la MEDIA y 3 a la BAJA.

Finalmente se genera la superficie (capa) ráster que se incorpora al análisis de superposición equiponderada; se aplica la simbología de la paleta de colores denominada "Multipart Color Scheme" donde el color rojo más intenso corresponde a las áreas menos idóneas, mientras que el color verde más intenso corresponde a las áreas con mayor grado de idoneidad.

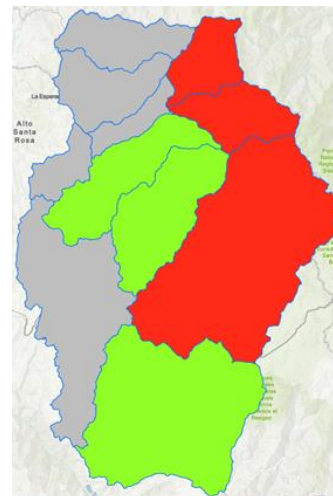
#### **Muestra gráfica transformación y categorización datos originales a escala de idoneidad:**

Unique Categories   Range of Classes   Continuous Functions

Field: DESCRIP

Class	Category	Suitability
1	Baja	3
2	Media	7
3	Alta	10

#### **Muestra gráfica superficie ráster Idoneidad\_BST:**



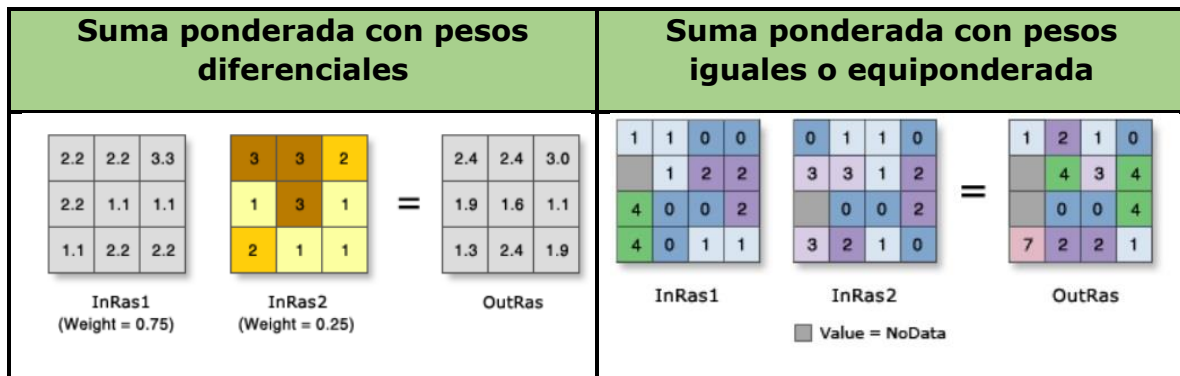
### **4.1.4 Fase 4: Superposición ponderada de las variables y obtención de la superficie de idoneidad**

Una vez generadas las ocho superficies individuales de entrada al modelo de idoneidad (INPUT\_RASTER), el asistente de modelo de idoneidad del software SIG ArcGis Pro emplea el algoritmo de calculadora ráster (raster calculator) para sumar las siete capas ráster transformadas, obteniendo como resultado la superficie total de idoneidad ponderada.

La suma de las capas ráster se realiza bajo la lógica matricial, esto es, el valor de cada píxel se suma con los valores de los píxeles con los que se encuentra superpuesto, de tal forma que el valor total de la superficie de idoneidad es resultado de una sumatoria, píxel a píxel; los valores de cada píxel de las variables individuales se obtienen haciendo una multiplicación entre el valor de idoneidad del píxel y el respectivo peso ponderado de la variable.

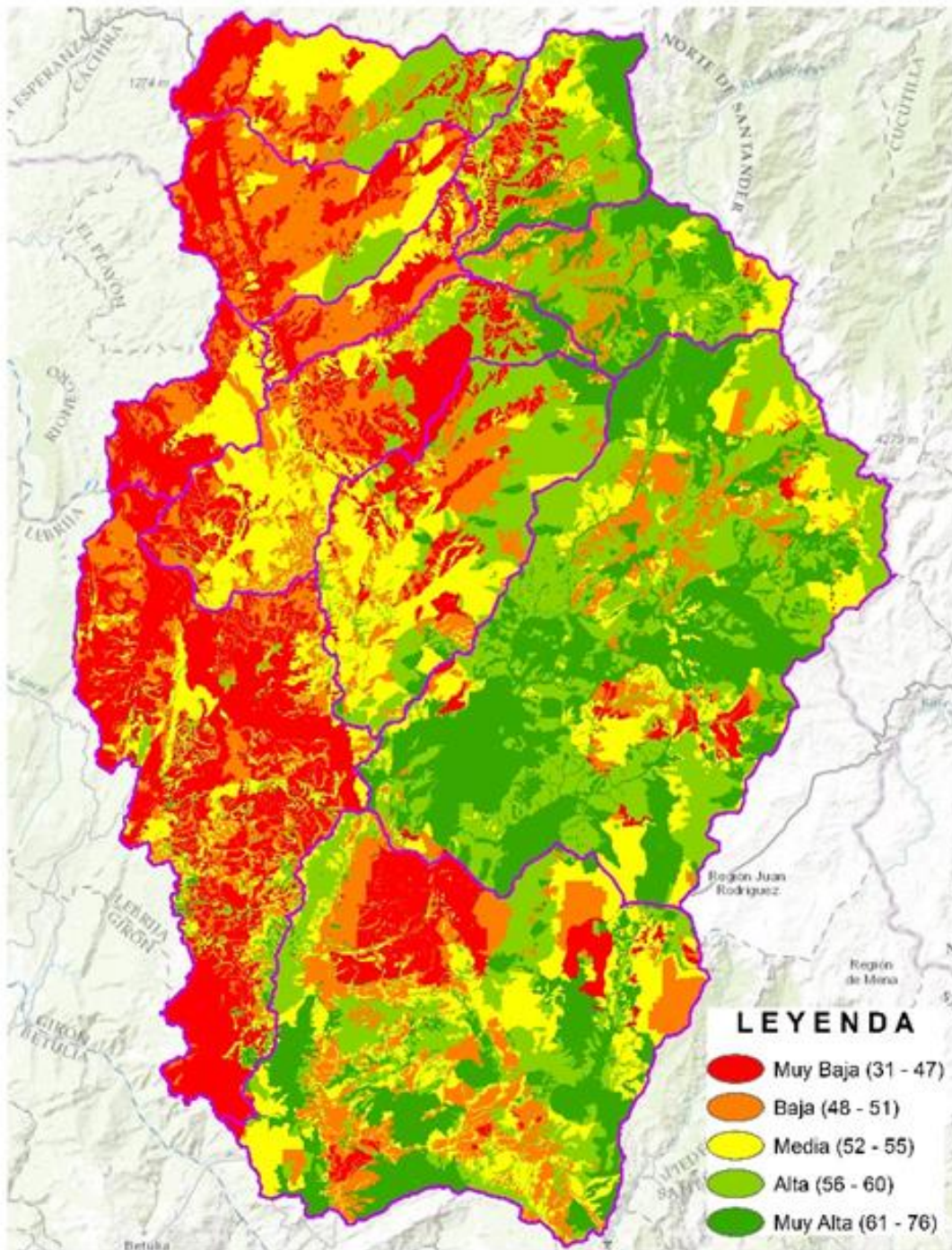
Ahora, teniendo en cuenta que el modelo de idoneidad propuesto para la aproximación del área idónea en función del objetivo planteado es equiponderado, tal como se detalló en la sección de “Consideraciones sobre la asignación de pesos ponderados a las variables del modelo de idoneidad en el marco del GIS-MCDA” de este mismo documento, el factor de ponderación de cada variable es 1, por lo tanto, el máximo valor de idoneidad que puede alcanzar un píxel de una variable cualquiera es de 10, a la vez que el máximo valor de idoneidad que puede alcanzar un píxel de la superficie total de idoneidad equiponderada es de 80. La imagen a continuación ilustra el procedimiento de suma ráster por superposición ponderada con pesos diferenciales (izquierda) y con pesos iguales o equiponderada (derecha).

*Figura 32. Ejemplo de suma ponderada píxel a píxel de dos superficies ráster.*



Fuente: ESRI (2023).

Dicho esto, a continuación, se presenta el resultado de la superficie total de idoneidad equiponderada, categorizada en cinco rangos de clases (de muy baja a muy alta) obtenidos con el método de quiebres naturales (Natural Breaks method) y representados con la simbología de paleta de colores “Continuos Color Scheme”, donde el color verde más intenso corresponde a las áreas más idóneas, mientras que el color rojo más intenso corresponde a las áreas con menor grado de idoneidad para la aproximación de la Zona de Reserva Temporal de Santurbán. Del mismo modo el resultado del modelo arrojó un valor máximo de idoneidad de 76, y mínima de 31, en las zonas del rango de idoneidad media a muy alta convergieron hasta el 73% de las 8 variables analizadas (Figura 33).



*Figura 33. Superficie total de idoneidad equiponderada*

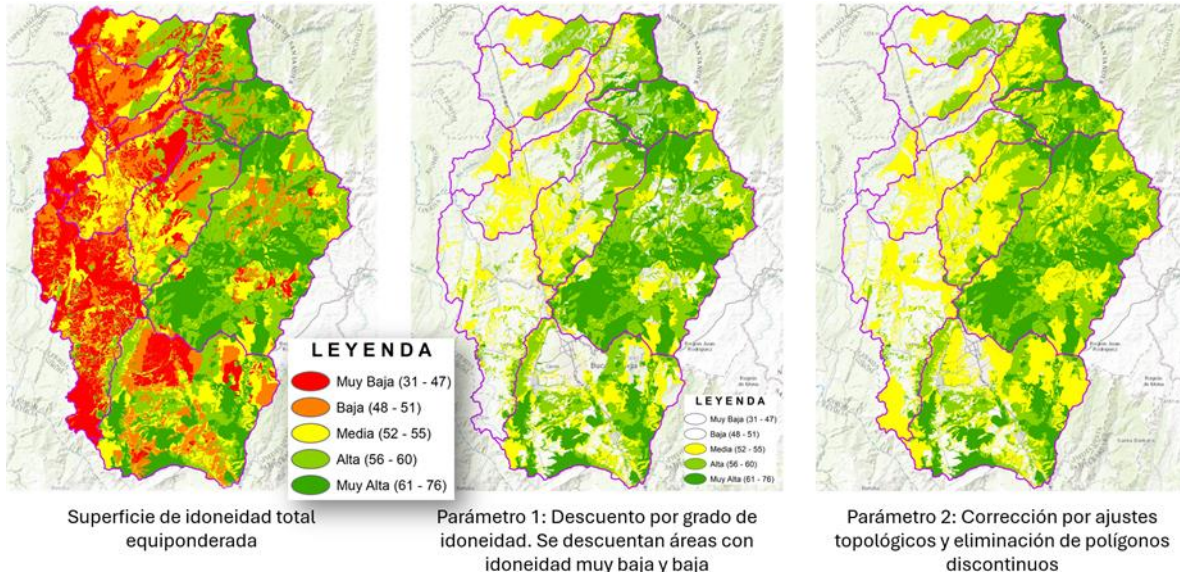
Fuente: MinAmbiente, Elaboración propia - Dirección de Gestión Integral de Recurso Hídrico (2024).

#### **4.1.5 Fase 5: Delimitación del área idónea y refinamiento del polígono envolvente**

En el marco de la mesa de expertos se analizó el resultado de la superficie ráster de idoneidad total y, como parte del procedimiento para delimitar el área idónea para la aproximación a la zona de reserva temporal de Santurbán, se aplicaron los siguientes parámetros de ajuste:

- Descuento por áreas de idoneidad baja y muy baja: en primer lugar, se decidió descartar como áreas idóneas para el establecimiento de la Zona de reserva Temporal, aquellas correspondientes a los rangos de idoneidad baja y muy baja.
- Ajustes topológicos: en tercer lugar, teniendo en cuenta los descuentos realizados por la aplicación de los dos criterios anteriores, mediante el software ArcGis Pro se realizó una rutina de validaciones y ajustes topológicos que, basada en los principios de contigüidad y continuidad espacial, consistió en eliminar de la superficie de idoneidad aquellos polígonos inconexos de las áreas de mayor extensión (áreas núcleo geoprocesos dissolve - explode), seguida de corregir los huecos topológicos generando nuevas geometrías que se agregaron a los polígonos de idoneidad contiguos con mayor área (geoproceso fill gaps).

Como se aprecia en la Figura 34, la aplicación de los dos parámetros de ajuste realizados al modelo de idoneidad permitió obtener una geometría poligonal preliminar para el establecimiento de la zona de reserva temporal de Santurbán, aclarando que sobre este polígono preliminar se aplicaron las técnicas SIG de refinamiento y suavizado de bordes. De esta forma se da por terminado todo el proceso relacionado con el modelo de idoneidad.

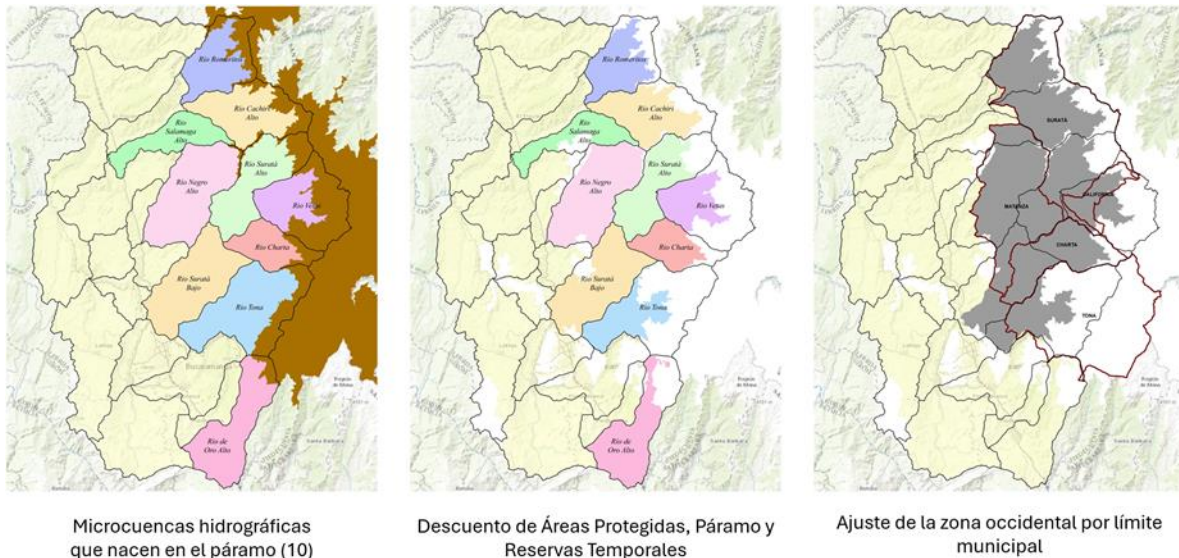


*Figura 34. Aplicación de parámetros de ajuste*

Fuente: MinAmbiente, Elaboración propia – DGIRH (2024).

Como paso final de la metodología, atendiendo al principio de coherencia temática respecto a las variables analizadas en el modelo de idoneidad, se realizó el refinamiento de los bordes de la poligonal (ver Figura 35) empleando variables hidrológicas como las cuencas hidrográficas, físico – bióticas consolidadas en las áreas protegidas y la delimitación del páramo y entidades territoriales como los límites municipales, a partir de lo cual se obtuvo el polígono definitivo (geometría mínima envolvente) de la propuesta de zona de reserva temporal de Santurbán; las variables empleadas en esta etapa fueron las siguientes:

- La base para la delimitación de la reserva temporal de Santurbán, son las microcuencas hidrográficas que nacen en el páramo Santurbán – Berlín, identificadas en los POMCA's Alto Lebrija y Cáchira Sur.
- Luego se descuentan las áreas naturales protegidas del SINAP, la delimitación del páramo de Santurbán – Berlín y las reservas temporales, las cuales ya tienen resoluciones para la protección de los ecosistemas que restringen las actividades antrópicas de mayor impacto en el territorio como la minería. La microcuenca de Río de Oro Alto queda desconectada de la continuidad del polígono propuesto.
- Con la aplicación de los criterios anteriores se encuentra definido el polígono por la zona suroriental, luego se incorporan los municipios ubicados en el área de estudio y con mayor jerarquía aquellos en donde se presenta un conflicto socioambiental (minería – agua) muy fuerte, tales como: California, Charta, Matanza, Suratá y Tona.



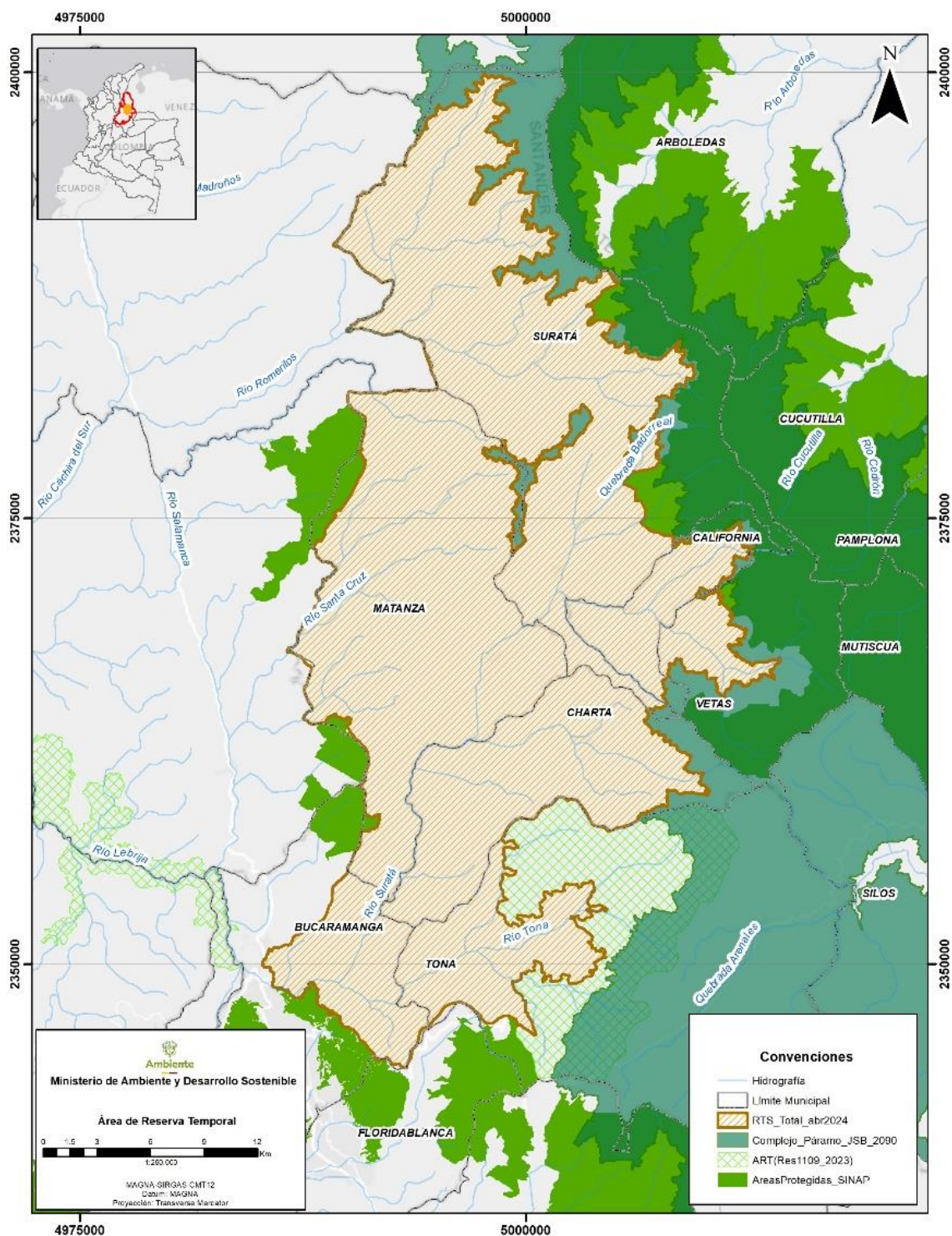
*Figura 35 Delimitación de la reserva temporal. Fuente: Ministerio de Ambiente – DGIRH (2024).*

Fuente: MinAmbiente, elaboración propia – DGIRH (2024).

Las mencionadas capas se superpusieron con la poligonal preliminar y, de forma manual, se delimitó su geometría mínima envolvente, que corresponde al polígono definitivo de propuesta de zona de reserva de carácter temporal, lo que quiere decir que todos los bordes del polígono propuesto coinciden espacialmente con al menos uno de los elementos geográficos antes descritos.

## 4.2 Resultado de la implementación metodológica: polígono propuesto de zona de reserva temporal

La implementación de la propuesta metodológica permitió la identificación y delimitación de un área idónea de 76.012 hectáreas para el establecimiento de zona de reserva de recursos naturales de carácter temporal en los municipios de Bucaramanga, California, Charta, Matanza, Suratá, Tona y Vetás pertenecientes al departamento de Santander (Figura 36).



*Figura 36 Propuesta para la zona de reserva temporal de Santurbán*

Fuente: MinAmbiente, elaboración propia – DGIRH (2024).

De igual forma a continuación se presenta la distribución del área de la reserva temporal en los municipios mencionados (Tabla 33)

*Tabla 33. Áreas Municipales – Zona de reserva temporal*

MUNICIPIO	AREA (ha)	PORCENTAJE
Tona	5.884,74	7,74%
Bucaramanga	4.925,25	6,48%
Charta	11.283,67	14,84%
Vetas	1.890,13	2,49%
California	3.496,26	4,60%
Matanza	22.659,60	29,81%
Suratá	25.871,91	34,04%
<b>Total</b>	<b>76.012</b>	<b>100%</b>

Fuente: MinAmbiente – DGIRH (2024).

Con la identificación y delimitación de esta propuesta de zona de reserva de recursos naturales de carácter temporal, junto con la posterior declaración y gestión de la misma, se busca prevenir y controlar procesos de degradación de las cuencas que las constituyen ante los desequilibrios físicos, químicos y ecológicos del medio natural que pongan en peligro su integridad por el desarrollo de actividades mineras, a través de acciones encaminadas a proteger áreas y ecosistemas que son claves para el uso y manejo coordinado del ciclo del agua, del suelo, la biodiversidad y los servicios ecosistémicos, en especial los servicios de aprovisionamiento y regulación hidrológica para garantizar la sostenibilidad del agua superficial y subterránea que soporta la funcionalidad de los ecosistemas y su disponibilidad para los diferentes usos demandados en el territorio, no solo al interior de la reserva, sino en su contexto regional, y de esta manera contribuir igualmente al ordenamiento minero ambiental.

#### 4.2.1 Variables de Contraste

Tal como se mencionó en la sección de selección de criterios espaciales de este documento, las variables que por su disponibilidad/usabilidad no hicieran parte del modelo de idoneidad pero que son útiles para corroborar la coherencia temática y espacial del resultado obtenido se analizarían como variables de contraste.

#### 4.2.1.1 Índice de Vulnerabilidad Hídrica al Desabastecimiento – IVH

El grado de fragilidad del sistema hídrico, para mantener una oferta para el abastecimiento de agua, que ante amenazas como periodos largos de estiaje o eventos como el fenómeno cálido del pacífico (El Niño) podría generar riesgos de desabastecimiento. Es importante resaltar que, entre más alto es el uso del agua y menor la capacidad de regulación, la vulnerabilidad por desabastecimiento aumenta (Figura 37)

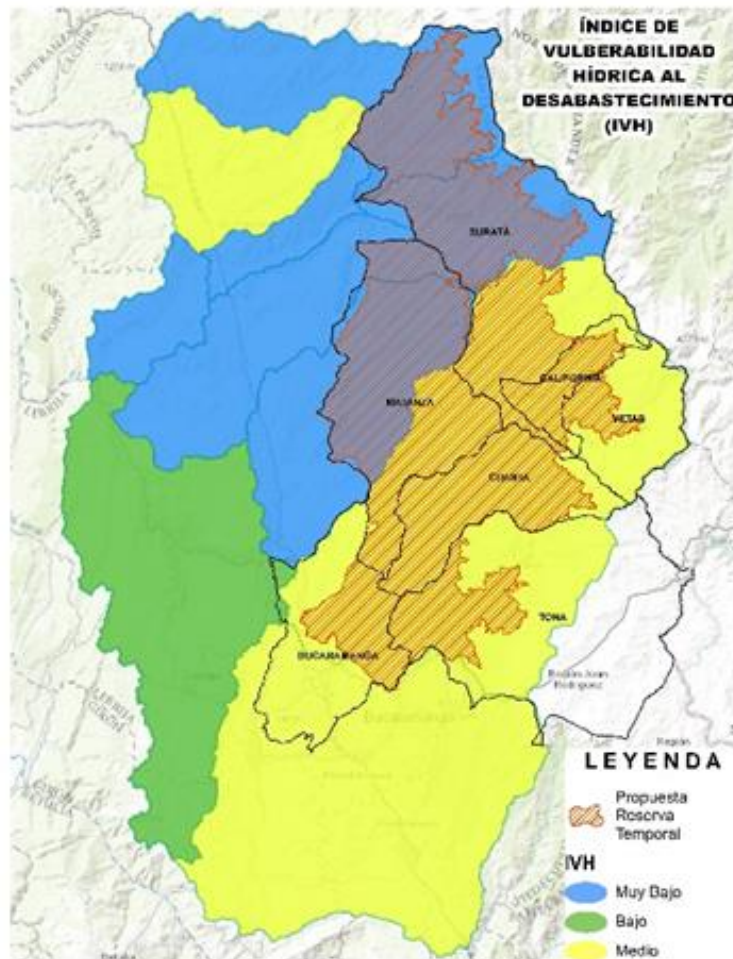


Figura 37. Índice de Vulnerabilidad Hídrica al Desabastecimiento – IVH

Fuente: Elaboración propia, a partir de información de los POMCA Cáchira Sur (2019) y Alto Lebrija (2020), CDMB

Más del 60% del área de estudio se encuentra con vulnerabilidad media, especialmente en la capital de Santander.

#### 4.2.1.2 Índice de Alteración Potencial de la Calidad del Agua – IACAL

El IACAL es un referente de la presión por contaminantes sobre las condiciones de la calidad del agua en los sistemas hídricos superficiales, este indicador se calcula para condiciones normales y para año seco (Figura 38).

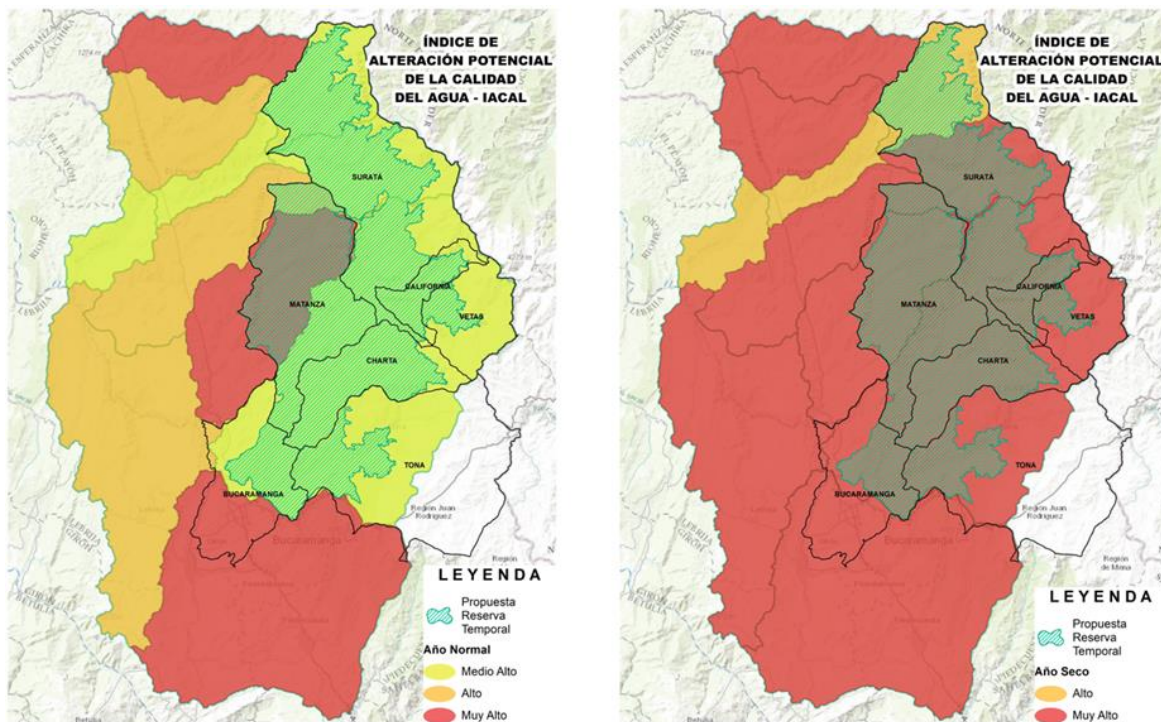


Figura 38. Índice de Alteración Potencial de la Calidad del Agua – IACAL – Año Normal y Año Seco

Fuente: Elaboración propia, a partir de información de los POMCA Cáchira Sur (2019), Alto Lebrija (2020), CDMB

Para el año normal con el 87% es medio alto y en año seco el IACAL el 95% es muy alto y el resto alto.

#### 4.2.1.3 Prioridades de Restauración por Integridad Ecológica

La integridad ecológica para la zona de reserva temporal de Santurbán se encuentra entre baja (57%) y media (26%) y a su vez coinciden con aquellas áreas que deben ser priorizadas para establecer estrategias de conectividad entre áreas protegidas (Figura 39. Prioridades de Restauración por Integridad Ecológica)

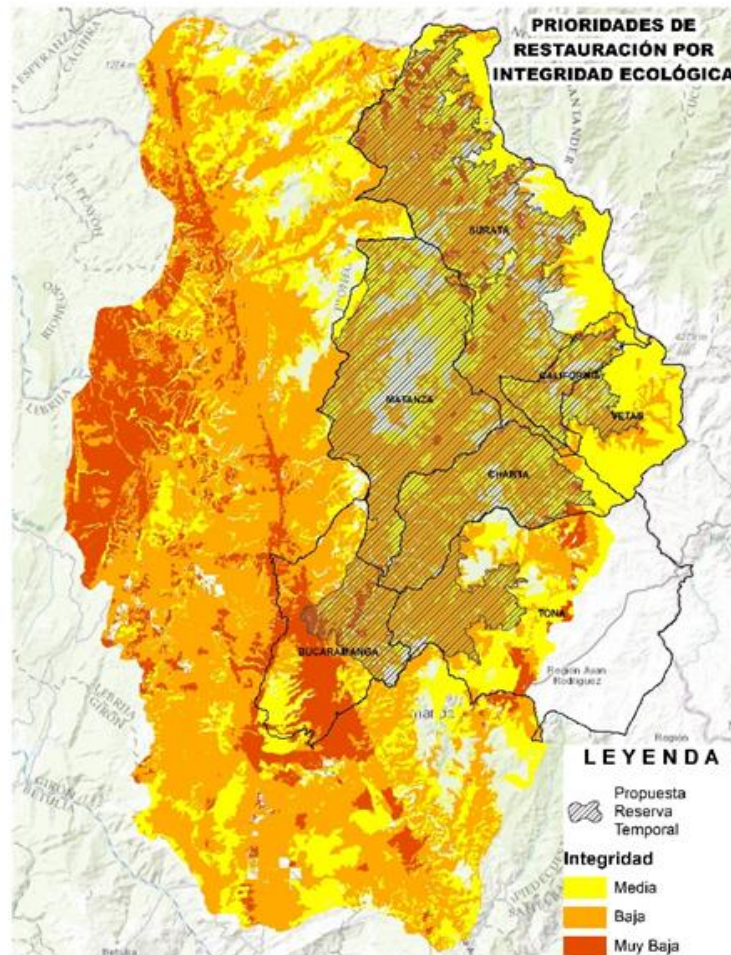


Figura 39. Prioridades de Restauración por Integridad Ecológica

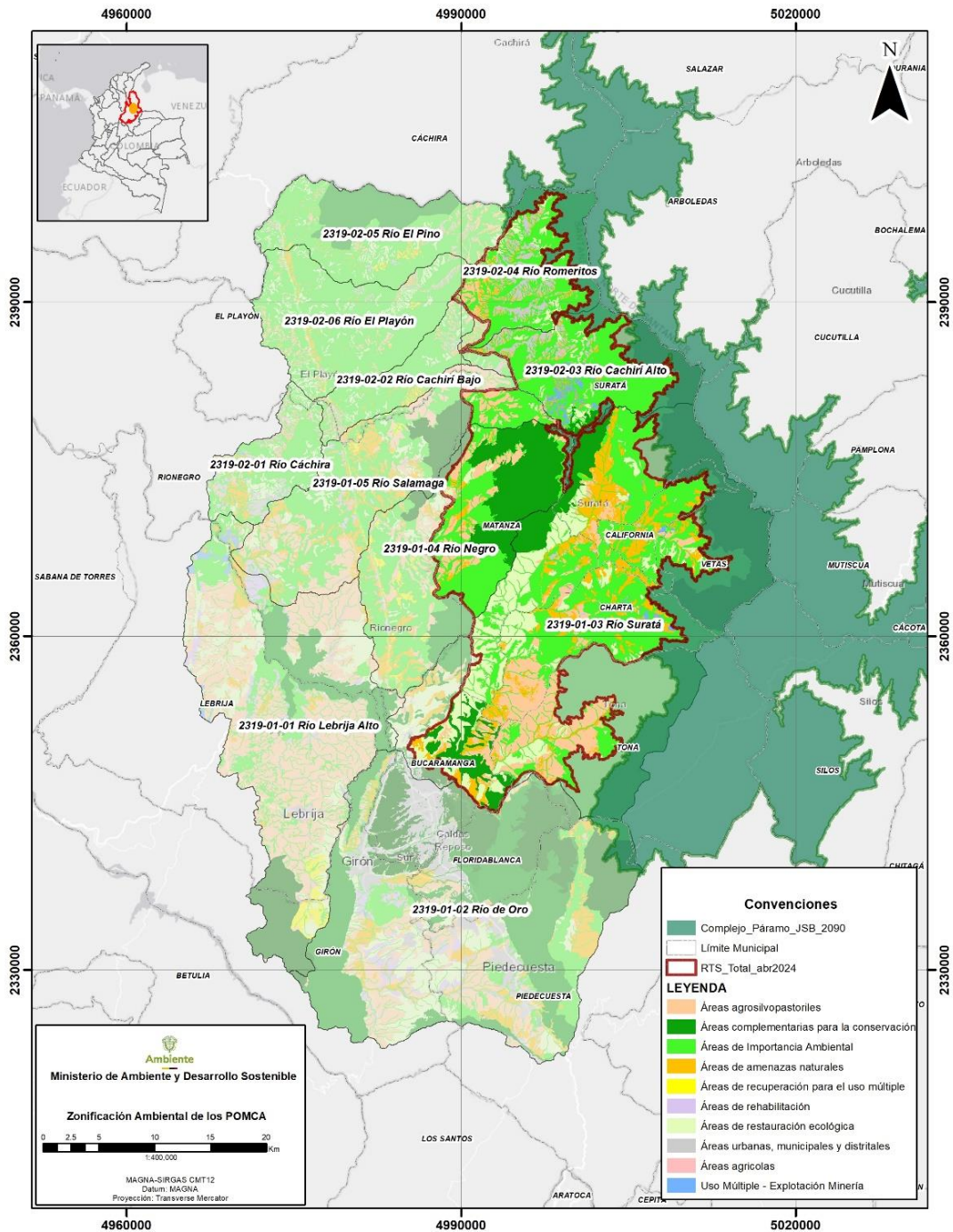
Fuente: MinAmbiente – DBBSE, 2024

#### 4.2.1.4 Zonificaciones Ambientales de los POMCA

Tomando como base los dos POMCA aprobados que involucran el polígono propuesto de reserva temporal, se realizó una revisión y superposición de las subzonas de uso y manejo que hacen parte de las categorías de conservación y protección<sup>3</sup>, así como la de Uso Múltiple<sup>4</sup>, las cuales se indican en la Figura 40.

<sup>3</sup> 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.

<sup>4</sup> 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 40. Zonificación Ambiental de los POMCA en el polígono propuesto de zona de reserva temporal.*

*Fuente:* Elaboración propia, a partir de información de POMCA Alto Lebrija, CDMB (2020) y Cáchira Sur, CDMB (2019)

Tabla 34. Detalle de la zonificación del POMCA en el polígono propuesto de zona de reserva temporal.

Categoría	Zona	Subzona	Descriptor	Área (ha)	%
Conservación y Protección Ambiental	Áreas de Protección	Áreas complementarias para la conservación	C-11	Área de Reserva Temporal DRMI El Aburrido - Honduras	5,31
			C-12	AICA Cerro La Judía	10,12
			C-15	Área Propuesta CDMB Bosques Matanza - Suratá	8.364,30
			C-18	Suelos de Protección Municipio de Bucaramanga	1.944,24
			C-19	Suelos de Protección Municipio de Floridablanca	1,03
			C-21	Ecosistemas de Humedales (De alta montaña y Ríos)	128,18
		Áreas de Importancia Ambiental	C-23	Zonas de Recarga	9.730,26
			C-24	Bosques Relictuales (Andino y Alto Andino, de galería y ripario)	22.251,09
			C-25	Rondas de protección hídrica	3.249,02
			C-26	Represamiento de agua para consumo	3,11
			C-27	Subzonas de importancia ambiental identificadas de interés por IEACN	222,53
			C-28	Áreas de amenazas naturales	7.825,68
	Áreas de Restauración	Áreas de Rehabilitación	C-29	Rehabilitación	40,12
		Áreas de restauración Ecológica	C-30	Restauración ecológica	9.099,03
Uso Múltiple	Áreas de Restauración	Áreas para la Recuperación del Uso Múltiple	M-01	Áreas de recuperación para el uso múltiple	6,92
	Áreas para la producción Agrícola y ganadera y de usos sostenible de los recursos naturales	Áreas Agrícolas	M-02	Cultivos permanentes semi-intensivos	50,88
			M-03	Cultivos transitorios intensivos	49,36
		Áreas agrosilvopastoriles	M-04	Sistemas agrosilvícolas	3.269,06
			M-05	Sistemas agrosilvopastoriles	5.457,31
			M-06	Sistemas forestales protectores	3.481,23
		Uso Múltiple - Explotación Minería	M-07	Uso Múltiple - Explotación Minería	723,17
	Áreas Urbanas	Áreas Urbanas municipales y distritales	M-08	Áreas urbanas, municipales y distritales	98,59
<b>TOTAL</b>				<b>76.011,61</b>	<b>100</b>

Fuente: Elaboración propia, a partir de información de POMCA Alto Lebrija CDMB (2020) y Cáchira Sur CDMB (2019)

De manera general, las subzonas de uso y manejo que hacen parte de las categorías de conservación y protección Ambiental de los POMCA superpuestas en el área de estudio (Reserva Temporal) y que se proponen hagan parte de la reserva temporal, se relacionan con:

Dentro de la Categoría de ordenación Conservación y Protección Ambiental se involucran cinco (5) subzonas de uso y manejo que involucran alrededor de 62.876 hectáreas (83%) de la propuesta de zona de reserva temporal, distribuidas de la siguiente manera:

- **Subzonas “Áreas Complementarias para la Conservación”:** son aquellas que, si bien no hacen parte del Sistema Nacional de áreas Protegidas, aportan al cumplimiento de los objetivos específicos de conservación y manejo de los recursos naturales renovables en la cuenca y se encuentran determinadas por actos administrativos y/o mecanismos de distinción nacional y/o internacional.

De manera particular, al interior del área de la reserva y como parte de la zonificación del POMCA Río Lebrija Alto y Cáchira Sur se involucran las subzonas de uso y manejo relacionadas con Áreas de la Reserva Temporal de la Resolución 1814 de 2015 (El Aburrido – Honduras); otras áreas priorizadas para áreas protegidas (Bosque Matanza – Suratá); predios adquiridos para la conservación de recursos hídricos por la CDMB; el IAICA Cerro La Julia y; suelos de protección de los municipios de Bucaramanga y Floridablanca, que en su conjunto involucran un área de aproximadamente 10.327 hectáreas.

- **Subzonas “Áreas 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, al interior de la Zona de Reserva Temporal y como parte de la zonificación del POMCA Río Lebrija Alto y Cáchira Sur se involucran las subzonas de uso y manejo relacionadas con ecosistemas de humedal, zonas de recarga de acuíferos, bosques relictuales, zonas de protección hídrica y algunas subzonas de importancia ambiental identificadas de interés por IEACN que en conjunto involucran alrededor de 35.584 hectáreas.

- **Subzonas “Áreas de Restauración Ecológica”:** Corresponden a áreas de importancia ambiental que han sido degradadas, con el fin de restaurar su composición, estructura y funcionamiento. Dentro del área de estudio, producto de la zonificación de las cuencas Alto Lebrija y Río Cáchira Sur se identifican alrededor de 9.139 hectáreas.
- **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 7.826 hectáreas dentro de la propuesta de zona de reserva temporal.

Respecto a las subzonas de uso y manejo que hacen parte de las categorías de Uso Múltiple de los POMCA involucran alrededor de 13.137 hectáreas (17%) de la propuesta de reserva temporal, distribuidas, así:

- **Subzona “Áreas para la Recuperación del Uso Múltiple”:** corresponden a áreas transformadas dentro de esta categoría que presentan deterioro ambiental y que pueden ser recuperadas para continuar con el tipo de uso múltiple definido de acuerdo con su aptitud. Al Interior de la propuesta de zona de reserva temporal se configuran alrededor de 7 hectáreas.
- **Subzona “Áreas para la planificación agropecuaria”:** corresponden a aquellas áreas, cuyo uso agrícola con cultivos intensivos y semi intensivos transitorios y permanentes, demandan la incorporación progresiva en el tiempo de criterios de sostenibilidad ambiental, de manera tal que la presión que ejercen sobre los recursos naturales renovables (demanda), no sobrepase su capacidad de uso y disponibilidad (oferta), dando orientaciones técnicas para la reglamentación y manejo responsable y sostenible de los recursos suelos, agua y biodiversidad que definen y condicionan el desarrollo de estas actividades productivas. Al interior de la zona de reserva temporal, producto de la zonificación ambiental de las cuencas Alto Lebrija y Cáchira Sur se distinguen alrededor de 100 hectáreas.
- **Subzona “Áreas para la planificación Agrosilvopastoril”:** corresponden a aquellas áreas, cuyo uso agrícola, pecuario y forestal resulta sostenible, al estar identificadas como en la categoría anterior, bajo el criterio de no sobrepasar la oferta de los recursos, dando orientaciones técnicas para la reglamentación y manejo responsable y sostenible de los recursos suelo, agua y biodiversidad que definen y condicionan el desarrollo de estas actividades.

Al interior de la propuesta de zona de reserva temporal, producto de la zonificación ambiental de las cuencas Alto Lebrija y Cáchira Sur se distinguen alrededor de 12.208 hectáreas.

Finalmente se indican las “**Áreas bajo instrumentos de comando y control ambiental**” correspondientes a las áreas específicas de proyectos, obras y/o actividades que cuentan con instrumentos de comando y control ambiental (licencias, permisos, autorizaciones, concesiones, entre otros) otorgadas para el desarrollo de actividades mineras con incidencia directa en los territorios de la propuesta de zona de reserva temporal y que se denotan espacialmente en las zonificaciones ambientales de los POMCA. Bajo esta condición, se involucran alrededor de 723 hectáreas de actividades mineras que cuentan con instrumentos de comando y control para el desarrollo de sus actividades.

Teniendo en cuenta lo anterior, de manera general se puede concluir que al interior de la propuesta de zona de reserva temporal, los POMCA definieron 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, asociadas principalmente a áreas que han sido identificadas para su protección a través de rutas de declaratoria de áreas protegidas, zonas de recarga, bosques relictuales alto andinos, áreas para la protección y conservación de recursos hídricos, áreas para la restauración ecológica y 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 regulación frente a las actividades productivas de alto impacto para garantizar así la conservación y preservación de la biodiversidad y los servicios ecosistémicos de esta zona contigua al páramo de Santurbán.

## **5 SINTESIS DE LAS PRINCIPALES VARIABLES QUE DETERMINAN LA ZONA DE RESERVA TEMPORAL**

Tomando en consideración el conjunto de variables que caracterizaron el área de estudio, en este capítulo se resaltan y sintetizan el conjunto de variables asociadas a la protección de áreas y ecosistemas de importancia ambiental y conservación de la biodiversidad; la protección de áreas de importancia estratégica para la conservación de recursos hídricos; la presencia de áreas degradadas que requieran acciones de restauración; así como el estado de las actividades mineras y sus implicaciones en las zonificaciones ambientales de los POMCA's al interior de la propuesta de Zona de Reserva Temporal.

## **5.1 Protección de áreas y ecosistemas de importancia ambiental y conservación de la biodiversidad**

### **5.1.1 Protección de áreas y ecosistemas de importancia ambiental**

De manera general, producto de la superposición de la propuesta de reserva temporal con áreas y ecosistemas de importancia ambiental, se pudo evidenciar que alrededor del 75,47% (57.364,61 hectáreas) de dicha propuesta de reserva se constituye bajo esta categoría de protección, representadas especialmente en 25.853,93 hectáreas de áreas de importancia ambiental (Bosques Relictuales Andino y Alto Andino, de galería y ripario; Rondas de Protección Hídrica; ecosistemas de humedal, entre otros) y 10.319,69 hectáreas de áreas complementarias para la conservación, que involucran áreas que han sido identificadas para su protección a través de rutas de declaratoria de áreas protegidas, como es el caso de la propuesta de Área de Reserva Forestal propuesta por la CDMB (Bosques de Matanza - Suratá), el AICA Cerro La Judía y suelos de protección del municipio de Bucaramanga, áreas y ecosistemas que hacen parte de las subzonas de uso y manejo dentro de las categorías de conservación y protección Ambiental de los POMCA de los ríos Alto Lebrija y Cáchira Sur. Igualmente, la anterior representación de áreas de importancia ambiental, la constituyen la presencia de 11.772,85 hectáreas de bosque seco tropical reportada por el IAvH, así como 9.418,14 hectáreas en áreas forestales protectoras definidas por el Plan General de Ordenación Forestal Integral y Sostenible -PGOF-, adoptado por el Acuerdo No. 1388 de 2019 del Consejo Directivo de la CDMB. La espacialización y cuantificación de cada área y ecosistema de importancia ambiental al interior de la propuesta de zona de reserva temporal se indica en la Figura 41 y la Tabla 35.

Tabla 35. Áreas y Ecosistemas de Importancia Ambiental en la Zona de Reserva Temporal

Áreas y ecosistemas de importancia ambiental	Denominación	Área (Ha)
Áreas Complementarias para la Conservación - POMCA	Área de Reserva Forestal propuesta por la CDMB (Bosques de Matanza - Suratá)	8.364,30
	AICA Cerro La Judía	10,12
	Suelos de Protección Municipio de Bucaramanga	1.944,24
	Suelos de Protección Municipio de Floridablanca	1,03
<b>Subtotal (ha)</b>		<b>10.319,69</b>
Áreas de Importancia Ambiental POMCA	Bosques Relictuales (alto andino, andino, galería y ripario)	22.251,09
	Ecosistemas de Humedal (de alta montaña y ríos)	128,18
	Rondas de protección Hídrica	3.249,02
	Represamiento de agua para consumo	3,11
	Subzonas de importancia ambiental - Índice Estado coberturas naturales - IECN	222,53
<b>Subtotal (ha)</b>		<b>25.853,93</b>
Subzonas de las áreas forestales protectoras - PGOF	AFP Rondas hídricas - AFP Restauración y AFP de Acueductos	9.418,14
Áreas de importancia ambiental IAvH	Bosque seco	11.772,85
<b>Total (ha)</b>		<b>57.364,61</b>
<b>ZONA DE RESERVA TEMPORAL (ha)</b>		<b>76.012</b>

Fuente: MinAmbiente, 2024

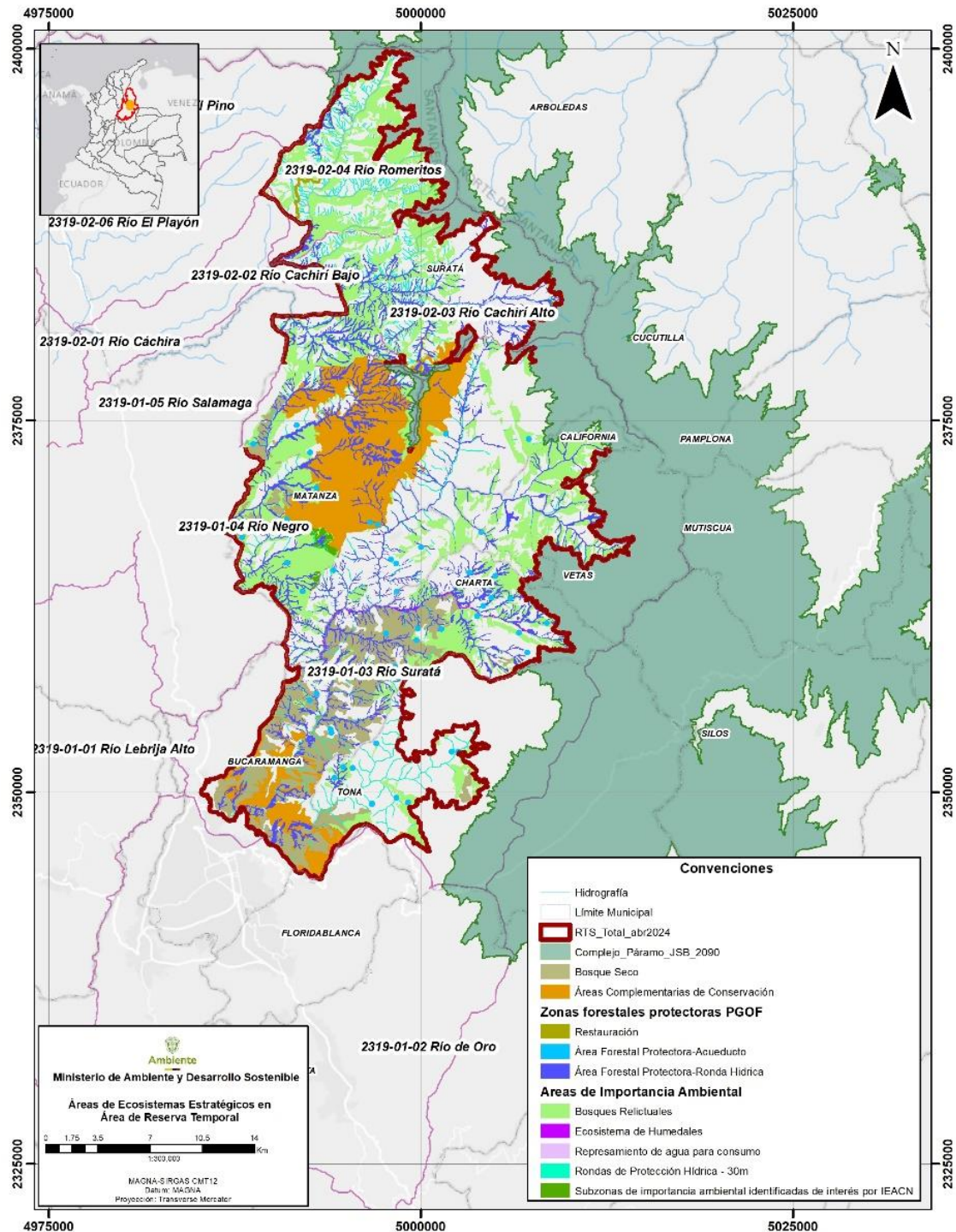


Figura 41. Áreas y ecosistemas de Importancia Ambiental en el área de la reserva temporal.

Fuente: MinAmbiente, 2024.

Sobre las anteriores áreas y ecosistemas de importancia ambiental, resulta importante resaltar la presencia de dos ecosistemas vulnerables que corresponden a los bosques secos y los humedales. El primero, corresponde a una formación vegetal con una cobertura boscosa conformada por árboles de mediano y alto porte, que se encuentra entre 0 y 1.000 m.s.n.m., con temperaturas que superan los 24°C y dónde las precipitaciones oscilan entre 700 y 2.000 mm anuales (IavH, MinAmbiente y PNUD 2019) y su importancia de conservación radica en que, de acuerdo con el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (2021), en Colombia el bosque seco tropical tiene una muy baja representatividad en áreas protegidas, ya que solo el 6,4% se encuentra en alguna categoría de manejo que garantice su protección.

Por su parte, los humedales representados en la propuesta de reserva temporal representan ecosistemas de importancia ecológica que requiere de estrategias de conservación y protección. Así las cosas, el conjunto de áreas y ecosistemas de importancia ambiental encontrados al interior de la propuesta de reserva temporal, permiten confirmar la necesidad de establecer medidas de regulación frente a las actividades productivas de alto impacto para garantizar así, la conservación y preservación de la biodiversidad y los servicios ecosistémicos presentes en dicha propuesta de reserva.

### **5.1.2 Biodiversidad y servicios ecosistémicos**

Respecto a la biodiversidad presente en la propuesta de reserva temporal, tomando como fuente el Sistema de Información de Biodiversidad (SIB), el cual es administrado por el IAvH y contiene la red nacional de datos abiertos sobre biodiversidad del país. En el análisis se utilizaron únicamente los registros que tienen datos completos en cuanto a determinación taxonómica a nivel de especie y coordenadas.

En la revisión de especies de fauna y flora registradas en el área de la zona de reserva temporal, se utilizó el SIB, el cual es administrado por el IAvH y contiene la red nacional de datos abiertos sobre biodiversidad del país. En el análisis se utilizaron únicamente los registros que tienen datos completos en cuanto a determinación taxonómica a nivel de especie y coordenadas. En el área de la zona de reserva temporal se hallaron en total 16.982 registros para los reinos *Plantae* y *Animalia*, de los cuales 15.429 pertenecen a animales, y 1.619 corresponden a plantas. Con respecto a los registros del reino *Animalia*, se identificaron 653 especies, mientras que para los del reino *Plantae* se identificaron 903 especies.

En el caso de las plantas, en la siguiente tabla se presenta el listado de las especies con mayores individuos reportados en el SIB para el área de la propuesta de la reserva temporal, resaltando que la especie *Osteophloeum platyspermum* de la familia Myristicaceae es la de mayor abundancia absoluta con 20 individuos, seguido de la especie *Otoba novogranatensis* de la misma familia con 19 individuos y *Heliconia bihai* de la familia Strelitziaceae con 18 registros de individuos.

Tabla 36. Especies de plantas con mayores individuos en el área de la zona de reserva temporal.

Especie	Cantidad
<i>Osteophloeum platyspermum</i>	20
<i>Otoba novogranatensis</i>	19
<i>Heliconia bihai</i>	18
<i>Heliconia mutisiana</i>	16
<i>Passiflora sphaerocarpa</i>	16
<i>Chrysochlamys dependens</i>	15
<i>Passiflora bogotensis</i>	14
<i>Passiflora bracteosa</i>	14
<i>Passiflora bucaramangensis</i>	13
<i>Heliconia latispatha</i>	12
<i>Cavendishia pubescens</i>	10
<i>Miconia theizans</i>	10
<i>Mucura globulifera</i>	10
<i>Chamaedorea linearis</i>	9
<i>Passiflora mixta</i>	9
Otras especies	1.414
<b>Total</b>	<b>1.619</b>

Fuente de datos: SIB, 2024.

Con respecto a las especies de animales con mayores individuos registrados en el SIB, la reinita gorjinaranja (*Setophaga fusca*) fue la de mayor registro con 501 individuos, seguido de la Mirla Patinaranja (*Turdus fuscater*) con 378 individuos y la especie *Zonotrichia capensis* (Copetón) con 378 individuos registrados. En la Tabla 37 se muestra el listado de las especies con mayores individuos reportados en el SIB para el área de la zona de reserva temporal.

Tabla 37. Especies de animales con mayores individuos en el área propuesta de la zona de reserva temporal

Especie	Cantidad
<i>Setophaga fusca</i>	501
<i>Turdus fuscater</i>	378
<i>Zonotrichia capensis</i>	378
<i>Patagioenas fasciata</i>	275
<i>Sporathraupis cyanocephala</i>	262
<i>Troglodytes aedon</i>	258
<i>Cyanocorax yncas</i>	247
<i>Henicorhina leucophrys</i>	241
<i>Coragyps atratus</i>	223
<i>Mecocerculus leucophrys</i>	223
<i>Myioborus miniatus</i>	209
<i>Metallura tyrianthina</i>	199
<i>Icterus chrysater</i>	187
<i>Tyrannus melancholicus</i>	187
<i>Zimmerius chrysops</i>	185
<i>Myioborus ornatus</i>	181
<i>Mniotilta varia</i>	173
<i>Catharus ustulatus</i>	167
<i>Atlapetes albofrenatus</i>	158
<i>Colibri cyanotus</i>	156
Otras especies	10.641
Total	<b>15.429</b>

Fuente de datos: SIB, 2024.

En la Figura 42, se muestra la ubicación de los registros de fauna y flora en el área de la zona de reserva temporal.

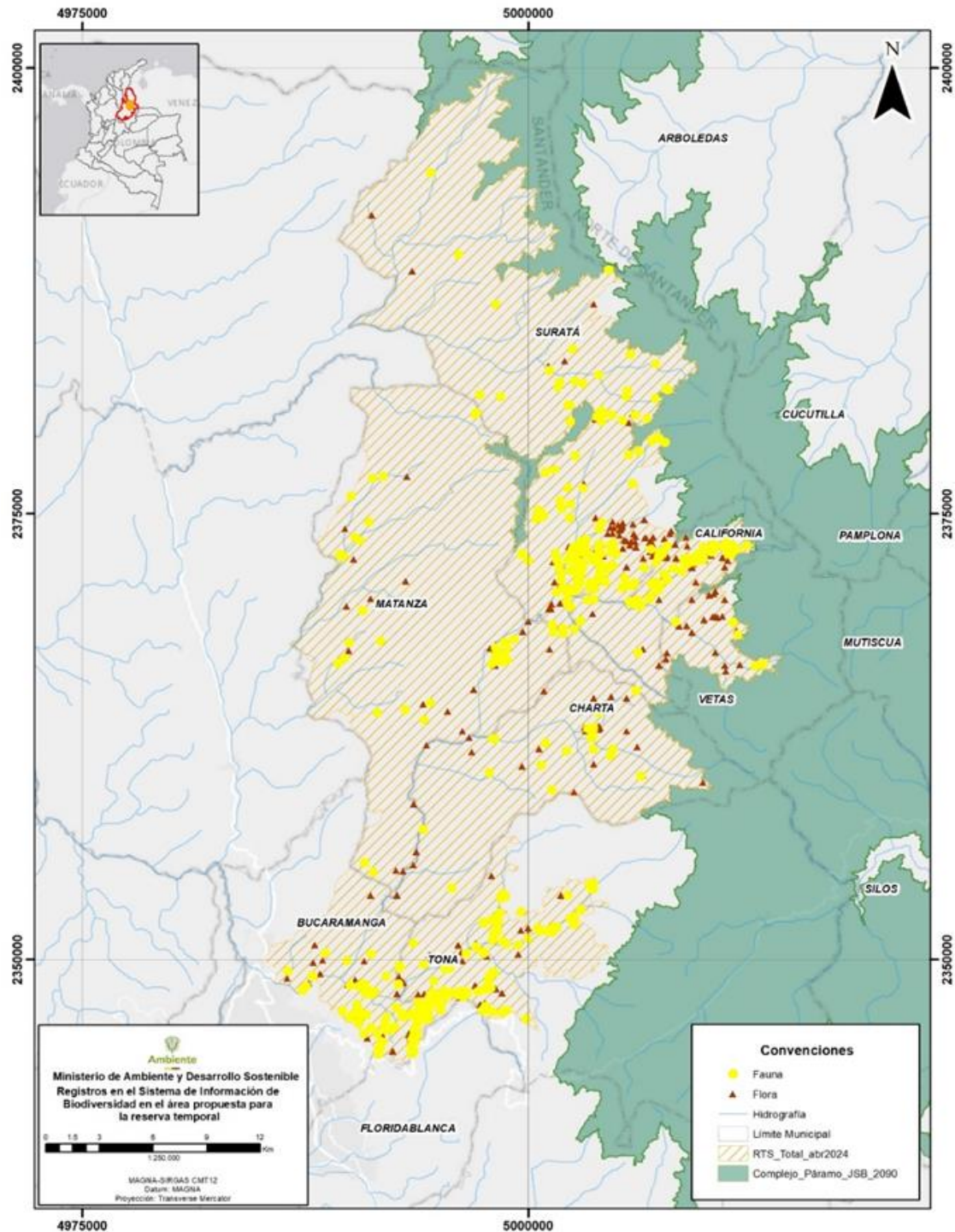


Figura 42. Registros en el Sistema de Información de Biodiversidad en el área propuesta para la zona de reserva temporal.

Fuente de datos: SIB, 2024

En cuento a especies de flora y fauna en alguna categoría de amenaza, de acuerdo con la Resolución 126 de 2024 proferida por el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible “Por la cual se establece el listado oficial de las especies silvestres amenazadas de la diversidad biológica colombiana continental y marino costera, se actualiza el Comité Coordinador de Categorización de las Especies Silvestres Amenazadas en el territorio nacional y se dictan otras disposiciones”, del total de especies registradas en el Sistema de Información de Biodiversidad- SIB para el área de la reserva temporal, 13 pertenecientes al reino *Animalia* se encuentran en alguna categoría de amenaza mientras que del reino *Plantae* se registran 20 en alguna categoría de amenaza.

Tabla 38. Número de especies con alguna categoría de amenaza, según clasificación UICN, identificadas en el área de la zona de reserva temporal de Santurbán.

Categoría de Amenaza	<i>Animalia</i>	<i>Plantae</i>	Total
CR (Crítico)	1	3	4
EN (En Peligro)	2	10	12
VU (Vulnerable)	10	7	17
<b>Total</b>	<b>13</b>	<b>20</b>	<b>33</b>

Fuente: MinAmbiente, 2024.

En la siguiente tabla se presentan las especies del reino *Animalia*, registradas en el SIB en el área de la reserva temporal y que se encuentran en alguna categoría de amenaza de la resolución 126 de 2024 de MinAmbiente, resaltando la presencia de especies simbólicas y de gran importancia ecológica a nivel nacional cómo lo son el Cucarachero de Chicamocha, el Cardenal Guajiro y el Loro Aliamarillo.

Tabla 39. Relación de especies de fauna con alguna categoría de amenaza en el área de la zona de reserva temporal.

Categoría	Nombre científico	Nombre común
CR (En Peligro Crítico)	<i>Thryophilus nicefori</i>	Cucarachero de Chicamocha
EN (En Peligro)	<i>Capito hypoleucus</i>	Cabezón Dorsiblanco
	<i>Macroagelaius subalaris</i>	Cocha de Soatá
VU (Vulnerable)	<i>Cardinalis phoeniceus</i>	Cardenal Guajiro
	<i>Chauna chavaria</i>	Chicagüire o Chavarri
	<i>Hapalopsittaca amazonina</i>	Cotorra Montañera

Categoría	Nombre científico	Nombre común
	<i>Hyloscirtus callipeza</i>	Hyloscirtus
	<i>Hyloscirtus denticulentus</i>	Hyloscirtus
	<i>Pristimantis anolirex</i>	Pristimantis
	<i>Pristimantis bicolor</i>	Pristimantis
	<i>Pyrrhura calliptera</i>	Loro Aliamarillo
	<i>Setophaga cerulea</i>	Reinita Cerúlea
	<i>Tachiramantis douglasi</i>	Tachiramantis

Fuente: MinAmbiente, 2024.

En la Figura 43, se presentan los registros de especies de fauna amenazada existentes en el SIB acotados al área de la zona de reserva temporal.

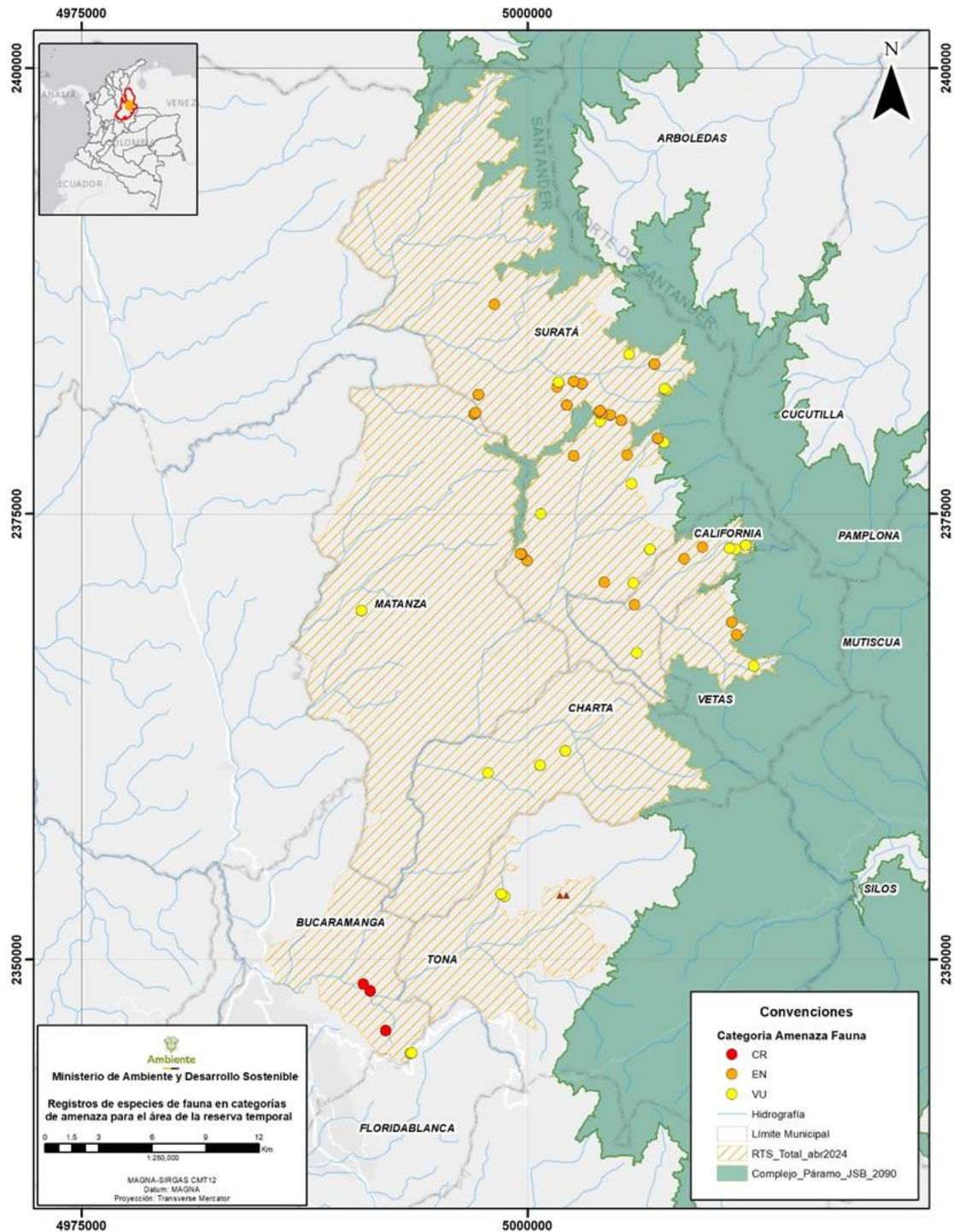


Figura 43. Registros de especies de fauna en categorías de amenaza para el área de la zona de reserva temporal.

Fuente de datos: SIB, 2024.

De igual manera, en la Tabla 40 se presentan algunas de las especies de plantas que se pueden observar en el área de la zona de reserva temporal, y que a su vez se encuentran en alguna categoría de amenaza, resaltando el Roble cómo especie icónica del bosque altoandino que históricamente ha sido objeto de una presión antrópica debido al uso de su madera como carbón vegetal por su alto poder dendroenergético, así como la presencia del Frailejón por ser una especie de gran importancia en el páramo y de la Palma de Cera insignia de nuestro país.

*Tabla 40. Relación de especies de flora con alguna categoría de amenaza dentro del área de la zona de reserva temporal, según la resolución MinAmbiente 126 de 2024.*

<b>Categoría</b>	<b>Nombre científico</b>	<b>Nombre común</b>
CR (En Peligro Crítico)	<i>Magnolia santanderiana</i>	Magnolio de Santander
	<i>Passiflora pamplonensis</i>	Curuba de Pamplona
	<i>Quararibea ruiziana</i>	Quararibea
EN (En Peligro)	<i>Aiphanes lindeniana</i>	Albarico
	<i>Cedrela odorata</i>	Cedro
	<i>Ceroxylon quindiuense</i>	Palma de Cera del Quindío
	<i>Chalybea corymbifera</i>	Tuno
	<i>Cordillera platycalyx</i>	Mapurito montañero
	<i>Juglans neotropica</i>	Nogal
	<i>Mauria cuatrecasasii</i>	Palo Hernández
	<i>Passiflora bracteosa</i>	Curuba de Santander
	<i>Passiflora bucaramangensis</i>	Pasiflora de Bucaramanga
	<i>Passiflora trianae</i>	Curuba de Triana
VU (Vulnerable)	<i>Aragoa abscondita</i>	Pinito de flor
	<i>Critoniopsis glandulata</i>	Amarguero
	<i>Espeletia conglomerata</i>	Frailejón Aglomerado
	<i>Passiflora erythrophylla</i>	Pasiflora de hojitas rojas
	<i>Quercus humboldtii</i>	Roble
	<i>Symplocos venulosa</i>	Palo Blanco
	<i>Wettinia microcarpa</i>	Gualte Mapora

Fuente: MinAmbiente, 2024.

En la Figura 44, se presentan los registros de especies de flora existentes en el SIB acotados al área de la zona de reserva temporal.

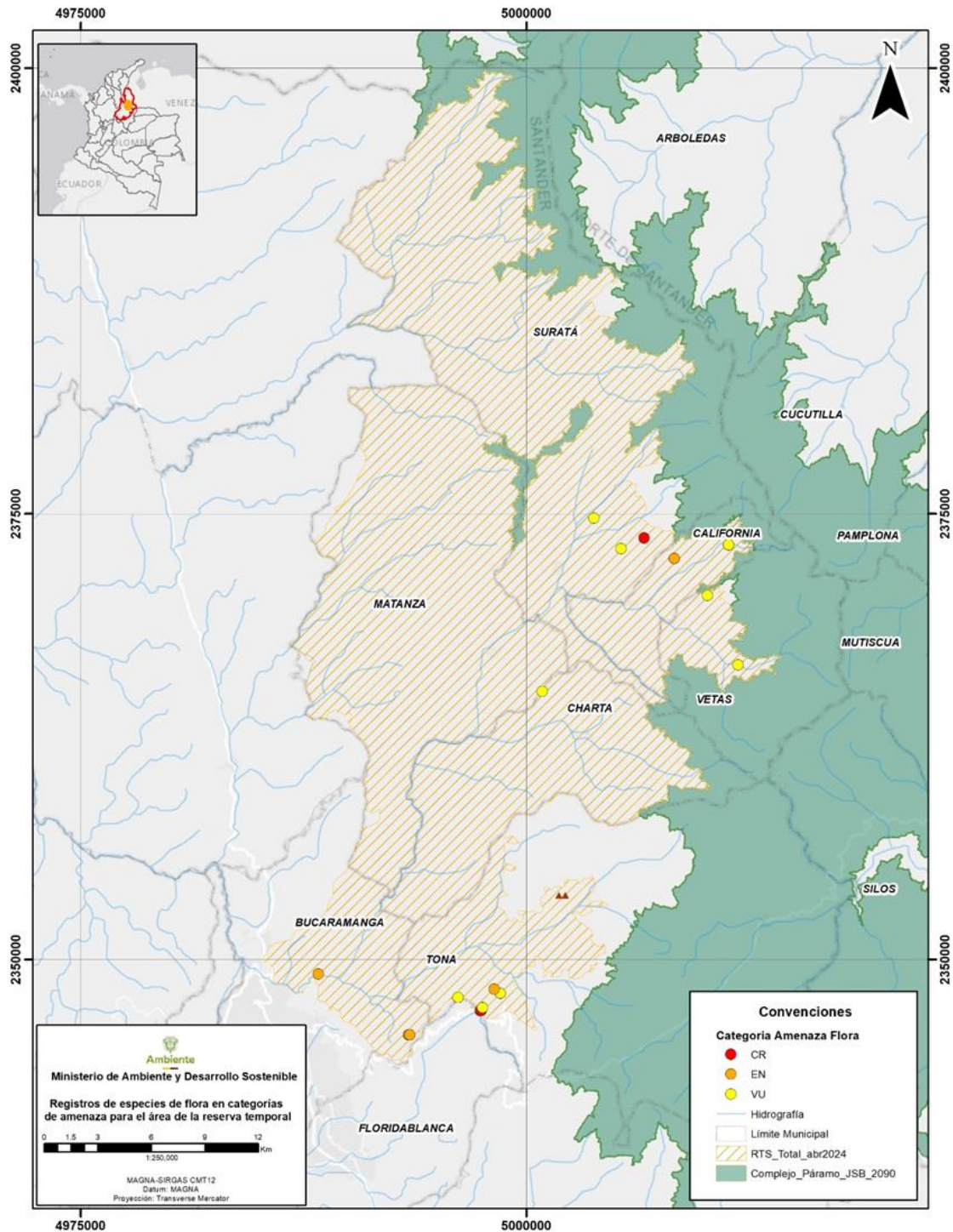


Figura 44. Registros de especies de flora en categorías de amenaza para el área propuesta para la zona de reserva temporal.

Fuente de datos: SIB, 2024.

De esta forma, se evidencia la importancia de la zona de reserva temporal como hábitat de especies de animales y plantas de importancia ecosistémica, ya que algunas de ellas se encuentran en alguna categoría de amenaza como resultado de la histórica presión derivada de actividades antrópicas, por lo general relacionadas con la intensificación de las actividades productivas, tales como expansión de la frontera agropecuaria, minería, aprovechamiento maderable en el caso de plantas de hábito arbóreo, cacería ilegal, entre otros. Esta situación, genera la necesidad de proteger los relictos de vegetación que por sus características aún ofrecen el hábitat adecuado para el establecimiento de especies de fauna.

En cuanto a los Servicios ecosistémicos presentes en el contexto de la propuesta de zona de reserva temporal, los mismo se definen como aquellos procesos y funciones de los ecosistemas que son percibidos por el humano como un beneficio (de tipo ecológico, cultural o económico) directo o indirecto, que se derivan de la biodiversidad, y que son indispensables para el funcionamiento del planeta. Incluyen aquellos de **aprovisionamiento**, como comida y agua; servicios de **regulación**, como la regulación de las inundaciones, sequías, degradación del terreno y enfermedades; servicios de **soporte** como la formación del sustrato y el reciclaje de los nutrientes; y servicios **culturales**, ya sean recreacionales, espirituales, religiosos u otros beneficios no materiales (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2012).

Dentro de los servicios de aprovisionamiento en la zona de reserva temporal, específicamente para los municipios de California, Vetás, Suratá, Matanza, Charta, Tona y Bucaramanga, la oferta de alimentos se da principalmente por la agricultura mediante la siembra de diferentes cultivos. En la Tabla 41, se muestran los principales cultivos existentes en los municipios que hacen parte del área de la reserva temporal.

*Tabla 41. Cultivos asociados a los municipios al interior de la zona de reserva temporal*

Municipio	Cultivo
California	Arracacha, Arveja, Avena, Caña, Cebolla, Cilantro, Curuba, Feijoa, Frijol, Lulo, Maíz, Mora, Papa, Plátano, Repollo, Tomate, Tomate de Árbol, Trigo, Zanahoria
Suratá	Aguacate, Apio, Arracacha, Café, Curuba, Feijoa, Frijol, Frutales Exóticos, Hortalizas Varias, Maíz, Maíz Forrajero, Mora, Tomate, Tomate de Árbol
Charta	Aguacate, Arracacha, Arveja, Cacao, Café, Frijol, Maíz, Mora, Plátano
Matanza	Aguacate, Ahuyama, Apio, Arracacha, Arveja, Banano, Caña, Cacao, Café, Cebolla, Cítricos, Frijol, Frutales Exóticos,

	Guayaba, Habichuela, Lulo, Maíz, Mora, Papa, Pimentón, Plátano, Tomate, Tomate de Árbol, Yuca
Vetas	Arracacha, Arveja, Cebolla, Curuba, Fresa, Frijol, Frutales Exóticos, Haba, Hortalizas Varias, Lulo, Maíz, Papa, Plantas Aromáticas, Plantas Medicinales, Tomate, Tomate de Árbol, Trigo
Tona	Aguacate, Ahuyama, Apio, Arracacha, Arveja, Caducifolios, Café, Cebolla, Fresa, Frijol, Guayaba, Habichuela, Lulo, Maíz, Mora, Papa, Pimentón, Plátano, Tomate, Tomate de Árbol, Yuca
Bucaramanga	Aguacate, Caña, Cacao, Café, Cebolla, Cítricos, Flores, Frijol, Frutales Exóticos, Guanábana, Habichuela, Hortalizas Varias, Lechuga, Lulo, Maíz, Maracuyá, Mora, Pepino, Pimentón, Plátano, Repollo, Tomate, Tomate de Árbol, Uva, Yuca

Fuente de datos: Evaluaciones Agropecuarias Municipales (EVA, 2024).

Así mismo, también existen otras actividades que se desarrollan en el territorio y que proveen alimentos como lo son las pecuarias, que para el caso de la provincia de Soto Norte se centran, principalmente, en unidades productivas bovinas, porcinas y caprinas (Cámara de Comercio de Bucaramanga, 2018).

Respecto al servicio ecosistémico de aprovisionamiento de agua, el mismo se genera a partir de la filtración, retención y almacenamiento de agua, principalmente en ríos, lagos, acuíferos incluyendo el suelo. La filtración está influenciada por diversos factores como la cobertura del suelo, la pendiente y las características bióticas y abióticas, como las texturas y la profundidad de los horizontes del suelo. La capacidad de retención y almacenamiento la determina la topografía y las características del suelo y de los ecosistemas, que son cruciales en los ciclos hidrológicos al ofrecer capacidades significativas. Los servicios ecosistémicos relacionados con la provisión de agua están estrechamente vinculados a su consumo, ya sea en hogares, agricultura o industria, lo que subraya la importancia de proteger y conservar los integralmente los ecosistemas de alta montaña, los bosques y el páramo en la cuenca para garantizar la oferta y en consecuencia la disponibilidad y el suministro de agua para los habitantes de los municipios cercanos al Macizo de Santurbán, incluida la ciudad de Bucaramanga. Esto se vuelve crucial en el contexto de la sostenibilidad y la subsistencia de la población. Caracterización descrita en el numeral 3.1.2 del presente documento.

Respecto a los servicios de regulación y soporte, la Política Nacional para la Gestión de la Biodiversidad y los Servicios Ecosistémicos define los servicios ecosistémicos de regulación como aquellos beneficios resultantes de la regulación de los procesos ecosistémicos dentro de los que se destacan el mantenimiento de la calidad del aire, la regulación del clima, el control de la erosión y la regulación hídrica, entre otros (MinAmbiente, 2012).

Así mismo, menciona que los servicios ecosistémicos de soporte hacen referencia a aquellos procesos ecológicos necesarios para el aprovisionamiento y existencia de los demás servicios ecosistémicos, entre estos se incluyen, la producción primaria, la formación del suelo y el ciclado de nutrientes. Dentro de los servicios de regulación más destacados para la zona de la reserva temporal se encuentra el de la regulación hídrica, que se describe a continuación.

El servicio de regulación está estrechamente vinculado al ciclo hidrológico, que se manifiesta cuando el ecosistema retiene agua durante los períodos lluviosos y la libera gradualmente durante los secos. Esta función de regulación hídrica es fundamental para garantizar el suministro de agua tanto para el consumo humano como para los diferentes elementos asociados al bosque y otros ecosistemas, asegurando así su funcionamiento adecuado. La protección y conservación de los ecosistemas de alta montaña, bosques y páramo asociado al macizo de Santurbán deben priorizar la regulación hídrica y el suministro de agua acorde con lo planteado en la Política Nacional para la Gestión de la Biodiversidad y los Servicios Ecosistémicos.

Finalmente, los servicios ecosistémicos culturales se entienden como los beneficios físicos, emocionales y mentales percibidos por las personas que habitan un ecosistema, estos suelen ser inmateriales y están asociados con la conservación de la biodiversidad, la protección del patrimonio histórico – cultural de las comunidades y la sostenibilidad ambiental, económica y social. De esta manera muchas zonas, lugares o regiones son protegidos y reconocidos por su aporte estético, la belleza que inspiran, la espiritualidad que promueven, la identidad cultural que establecen, el conocimiento que representan y los servicios de salud, recreación y turismo que aportan para el bienestar humano (Palomino, *et al.* (s.f.))

Estos servicios se pueden clasificar en cuatro tipos: I) Actividades de recreo, salud mental y física: caminar, practicar deporte en parques y espacios verdes, II) Turismo: viajes y estancias a distintos lugares o destinos para el descanso, ocio, y disfrute de la naturaleza, III) Apreciación estética e inspiración por la cultura el arte y el diseño: inspiración para el arte, cultura y diseño y IV) Experiencia espiritual sentimiento de pertinencia: religión, patrimonio cultural, espiritualidad, conocimientos tradicionales, sentido de pertenencia e esta manera se gesta el arraigo en valores tradicionales, creencias, costumbres, instituciones, formas de organización y actividades productivas que identifican comunidades campesinas, indígenas o afrodescendientes.

Ahora bien, estos cuatro tipos de servicios ecosistémicos culturales se evidencian en la zona de la reserva temporal que involucra a la provincia de Soto Norte y Bucaramanga en la que existe una gran riqueza en biodiversidad dada su conexión con el ecosistema de páramo y sus humedades, lo cual se evidencia en diversidad climática y paisajística significativa, que es aprovechada y disfrutada por las comunidades que habitan cerca de los bosques nativos y

demás espacios naturales en los que realizan actividades de observación de aves, senderismo, actividades recreativas y deportivas, también varios lugares revisten importancia para el pensamiento religioso y para la espiritualidad de los habitantes por lo que se convierten en sagrados, en este sentido la influencia del páramo de Santurbán en todo el ecosistema genera beneficios culturales a los habitantes de la región en tanto articula la identidad en torno a los cuerpos hídricos que nacen y fluyen en esta área.

*Tabla 42. Servicios ecosistémicos culturales asociados al área de la reserva temporal.*

Servicio Ecosistémico Cultural	Área propuesta para la zona de reserva temporal (Provincia Soto Norte)
<b>Actividades de recreo y salud mental y física</b>	Dentro del área de estudio se evidencia una relación de las comunidades con los ecosistemas acuáticos, los ríos y quebradas las cuales les generan una conexión importante, aportando a su salud mental y tranquilidad en su cotidianidad. También existen senderos ecológicos, miradores, entidades de derecho público como Coliseos deportivos y canchas que se usan para practicar deportes, para la recreación, el esparcimiento, y como espacios de encuentro comunitarios.
<b>Turismo</b>	En cada uno de los municipios que integran la Provincia se han generado proyectos turísticos que pretenden visibilizar y aprovechar el potencial de toda el área incluyendo la de reserva temporal, en términos paisajísticos:  'Charta natural, con mucha historia por contar', 'En Tona, la vida entona' con los que se busca fortalecer el turismo ecológico en la región: senderismo, avistamiento de aves y campamentos están dentro de la oferta.  'Suratá, firmes Cachirí, carajo' y 'Matanza carreritas del corazón' que buscan fortalecer el turismo cultural, haciendo énfasis en las tradiciones ancestrales de la región.  Con 'California minero, magia de agua primero' y 'Vetas, oro bajo frailejones' con los que se busca visibilizar las tradiciones alrededor de la minera ancestral y tradicional.
<b>Apreciación estética</b>	En esta área existen lugares de apreciación estética que generan bienestar mental y físico a los habitantes que los rodean: <b>Charta:</b> Cascada Tamarindo, Cueva del Indio, Mirador del Tabor, Cañón de los ríos Charta y Tona y El Boquerón <b>Suratá:</b> Lagunas de Monsalve, Morro El Cardón, Desfiladero del Boquerón <b>Matanza:</b> Quebrada Santamaría y Rinconade, El Salado (aguas azufradas), Cerro del Sagrado Corazón. <b>Tona:</b> Páramo de Berlín-Santurbán y Cerro El Picacho <b>California:</b> Lagunas de Páez, Quelpa y Toro, Santuario de la Iglesia de San Antonio, Lomita de la venta. <b>Vetas:</b> Laguna Larga, El Potrerito y Pajarito, El Pozo del rey y monumento a la virgen

Servicio Ecosistémico Cultural	Área propuesta para la zona de reserva temporal (Provincia Soto Norte)
<b>Identidad cultural y sentido de pertenencia</b>	Dentro del área de Reserva Temporal se destacan varios lugares que revisten un significado de sacralidad, los cuales cobran importancia dentro del pensamiento religioso católico, como las iglesias de San Antonio de Padua, la Virgen de Guadalupe, San Isidro Labrador, Santo Eccehomo de Matanza y San Sebastián de Suratá se consideran por parte de las comunidades como los patrones de la provincia, los cuales hacen parte de la devoción de los habitantes, especialmente de los que practican oficios como la minería artesanal.

En la zona de la reserva temporal se destacan paisajes, caracterizados por su relieve de planicies onduladas y cortadas por cañones profundos con una gran belleza escénica, en dónde existen tradiciones campesinas de orden ganadero y agrícola alrededor de la producción de leche y de tomate, también de cebolla junca, papa, maíz y mora, estos productos han alcanzado un reconocimiento económico tradicional dentro la región; así mismo, las actividades mineras tradicionales y el ecoturismo.

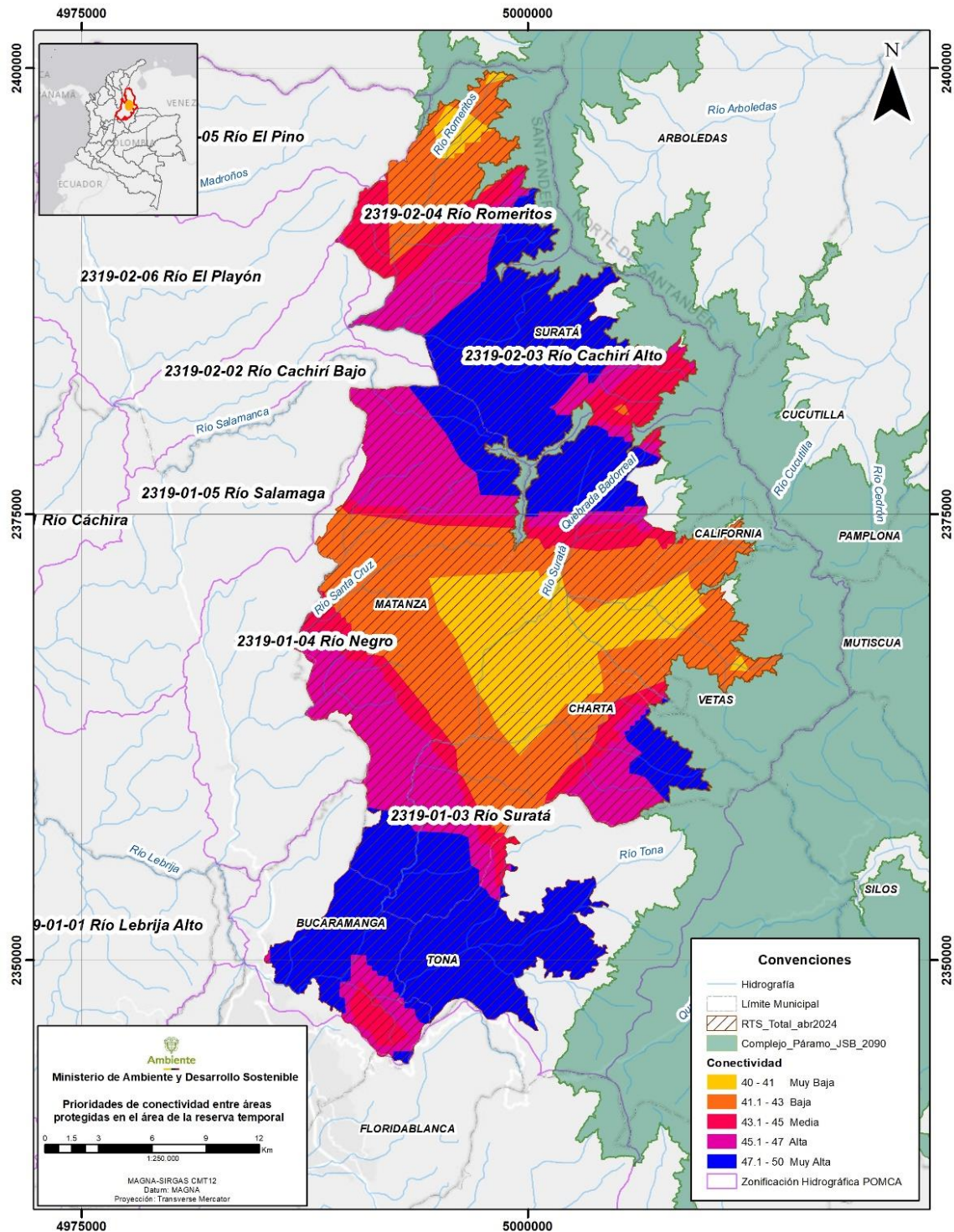
En este sentido, en esta área convergen proyectos territoriales hidro sociales locales y nacionales que tienen intereses tanto en conservación de los ecosistemas, como en minería y, otros que buscan garantizar la seguridad del abastecimiento de agua en las zonas urbanas, generando una dinámica multidimensional y la movilización de diferentes actores gubernamentales, habitantes, organizaciones sociales, asociaciones campesinas que buscan alcanzar diferentes objetivos. De esa manera, se configura un escenario social con diversas tensiones y convergencias que en cualquier situación tienen una dependencia sobre el servicio ecosistémico, teniendo en cuenta que la cobertura del servicio es local y se extiende a nivel municipal.

### 5.1.3 Conectividad Ecológica

A partir del análisis de Prioridades de Conectividad de Áreas Protegidas (PCAP) realizado por el IAvH y cuyo resultado fue una capa ráster publicada en el año 2023 por ese instituto de investigación, la cual presenta valores de prioridades de conectividad en una escala de números enteros, que va del 5 (valor mínimo) al 50 (valor máximo); este índice permite identificar dónde son más necesarios los esfuerzos adicionales de conservación para robustecer la conectividad de los sistemas de Áreas Protegidas, y también se puede utilizar para evaluar si los sitios recientemente declarados proporcionan ganancias de conectividad efectivas en el sistema de Áreas Protegidas.

Para el caso específico del área de la zona de reserva temporal en inmediaciones del páramo de Santurbán, se identificaron áreas protegidas tanto de carácter nacional como regional, incluyendo las reservas naturales de la sociedad civil, descritas en el Decreto 2372 de 2010, actualmente compilado en el Decreto 1076 de 2015, cuya área de traslape con el área de estudio, se indicó en el numeral 4.2.1.1 del presente documento.

En el siguiente mapa, se aprecian los corredores de conectividad ecológica entre áreas protegidas asociadas a la zona de la reserva temporal. Las convenciones del mapa (Ver Figura 45) se encuentran distribuidos de 40 a 50, siendo los valores cercanos a 40 los de menor priorización para la conectividad entre áreas protegidas, y los valores cercanos a 50 corresponden a las áreas dónde es necesario implementar acciones para la priorización de corredores de conectividad.



*Figura 45. Prioridades de conectividad entre áreas protegidas en el área de la zona de reserva temporal.*

Fuente: Prioridades de Conectividad de Áreas Protegidas (PCAP) 2023.

La conectividad de estas áreas presentes en la zona de la reserva temporal resulta de gran importancia para la conservación de la flora y fauna y los diferentes procesos ecológicos que conforman los objetivos de conservación de cada una de ellas, conservando así la composición, estructura y función de diferentes especies vegetales que son a su vez el hábitat de individuos pertenecientes a especies endémicas de la región y/o que se encuentran en alguna categoría de amenaza de acuerdo a alguno de los instrumentos de clasificación nacionales (Resolución 126 de 2024 proferida por MinAmbiente) o internacionales (Lista Roja de Especies de la UICN); por esta razón, es de vital importancia la protección de la zona de la reserva temporal para garantizar la conectividad ecosistémica de la región.

## **5.2 Protección de áreas estratégicas para la conservación de recursos hídricos**

### **5.2.1 Cuencas abastecedoras y concesiones de agua**

De forma general e indiscutible todos los servicios ecosistémicos dependen del agua. No obstante, el Informe Mundial de las Naciones Unidas sobre el Desarrollo de los Recursos Hídricos 2018 (WWAP (Programa Mundial de las Naciones Unidas de Evaluación de los Recursos Hídricos)/ONU-Agua, 2018), hace una diferenciación y agrupación de los servicios ecosistémicos: i) los Servicios ecosistémicos relacionados con el agua, y ii) los Servicios ecosistémicos dependientes del agua; en especial aquellos servicios que garantizan el aprovisionamiento y regulación hidrológica, logrando sostenibilidad del agua superficial y subterránea en el mantenimiento de los ecosistemas y su disponibilidad para los diferentes usos demandados en la cuenca, teniendo en cuenta los desafíos que imponen los efectos del cambio climático, para el aprovisionamiento actual y futuro del agua superficial y subterránea, logrando una visión sostenible del territorio.

La mayor parte de los servicios ecosistémicos relacionados con el agua tienen que ver con el movimiento del agua (evaporación, flujo superficial e infiltración en el suelo), el almacenamiento de agua (principalmente en suelos, aguas subterráneas y humedales) o la transformación del agua (para productos y servicios). Por su parte la adecuada gestión apunta a la seguridad hídrica y así mismo, a la seguridad alimentaria y la agricultura sostenible, construcción de asentamientos urbanos sostenibles, gestión de aguas residuales, reducción del riesgo de desastres, degradación de la tierra, sequía y desertificación, adaptación y mitigación del cambio climático.

Los servicios de aprovisionamiento de agua y de regulación de procesos ecosistémicos (regulación hídrica, regulación de la purificación del agua, sequías, entre otros fenómenos) se ven sustentados a través de la protección y conservación de áreas estratégicas denominadas microcuencas abastecedoras, presentes en las subzonas hidrográficas como prestadoras directas del servicio ecosistémico.

Al interior de la propuesta de zona de reserva temporal se configuran parcial o totalmente 47 microcuencas abastecedoras, así como 340 concesiones de agua que abastecen municipios como Suratá, California, Vetás, Charta, Tona, Matanza, Bucaramanga, Floridablanca y Girón, prestando el servicio ecosistémico de aprovisionamiento de agua a su población.

Dentro de estas cuencas abastecedoras se resaltan aquellas que surten de agua al Área Metropolitana de Bucaramanga que cuenta con una población de 1.327.556 habitantes (DANE, proyecciones al 2024) y que representan más del 50% del total de la población del departamento de Santander. En la Figura 46 se indican las principales cuencas y microcuencas abastecedoras en la zona de reserva temporal.

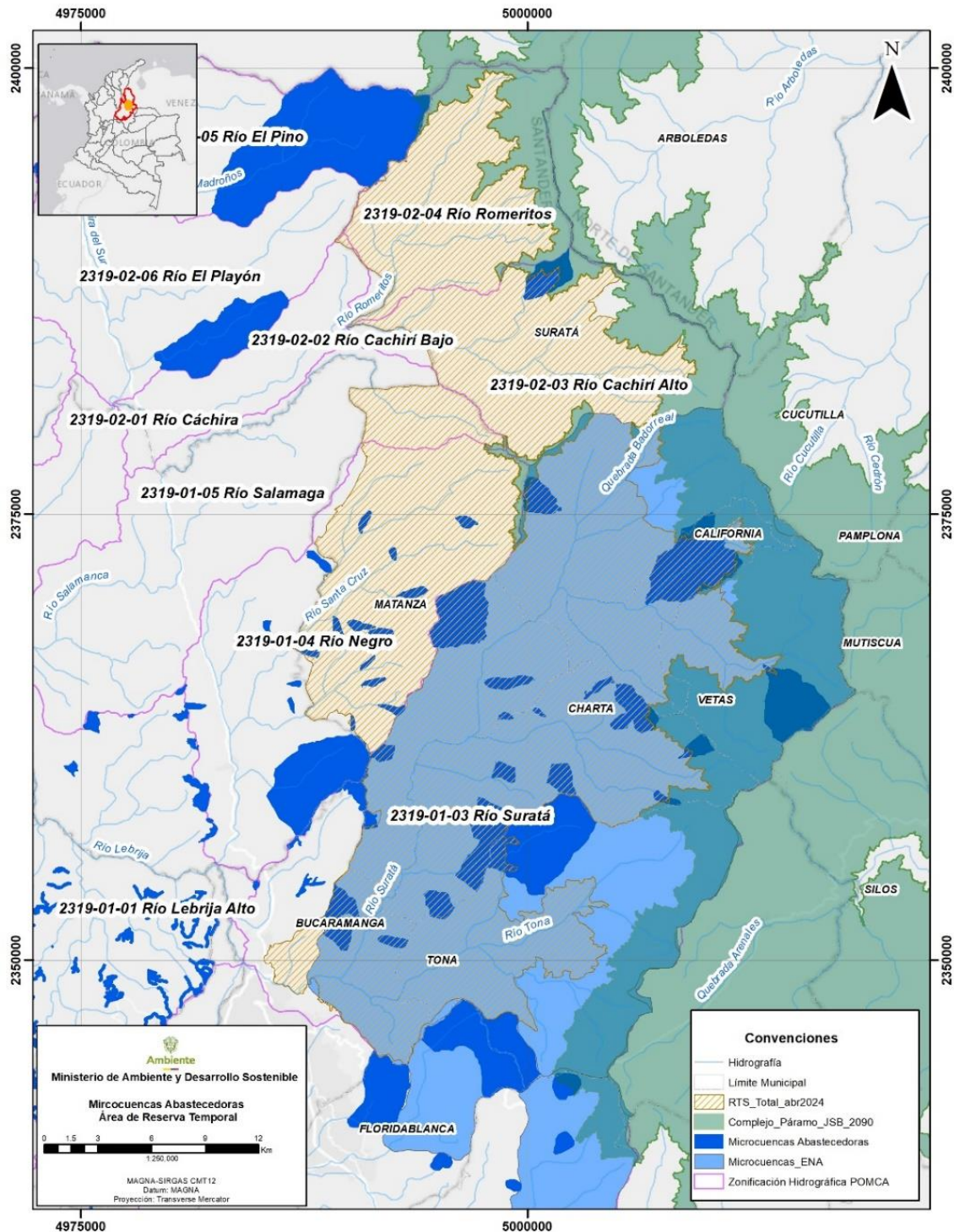


Figura 46. Microcuencas abastecedoras de acueductos identificadas al interior de la Zona de Reserva Temporal.

Fuente: POMCA Cáchira Sur (CDBM, 2019) y Alto Lebrija (CDBM, 2020).

En la Figura 47, se indican 340 concesiones de agua, otorgadas por la CDMB dentro de la zona de reserva temporal de Santurbán.

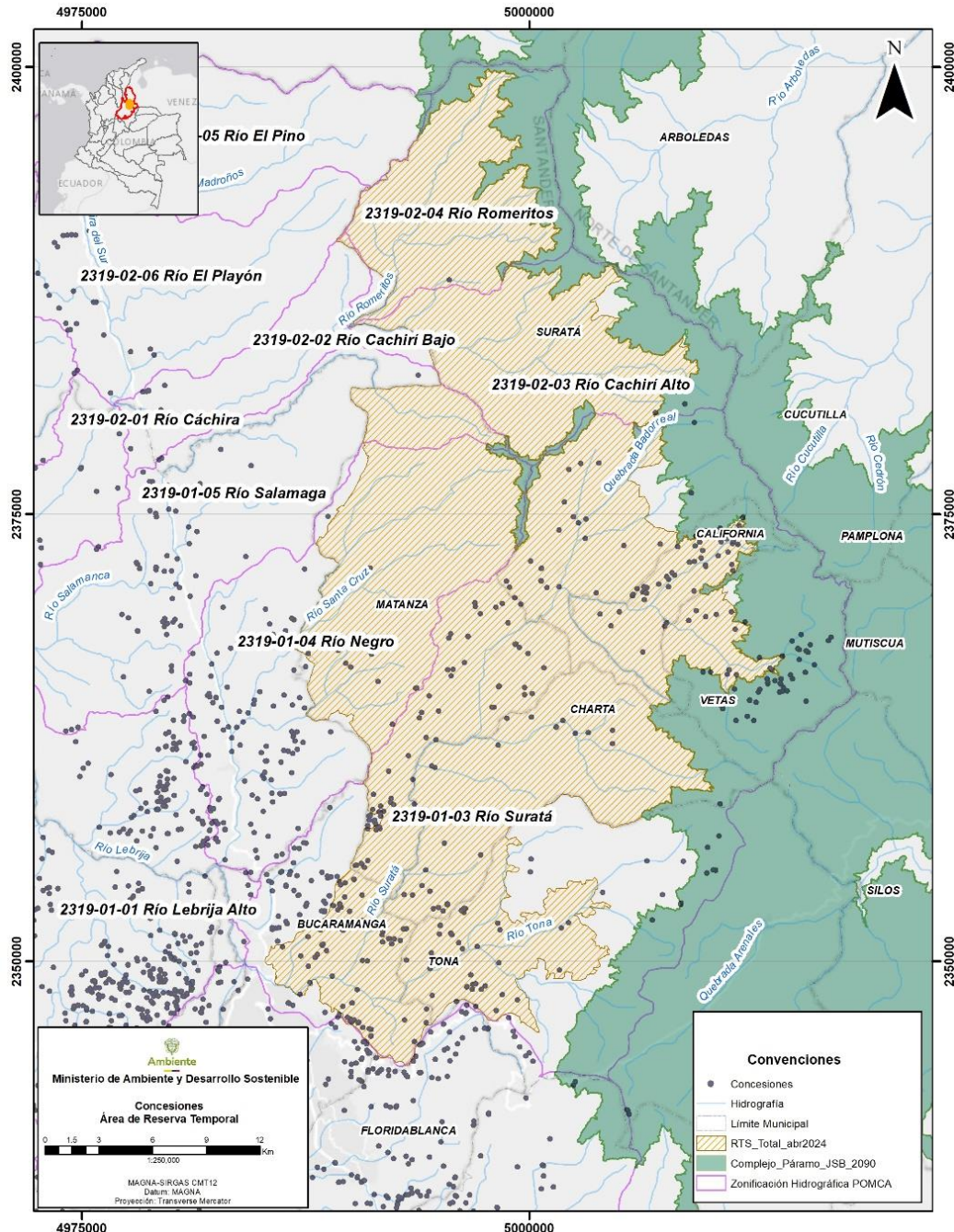


Figura 47. Captaciones de agua superficiales identificadas dentro del área de reserva temporal.

Fuente: Radicado respuesta CDMB 07092 de 2024, "Solicitud de información de licencias ambientales, concesiones de agua y calidad del agua captada en las cabeceras municipales".

Respecto a los índices de regulación hídrica de las microcuencas abastecedoras reportados por la autoridad ambiental (CDMB) a través del desarrollo de las fases de diagnóstico de los POMCA de los ríos Alto Lebrija y Cáchira Sur, corresponden a valores principalmente bajos, moderados y en menor medida altos, lo cual las convierten en áreas frágiles ante intervenciones antrópicas que puedan alterar las condiciones de oferta y calidad del agua, haciendo necesario su conservación en el tiempo para garantizar que sigan suministrando los servicios ecosistémicos que hasta hoy prestan en la zona.

Respecto al riesgo por desabastecimiento hídrico en época seca, el ENA 2022, conforme los análisis realizados entre los años de 1998 a 2021, evidencia que el conjunto de municipios involucrados dentro de la propuesta de zona de reserva temporal, presentan por lo menos un registro de desabastecimiento hídrico en época seca, y por ende presentan susceptibilidad al desabastecimiento, tal como se indica en la Figura 48.

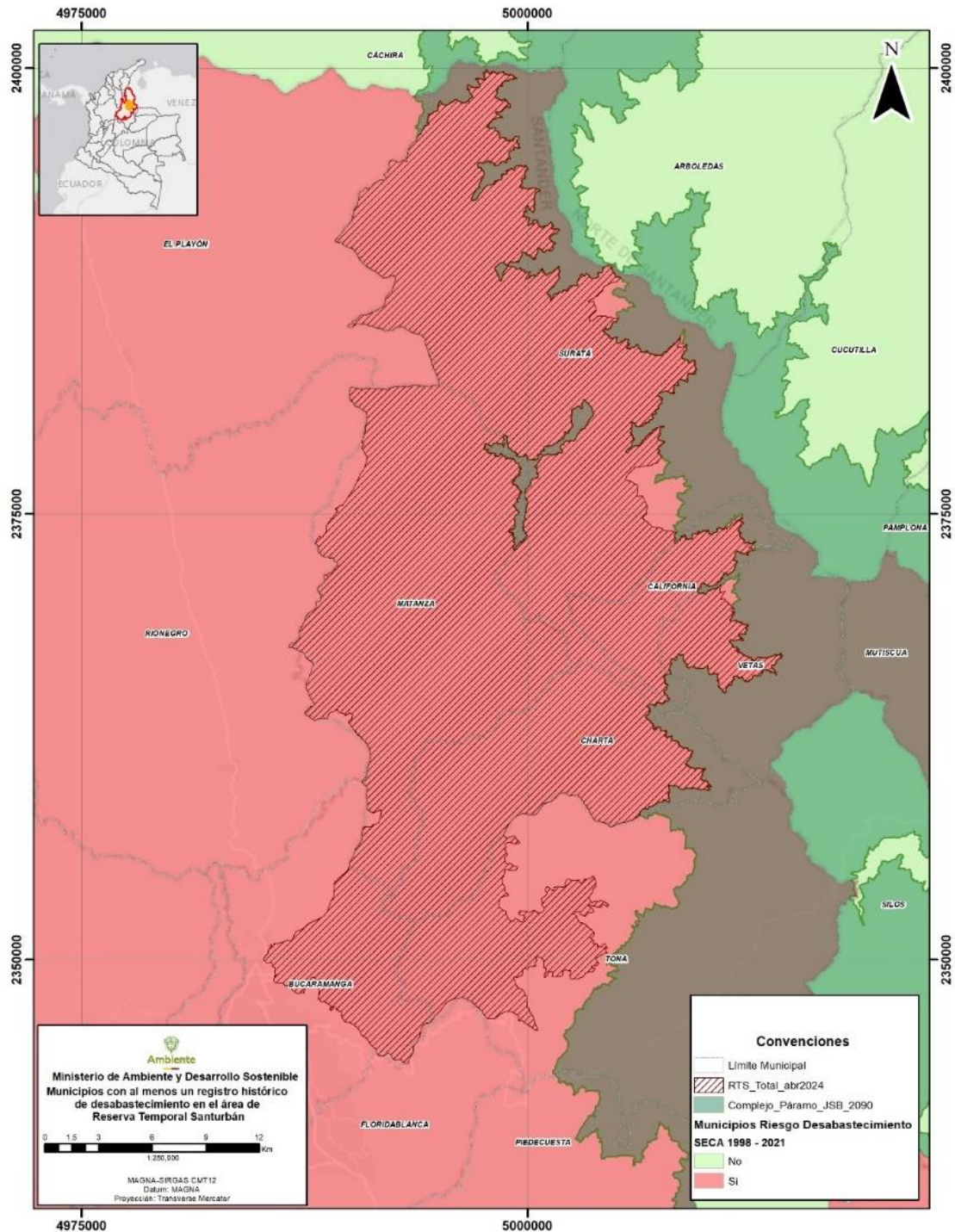


Figura 48. Municipios con al menos un registro histórico de desabastecimiento en el área de la Zona de Reserva Temporal Santurbán.

Fuente: ENA 2022.

A pesar del abundante número de fuentes superficiales que nacen en el páramo de Santurbán y áreas contiguas, el estudio de la relación que existe entre éstas y el agua subterránea es aún incipiente. Las primeras evidencias de esta conexión se encuentran en la cuenca de La Baja, municipio de California, donde el SGC inventarió un total de 38 manantiales (43% del total de puntos), en su mayoría perennes, que dan origen a las principales corrientes de agua superficial del área y que son utilizadas para abastecimiento para uso doméstico (como la quebrada El Indio para el municipio de California) (Herrera et al., 2023).

Así mismo, los acuíferos que se encuentran en contacto con las fuentes superficiales pueden aportar agua a estos cursos generando un flujo base que permite mantener caudales aun en periodos en los que no se presentan eventos de precipitación. Gómez-Isidro & Gómez-Ríos (2016) y Gómez-Isidro et al. (2015), mediante el análisis de filtros digitales y mediciones de isótopos estables estimaron un porcentaje de flujo base de 83,4% para el río de Oro, y de 82,2% para el río Suratá, indicando valores de flujo base en ambos ríos indican una reserva de flujo subterráneo importante. A pesar de lo anterior, se hace necesario plantear las complejidades e incertidumbres respecto a la comprensión de la interacción de las aguas superficiales y subterráneas particularmente para las cuencas de interés.

De esta forma, es insuficiente la información que permita la comprensión del funcionamiento de los sistemas acuíferos y su interacciones con los ríos de Oro y Suratá (flujo base y recarga) a una escala regional y en esta misma medida, se desconoce el potencial impacto sobre el recurso hídrico asociado al desarrollo del total de los proyectos mineros (en superficie y a profundidad mediante socavones, túneles, etc.) actuales y proyectados, situación que motiva a la adopción de acciones perentorias en el ordenamiento territorial hasta tanto se cuente con las herramientas necesarias en aras de la adecuada toma de decisiones en términos generales y de la gestión integral del recurso hídrico.

### 5.2.2 Zonas con potencial de recarga de acuíferos

Las zonas de recarga de acuíferos (ya detalladas para el área de estudio en el apartado **Zonas de recarga de acuíferos**) identificadas al interior de la propuesta de zona de reserva temporal, se presentan en la Figura 49.

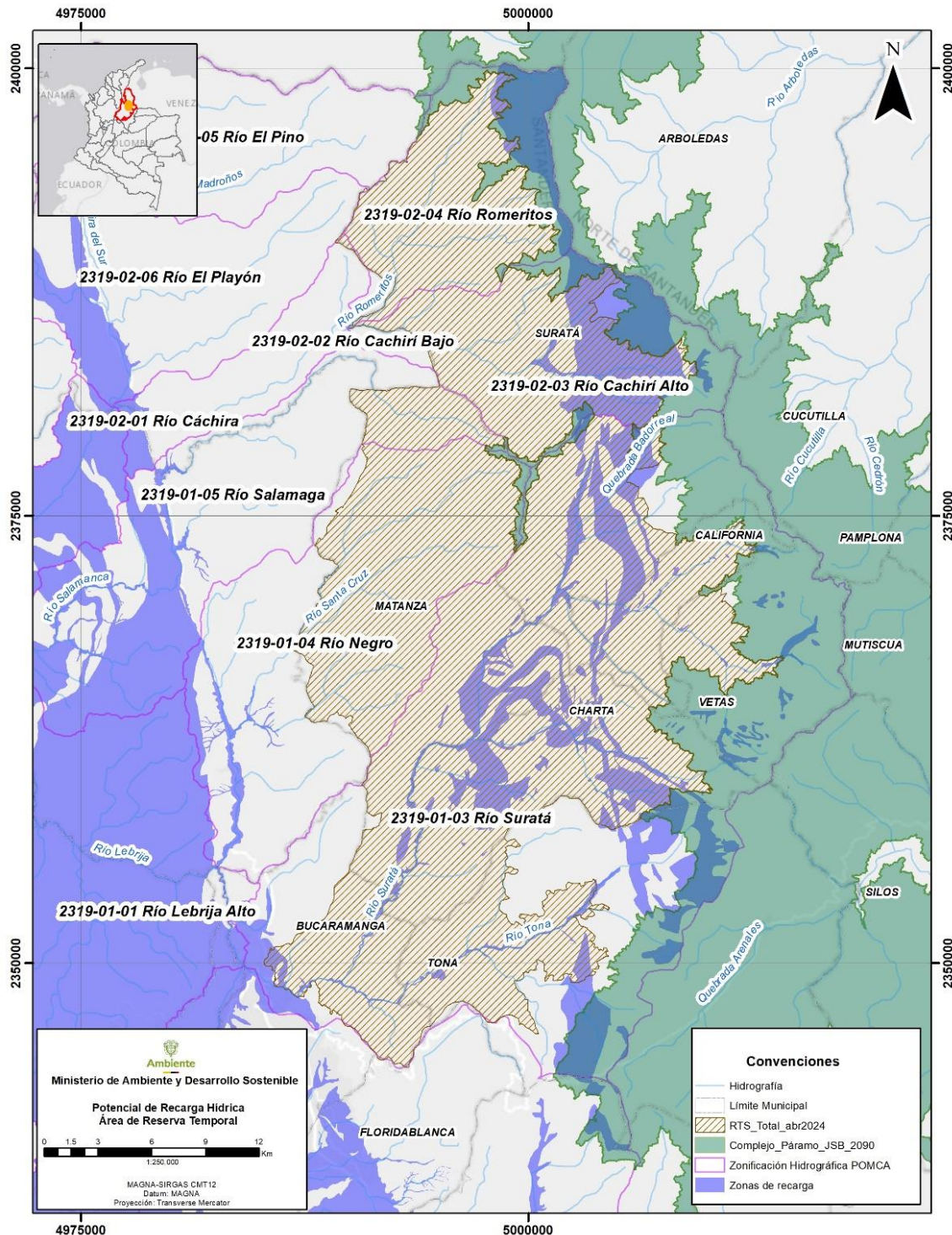


Figura 49. Áreas con potencial de recarga de acuíferos en el área de reserva temporal.

Fuente: Zonificación hidrográfica y Zonas de Recarga de Acuíferos POMCA Cáchira Sur y Alto Lebrija.

Como se observa, estas se distribuyen preferencialmente hacia el este del área de la zona de reserva temporal, abarcando un total de 11.373,69 ha (15% del área), en las subcuencas de los ríos Suratá, Cachirí Alto y Romeritos, incluyendo aquellas zonas que la Corporación definió como de mayor relevancia para su conservación y protección.

Es relevante notar que las zonas de recarga identificadas al interior del área propuesta para la zona de reserva temporal no intersecan los polígonos de los sistemas acuíferos identificados hasta la fecha por el IDEAM.

A pesar de los esfuerzos realizados por la CDMB en la identificación de zonas de recarga, el SGC (2024) en su concepto técnico para el área de la zona de reserva temporal, tras analizar la información disponible de los POMCA, notó que aquellas zonas de recarga delimitadas no tienen en cuenta el predominio de rocas cristalinas (ígneas y metamórficas) que en este sector se ven afectadas por fenómenos de fracturamiento que favorecen la recarga, por lo que se estaría dando una subestimación en la delimitación de estas áreas de especial protección. Para conocer en mayor detalle el concepto técnico del SGC se remite al lector al Anexo 1.

Así, a diferencia de las condiciones comúnmente estudiadas en el país, en las que el agua fluye a través de los espacios vacíos (poros) entre las partículas, que componen las rocas y sedimentos, en áreas como la del Macizo de Santander, el agua se mueve principalmente a través de sistemas de fracturas que afectan los materiales, que de otra forma serían impermeables.

El SGC ha dado los primeros pasos con el desarrollo de estudios hidrogeológicos en materiales fracturadas en la microcuenca de La Baja, municipio de California (Herrera et al., 2023), que concluyen que los esfuerzos y las deformaciones tectónicas se relacionan con aspectos de conectividad, direcciones más probables de flujo y en general con cómo se mueven las aguas subterráneas. Adicionalmente, Colegial-Gutiérrez, Forero-Quintero, Fuentes-Rueda, & Gómez Isidro (2017), en las microcuencas de los ríos Hato y Frio, al oriente de Bucaramanga, también en el Macizo de Santander, identificaron que las rocas cristalinas (ígneas y metamórficas) presentan, además, espesas franjas meteorizadas que posibilitan a su vez el desarrollo de distintos niveles de meteorización, que constituyen acuíferos. Es relevante, entonces, considerar que las rocas que integran el Macizo de Santander se encuentran fracturadas y además afectadas por los procesos de meteorización de forma que el agua subterránea fluye a través de caminos complejos en el subsuelo incluyendo tanto poros como fracturas de los materiales.

Lo anterior, coincide con lo que la CDMB (2019) reconocía, ya que no se disponía de información hidráulica para los potenciales acuíferos de porosidad secundaria, constituidos por las zonas fracturadas y diaclasadas, en alguna de las formaciones geológicas que afloran en la cuenca. El carácter acuífero de los complejos ígneos-metamórficos categorizados en los POMCA como de baja a nula productividad se manifiesta por la existencia de manantiales sobre ellos reportados por el SGC (2024) en su concepto técnico para la zona de reserva temporal. Estos se encuentran relacionados espacialmente con fallas de dirección NE-SW oblicuas con respecto a la falla de Bucaramanga.

A partir del análisis realizado por el SGC (Herrera et al. 2023) basado en información de isótopos estables y radioactivos en muestras de aguas subterráneas y superficiales en la zona de Angosturas y complementados en estudios estructurales y de fracturamiento de las rocas asociados al sistema de fallas La Baja, en el páramo jurisdicciones Santurbán-Berlín departamento de Santander (municipios de Vetás y California), se identificaron aguas subterráneas jóvenes provenientes de flujos locales en manantiales, intermedias que drenan del túnel El Emboque y más antiguas, con características termales que provienen de flujos regionales, captadas por el pozo TW-2. Se encontró, para estos tipos de aguas subterráneas como punto común que el páramo es potencial zona de recarga de acuíferos de la quebrada La Baja.

Según Herrera et al. (2023) los túneles El Emboque, La Perezosa y Veta Barro drenan agua que proviene del sector de páramo y que el río Vetás, muestreado en cotas cercanas a 2.000 m.s.n.m y el río Suratá muestreado a 1.637 m.s.n.m también tienen la marca química que permite establecer que sus aguas están alimentadas por el páramo. Los resultados del SGC son consistentes con aquellos obtenidos por Gomez-Isidro, Taupin, & Rueda (2015), que afirman que la principal recarga de los acuíferos de la Meseta de Bucaramanga proviene de la zona montañosa del Macizo de Santander desde los 1.500 hasta los 3.000 m.s.n.m.

Si bien los resultados obtenidos por el SGC hasta el momento dan cuenta de la complejidad de la recarga en medios fracturados, estos son aun de carácter local, persistiendo la incertidumbre respecto al grado de fracturamiento de las rocas ígneas y metamórficas no solo en la zona de páramo sino también en áreas más bajas, que puedan constituir zonas de recarga de acuíferos. Por tanto, es necesario realizar un estudio regional que, a partir de la síntesis de información geológica, geoquímica, geofísica, hidráulica e hidrogeológica, permita construir un Modelo Hidrogeológico Conceptual (MHC) del área, que resuma el estado de conocimiento del agua subterránea en el área de la zona de reserva temporal y que permita, tanto definir y validar las zonas potenciales de recarga, como mejorar el conocimiento que se tiene respecto a la conexión agua subterránea – agua superficial.

### 5.2.3 Calidad de agua

De la información contenida en los POMCA de los ríos Cáchira Sur y Alto Lebrija se analizó el Índice de Alteración Potencial a la Calidad del Agua por subcuencas.

Este indicador es un referente en cuanto a la capacidad de los cuerpos de agua superficiales de soportar cargas contaminantes vertidas sobre ellos; en ambos casos, se evidencia que para la zona de interés este indicador se encuentra en las categorías Media Alta – Alta y Muy Alta, siendo que los puntos más altos del macizo de Santurbán se identificaron con un potencial de alteración media alta a alta.

En la Figura 50, se presenta el índice potencial a la calidad del agua en la zona de reserva temporal.



La CDMB cuenta con 74 estaciones de monitoreo de calidad en su jurisdicción. Posteriormente, se revisaron las que se encuentran al interior de la zona de reserva temporal, las cuales se indican en la Figura 51

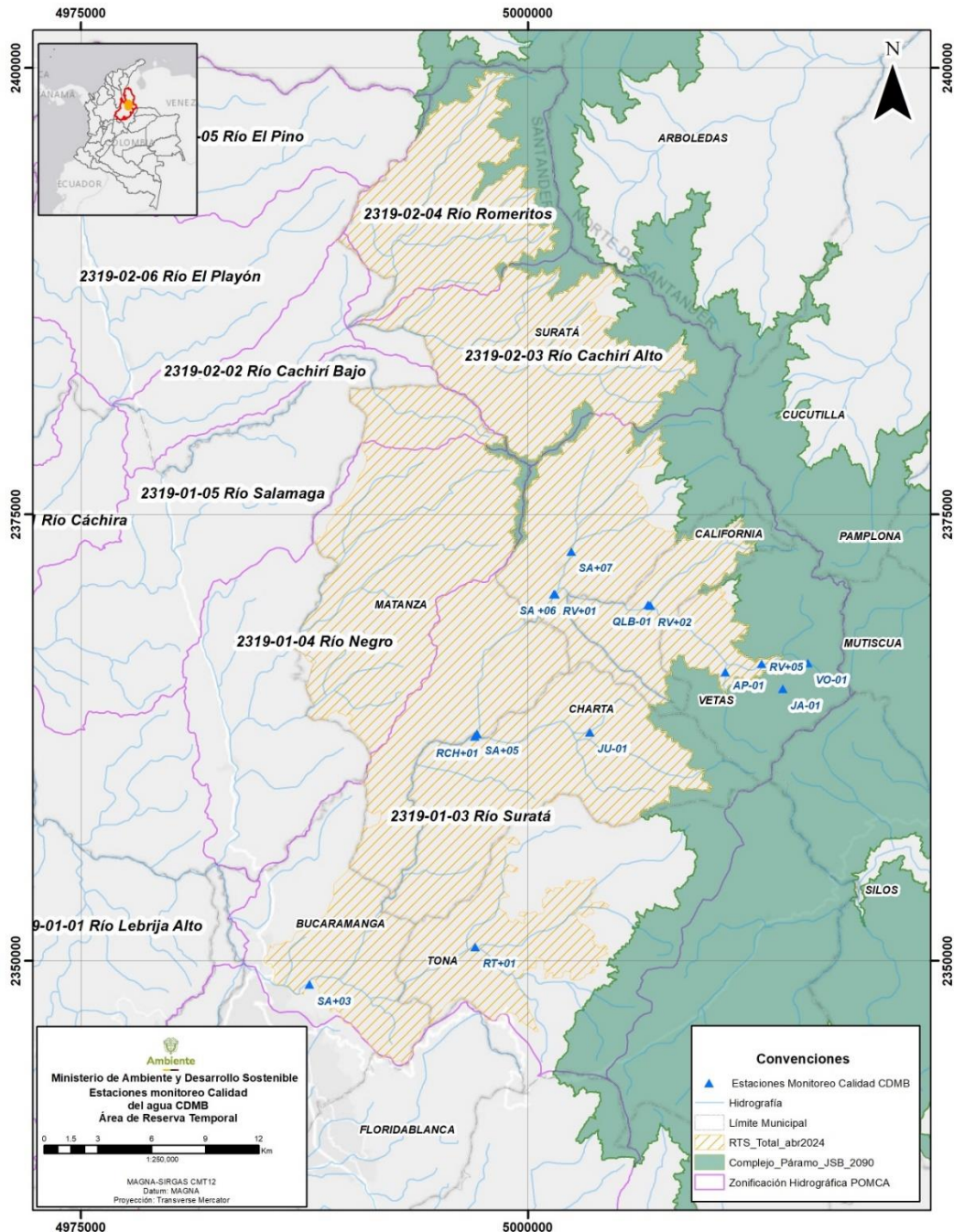


Figura 51. Estaciones de monitoreo presentes en el área propuesta como reserva temporal.

Fuente: Red monitoreo hidro climatológicas CDMB <http://caracoli.cdm-b.gov.co/cai/rhc/estacalidad.html>

De los puntos con estaciones de monitoreo del agua con las que cuenta la CDMB, se revisaron los resultados de calidad respecto a metales pesados y sustancias tóxicas como Mercurio, Plomo, Arsénico y Cianuro desde el periodo desde el año 2014, así como con los resultados obtenidos en una campaña de monitoreo realizada por el SGC durante el año 2023. Los resultados para cada uno de los elementos y su comparativa con los parámetros de la norma actual (Decreto 1076 de 2015 y la resolución 12115 de 2007), se muestran a continuación.

Los informes de calidad del agua se encuentran publicados en la página Web de la CDMB o en el siguiente enlace:  
<http://caracoli.cdm-b.gov.co/cai/rhc/repmdc.html>

- **Mercurio:**

Realizando el análisis por estación en cuanto al mercurio, se puede observar que los puntos más críticos se registran en la estación que se encuentra en la Quebrada Jaimes en área de páramo aguas arriba de la zona de reserva temporal pero conectada con esta. Aguas abajo en el casco urbano del municipio de Vetás la estación RV – 05 sigue mostrando datos por encima del límite permitido, al igual que los resultados de la estación QLB-01 sobre la quebrada La Baja del municipio de California y se une con el río Vetás. Sin embargo, los datos de las estaciones aguas abajo indican que los niveles de contaminación por mercurio disminuyen a lo largo de la cuenca del río Suratá. En la Figura 52 y en la Figura 53, se presentan las concentraciones multitemporales de mercurio en las estaciones de CDMB sobre cuencas hidrográficas presentes en la zona de reserva temporal

Frente a la concentración de mercurio en el agua superficial, en su concepto técnico el SGC (2024) reporta niveles de mercurio preocupantes registrados por el Acueducto Metropolitano de Bucaramanga (AMB) en el río Vetás, desde el año 2022 particularmente, aquel del 28 de julio de 2022, con un valor máximo de 163 µg/L (microgramos por litro) (0.163 mg/L) (miligramos por litro). Según el SGC, esta situación ha llevado al cierre temporal de las compuertas de captación en la bocatoma del río Suratá.



- **Plomo:**

Respecto a los resultados de Plomo, los datos de las estaciones a lo largo de los años demuestran que sus concentraciones en el agua superan los límites admisibles normativos para el consumo humano como agua potable en los puntos RV-05, RV-02 y RV-01 del Río Vetas y el punto QLB-01 de la Quebrada La Baja. En la Figura 54 y en la Figura 55 se presentan las concentraciones multitemporales de plomo en las estaciones de CDMB sobre cuencas hidrográficas presentes en la zona de reserva temporal.

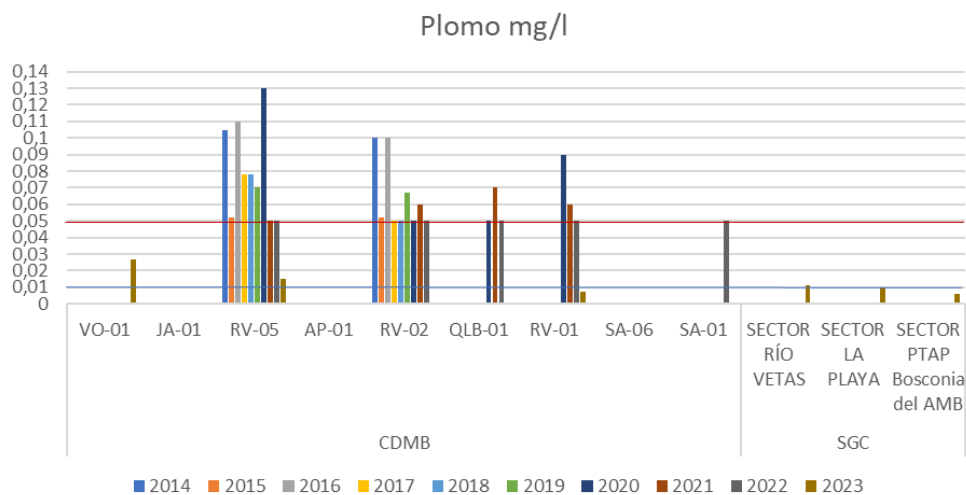


Figura 54. Análisis multitemporal de concentración de plomo en estaciones de CDMB sobre cuencas hidrográficas presentes en la zona de reserva temporal.

Fuente: Elaboración propia a partir de información de la CDMB (2023)

Fuente de datos: <http://caracoli.cdmdb.gov.co/cai/rhc/repmdc.html>

REFERENCIA	ENTIDAD	ESTACIÓN	Concentraciones por año										Promedio general por estación	Límites admisibles		Promedio General
			2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023		Decreto 1076 de 2015	Res 2115 de 2007	
Plomo [mg/l]	CDMB	VO-01	**	**	**	**	**	**	**	**	**	0,027	0,027	0,05	0,01	0,093
		JA-01	**	**	**	**	**	**	**	**	**	<0,05	<0,05			
		RV-05	0,3	0,092	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	**	0,015	0,0097			
		AP-01	**	**	**	**	**	**	**	**	**	<0,05	<0,05			
		RV-02	0,3	0,32	0,3	0,05	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	<0,003	0,011111111			
		QLB-01	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	0,1			
		RV-01	**	**	**	**	**	**	0,3	0,3	0,3	0,0075	0,006875			
		SA-06	**	**	**	**	**	**	**	**	**	<0,05	<0,05			
		SA-01	**	**	**	**	**	**	**	**	**	<0,003	0,3			
	SGC	Sector Río Vetas	**	**	**	**	**	**	**	**	**	0,0113	0,0113			
		Sector La Playa	**	**	**	**	**	**	**	**	**	0,0096	0,0096			
		Sector PTAP Bosconia del AMB	**	**	**	**	**	**	**	**	**	0,0057	0,0057			

Nota: \*\* No hay información disponible para este parámetro; ND no se detectó.

Figura 55. Análisis multitemporal de concentración de Plomo en cuencas presentes dentro de la zona de reserva temporal.

Fuente: Elaboración propia a partir de información de la CDMB (2023)

Fuente de datos: <http://caracoli.cdmdb.gov.co/cai/rhc/repmdc.html>

• **Arsénico:**

Respecto a los resultados del Arsénico, en 11 de los 12 puntos, superan el límite admisible de la resolución 2115 de 2007, siendo 3 los más críticos: VO-01, RV-05 y RV-02, mostrando picos preocupantes en los años 2015, 2018, 2020 y 2023. En la Figura 56 y en la Figura 57 se presentan las concentraciones multitemporales de Arsénico en las estaciones de CDMB sobre cuencas hidrográficas presentes en la zona de reserva temporal.

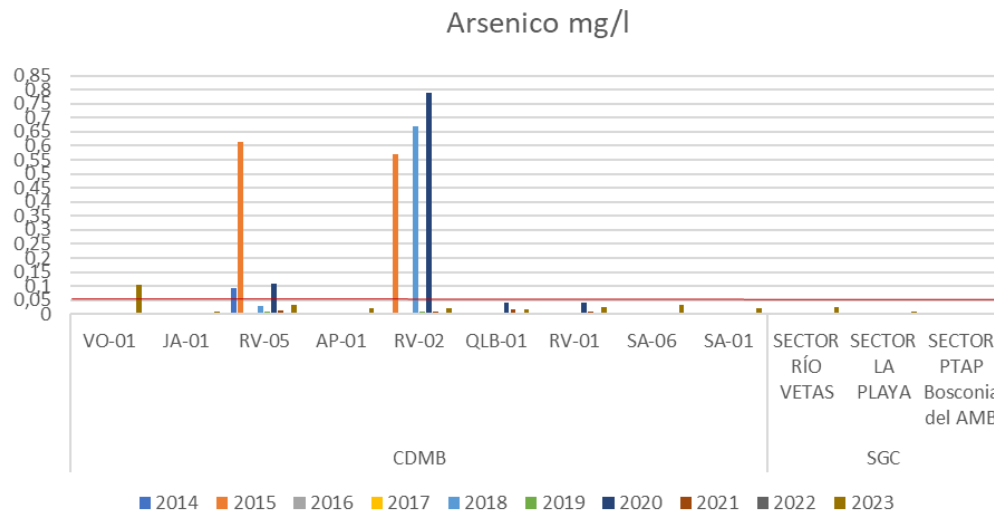


Figura 56. Análisis multitemporal de concentración de arsénico en estaciones de CDMB sobre cuencas hidrográficas presentes en la zona de reserva temporal.

Fuente: Elaboración propia a partir de información de la CDMB (2023)

Fuente de datos: <http://caracoli.cdmdb.gov.co/cai/rhc/repmdc.html>

REFERENCIA	ENTIDAD	ESTACIÓN	Concentraciones por año										Promedio general por estación	Límites admisibles		Promedio General
			2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023		Decreto 1076 de 2015	Res 2115 de 2007	
Arsénico [mg/l]	CDMB	VO-01	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	0,027	0,027		0,05
		JA-01	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	0,01	0,01		
		RV-05	0,1	0,6	0,002	0,003	0,027	0,008	0,1	0,014	0,002	0,01	0,006	0,006		
		AP-01	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	0,019	0,019		
		RV-02	3,6	0,6	0,002	0,003	0,2	0,01	0,008	0,008	0,001	0,02	0,004	0,004		
		QLB-01	**	**	**	**	**	**	0,04	0,015	0,001	0,016	0,018	0,018		
		RV-01	**	**	**	**	**	**	0,04	0,009	0,001	0,02	0,0075	0,0075		
		SA-06	**	**	**	**	**	**	**	**	**	0,03	0,03	0,03		
		SA-01	**	**	**	**	**	**	**	**	0,001	0,02	0,005	0,005		
	SGC	Sector Río Vetas	**	**	**	**	**	**	**	**	**	0,0232	0,0232	0,0232		0,01
		Sector La Playa	**	**	**	**	**	**	**	**	**	0,0091	0,0091	0,0091		
		Sector PTAP Bosconia del AMB	**	**	**	**	**	**	**	**	**	0,0047	0,0047	0,0047		

Nota: \*\*No hay información disponible para este parámetro; ND no se detectó.

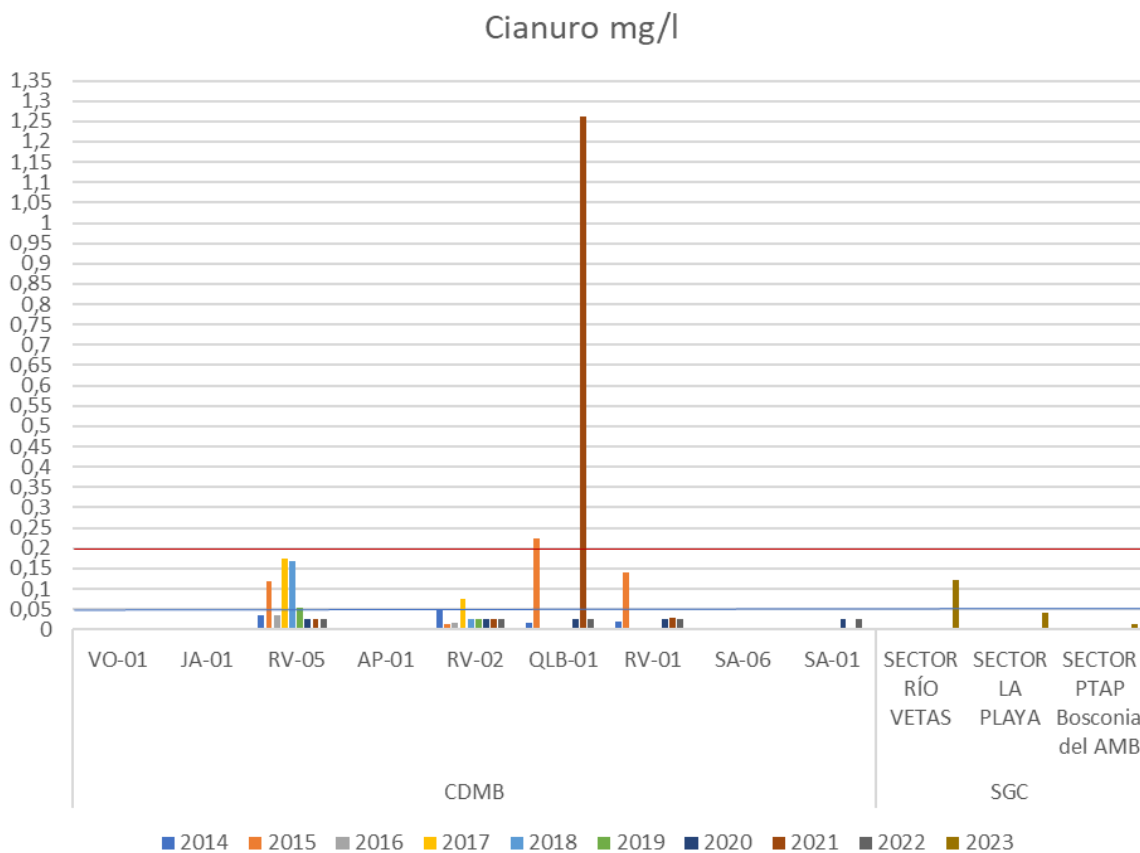
Figura 57. Análisis multitemporal de concentración de arsénico en estaciones de CDMB sobre cuencas hidrográficas presentes en la zona de reserva temporal.

Fuente: Elaboración propia a partir de información de la CDMB (2023)

Fuente de datos: <http://caracoli.cdmdb.gov.co/cai/rhc/repmdc.html>

- **Cianuro:**

Los datos sobre la sustancia química Cianuro, muestran dos puntos con altos niveles de concentración, siendo el QLB-01 el más crítico, mientras que el RV-05 muestra valores altos por encima de los de referencia de la resolución 2115 de 2017 con el potencial de afectar a la salud humana. En la Figura 58 y en la Figura 59, se presentan las concentraciones multitemporales de Cianuro en las estaciones de CDMB sobre cuencas hidrográficas presentes en la zona de reserva temporal



*Figura 58. Análisis multitemporal de concentración de cianuro en estaciones de CDMB sobre cuencas hidrográficas presentes en la zona de reserva temporal.*

Fuente: Elaboración propia a partir de información de la CDMB (2023)

Fuente de datos: <http://caracoli.cdmdb.gov.co/cai/rhc/repmdc.html>

REFERENCIA	ENTIDAD	ESTACIÓN	Concentraciones por año										Promedio general por estación	Límites admisibles		Promedio General
			2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023		Decreto 1076 de 2015	Res 2115 de 2007	
Cianuro [mg/L]	CDMB	VO-01	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	<0,025	<0,025		
		JA-01	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	<0,025	<0,025		
		RV-05	0,03	0,1	0,04	0,2	0,2	0,054	0,03	0,03	0,03	0,03	<0,025	0,079333333		
		AP-01	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	<0,025	<0,025		
		RV-02	0,049	0,01	0,02	0,075	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	<0,025	0,031777778		
		QIB-01	0,02	0,22	**	**	**	**	0,03	1,3	0,03	0,03	<0,025	0,32		
		RV-01	0,02	0,1	**	**	**	**	0,03	0,03	0,03	0,03	<0,025	0,042		
		SA-06	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	<0,025	<0,025		
		SA-01	**	**	**	**	**	**	0,03	**	0,03	0,03	<0,025	0,03		
	SGC	Sector Río Vetás	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	0,1204	0,1204		
		Sector La Playa	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	0,0419	0,0419		
		Sector PTAP	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	0,0419	0,0419		
		Bosconia del AMB	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	0,0148	0,0148		

Nota: \*\*No hay información disponible para este parámetro; ND no se detectó.

*Figura 59. Análisis multitemporal de concentración de cianuro en estaciones de CDMB sobre cuencas hidrográficas presentes en la zona de reserva temporal.*

Fuente: Elaboración propia a partir de información de la CDMB (2023)

Fuente de datos: <http://caracoli.cdmdb.gov.co/cai/rhc/repmdc.html>

Las concentraciones anómalas de los elementos descritos anteriormente responden tanto a las características naturales de los materiales geológicos, como a las actividades humanas que se desarrollan en el sector. Los depósitos minerales de la cuenca alta del río Suratá contienen minerales como la calcopirita, covelina, bornita, galena y molibdenita, que concentran algunos elementos potencialmente peligrosos (EPP) como el uranio, cobre, arsénico y plomo, que dependiendo de la especie, concentración y distribución pueden ser considerados de alto riesgo para la salud humana y el medio ambiente. Así mismo, de forma natural en la cuenca del río Vetás, en muestras de sedimentos colectadas se encuentran concentraciones anómalas de elementos como la plata (6 ppm), cobre (932 ppm), plomo (1520 ppm), zinc (7314 ppm) y bismuto (23 ppm).

Baustista, Cáceres Bottia, Romero González, Zamora, & Zappa (2016) hallaron valores atípicos (anomalías) para uranio (eU ppm) asociado las rocas ígneas intrusivas, delimitando un sector de alta radiactividad natural (entre 100.4 y 7470 ppm de eU) en la vereda La Baja, del municipio de California. Además, registraron otras anomalías en la vereda Angosturas, también en California y en el sector del Chopo en el municipio de Vetás. De forma complementaria, el SGC (2023) reportó resultados preliminares del proyecto Radiometría Ambiental (2023), como concentraciones de uranio en agua superiores a 1.000 ppb en una muestra tomada en la capilla de San Antonio, sector La Baja, que exceden en un orden de magnitud aquellos límites de 30 ppb establecidos por la Agencia de Protección Ambiental de Estados Unidos de América (EPA, por sus siglas en inglés). Lo anterior, abre la posibilidad a nuevos estudios que permitan evaluar el posible efecto que estas concentraciones anómalas en el agua podrían tener sobre la salud humana, considerando entre otros factores la movilidad de las especies solubles y su distribución en el espacio.

Adicionalmente, Sierra et al. (2023) evaluaron el posible detrimento de la calidad del agua de la cuenca del río Suratá relacionada con las actividades mineras de la región que podrían generar drenaje ácido de mina, así como la presencia de ciertas mineralizaciones asociadas a las rocas de la zona de interés que podrían aportar de manera natural algunos EPP. A partir de la colección y análisis de muestras de agua (68), sedimentos activos (25), suelos y lodos termales y el monitoreo continuo durante 8 días en el sector alto (Rio Vetás, Suratá), medio (La Playa, Matanza) y bajo (Planta de Tratamiento de Agua Potable PTAP-Bosconia – Bucaramanga) de la cuenca del río Suratá, se concluyó que subcuenca del río Vetás (especialmente la microcuenca La Baja), genera una carga de EPP como cobre, plomo, arsénico, uranio, zinc, antimonio, molibdeno, entre otros, derivada de la meteorización natural de las rocas mineralizadas y de la generación de drenaje ácido de mina, producto de dichas actividades en la zona.

También, Sierra et al. (2023) evidenciaron la acumulación de mercurio en los sedimentos muestreados y relacionados con la contaminación generada a partir de los procesos de beneficio de la minería. Desde la década de los 90s es de conocimiento la ocurrencia de mercurio presente en la cuenca del río Suratá relacionados con los potenciales riesgos de las actividades de beneficio de minerales auríferos en el municipio de Vetás, Santander. En contraposición, los sedimentos colectados en la parte alta del río Suratá, así como en los ápices de las cuencas de los ríos Charta y Tona y la quebrada la Chumbula no mostraron contaminación con mercurio. Este comportamiento contribuye a la dilución de elementos potencialmente peligrosos presentes en el agua y sedimentos activos del resto de la cuenca.

Conforme lo anterior, una parte importante de la carga metálica encontrada en sedimentos y agua del río Suratá se atribuye a las actividades relacionadas con la extracción de minerales desarrolladas en los municipios Vetás-California, tanto por la formación de drenajes ácidos de la mina debido a la exposición a condiciones meteorológicas y consiguiente a la oxidación de los minerales asociados a los grupos de sulfuros y sulfosales que potencian la disolución, movilización y dispersión de elementos potencialmente peligrosos en el ambiente, (fenómeno también se puede presentar por procesos naturales de erosión y meteorización de las rocas mineralizadas) como por el resultado de la disposición inadecuada y vertimiento de residuos líquidos sin tratamiento.

En lo referente al Mercurio, es importante resaltar que, la Ley 1658 del 15 de julio de 2013 dispuso en su Artículo 3° que los Ministerios de Ambiente y Desarrollo Sostenible; Minas y Energía; Salud y Protección Social y Trabajo, establecerían las medidas regulatorias necesarias para reducir y eliminar de manera segura y sostenible, el uso del mercurio en las diferentes actividades industriales del país y ordenó erradicar el uso del mercurio en todo el territorio nacional, en todos los procesos industriales y productivos en un plazo no mayor a diez (10) años y para la minería en un plazo máximo de cinco (5) años.

Adicionalmente, señala que el Ministerio de Minas y Energía, el Ministerio de Comercio, Industria y Turismo, con el apoyo de Colciencias liderarán el desarrollo, transferencia e implementación de procesos, estrategias y medidas de reducción y eliminación del uso del mercurio al interior de su sector.

Que en este marco, en el artículo 8 estableció que el Ministerio de Minas y Energía en coordinación con los demás ministerios competentes en especial los Ministerios de Ambiente y Desarrollo Sostenible, Salud y Protección Social, Trabajo, Agricultura y Desarrollo Rural, Transporte y Comercio, Industria y Turismo, sectorialmente y en el marco de sus competencias, deberán suscribir un Plan Único Nacional de Mercurio, con cual formularon conjuntamente el documento del Plan Único Nacional de Mercurio – PUNHg en el año 2014, con una última versión en el año 2018, que tiene por objeto la reducción y eliminación progresiva del uso del mercurio en todo el territorio nacional, con el fin de proteger la salud humana y preservar los recursos naturales renovables y el ambiente, mediante la definición de programas, actividades indicativas y metas. A partir del PUNHg cada uno de los ministerios formularon, en el marco de la Ley 1658/13 su propio Plan de Acción Sectorial.

Que mediante la Ley 1892 de 2018 se aprobó el Convenio de Minamata en Colombia sobre el mercurio, hecho en Kumamoto (Japón) el 10 de octubre de 2013, declarado exequible por la Corte Constitucional mediante Sentencia C-275/19, del 19 de junio de 2019, con posterior ratificación ante el Convenio de Minamata sobre el Mercurio, el 26 de agosto de 2019. En el que se busca proteger la salud y el medio ambiente de las emisiones y liberaciones de mercurio y compuestos de mercurio.

Que el Servicio Geológico Colombiano (SGC) en su concepto técnico geocientífico soporte para la declaratoria de la zona de reserva temporal en Soto Norte, Santander, reportó niveles preocupantes de mercurio desde el año 2022 en los monitoreos realizados por el Acueducto Metropolitano de Bucaramanga -AMB- en el río Suratá, con un valor máximo de 163 µg/L (0,163 mg/L) para el 28 de julio del 2022. Según el SGC, esta situación ha llevado al cierre temporal de las compuertas de captación en la bocatoma del río Suratá. Así mismo, los resultados del monitoreo de mercurio en relaves realizado por el SGC encontraron valores entre 1 y 3 mg/kg, que se consideran críticos y representan un alto riesgo toxicológico para la vegetación.

Que en el marco del Convenio de Minamata sobre el Mercurio – Ley 1892/18, se formuló, el Plan de Acción Nacional sobre Mercurio en la Minería Artesanal y a Pequeña Escala (MAPE), obligación contenida en el artículo 7, Anexo C del Convenio de Minamata sobre el Mercurio, trabajo liderado por el Ministerio de Minas y Energía y el Ministerio de Relaciones Exteriores y con la participación interinstitucional de 13 ministerios y 11 instituciones relacionadas, requerido para cumplir las obligaciones del Convenio.

Que el Plan de Acción Nacional sobre Mercurio en la Minería Artesanal y a Pequeña Escala (MAPE) de Colombia, contiene la hoja de ruta para la gestión del mercurio en la MAPE, que permitirá proteger la vida, la salud y el ambiente de sus efectos, el cual fue aprobado por el Convenio de Minamata el 15 de enero de 2024, comprende las siguientes 9 estrategias interinstitucionales: 1. Estrategia de eliminación de peores prácticas; 2) Estrategia de formalización/legalización y reconversión; 3) Estrategia de reducción de emisiones, liberaciones y riesgos de exposición; 4) Estrategia de gestión del comercio ilegal y el contrabando de mercurio; 5) Estrategia contra la explotación ilícita; 6) Estrategia de participación de los grupos de interés en la aplicación y el perfeccionamiento del Plan; 7) Estrategia de divulgación, promoción y apropiación social del conocimiento sobre la MAPE; 8) Estrategia de género, trabajo infantil y DD. HH.; 9) Estrategia de salud pública.

### 5.3 Presencia de áreas degradadas que requieren acciones de restauración

De acuerdo con el insumo geográfico de la distribución nacional de integridad ecológica aportada por el IAvH, al interior de la propuesta de zona de reserva temporal se encuentran 46.461,11 hectáreas categorizados como de baja y muy baja integridad ecológica, lo cual indica que se deben priorizar acciones encaminadas a procesos de restauración, rehabilitación y recuperación de los ecosistemas presentes, con el objetivo de recuperar características propias de composición, función y estructura de los mismos, en el marco de las estrategias y acciones que se desarrollen para garantizar la protección y conservación de las áreas y ecosistemas de importancia ambiental y la regulación de los recursos hídricos, especialmente. En la Tabla 43 y en la Figura 60 se indican las áreas por categoría de integridad y prioridades de restauración por integridad ecológica en la zona de reserva temporal.

*Tabla 43. Clasificación de la integridad ecológica, según metodología del IAvH.*

Integridad Ecológica	Área (ha)
Muy Baja	3.361,16
Baja	43.099,96
Media	19.907,02
<b>Total</b>	<b>66.368,13</b>

Fuente: MinAmbiente, 2024.

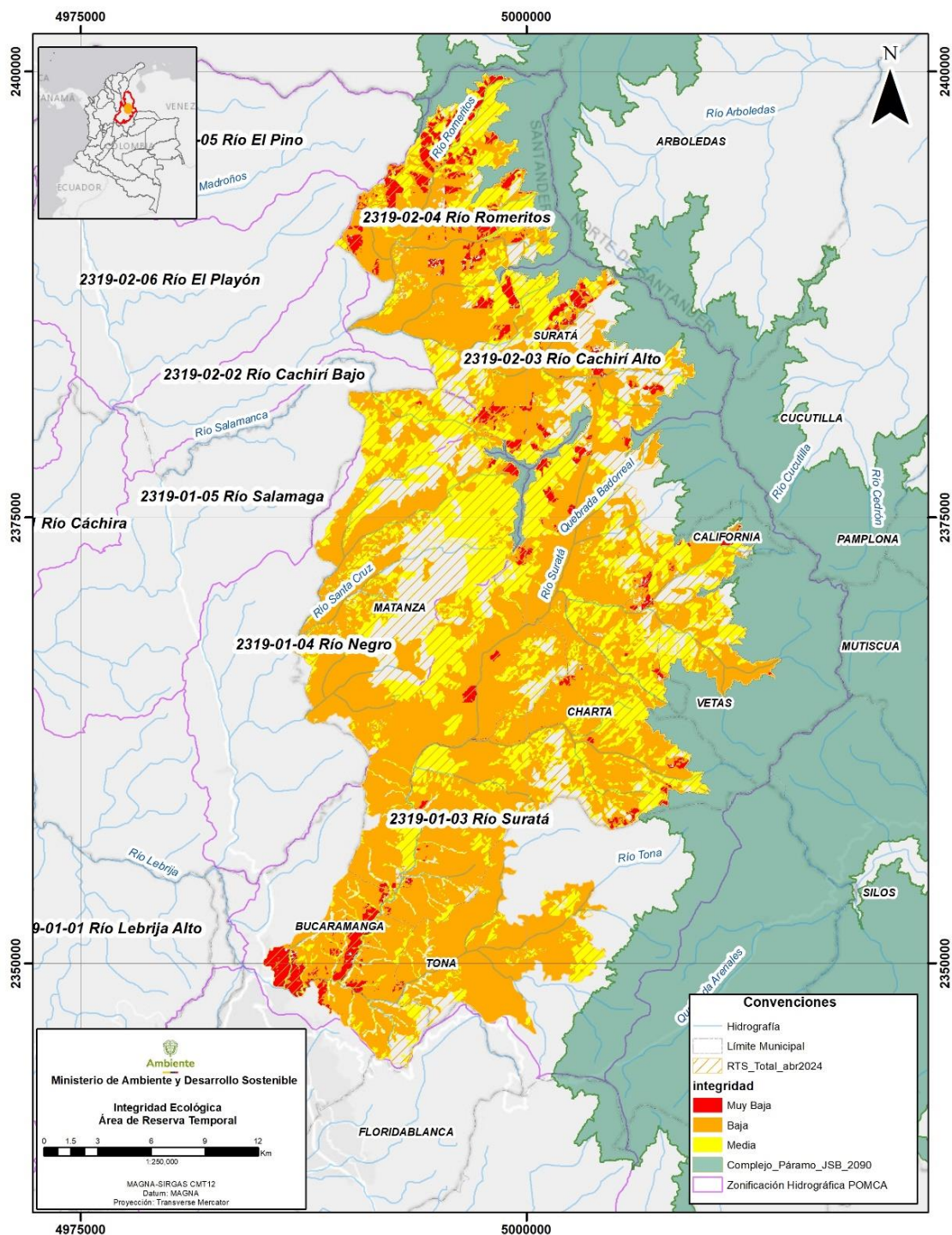


Figura 60. Prioridades de restauración por integridad ecológica en la zona de reserva temporal

Fuente: MinAmbiente, 2024.



## **5.4 Estado de las actividades mineras y sus implicaciones en las zonificaciones ambientales de los POMCA**

### **5.4.1 Estado de las actividades mineras en el polígono propuesto de zona de reserva temporal**

La información presentada en este apartado corresponde a la descarga de datos de la plataforma SIGM-ANNA Minería de la Agencia Nacional de Minería con fecha de descarga y procesamiento del 12 de septiembre de 2024. La Figura 62 presenta la ubicación de los títulos, solicitudes y demás figuras asociadas a la minería en la zona de reserva temporal, que se describirá a continuación.

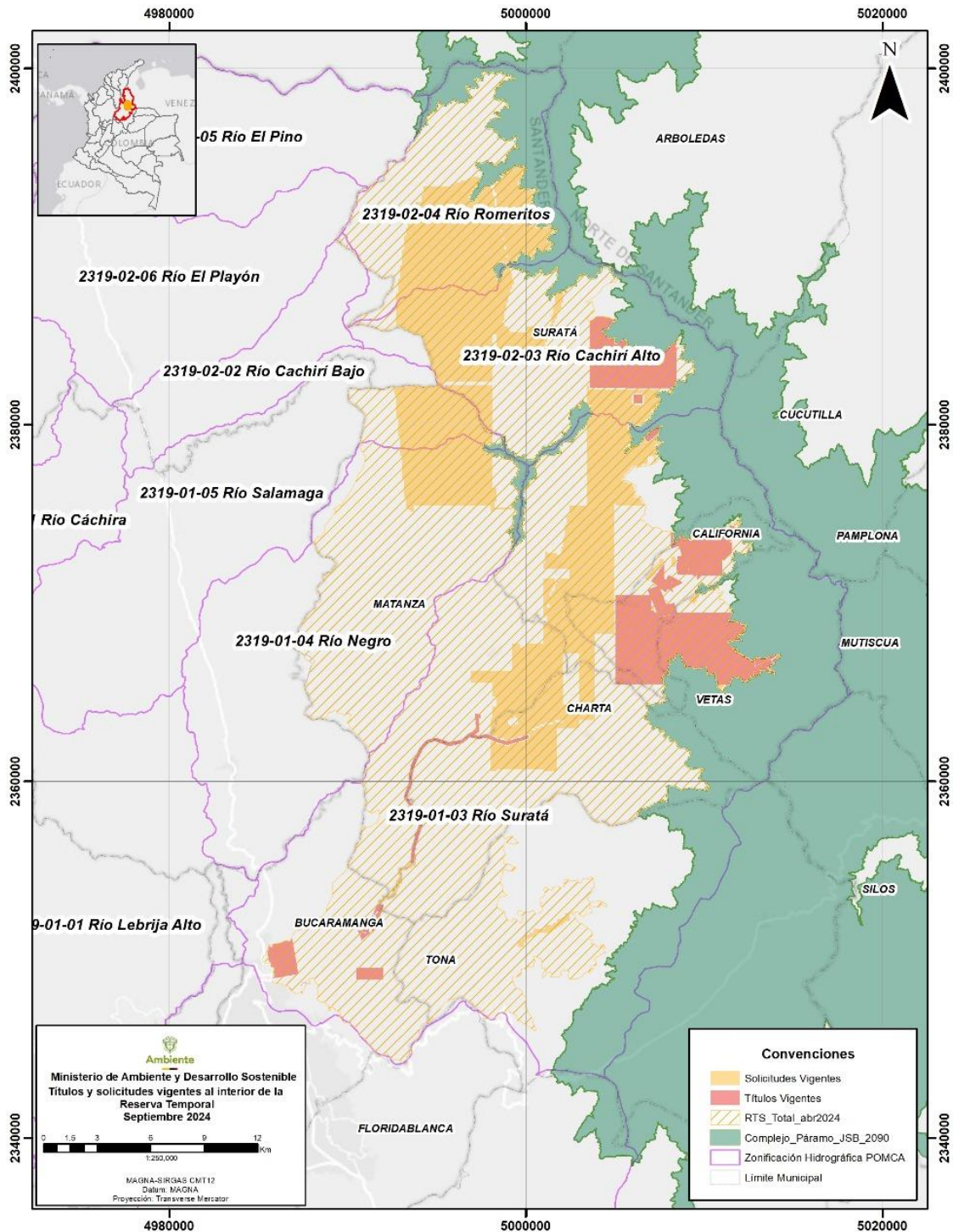


Figura 62 Títulos y solicitudes vigentes al interior de la Zona de Reserva Temporal.

Fuente: ANNA Minería, 2024

#### 5.4.1.1 Títulos Mineros

Existen 57 títulos mineros activos que se superponen con la zona de reserva temporal. En la Tabla 44, estos se discriminan por figura jurídica, destacándose que la mayoría se encuentran bajo las figuras de Contrato de Concesión (L685) y Licencia de Explotación.

*Tabla 44. Clasificación de Títulos Mineros al interior del área de la Zona de reserva temporal*

Clasificación	Número
Contrato de Concesión (D 2655)	2
Contrato de Concesión (L 685)	31
Licencia de Exploración	2
Licencia de Explotación	20
Licencia Especial de Material de Construcción	2
<b>Total Títulos Activos en Área de Estudio</b>	<b>57</b>

Fuente: ANM (2024)

Para aclarar al lector el detalle de las figuras identificadas en el interior de la zona de reserva temporal, la Tabla 45 recoge las definiciones de cada una de ellas.

*Tabla 45. Definiciones sobre los títulos mineros*

Clasificación	Definición
Contrato de Concesión (D 2655)	Contrato de concesión (pequeña, mediana y gran minería): Es el contrato que crea derechos y obligaciones para la exploración, montaje, explotación y beneficio de minerales. Se adopta como criterio para la clasificación del tamaño (pequeña, mediana y gran minería), el tonelaje de materiales útiles y estériles extraídos de la mina durante un determinado intervalo de tiempo.
Licencia de Exploración	Los titulares exploran un área por un tiempo limitado (uno a cinco años) para determinar si hay un yacimiento. (Decreto 2655 de 1988)
Licencia de Explotación	Los titulares explotan un área por un tiempo limitado, de acuerdo con el artículo 361 de la Ley 685 de 2001, el cual establece que la licencia tendrá una duración de 10 años, que se contarán desde su inscripción, como título de explotación.
	La licencia especial de explotación de materiales de construcción es un título minero. Se enmarca en la definición y naturaleza del título minero, pero no se considera un contrato de concesión minera. La licencia especial de explotación tiene como objetivo la explotación de minerales.

Clasificación	Definición
Licencia Especial de Material de Construcción	Se encuentra definida en el artículo 111 del Decreto-Ley 2655 de 1988
Contrato de Concesión (L 685)	Es el celebrado para la explotación de minerales entre el Estado y un particular bajo los principios de un contrato de adhesión. En esta modalidad, el Estado recibe a cambio una contraprestación económica.
Subcontrato	Los pequeños mineros que se encuentren adelantando actividades de explotación dentro de áreas otorgadas a un tercero mediante título minero podrán, previa autorización de la autoridad minera competente, suscribir subcontratos de formalización minera con el titular de dicha área, para continuar adelantando su explotación por un periodo no inferior a cuatro años prorrogables.

Fuente: EITI

En relación con los tipos de materiales explotados en el marco de los títulos mineros dentro de la zona de reserva temporal, la presenta las tres categorías existentes, predominando aquellas asociadas con minerales metálicos y seguidos de materiales de construcción.

*Tabla 46. Clasificación de los títulos por tipo de material explotado al interior de la zona reserva temporal*

Material Explotado	Número
Metálicos (Oro, plata y del grupo del platino)	47
Materiales de Construcción (Arenas y Gravas)	8
Piedra caliza	2
<b>Total Títulos Vigentes en Área de Estudio</b>	<b>57</b>

Fuente: Elaboración propia a partir de datos de ANM (2024)

En relación con la clasificación de las actividades mineras, es necesario señalar lo indicado en el Artículo 2.2.5.1.5.4. del Decreto 1666 de 2016 que establece la Clasificación de la minería en pequeña (menor a 50 ha), mediana (Mayor a 150 y menor o igual a 5.000 ha) y gran escala (Mayor a 5.000 ha, pero menor a 10.000 ha). Así, en la

Tabla 47 se presenta el conteo de los títulos mineros al interior de la zona de reserva temporal en función de su escala, observando el predominio de la pequeña y mediana minería.

*Tabla 47 Clasificación de títulos mineros en el área de la zona de reserva temporal en función del Artículo 2.2.5.1.5.4. del Decreto 1666 de 2016.*

Escala	Número
Pequeña Minería	48
Mediana Minería	8
Gran Minería	1
<b>Total Títulos Activos en Área de Estudio</b>	<b>57</b>

Fuente: Elaboración propia a partir de datos de ANM (2024)

Adicionalmente, se remitió bajo Radicado No 24002024E2039278, que a su vez fue radicado en la ANM bajo el No. 20241003462482, una solicitud sobre el un reporte detallado de la situación de catastro minero, obteniendo respuesta por parte de la autoridad minera con Radicado No. 20242200557361 (ver Anexo 2).

#### *5.4.1.2 Solicitudes Mineras*

Superpuestos con el polígono de la zona de reserva temporal, existen 35 solicitudes mineras distribuidas por figura jurídica, presentadas en la Tabla 48, así:

*Tabla 48. Estado de las solicitudes mineras al interior de la Reserva Temporal.*

Clasificación	Número
Solicitud de Contrato de Concesión (L 685)	29
Solicitud de Área de Reserva Especial	3
Solicitud de Contrato de Concesión Diferencial	3
<b>Total Solicitudes Vigentes en Área de Estudio</b>	<b>35</b>

Fuente: Elaboración propia a partir de datos de ANM (2024)

Tal como se hizo para los títulos mineros, para la ampliación de las figuras en las solicitudes se dispone de las siguientes definiciones, presentadas en la

Tabla 49, que permiten facilitar la comprensión para el lector:

*Tabla 49. Principales conceptos asociados a las solicitudes y títulos mineros*

Clasificación	Definición
Áreas de Reserva Especial	Es un área declarada por la ANM en favor de una comunidad minera, en un área libre en donde existan explotaciones tradicionales de minería informal, cuya concesión solamente se otorgará a la misma comunidad que haya ejercido la actividad minera tradicional, sin perjuicio de los títulos mineros vigentes (Ley 685 de 2001, art. 31, modificado por el art. 147 del Decreto 019 de 2012).
Contrato de Concesión Diferencial	Un contrato de concesión diferencial es un contrato que otorga la facultad de realizar estudios, trabajos y obras para establecer la existencia de minerales. También permite explotar los minerales de acuerdo con las técnicas de geología e ingeniería de minas. El contrato de concesión diferencial es una figura nueva para la formalización de la pequeña minería. Este contrato promueve una actividad minera formal y con estándares técnicos y ambientales adecuados.

Fuente: Elaboración propia a partir de datos de ANM (2024), con apoyo de información EITI.

En cuanto a la clasificación por área solicitada (Escala de la minería) y tipo de material explotado de las solicitudes superpuestas con el polígono de interés se presentan la Tabla 50 y Tabla 51, respectivamente.

*Tabla 50. Clasificación de las solicitudes por tipo de material a explotar*

Material Explotado	Número
Metales preciosos (Oro, plata y otros asociados)	29
Materiales de Construcción (Arnas, Gravas, Caliza, incluye Arcillas)	6
<b>Total Solicitudes Vigentes en Área de Estudio</b>	<b>35</b>

Fuente: Elaboración propia a partir de datos de ANM (2024)

*Tabla 51. Clasificación de la Minería (Solicitudes)*

Escala	Número
Pequeña Minería	19
Mediana Minería	14
Gran Minería	2
<b>Total Títulos Vigentes en Área de Estudio</b>	<b>35</b>

Fuente: Elaboración propia a partir de datos de ANM (2024)

#### *5.4.1.3 Contexto minero territorial*

Para realizar un análisis equilibrado de las situaciones particulares que se presentan en la zona de Reserva Temporal se deben tener en cuenta las condiciones de tradicionalidad de los habitantes, a través de la revisión de los vínculos sociales, históricos y culturales que estos tienen con el lugar en el que habitan, de sus prácticas ambientales en las actividades productivas, de la voluntad de mejora de estas, y de la escala en las que estas se desarrollan. Aspectos que en conjunto deben apuntar a la construcción de gobernanza que garantice la mayor protección de los diferentes ecosistemas evitando poner en riesgo los diversos servicios ecosistémicos del área.

El arraigo con el territorio y también la dependencia, son conceptos clave que permiten entender el vínculo que existe entre las comunidades y el territorio, los cuales dan cuenta del grado de relacionamiento de los medios de vida de un individuo, familia o comunidad con las funciones y servicios del ecosistema para garantizar sus necesidades materiales, espirituales y culturales.

De esta manera, el sentido de pertenencia al territorio, contribuye a la formación de la identidad de una persona o grupo social sobre un territorio del que hacen un ambiente de vida, de acción y de pensamiento de una comunidad, así mismo un espacio de relaciones entre el entorno biofísico y los agentes sociales, donde existe un sentimiento de pertenencia de los actores locales respecto a la identidad construida y asociada al espacio de acción colectiva y de apropiación,

donde son creados lazos de solidaridad entre los actores (Tizon, 1995 en Flores, 2007).

Por lo anteriormente expuesto, se considera necesario analizar la realidad cultural y socioeconómica de las comunidades presentes en el área, teniendo en cuenta a los habitantes de los municipios de Vetás, California y Suratá que históricamente han construido su cultura y su identidad, alrededor de la actividad extractiva de oro.

Los pobladores de la zona noroccidental del páramo tienen una tradición minera desde la época de la Colonia, principalmente de minería artesanal y/o de pequeña escala. Desde el comienzo del debate manifestaron que la minería es su principal sustento, lo que mejor saben hacer y la base de su identidad. En esta situación ellos tenían dos condiciones: mineros y habitantes del páramo. De igual forma, la sentencia T-361 de 2017 establece unos parámetros de reconocimiento sobre el desarrollo de actividades mineras por habitantes tradicionales en zonas de páramos,

*“ ... hoy la actividad minera, tanto la tradicional de pequeña escala como la gran minería de las multinacionales, resulta hoy incompatible con el objetivo superior de protección ambiental y de los servicios eco sistémicos que presta el páramo. Pero hay diferencias considerables en ambos casos, pues mientras los primeros son comunidades que derivan su sustento únicamente de dicha labor, en el caso de las multinacionales se trata de empresas con grandes capitales e inversiones alrededor del mundo para las cuales las explotaciones en Vetás y en California eran un negocio, pero no su única fuente de ingresos*

*[...] es altamente previsible que una decisión de prohibición absoluta de actividades mineras en municipios hoy previstos en la Resolución 2090 de 2014 como tradicionalmente mineros, en adición a la generación de situaciones de inestabilidad social y disminución de ingresos, implicará una promoción indirecta a la minería ilegal y a la minería irregular, aspecto que por contragolpe implicaría un escenario de mayores riesgos de afectación medioambiental, al propiciarse la intervención de recursos mineros por medio de procedimiento de explotación no tecnificados”.*

Las comunidades de los municipios de California, Vetás y Suratá comparten una conexión profunda con la actividad minera, que se manifiesta en la adaptación de sus estilos de vida y tradiciones en torno a esta actividad, considerándola una parte integral de su herencia cultural, tejiendo la minería en su identidad colectiva, encontrando en ella no solo un medio de subsistencia, sino también un vínculo con su historia y su entorno.

De igual forma, en Suratá, la minería tradicional ha persistido, siendo practicada por comunidades locales que dependen de ella para su sustento. Los pequeños mineros que viven en las veredas Monsalve, Marcela, Agua Blanca, Tablanca, Palchal y Cartagua, presentan una tradición de más de 100 años (ASOMAR, s.f.), lo cual les ha permitido transmitir sus conocimientos y prácticas de generación en generación. Sin embargo, el desarrollo minero también ha planteado desafíos ambientales que la comunidad ha buscado equilibrar con sus necesidades económicas.

Por su parte, la minería en California ha sido un pilar del desarrollo del municipio, que existe desde hace más de 450 años (Alcaldía Municipal de California, 2019), siendo la primordial fuente de ingreso para sus habitantes. Así mismo, hace aproximadamente 25 años, las áreas y los territorios donde se desarrollaba la actividad eran solo para pequeña minería incluyendo una minería tradicional organizada (Alcaldía Municipal de California, 2019).

En California, la población local, que ha estado vinculada a la minería durante generaciones, muestra un fuerte sentido de pertenencia con el territorio. A pesar de los retos ambientales asociados con la minería, la comunidad de California continúa buscando mantener este legado mientras construyen prácticas más sostenibles ambientalmente.

Igualmente, en Vetás, la minería tradicional ha estado intrínsecamente ligada a la identidad de sus habitantes, quienes durante más de cuatro siglos (Pimienta & Suárez, 2014) han desarrollado un fuerte arraigo territorial. La comunidad, que se dedica en gran parte a la extracción de oro, ha forjado un vínculo profundo con el paisaje, considerando la minería no solo como un medio de subsistencia, sino como parte de su cultura e historia. Este lazo con la actividad minera es evidente en las dinámicas sociales y económicas del municipio, donde el 51% de la población se involucra directamente en la minería (Alcaldía Municipal de Vetás, 2019), reflejando así su importancia para el bienestar comunitario y la identidad local.

Es importante mencionar que la minería tradicional en los municipios de Vetás y California se realiza hace más de 400 años (Alcaldía Municipal de California, 2019; Pimienta & Suárez, 2014), que hoy en día es referente central de la cultura y el vínculo que las comunidades locales tienen con su territorio. Esta historia de ocupación, uso y apropiación del territorio imprime un carácter especial a las comunidades asentadas en estos municipios, las cuales han manifestado su interés por el cuidado ambiental mientras reclaman mantener su base socioeconómica de minería a pequeña escala, tradicional y realizada por pobladores locales.

Ahora bien, la vulnerabilidad económica es otro factor que debe tenerse en cuenta, dado que los pequeños mineros tradicionales con arraigo territorial podrían experimentar cambios en sus actividades tradicionales mineras de subsistencia, a causa de las medidas de protección del ecosistema, lo que podría afectar sus modos de vida y la permanencia en el territorio.

De igual manera, el Ministerio de Minas y Energía junto con la ANM, el SGC, la CDMB, MinAmbiente y las Alcaldías de los municipios de California y Suratá, y recientemente la Gobernación de Santander, han instalado mesas permanentes para construir soluciones a la problemática minera de estos municipios, identificando la necesidad de apoyar procesos para la formalización de pequeños mineros y comunidades mineras tradicionales oriundas del territorio, bajo altos estándares ambientales y con el desarrollo de procesos de monitoreo y control para valorar periódicamente la calidad hídrica y evitar mayor afectación ambiental, así como análisis de diversificación para apoyar otras actividades productivas (ver Anexo 3).

Lo anterior sustentado en la alta dependencia que tienen los pobladores de estos municipios en el desarrollo de la actividad de pequeña minería, que les pone en situación de vulnerabilidad de prohibirse totalmente el desarrollo de esta actividad; y la evidencia de las afectaciones que la minería de oro han generado en la calidad del agua, que se aprovisiona en el páramo de Santurbán y los bosques andinos y recorre el macizo con flujos superficiales y subterráneos, siendo usada en la cuenca baja como parte del sistema de abastecimiento de la ciudad de Bucaramanga.

Así mismo, en el marco de las mesas permanentes, se han identificado tanto las iniciativas de formalización como las oportunidades de apoyo del gobierno nacional en los procesos de formalización de pequeños mineros y comunidades mineras del territorio, que evidencian un arraigo y han manifestado su interés en la protección hídrica, producto de lo cual están en desarrollo estudios que permitirán sustentar estas medidas en las áreas y con las condiciones debidas para mitigar impactos acumulativos y sinérgicos en el área derivados de actividades sin control efectivo y, por el contrario, lograr con ello caminos de solución a la problemática de la minería informal que incide en gran medida en el deterioro de la calidad del agua. En este sentido es necesario brindar un trato diferencial a este segmento de la población de este territorio en el entendido de avanzar hacia la formalización y desarrollo de la actividad de minería de pequeña escala donde sea ambientalmente factible y con altos estándares ambientales y mecanismos de control.

De igual forma, [Göbel, B., & Ulloa, A. (Eds.). (2014). *En Extractivismo minero en Colombia y América Latina* (pp. 15-33). Universidad Nacional de Colombia],

señala aspectos importantes en la relación que existe entre la territorialidad y el desarrollo de actividades mineras en específico en el municipio de Vetás.

En relación con el asocio que existe entre el arraigo de los habitantes de los tres municipios en mención y el desarrollo de actividades mineras con dependencia económica exclusiva, es necesario se establezcan mecanismos de articulación con lo dispuesto en la normativa vigente para las definiciones de pequeña minería tradicional y su aplicación en los procesos de formalización minera dispuestos en el Plan Único de Legalización y Formalización Minera –PULFM.

#### *5.4.1.4 Escenarios de Formalización de actividades mineras en la Zona de Reserva Temporal*

En el año 2022, se aprobó la Ley 2250 “por medio del cual se establece un marco jurídico especial en materia de Legalización y Formalización Minera, así como para su financiamiento, comercialización y se establece una normatividad especial en materia ambiental”.

Con la Ley, se creó el Plan Único de Legalización y Formalización Minera –PULFM, con el objetivo de establecer e implementar acciones sistemáticas y organizadas para garantizar el acceso a la formalización de la pequeña minería de manera coordinada con la Agencia Nacional de Minería -ANM.

El PULF tiene el propósito de dignificar la práctica minera, mejorar las condiciones de vida de los beneficiarios y promover la sustentabilidad ambiental y la rentabilidad económica. Además, busca fortalecer las cadenas productivas y de valor mediante un mayor y mejor involucramiento del Estado, a través de los siguientes ejes fundamentales: (a) enfoque diferenciado, (b) simplificación de trámites y procesos para la formalización, (c) articulación efectiva entre entidades nacionales y locales, y (d) acompañamiento de la autoridad minera durante el proceso de legalización y formalización.

Adicionalmente, existen en el ordenamiento jurídico colombiano algunas normas mediante las cuales se realizaron esfuerzos por reconocer a los pequeños mineros y a los mineros tradicionales como actores relevantes que requieren de la protección del Estado, de las cuales se destaca la Ley 2250 de 2022 “Por medio del cual se establece un marco jurídico especial en materia de Legalización y Formalización Minera, así como para su financiamiento, comercialización y se establece una normatividad especial en materia ambiental”.

En el marco de su trámite legislativo, y a través de la exposición de motivos, especialmente en el informe de ponencia para primer debate en el Senado de la República, publicada en la gaceta Nro. 14 del 11 de febrero de 2021 de esa Corporación, el legislador hizo un ejercicio de análisis sobre la situación de los

mineros tradicionales y de la pequeña y mediana minería, a partir de las cifras del censo minero del 2010, arrojando el siguiente diagnóstico:

*"Los problemas que enfrenta el país en torno a la pequeña minería y la minería tradicional son numerosos y disímiles; estadísticas del Censo Minero elaborado en el 2010 (Incompleto, ya que no se efectuó en extensas e importantes zonas de producción regional, restringidas por los actores armados irregulares) reportaban que el 63% de la unidades productivas mineras censadas trabajaban sin título minero o sin el amparo del mismo y que de las 14 mil unidades mineras censadas, el 98% (aproximadamente) son de pequeña y mediana minería, siendo el **72% de estas, de minería de pequeña escala, cifras que se han visto incrementadas a lo largo de la década**; esta situación genera desde el inicio de las actividades una condición de ilegalidad que no le permite al minero realizar sus labores bajo el amparo de la institucionalidad, lo cual hace que realice sus actividades de manera informal y consecuentemente sin ningún apoyo gubernamental, pese a los importantes volúmenes de producción reconocidos por el mismo Estado, año tras año."* (negrilla fuera del texto).

Lo señalado en el último párrafo hace parte del documento oficial recibido por parte del Ministerio de Minas y Energía, en donde se describe la importancia de la formalización de la pequeña minería y la minería tradicional en el marco del Plan Nacional de Desarrollo 2022-2026: "Colombia, Potencia Mundial de la Vida" por parte de la Dirección de Formalización Minera en consideración a la importancia de esta conceptualización el documento integro se encuentra en el Anexo 4 del presente documento técnico de soporte.

Según lo dispuesto en el artículo 5 de la Ley 2250 de 2021, se establece que:

*Parágrafo 1. Dentro del plan único de legalización y formalización minera se utilizarán entre otras las siguientes figuras para la formalización minera: (i) Contrato de concesión minera con requisitos diferenciales; (ii) Áreas de reserva especial minera ARE y contratos de concesión especial; (iii) Subcontratos de formalización minera; (iv) Devolución de áreas para legalización y formalización -con destinatario específico; (v) Cesión de áreas; (vi) Otorgamiento de contratos de concesión con requisitos diferenciales en áreas de reserva para formalización. Para este último, la autoridad minera nacional, previo a la delimitación de áreas de reserva estratégica minera, deberá validar la presencia de mineros tradicionales y pequeños mineros en las zonas de reserva con potencial e identificar si la actividad de dichos mineros es desarrollada con anterioridad a la reserva de estas zonas. Esto, para delimitar áreas proporcionales en las cuales están ubicados mineros tradicionales y/o pequeños mineros como áreas de reservas para la formalización, generando igualmente estrategias de divulgación con dicha población y atendiendo lo establecido por la normatividad sobre el particular.* (Subrayado fuera del texto original)

El Ministerio de Minas y Energía resume los mecanismos de formalización minera tanto para áreas libres como para áreas tituladas de la siguiente manera, tal y como se presenta en la Figura 63:



*Figura 63 Mecanismos de Formalización Minera.*

Fuente: MinEnergía

Teniendo en cuenta lo anterior, así como que los mineros tradicionales de las comunidades al interior del área de reserva temporal, han demostrado un compromiso constante por equilibrar la explotación de recursos con la preservación de sus ecosistemas y tradiciones, reafirmando su sentido de pertenencia y conexión con la tierra, se establecieron nueve (9) áreas sujetas

de exclusión al interior de la Zona de Reserva Temporal, las cuales corresponden a figuras en donde es posible adelantar procesos de formalización de pequeños mineros y comunidades mineras tradicionales oriundas del territorio.

Para ello, se realizó un análisis de información disponible dentro del área de la reserva temporal, donde se identificaron las siguientes figuras susceptibles de exclusión de la Zona de reserva temporal propuesta: tres (3) Áreas de Reserva Especial Declaradas (ARE), dos (2) Solicitudes de Áreas de Reserva Especial (Solicitud ARE), tres (3) Propuestas de Contrato de Concesión Diferencial (PCCD) y una (1) Zona de Reserva con Potencial (ZRP) correspondiente al Bloque 736 y, dos (2) títulos que, una vez identificados como de pequeña minería tradicional y que han surtido rutas de legalización y/o formalización minera, serán incluidos en la relación a figuras a excluir de los efectos de la reserva con ocasión a los escenarios de formalización minera, tal y como se describe en la Tabla 52. La ubicación de dichas áreas se presenta a su vez en la Figura 64.

*Tabla 52. Figuras sujetas de exclusión de los efectos de la zona de reserva temporal*

<b>FIGURAS SUJETAS DE EXCLUSIÓN DE LOS EFECTOS DE LA RESERVA TEMPORAL</b>		
<b>Figura</b>	<b>Descripción</b>	<b>Área (ha)</b>
Zonas de Reserva con Potencial (ZRP)	ZRP - BLOQUE 736	67,04691
Áreas de Reserva Especial Declaradas (ARE)	ARE-CALIFORNIA ANGOSTURA	24,65071
	ARE-SIJ-08001X. VEREDA PALCHAL - SURATA	107,27390
	ARE-508308	90,19540
Solicitudes de Área de Reserva Especial (Solicitud ARE)	SOLICITUD-ARE-503563	20,72120
	SOLICITUD-ARE-509651	36,56520
Propuesta de Contrato de Concesión Diferencial (PCCD)	PCCD-OH9-09171	96,34440
	PCCD-SFE-08081	97,51280
	PCCD-TDO-08071	98,72530
Títulos Mineros (Surgidos de Programas de Formalización)	0101-68	5,6461
	0107-68	10,068

Fuente: MinAmbiente, con base en datos extraídos de ANNA Minería

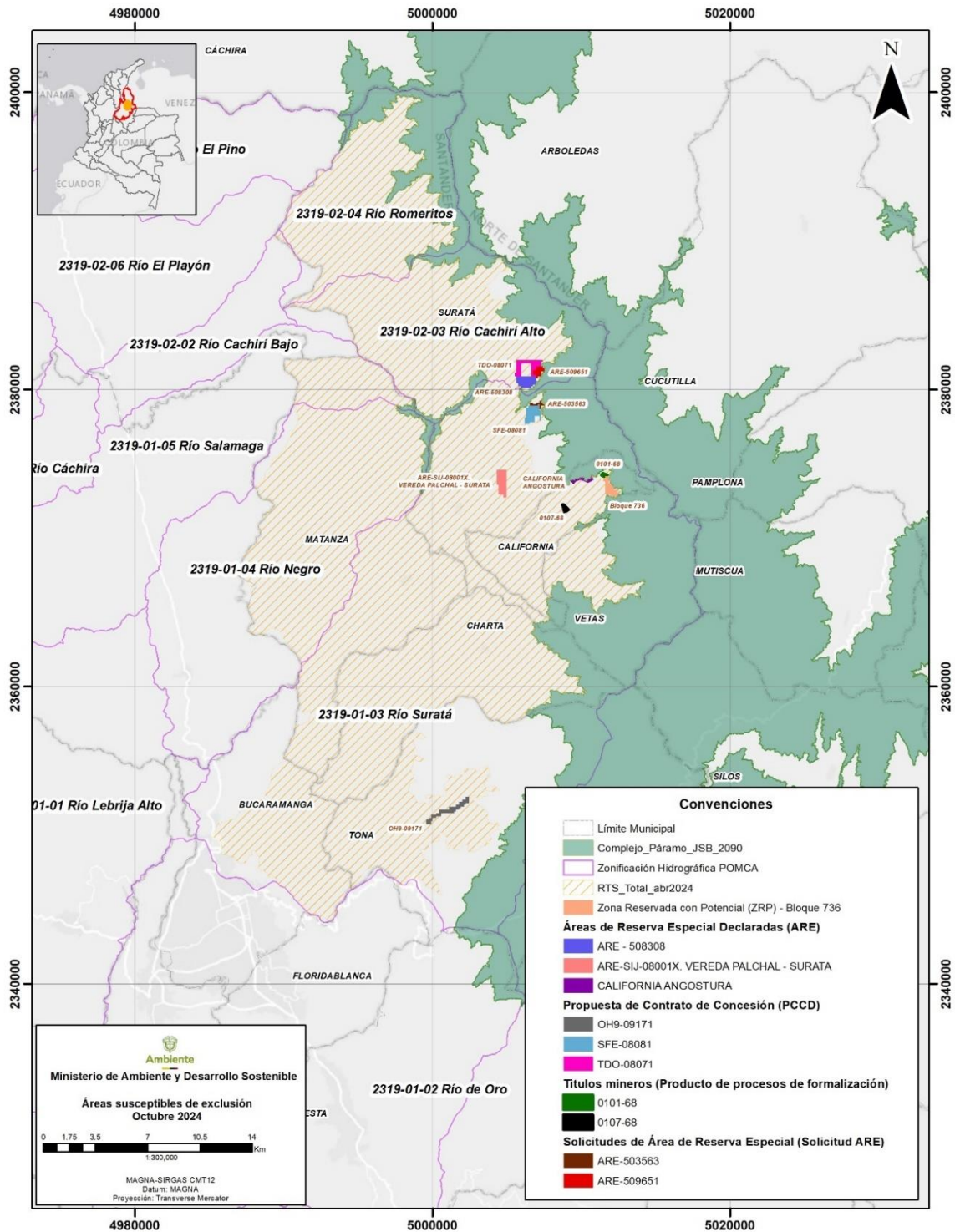
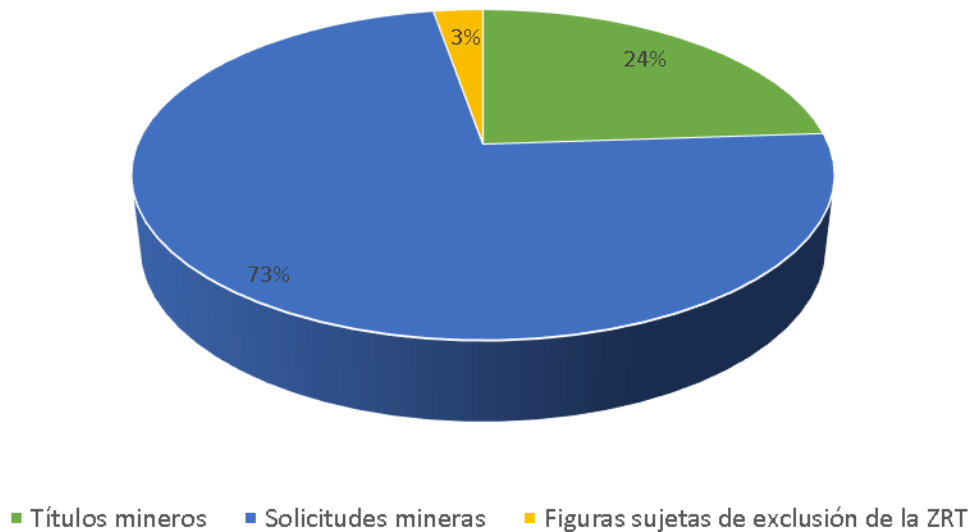


Figura 64. Localización de áreas susceptibles de exclusión de los efectos de la zona de reserva temporal.

Fuente: ANNA Minería, 2024

Por su parte, en la Figura 65, se presenta la relación que existe entre las áreas que se proponen excluir (655 ha) de los efectos de la zona de reserva temporal, frente al total de áreas (24.053,56 ha) que considera además de estas últimas, las solicitudes sin exclusión (17.644 ha) y los títulos mineros sin exclusión (5.755 ha). Como se observa, el 3% del total de áreas se excluiría de la zona de reserva temporal, equivalente al 0,86% del área total de la zona de reserva temporal.



*Figura 65 Relación de las áreas excluidas y no excluidas de la zona de reserva temporal (títulos y solicitudes) frente al del total de áreas en la zona de reserva temporal.*

Fuente: MinAmbiente, con base en datos extraídos de ANNA Minería

Las Zonas Reservadas con Potencial –ZRP- son áreas en las cuales a través de estudios de prospección se ha establecido la existencia de potencial para alguno(s) de los minerales de interés estratégico definidos por la ANM, que, estando libres, han sido reservadas por la Autoridad Minera Nacional en virtud de las facultades conferidas mediante el Decreto Ley 4134 de 2011, para profundizar en su conocimiento geocientífico, con el fin de seleccionar aquellas que presenten alto potencial mineral y adelantar sobre ellas los procedimientos exigidos por la Corte Constitucional mediante las sentencias T-766 de 2015 y C-035 de 2016, para la eventual delimitación y declaración de Áreas de Reserva Estratégica Minera (Áreas Estratégicas Mineras).

La parte considerativa de la Resolución 075 de 2023 establece unas consideraciones de importancia en torno a la ruta que debe surtir para las Zonas Reservadas con Potencial –ZRP- puedan delimitarse como áreas para la formalización, que en el artículo 20 de la Ley 1753 de 2015 también se incluyeron dentro de las Áreas para el Desarrollo Minero, las Áreas de Reserva para la Formalización (que la Agencia Nacional de Minería denomina Áreas

Estratégicas Mineras para la Formalización, para diferenciarlas más fácilmente de las Áreas de Reserva Especial, de las Áreas de Reserva Estratégica Minera y de las Zonas Reservadas con Potencial), norma en la cual se atribuyó a la Autoridad Minera Nacional la potestad de delimitar áreas de reserva estratégica minera para la formalización de pequeños mineros, sobre áreas libres o aquellas que sean entregadas a través de la figura de devolución de áreas para la formalización minera. (Subrayado fuera del texto original).

Que, a la fecha, las Áreas de Reserva para la Formalización (Áreas Estratégicas Mineras para la Formalización) se encuentran en proceso de adecuación normativa y de estructuración por parte de la Agencia Nacional de Minería de los Términos de Referencia para su debida implementación y asignación, sin embargo se hace necesario que en virtud de los acuerdos comunitarios, el reconocimiento de la actividad minera tradicional en los municipios de Vetás, California y Suratá, además del grado de avance de los estudios científicos elaborados por el Servicio Geológico Colombiano -SGC- y en aras de no afectar los procesos de formalización de pequeños mineros del territorio el bloque 736 de la Zonas Reservadas con Potencial -ZRP- con un área 67,04 hectáreas ubicada en el municipio de California se excluye del polígono y de la declaratoria de la Zona de Reserva Temporal de la que trata la presente resolución.

Por su parte, la Tabla 49 del presente documento de soporte define las Áreas de Reserva Especial -ARE- como un área declarada por la ANM en favor de una comunidad minera, en un área libre en donde existan explotaciones tradicionales de minería informal, cuya concesión solamente se otorgará a la misma comunidad que haya ejercido la actividad minera tradicional, sin perjuicio de los títulos mineros vigentes (Ley 685 de 2001, art. 31, modificado por el art. 147 del Decreto 019 de 2012), y los contrato de concesión diferencial como una figura nueva para la formalización de la pequeña minería, este contrato promueve una actividad minera formal y con estándares técnicos y ambientales adecuados.

Por tanto, las figuras de ARE declaradas y solicitudes de ARE en trámite que se encuentran identificadas y que se superponen con el área del polígono propuesta para la delimitación de la Zona de Reserva Temporal, son también sujeto de exclusión del polígono referido, en aras de que estos procesos de formalización y tránsito a la legalidad, no se vean afectados por la declaratoria de reserva temporal, en el entendido y reconocimiento de estas figuras de trabajo comunitario y de características diferenciales.

El concepto de tradicionalidad, que al respecto es necesario mencionar que, el Ministerio de Minas y Energía señala que las acciones y **esfuerzos para establecer la tradicionalidad como atenuante en la formalización minera en Colombia son fundamentales para promover un enfoque más inclusivo y sostenible.**

**Reconocer las prácticas tradicionales, no solo dignifica a las comunidades mineras, sino que también contribuye a una gestión ambiental más responsable.** En este sentido, la Ley 2250 de 2022, definió la minería tradicional en los siguientes términos:

“Artículo 2. (...) aquellas actividades que realizan personas naturales o jurídicas, asociaciones o grupos de personas o comunidades o diferentes grupos asociativos de trabajo que explotan minas de propiedad estatal sin título inscrito en el Registro Minero Nacional, que acrediten que los trabajos mineros se vienen adelantando en forma continua a través del tiempo, mediante documentación comercial o técnica o cualquier otro medio de prueba aceptado por la ley colombiana que demuestre la antigüedad de la actividad minera, y una presencia mínima en una zona de explotación minera no menor a diez (10) años, contados a partir de la fecha de promulgación de la presente Ley”.

El artículo 4° ibidem, establece la ruta para la legalización y formalización minera, donde se determina, entre otros, que:

“(...) La solicitud para iniciar el proceso de qué trata este artículo, bien por parte del minero tradicional o por requerimiento de la autoridad minera, se podrá presentar por una única vez y en área libre, cumpliendo con la demostración de su condición de tradicionalidad de acuerdo con lo dispuesto en la presente Ley. La condición de persona, grupo o asociación de minería tradicional y la delimitación del área minera correspondiente, serán definidas por la autoridad minera mediante acto administrativo expedido dentro de los cuarenta y cinco (45) días siguientes a la radicación de la solicitud con el cumplimiento de requisitos; ...Una vez cumplidos los cuarenta y cinco (45) días o ejecutoriado el acto administrativo en mención que será entendido como la declaratoria y delimitación del área de reserva especial, no habrá lugar a proceder respecto de los interesados con las medidas previstas en los artículos 161 y 306 de la Ley 685 de 2001, ni a proseguirles las acciones penales señaladas en los artículos 159 y 160 de este mismo Código, **siempre y cuando no se superen los volúmenes de producción definidos por el Gobierno nacional para la pequeña minería** (...)”(Subrayado fuera del texto original).

En la Figura 64, se muestran los polígonos de las áreas de formalización sujetas a exclusión de los efectos de la zona de reserva temporal.

Producto del trabajo de colaboración armónica, así como de las mesas de trabajo adelantadas con la cartera de Minas (Ministerio de Minas y Energía y Agencia Nacional de Minería) se concluye que los polígonos que se excluyen de las zonas de reserva temporal corresponden a la política del Gobierno Nacional de formalización de mineros tradicionales y de pequeños mineros que permite su reconocimiento en el territorio, garantiza su supervivencia y el respeto por el relacionamiento de los pobladores, teniendo en cuenta el ciclo económico local,

el arraigo y la tradicionalidad de la actividad minera desarrollada por varias generaciones y que han dado identidad a su comunidad.

En ese sentido, se respetan los procesos y solicitudes de formalización minera derivados de Áreas de Reserva Especial, declaradas y en trámite, a favor de comunidades mineras, así como propuestas de contrato de concesión con requisitos diferenciales vigentes que tienen un límite de hasta 100 hectáreas y de producción a pequeña escala y que solo se puede acceder a esta modalidad por una sola vez y no contar con título minero. Estos polígonos se conservan porque benefician a los pequeños mineros en territorio que hacen explotación responsable y ambientalmente sostenible, con el acompañamiento institucional de las autoridades administrativas y ambientales.

De igual manera, se excluyen de la reserva los títulos mineros de pequeña escala que fueron resultado de programas de formalización minera del pasado asociados a la tradicionalidad y cuyos pequeños mineros han mantenido su titularidad y operación, conservando su tradición minera.

De esta manera el compromiso de esas actividades mineras excluidas es el cero uso de mercurio, mantener los mineros formalizados con la titularidad minera durante la vigencia de la reserva temporal y la limitación a minería de pequeña escala con una fiscalización rigurosa y permanente de la Autoridad Minera a fin de evitar se sobrepasen los volúmenes de producción autorizados que empiecen a producir daños en el ecosistema protegido.

Adicionalmente, en cumplimiento del Artículo 229 de la Ley 2294 de 2023 "Por el cual se expide el PND 2022- 2026 "Colombia potencia mundial de la vida"", se excluyen de la reserva las Zonas con Potencial para la explotación de minerales estratégicos para el país que serán otorgados mediante procesos de formalización para la pequeña minería, a las personas y comunidades en el territorio, siempre que se cuente con los estudios sobre el alto potencial que elabora el SGC y en todo caso la extracción de los minerales de haga sin el uso de mercurio y otros minerales pesados que puedan afectar el recurso hídrico.

Por lo anteriormente expuesto, se consideró este contexto para garantizar que cualquier decisión sobre la protección del páramo tuviera en cuenta la realidad cultural y socioeconómica de la comunidad, ya que existe una profunda conexión territorial entre los pobladores, quienes se han dedicado principalmente a la extracción y comercio de oro y que además fundamentan su vivir en esta actividad.

Es importante mencionar que debido a que las comunidades de los municipios de California, Vetás y Suratá comparten una conexión profunda con la actividad minera, que se manifiesta en la adaptación de sus estilos de vida y tradiciones en torno a esta actividad, considerándola una parte integral de su herencia cultural, y que estas familias han tejido la minería en su identidad colectiva,

encontrando en ella no solo un medio de subsistencia, sino también un vínculo con su historia y su entorno.

De igual forma, en Suratá, la minería tiene una larga trayectoria que se remonta a la época precolombina, con comunidades indígenas que extraían oro de manera artesanal. Este arraigo a la tierra se ha mantenido a lo largo de los siglos, ya que muchas familias han continuado la tradición de la minería, transmitiendo conocimientos y prácticas de generación en generación. La minería tradicional ha persistido, siendo practicada por comunidades locales que dependen de ella para su sustento. Los pequeños mineros que viven en las veredas Monsalve, Marcela, Agua Blanca, Tablanca, Palchal y Cartagua, presentan una tradicionalidad de más de 100 años. Sin embargo, el desarrollo minero también ha planteado desafíos ambientales que la comunidad ha buscado equilibrar con sus necesidades económicas.

Por su parte, la minería en California ha sido un pilar esencial para el desarrollo del municipio, con una historia que se remonta a la época de la fiebre del oro en el siglo XIX. La población local, que ha estado vinculada a la minería durante generaciones, muestra un fuerte sentido de pertenencia hacia el territorio. A pesar de los retos ambientales asociados con la minería, la comunidad de California continúa buscando formas de mantener este legado mientras se enfrenta a la necesidad de desarrollar prácticas más sostenibles.

Igualmente, en el municipio de Vetás, la minería tradicional ha estado intrínsecamente ligada a la identidad de sus habitantes, quienes durante más de cuatro siglos han desarrollado un fuerte arraigo territorial. La comunidad, que se dedica en gran parte a la extracción de oro, ha forjado un vínculo profundo con el paisaje, considerando la minería no solo como un medio de subsistencia, sino como parte de su cultura e historia. Este lazo con la actividad minera es evidente en las dinámicas sociales y económicas del municipio, donde el 51% de la población se involucra directamente en la minería, reflejando así su importancia para el bienestar comunitario y la identidad local.

Es pertinente mencionar que aunque en la zona de la Reserva Temporal se encuentran delimitadas cuatro (4) Zonas de Reserva Potencial (ZRP), solo se incluyó el bloque 736, debido a que es el que actualmente cuenta con mayor avance en el estudio de potencial minero por parte del Servicio Geológico Colombiano; sin embargo, una vez los demás bloques cuenten con avances significativos sobre su potencial minero, se evaluará la posibilidad de exclusión como posible figuras para apoyar temas de formalización minera de acuerdo a la normativa existente, esto en relación a lo establecido en el parágrafo cuarto del artículo 2. Efectos de la resolución que declara la reserva temporal.

Finalmente, sobre los procesos de formalización minera y otras definiciones técnicas asociadas a la actividad minera de pequeña escala es necesario relacionar las siguientes definiciones:

*Tabla 53. Conceptos Asociados a Tradicionalidad*

Concepto	Definición
Minería Tradicional	Se entiende por minería tradicional aquellas actividades que realizan personas naturales o jurídicas, asociaciones o grupos de personas o comunidades o diferentes grupos asociativos de: trabajo que explotan minas de propiedad estatal sin título inscrito en el Registro Minero Nacional, que acrediten que los trabajos mineros se vienen adelantando en forma continua a través del tiempo, mediante documentación comercial o técnica o cualquier otro medio de prueba aceptado por la ley colombiana que demuestre la antigüedad de la actividad minera, y una presencia mínima en una zona de explotación minera no menor a diez (10) años, contados a partir de la fecha de promulgación de la presente Ley. (Refiérase a: Artículo 2 Ley 2250 de 2022).
Minero Tradicional	Refiérase al minero que realiza minería tradicional
Comunidades Mineras Tradicionales	Para efectos de las ARE, se entiende por comunidad minera la agrupación de personas que adelantan tradicionales explotaciones de yacimientos mineros en un área específica en común (Resolución 41107 de 2016, MME, art. 1).
Explotaciones Tradicionales	Se refiere a:  Actividad minera realizada desde antes de la vigencia de la Ley 685 de 2001 // Personas vecinas del lugar que no cuentan con título minero // Se constituye en la principal fuente de ingresos de esa comunidad // Se debe acreditar que son explotaciones tradicionales mediante pruebas de cualquier índole.
Minería de Pequeña Escala	La minería de pequeña escala, definida también en el Decreto 1666 de 2016, es considerada como tal si el título minero en fase de exploración o de construcción y montaje comprende un área menor o igual a 150 hectáreas. En la etapa de explotación, y para el caso puntual de metales preciosos como el oro, es de pequeña escala si el volumen de producción minera máxima anual no supera las 15.000 toneladas para minería subterránea o hasta 250.000 m <sup>3</sup> si es a cielo abierto. La autoridad ambiental de la minería de pequeña escala son las corporaciones autónomas regionales.

Fuente: MinAmbiente, 2024. Las actividades mineras que sean objeto de formalización se tramitarán bajo lo establecido en la Ley 2250 del 11 de julio de 2022.

Para otras figuras como el caso de subcontrato de formalización minera, se atenderá lo dispuesto en el literal a del artículo 11 de la Ley 1658 del 15 de julio de 2013 y lo que establecido en la ley 2250 de 2022 en la materia.

Ahora bien, para ampliar lo relacionado con la definición de minería de pequeña escala, se acoge a lo señalado en el documento oficial recibido por parte del Ministerio de Minas Energía *"La importancia de la formalización de la pequeña minería y la minería tradicional en el marco del Plan Nacional de Desarrollo 2022-2026: "Colombia, Potencia Mundial de la Vida"* donde se señala:

El Decreto 1378 de 2020, "Por el cual se adiciona el Decreto Único Reglamentario No. 1073 de 2015, respecto a los requisitos diferenciales para el otorgamiento de contratos de concesión a mineros de pequeña escala y beneficiarios de devolución de áreas", en línea con el tratamiento diferencial para lograr la formalidad, incluyó en su articulado la definición de Minero de Pequeña Escala (Ver Figura 66):

*"(...) ARTÍCULO 2.2.5.4.4.1.1.3. Mineros de Pequeña Escala. Para efectos de esta Sección, y para poder acceder al contrato de concesión con requisitos diferenciales, los mineros de pequeña escala serán los que cumplan los siguientes requisitos:*

- a) No contar con un título minero vigente.*
- b) Requerir en concesión un máximo de hasta 100 hectáreas bajo el sistema de cuadrícula minera.*
- c) Que su producción atienda el volumen máximo anual establecido según el tipo de mineral, como se muestra a continuación:*

GRUPO DE MINERALES	MINERIA SUBTERRANEA	MINERIA A CIELO ABIERTO
Carbón (Ton/año)	Hasta 20.000	N/A *
Materiales de Construcción (M3/año)	N/A *	Hasta 10.000
Metálicos (Ton/año) **	Hasta 22.000	Hasta 35.000
No Metálicos (Ton/año) ***	Hasta 16.000	Hasta 20.000
Metales Preciosos (oro, plata y platino) (Ton/año) o (M3/año) ****	Hasta 10.000 Ton/año	Hasta 165.000 M3/año
Piedras Preciosas y semipreciosas (m <sup>3</sup> /año)	Hasta 6.000	N/A *

\* N/A: El mineral no aplica para este tipo de minería.

\*\* El volumen de producción hace referencia a material mineralizado.

\*\*\* Incluye los minerales industriales y los otros no metálicos no definidos en la tabla.

\*\*\*\* El Volumen de producción hace referencia a material removido para minería subterránea

*Figura 66. Volúmenes requeridos para para poder acceder al contrato de concesión con requisitos para mineros a pequeña escala.*

Fuente: Decreto 1378 de 2020

Según los datos reportados en la Plataforma SIGM-AnnA Minería de la autoridad minera (ANM) superpuestos con el polígono de la propuesta de zona de reserva temporal, existen 57 títulos mineros, distribuidos en diferentes figuras jurídicas, así: Contrato de Concesión (D 2655) (2 Títulos); Contrato de Concesión (L 685) (31 Títulos); Licencia de Exploración (2 Títulos); Licencia de Explotación (20 Títulos); y Licencia Especial de Material de Construcción (2 Títulos), y de acuerdo con la información suministrada por la autoridad ambiental regional, 25 de los 57 títulos mineros activos cuentan con instrumentos ambientales.

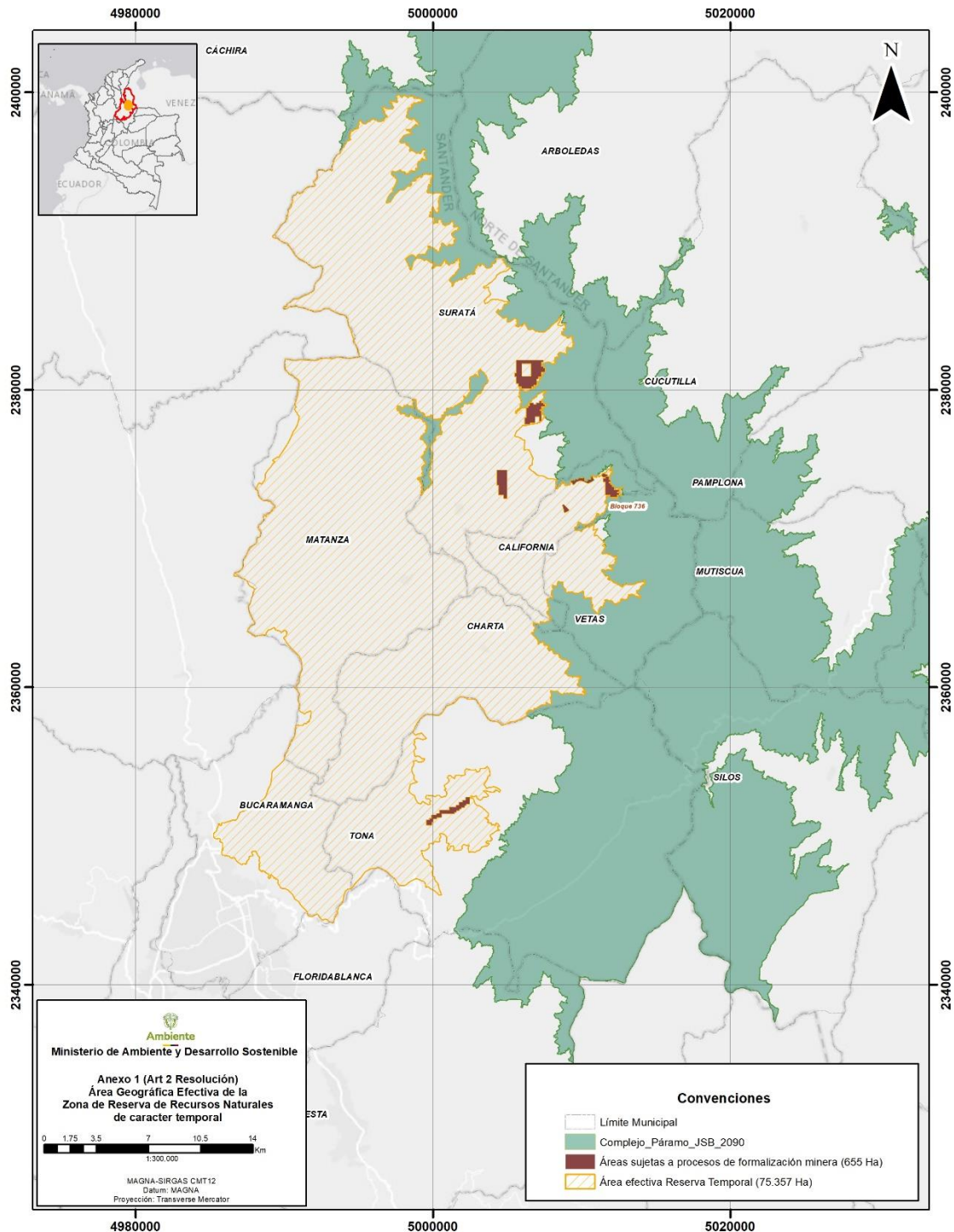
Aunado a lo anterior, es necesario indicar que, con el análisis surtido a raíz de la conflictividad socioeconómica y socioambiental en el área de interés para la zona de reserva temporal, se solicitó a la ANM la relación de los títulos mineros identificados de pequeños mineros del territorio que aún con título no cuentan con alguno de los instrumentos (técnicos y ambientales) y en el sentido de no afectar todos estos procesos de formalización y/o legalización surtidos con anterioridad en el territorio se surte al análisis de efectos en base a lo remitido por parte de la ANM.

Con el análisis se sugiere entonces que dos polígonos más sean incluidos en el cuadro de exclusión de efectos de la declaratoria de Zona de Reserva Temporal, de acuerdo a la información remitida por parte de la ANM se evidencia que, de los 25 títulos mineros identificados como pequeños mineros del territorio, son producto de procesos de formalización y/o legalización, de estos cuatro (4)

títulos se pudo verificar que dos (2) de estos títulos cuentan con instrumento técnico e instrumento ambiental aprobado y vigente, por lo que la declaratoria de la zona de reserva temporal no tiene efectos sobre la continuidad de operación de estos títulos; sin embargo, para los otros dos (2) títulos, que una vez identificados como de pequeña minería tradicional y que han surtido rutas de legalización y/o formalización minera, serán incluidos en la relación a figuras a excluir de los efectos de la reserva con ocasión a los escenarios de formalización minera descritos en la Tabla 52.

Así las cosas, con el fin de evitar escenarios de mayores riesgos de afectación ambiental y prevenir la generación de impactos acumulativos y sinérgicos que puedan generar deterioro grave en el área de interés por el desarrollo de la minería irregular, así como promover la adecuada implementación de los instrumentos de manejo y control ambiental en las mencionadas áreas que en conjunto equivalen a 655 hectáreas (0.86% del área total identificada para la definición de la zona de reserva temporal), se propone que dichas áreas no hagan parte de la zona de reserva temporal, siempre y cuando los procesos de formalización que en las mismas, obedezcan a proyectos de minería de pequeña escala, tradicional y realizada por mineros tradicionales o comunidades mineras tradicionales.

En consideración a lo anterior, del área total identificada que corresponde a 76.012 hectáreas, se descuentan 655 hectáreas que corresponden a las áreas para el desarrollo de procesos de formalización de proyectos de minería de pequeña escala, tradicional y realizada por mineros tradicionales o comunidades mineras tradicionales, quedando un **área geográfica efectiva de la zona de reserva de recursos naturales de carácter temporal de 75.357 hectáreas que se proponen declarar**, que se indican espacialmente en la Figura 67:



*Figura 67. Área geográfica efectiva de la zona de reserva de recursos naturales de carácter temporal propuesta para su declaratoria*

Fuente: Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (2024)

## **Sobre el Proceso de Licenciamiento Ambiental Temporal para la Formalización Minera-LATFM:**

De acuerdo con el Procedimiento del Sistema Integrado de Gestión del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible de Código: P-M-INA-09 se abrió durante 15 días, desde el 10 al 25 septiembre del 2024, la consulta pública del proyecto de Resolución *"Por medio del cual se reglamenta la licencia ambiental temporal en el marco del Plan Único de Legalización y Formalización Minera de que trata la Ley 2250 de 2022 y se dictan otras disposiciones"*.

En el marco del procedimiento citado, el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, recibió alrededor de 196 comentarios de 13 actores por medio del formato de Código: F-M-INA-24 "COMENTARIOS PRESENTADOS POR ACTORES EXTERNOS A PROYECTOS ESPECÍFICOS DE REGULACIÓN".

Una vez analizadas cada una de las observaciones se publicará el formato F-M-INA- 25 "Publicidad e informe de observaciones y respuestas de los proyectos específicos de regulación", en el que se encuentran todos los comentarios allegados a la entidad, entre ellos los de la Procuraduría delegada para Asuntos Ambientales, Minero-Energéticos y Agrarios.

### **5.4.2 Títulos y solicitudes mineras y sus implicaciones en el marco de las zonificaciones ambientales de los POMCA**

Con el fin de analizar la situación de títulos mineros otorgados al interior de la propuesta de zona de reserva temporal, así como la solicitud de nuevos proyectos mineros y los procesos de formalización y de minería tradicional con las zonificaciones ambientales de los POMCA involucrados, se realizó un contraste de las actividades mineras y sus implicaciones con las diferentes determinantes ambientales contenidas en las subzonas de uso y manejo, cuyos resultados se presentan a continuación:

#### **5.4.2.1 Títulos mineros activos respecto de la zonificación ambiental de los POMCA**

Conforme el inventario de títulos efectuado con anterioridad y descrito en el numeral 5.4.1.4 de este documento, se superponen 57 títulos vigentes en la propuesta de reserva temporal, representados en 31 contratos de concesión (L 685), 20 licencias de explotación, 2 contratos de concesión (D 2655), 2 licencias de exploración, 2 licencias especiales de material de construcción que en conjunto involucran un área de **5.771 hectáreas** al interior de la propuesta de zona de reserva temporal. Tomando como base los POMCA del Alto Lebrija y



Cáchira Sur, formulados y aprobados por la CDMB, y que como ya se ha detallado, abarcan la zona de reserva temporal, se realizó una superposición de las subzonas de uso y manejo de estos instrumentos con los títulos mineros vigentes, como se presenta en la Figura 68

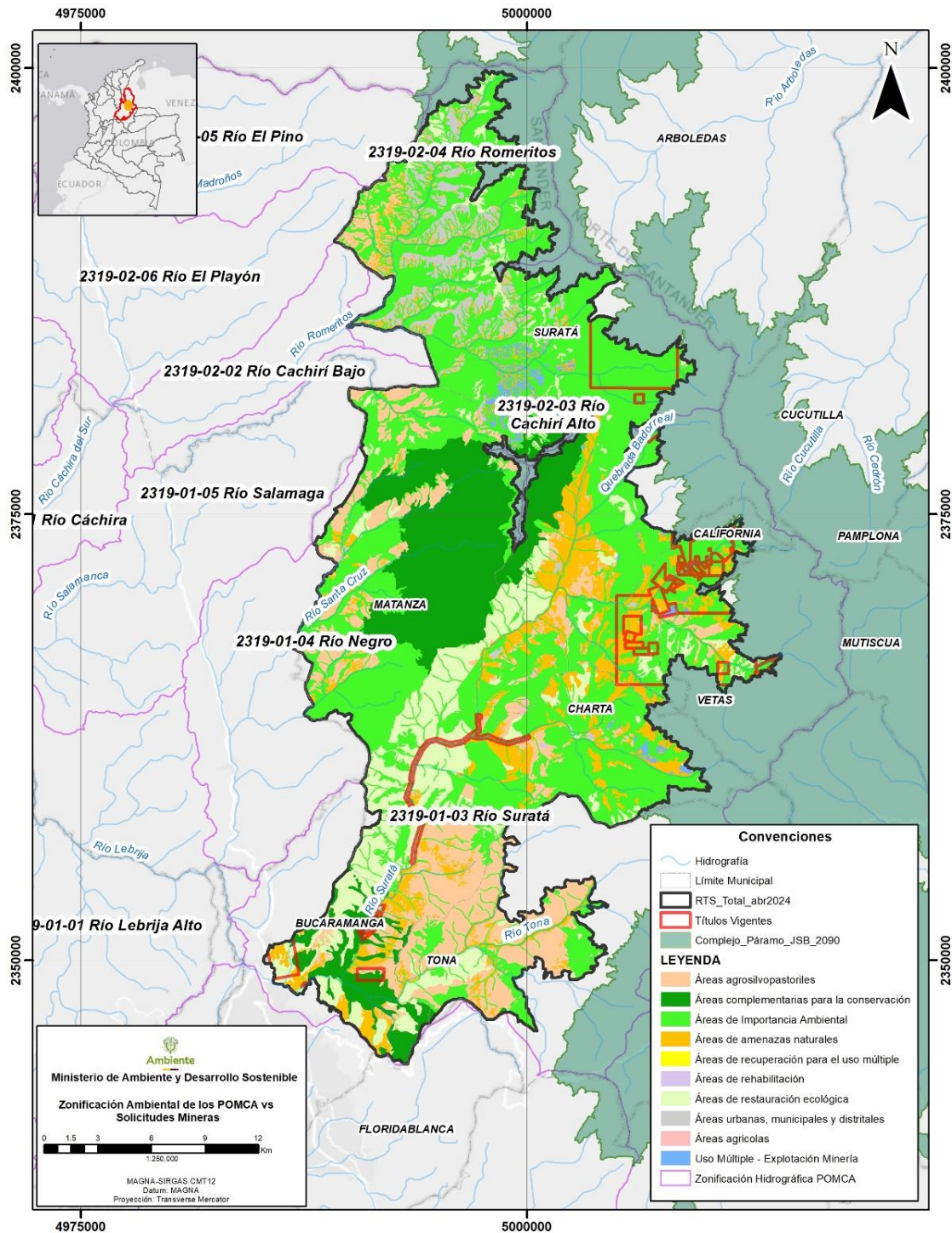


Figura 68. Zonificación Ambiental de los POMCA vs Títulos Mineros Vigentes

Fuente: Elaboración propia, a partir de información de POMCA Alto Lebrija CDMB (2020) y Cáchira Sur CDMB (2019) con información de Anna Minería (2024).

Como resultado, se evidencia que alrededor de **5.440 hectáreas** de títulos vigentes se cruzan con zonas de protección que hacen parte de la categoría de ordenación de conservación y protección ambiental, distribuidas principalmente en las siguientes subzonas: 2.107 hectáreas que involucran bosques relictuales, 1.473 hectáreas en zonas de recarga de acuíferos, 134 hectáreas de rondas hídricas y 61 hectáreas de ecosistemas de humedales, todas las anteriores definidas como áreas de importancia ambiental por los POMCA, así como 902 hectáreas que hacen parte de las áreas de amenaza natural definida bajo esta categoría de ordenación.

De manera complementaria, dentro de la Categoría de ordenación de conservación y protección ambiental de los POMCA, se resalta igualmente, las implicaciones sobre 661 hectáreas definidas como áreas para la restauración ecológica y la recuperación ambiental que son involucradas en estos títulos mineros.

De otra parte, del contraste de los títulos vigentes con las zonas para la producción agropecuaria (áreas agrosilvopastoriles) definidas en la categoría de uso múltiple de los POMCA, se evidencia que se involucran alrededor de **289 hectáreas** de estas zonas al interior de los títulos vigentes.

Lo anterior indica que la extensión de títulos mineros vigentes (5.771 hectáreas) involucran el 94% de la estructura ecológica definida en la ordenación de la cuenca a través de sus subzonas de áreas de importancia ambiental y las áreas de restauración ecológica que en su conjunto configuran determinantes ambientales marcadas por sus limitantes, restricciones, condicionamientos y medidas de manejo ambiental sobre las cuales se debe regir el ordenamiento territorial, y en especial las actividades de alto impacto, como es el caso de las actividades mineras, así como las áreas de amenaza natural que se encuentran condicionadas a estudios más detallados para efectos de definir sus usos y destinaciones en el marco del ordenamiento territorial.

#### *5.4.2.2 Nuevas Solicitudes Mineras respecto de la zonificación ambiental de los POMCA*

Conforme el inventario de nuevas solicitudes mineras efectuado con anterioridad y descrito en el numeral 5.4.1 de este documento, se superponen 35 nuevas solicitudes en la propuesta de reserva temporal, representados en 29 solicitudes de Contrato de Concesión (L 685), 3 solicitudes de Contrato de Concesión Diferencial, 3 solicitudes de Área de Reserva Especial que involucran un área de **18.158 hectáreas** al interior de la propuesta de reserva temporal.

Tomando como base los POMCA del Alto Lebrija y Cáchira Sur, formulados y aprobados por la CDMB, y que como ya se ha detallado, abarcan la zona de reserva temporal, se realizó una superposición de las subzonas de uso y manejo de estos instrumentos con las solicitudes mineras, como se presenta en la Figura 69

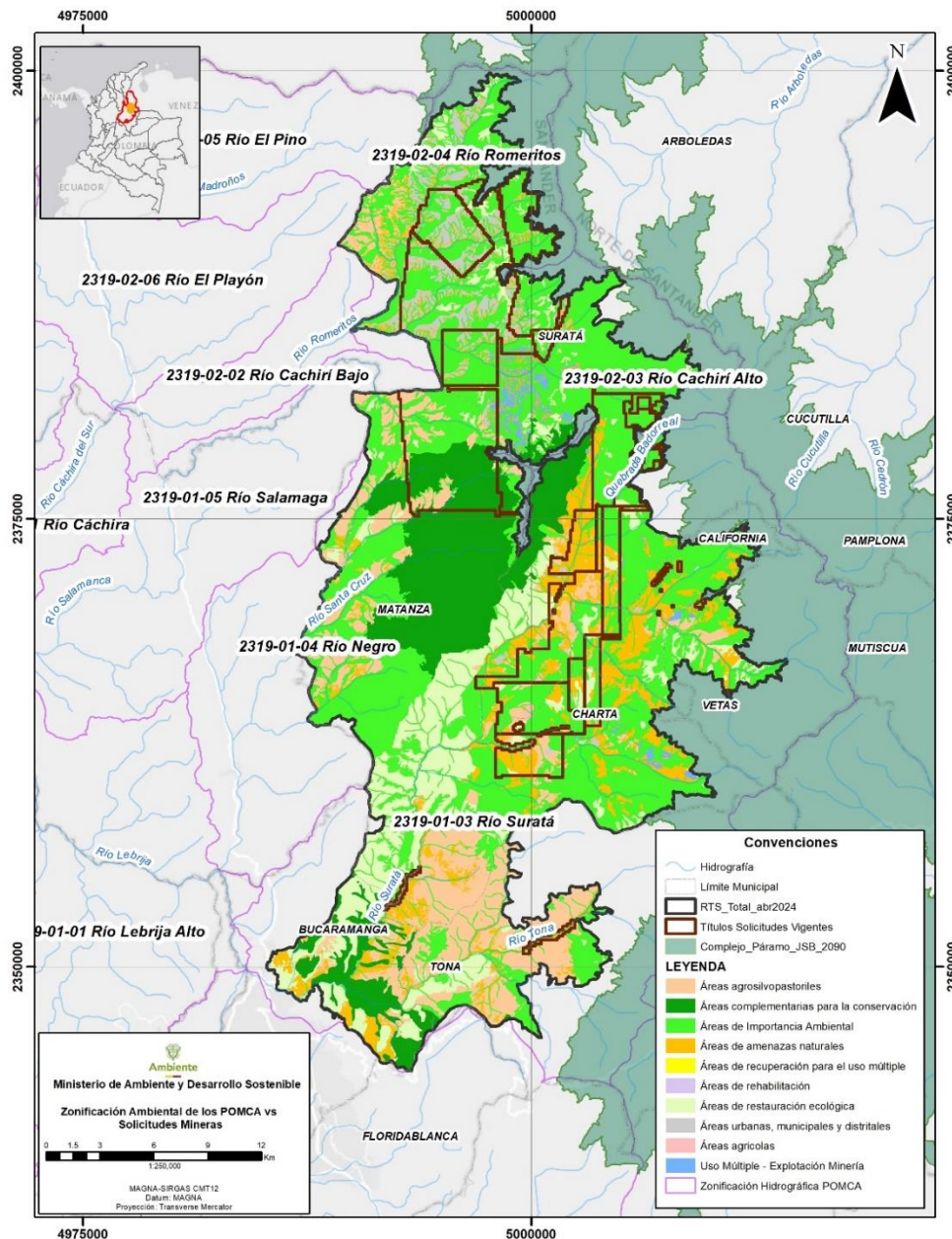


Figura 69 Zonificación Ambiental de los POMCA vs Solicitudes Mineras

Fuente: Elaboración propia, a partir de información de POMCA Alto Lebrija CDMB (2020) y Cáchira Sur CDMB (2019) con información de Anna Minería (2024)

Resultado del Contraste de las nuevas solicitudes mineras con las zonas de protección que hacen parte de la categoría de ordenación de conservación y protección ambiental de los POMCA, se evidencia que se involucran alrededor de **14.957** hectáreas de dichas zonas, que redistribuidas principalmente en las siguientes subzonas: 6.317 hectáreas que involucran bosques relictuales, 2.965 hectáreas en zonas de recarga de acuíferos, 1.458 hectáreas del área propuesta por la CDMB de reserva forestal (Bosque de Matanza-Suratá), 941 hectáreas de rondas hídricas y 11 hectáreas de ecosistemas de humedales, todas las anteriores definidas como áreas de importancia ambiental por los POMCA, así como 2.338 hectáreas que hacen parte de las áreas de amenaza natural definida bajo esta categoría de ordenación. De manera complementaria, dentro de la Categoría de ordenación de conservación y protección ambiental de los POMCA, se resalta igualmente, las implicaciones sobre 893 hectáreas definidas como áreas para la restauración ecológica y la recuperación ambiental que son involucradas en estas nuevas solicitudes mineras.

Igualmente, del contraste entre las nuevas solicitudes mineras con las zonas para la producción Agrícola y ganadera (áreas agrosilvopastoriles) definidas en la categoría de uso múltiple de los POMCA, se evidencia que se involucran alrededor de 3105 hectáreas de estas zonas al interior de las nuevas solicitudes mineras.

Con las anteriores cifras, se evidencia que gran parte de la extensión de las nuevas solicitudes mineras (18.158 hectáreas) involucran gran parte (82%) de la estructura ecológica definida en la ordenación de la cuenca a través de sus subzonas de áreas de importancia ambiental y las áreas de restauración ecológica que en su conjunto configuran determinantes ambientales marcadas por sus limitantes, restricciones, condicionamientos y medidas de manejo ambiental sobre las cuales se debe regir el ordenamiento territorial, y en especial las actividades de alto impacto, como es el caso de las actividades mineras, así como las áreas de amenaza natural que se encuentran condicionadas a estudios más detallados para efectos de definir sus usos y destinaciones en el marco del ordenamiento territorial.

A manera de conclusión, tanto los títulos vigentes como las nuevas solicitudes mineras que en conjunto suman alrededor de **23.929 hectáreas**, involucran en mayor medida la estructura ecológica definida en la ordenación y manejo de las cuencas involucradas en la propuesta de reserva temporal (alrededor de **20.397 hectáreas**), representada en áreas y ecosistemas que son claves para el uso y manejo coordinado del suelo, la biodiversidad y los servicios ecosistémicos, en especial los servicios de aprovisionamiento y regulación hidrológica para garantizar la sostenibilidad del agua superficial y subterránea en el

mantenimientos de los ecosistemas y su disponibilidad para los diferentes usos demandados; la moderación de los riesgos extremos de desastres (especialmente los relacionados con el agua como son: movimientos en masa y avenidas torrenciales) y el desafío de los efectos del cambio climático, propósitos fundamentales con que fueron formulados y aprobados los Planes de Ordenación y Manejo de las cuencas involucradas en la propuesta de reserva temporal.

## 6 IMPACTOS AMBIENTALES ASOCIADOS A LAS DIFERENTES ESCALAS DE LA MINERÍA

En este capítulo se presenta una síntesis de los conceptos técnicos (CT) con relación a los impactos ambientales de las actividades mineras, suministrados por parte de las entidades de apoyo técnico y científico (IAvH, IDEAM, SGC), así como de otras autoridades ambientales y mineras (ANLA y ANM) a solicitud del MinAmbiente (Ver Anexo 1). Así mismo, se complementan con los resultados del Convenio Interadministrativo No. 1240 del 2023 suscrito entre el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, el IDEAM y el Instituto Nacional de Salud (INS) para el fortalecimiento del sistema de monitoreo de la Cuenca del río Suratá.

### 6.1 Clasificación de las actividades mineras según su escala

Lo primero, respecto a los criterios de la calificación de la actividad minera, se presentan las definiciones del Decreto 1666 del 21 de octubre de 2016 del Ministerio de Minas y Energía en el que se clasifica la minería de la siguiente manera (Ver Tabla 54 y Figura 70):

Los títulos mineros que se encuentren **en la etapa de exploración o construcción y montaje** se clasificarán en pequeña, mediana y gran minería con base en el número de hectáreas otorgadas en el respectivo título minero (Artículo 2.2.5.1.5.4):

*Tabla 54. Clasificación de la minería en pequeña, mediana y gran escala en etapa de exploración, construcción o montaje.*

<b>Clasificación</b>	<b>No. hectáreas</b>
<i>Pequeña</i>	<i>Menor o igual a 150</i>
<i>Mediana</i>	<i>Mayor a 150 pero menor o igual a 5.000</i>
<i>Grande</i>	<i>Mayor a 5.000 pero menor o igual a 10.000</i>

Fuente: Decreto 1666 de 2016.

Por su parte, los títulos mineros que se encuentren **en la etapa de explotación, con base en lo aprobado en el respectivo Plan de Trabajo y Obras o en el documento técnico que haga sus veces, se clasificarán en pequeña, mediana o gran minería de acuerdo con el volumen de la producción minera máxima anual, para los siguientes grupos de minerales: carbón, materiales de construcción, metálicos, no metálicos, metales preciosos, piedras preciosas y semipreciosas (Artículo 2.2.5.1.5.5), como se muestra a continuación:**

MINERAL	PEQUEÑA		MEDIANA		GRAN	
	Subterránea	Cielo Abierto	Subterránea	Cielo Abierto	Subterránea	Cielo Abierto
<b>Carbón (Ton/año)</b>	Hasta 60.000	Hasta 45.000	> 60.000 hasta 650.000	> 45.000 hasta 850.000	> 650.000	> 850.000
<b>Materiales de construcción (M3/año)</b>	N/A	Hasta 30.000	N/A	>30.000 hasta 350.000	N/A	> 350.000
<b>Metálicos (Ton/año)</b>	Hasta 25.000	Hasta 50.000	>25.000 hasta 400.000	>50.000 hasta 750.000	>400.000	> 750.000
<b>No Metálicos (Ton/año)</b>	Hasta 20.000	Hasta 50.000	>20.000 hasta 300.000	>50.000 hasta 1.050.000	>300.000	>1.050.000
<b>Metales Preciosos (oro, plata y platino) (Ton/año) o (M3/año)</b>	Hasta 15.000 Ton/año	Hasta 250.000 m3/año	> 15.000 hasta 300.000 Ton/año	> 250.000 hasta 1.300.000 m3/año	> 300.000 Ton/año	> 1.300.000 m3/año
<b>Piedras preciosas y semipreciosas (Ton/año)</b>	Hasta 20.000	N/A	>20.000 Hasta 50.000	N/A	>50.000	N/A

*Figura 70. Clasificación de la minería en pequeña, mediana y gran escala en etapa de explotación*

Fuente: Decreto 1666 de 2016.

## 6.2 Características de minería a gran, mediana y pequeña escala en la zona de reserva temporal

### 6.2.1 Minería a gran escala

En términos generales, la minería a gran escala contempla proyectos con vida útil entre 10 y 14 años, en donde se requieren remover más de 300.000 toneladas/año de material para minería subterránea de metales.

A continuación, se presentan las características que podría tener un proyecto minero a gran escala en la cuenca de la quebrada La Baja y Angosturas. Los datos fueron tomados de los informes de prefactibilidad elaborados por SRK Consulting (2021) y por Golder Associates S.A (2012). (Ver CT ANLA 2024, pág. 16).

*Tabla 55. Características de un proyecto de minería subterránea de metálicos a gran escala en la cuenca de las quebradas La Baja y Angostura.*

Característica	Descripción
Área Contrato de concesión	400 a 5.000 ha
Huella de intervención del proyecto	755 ha
Cuencas hidrográficas	Quebradas La Baja y Angosturas y Cuenca del río Suratá para infraestructura de apoyo como planta de beneficio y depósito de relaves.
Ecosistema	Orobioma alto de los Andes: 89% del área de influencia del proyecto
Superposición con el páramo Santurbán – Berlín	- El proyecto sector Soto Norte: No - El Proyecto sector Angostura: Si
Población	- Proyecto sector Soto Norte: 3.500 personas ubicadas en el área de influencia del proyecto.
Perforaciones exploratorias	Mayor a 300.000 metros en más de 900 pozos en 10 años
Túneles exploratorios	Fase Exploratoria realizada en el sector de Angostura:  Mas de 3.500 m de <b>túneles exploratorios construidos</b> en la fase exploratoria y muestras tomadas en más de 25 túneles existentes realizados por terceros.

Característica	Descripción
	<b>Túneles construidos en la fase exploratoria:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- La Perezosa: 2.5 km (2.850 m.s.n.m)</li> <li>- Veta Barro: 415 m (3.100 m.s.n.m)</li> </ul>
Producción anual estimada	2.2 a 2.6 Mt/año y 2.7 Moz Au equivalente
Niveles de extracción	Mas de 10 niveles
Túnel de acceso a la zona mineralizada	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Para el proyecto en el sector Soto Norte: Se proyecta construir un túnel de 7 km usando TBM lo cual conecta la trituradora subterránea a la planta de procesamiento en la superficie (transporte del material en banda transportadora), diámetro del túnel: 8 m. Su desarrollo se proyecta en 30 meses.</li> <li>- Para el proyecto planteado en el sector de Angostura 2-ñp—2-: Se contempla el acceso desde el túnel La Perezosa</li> </ul>
Nivel de agua subterránea en zona de producción	En general mayor a 100 m de la superficie en Gneiss. Niveles de agua subterránea en área de depósito de relaves: 22 a 30 m de la superficie.
Desecho de roca	Producción de 2 a 14 Mt durante la vida útil del proyecto. Aproximadamente el 60% del desecho de roca vuelve a la mina como retrolenado
Total de material a mover (útil + desecho de roca)	37Mt durante la vida útil del proyecto.
Excavaciones laterales subterráneas (excluyendo túnel de acceso TBM)	90.000 a 150.000 metros
Desarrollo vertical	7.000 a 17.000 metros
Vida útil de la mina	10 a 14 años
Demanda de agua	Requerimiento de agua en la mina durante su fase operacional = 41 L/s
Planta de Beneficio	Capacidad de 7.000 ton/día. Trituración, molienda y flotación (no se usa mercurio ni cianuro)
Relaves	Producción de 22 Mt a 30 Mt de relaves filtrados (85% de contenido sólido) a lo largo de la vida útil del proyecto. Capacidad del depósito de relaves 40 Mt. Aprox. 10 Mt podrían a la mina a manera de retrolenado.

Característica	Descripción
Planta de tratamiento de agua potable	Capacidad de 187 m <sup>3</sup> /año para un pico de 1.000 trabajadores
Planta de tratamiento de agua residual industrial	120 a 180 L/s a de agua contactada (drenaje ácido) a ser tratada, para posteriormente ser descargada al medio ambiente (88,5 L/s)
Caudal de descarga	Descarga requerida al río Suratá 390,8 L/s Descarga requerida quebrada La Baja 384,8 L/s

Fuente: Elaboración propia con información de SRK Consulting (2021) y por Golder Associates S.A (2012).  
(Ver CT ANLA 2024, pág. 16).

Con respecto al proceso de beneficio, se incluyen tanto procesos físicos como trituración, molienda y separación de sólidos-líquidos por hidrociclones, como procesos químicos en ciclos de flotación en sistemas recirculantes de celdas primarias, limpiadoras y agotativas, apoyados en el uso de diversos químicos como floculantes, depresores de ganga, colectores y modificadores de pH, o cianuración a partir de los cual se generan tanto los concentrados de metales objetivo (Au, Ag, Cu), aguas contactadas y se estima que podrían generar entre 20 a 30 Mton de relaves filtrados. Si bien, este tipo de material también puede ser empleado en los procesos de retrolleado de mina durante lo operación y cierre, es preciso indicar que volúmenes considerables permanecerán en superficie a perpetuidad. De ahí que los proyectos mineros a gran escala requieran áreas en donde puedan emplazar una infraestructura que permita contener entre 40 a 50 Mton de relaves filtrados lo cual podría ocupar hasta 200 hectáreas.

## 6.2.2 Minería a mediana escala

De acuerdo con la ANM, la minería a mediana escala, estima que, genera una producción promedio de 4 Mt, en un periodo entre 10 y 14 años; donde se podrían generar 5 Mt de relaves, lo cual podría requerir aproximadamente 20 hectáreas. Lo anterior significa que la minería subterránea de metales a mediana escala podría requerir 10 veces menos área para disponer los relaves en comparación con la minería a gran escala.

A continuación, se presentan las características de un proyecto minero de extracción subterránea de metales a mediana escala en el sector de Angostura. Datos tomados a partir de la información cartográfica de contratos de concesión, suministrados por la Agencia Nacional de Minería -ANM- y la Corporación Autónoma Regional para la Defensa de la Meseta de Bucaramanga- CDMB-. (Ver CT ANLA 2024, pág. 27).

*Tabla 56. Características de un proyecto de minería subterránea de metálicos a mediana escala en el sector de Angostura.*

Característica	Descripción
Reservas Probables (SRK Consulting, 2021).	28 Mton (se asume que para el límite máximo del rango que clasifica a la mediana escala, la ley de corte puede ser la misma que la minería a gran escala)
Producción anual (Tomado del límite máximo del rango de clasificación de minería a mediana escala según el Decreto 1666 de 2016 del MinMinas).	300.000 t/año
Vida útil del proyecto	$28 \text{ Mt} / 300.000 \text{ t/año} = 90 \text{ años}$
Reservas extraíbles en 10 a 14 años	$300.000 * 10 = 3 \text{ Mton}$ (10 años) $300.000 * 14 = 4,2 \text{ Mt}$ (14 años)
Capacidad de planta de beneficio	800 t/día
Relaves proyectados	5 Mt (asumiendo la extracción de 4,1 Mt en 14 años y la relación relaves/útil de la minería a gran escala:)
Estimado de área requerida para depósito de relaves proyectados	20 ha (Partiendo de la base de que para 40 Mt se podrían requerir hasta 200 Ha)

Fuente: Datos tomados de SRK Consulting (2021) y Decreto 1666 de 2016 del MinMinas

### 6.2.3 Minería a pequeña escala

Para el caso de la minería a pequeña escala, se trata de proyectos con niveles de producción que no superan las 9.000 toneladas al año, en una huella de intervención total que varía entre 8 a 45 hectáreas, es decir aproximadamente 25 veces menos de lo que requiere solo el área para depósito de relaves de proyectos mineros a gran escala. Lo anterior, tomando como base los análisis a partir de la información suministrada por la CDMB en cuanto a la minería subterránea de metales a pequeña escala, en el distrito minero de Vetas-California (mina La Elsy, Trompetero y Providencia).

No obstante, es evidente que la minería a pequeña escala genera relaves de los cuales se desconoce su volumen de producción y área requerida para su disposición. Se podría inferir de manera teórica que, si la planta de beneficio de una mina a pequeña escala tiene una capacidad del 0,30% de una planta de

beneficio a gran escala, entonces los relaves a producir podrían estar en esa magnitud.

Ahora bien, asumiendo a partir de los cálculos realizados para las características de minería a mediana escala, que para 5 Mt de relaves se estima un área de 20 hectáreas para su disposición, se podría entonces indicar de manera teórica y aproximada que, para contener 90.000 toneladas de relaves se requiere cerca de 1 hectárea. Las características de los relaves generados son acuosos, no filtrados en comparación con la minería a gran escala, por lo que no son aptos para ser utilizados en labores de retrolleado de la mina en su etapa operativa y de cierre.

### **6.3 Impactos ambientales de minería a gran, mediana y pequeña escala**

De acuerdo con los conceptos allegados a MinAmbiente por parte de las entidades indicadas al inicio de este capítulo, a continuación se resaltan los impactos ambientales que podrían tener los proyectos mineros de extracción subterránea de metales en el distrito minero de Vetás-California, sobre el medio físico, biótico y socioeconómico, desde una perspectiva relacionada con la presión al recurso hídrico superficial y subterráneo, teniendo en cuenta infraestructura como túneles y depósitos de relaves en superficie.

#### **6.3.1 Impactos al medio físico**

**Sobre la Calidad del Aire**, los impactos son originados principalmente por la combustión de combustibles fósiles, re-suspensión de material particulado y manejo de material asociado a obras o actividades propias de cada proyecto.

La combustión se relaciona con el uso de maquinaria especializada para la manipulación, perforación y transporte del material de interés y relaves, lo que resulta en emisiones importantes de contaminantes criterio como: Óxidos de nitrógeno, material particulado (PM10 y PM2,5), monóxido de carbono, dióxido de azufre y derivados de hidrocarburos. Por su parte el material suspendido, es derivado del transporte de vehículos pesados por vías no pavimentadas en cercanía a los cascos urbanos de los municipios de Vetás y California, transporte de material sin cobertura o a altas velocidades, el acopio de material sin ningún tipo de cobertura y la manipulación del material (cargue y descargue) durante el proceso operativo.

En conclusión, el contaminante criterio con más fuentes de emisión en los proyectos de explotación minera es el material particulado; sin embargo, todos los contaminantes criterio deben cumplir con los niveles de inmisión indicados en la Resolución 2254 de 2017 de MinAmbiente, con el fin de garantizar un impacto mínimo a los receptores sensibles presentes en los municipios de Vetás, California, Cachirí y Suratá. Resaltando la condición crítica del municipio de Vetás, el cual presenta un proyecto de mediana minería (16725) a menos de 100 metros del casco urbano.

**Sobre la alteración en los niveles de presión sonora en la atmósfera**, los impactos son originados principalmente por el uso de maquinaria pesada, explosiones controladas, construcción de infraestructura y el transporte de materiales. El uso de maquinaria pesada durante largos periodos genera altos niveles de ruido que, en espacios confinados como las minas subterráneas, se amplifican alcanzando altos niveles de presión sonora.

Por su parte, las perforaciones y voladuras controladas, necesarias para fragmentar el material rocoso, son una fuente significativa de ruido, el cual puede propagarse a través de la roca y alcanzar la superficie, perturbando el entorno y afectando a la fauna y a los municipios de California y Vetás. Las actividades de construcción relacionadas con la infraestructura de los proyectos mineros, como la edificación de oficinas, centros de acopio, vías y obras temporales, también aumentan los niveles de presión sonora.

**Sobre el Componente Geológico**, los impactos se referencian en los cambios en las características de estabilidad geoquímica con el medio natural, la cual considera que los túneles realizados o proyectados en la actividad minera subterránea tienden a presentar una compleja litología con una gran cantidad de contactos difusos entre la roca caja hospedante, y los diferentes eventos magmático-hidrotermales, que resulta en zonas con variación química muy alta y deriva en diferentes potencialidades de inestabilidad geoquímica, al permitir la exposición a nuevas condiciones ambientales para los minerales formadores de roca y la mineralización.

El desarrollo proyectado de la infraestructura subterránea en gran y mediana minería puede alcanzar hasta 800 metros de profundidad en túneles, llegando a niveles donde los minerales estables en esas condiciones (zona de sulfuración), van a experimentar unas alteraciones de cambios fisicoquímicos (presión-temperatura más bajas) y ambientales como cambios de estado de oxidación-reducción y exposición a medios acuosos, ocasionando por ejemplo, cambios en los minerales sulfuros, que al entrar en contacto con oxígeno en agua o

atmósfera, da lugar a la formación de ácido sulfúrico, el cual, disuelve otros minerales metálicos y libera iones de elementos metálicos, algunos elementos potencialmente peligrosos y sulfatos en el agua, lo que reduce su pH y conlleva a la generación de drenaje ácido de mina (Akciil y Koldas, 2016). Igualmente, las aguas de mina que se proyectan dentro de los complejos túneles propuestos en gran y mediana minería, series de 21 o 13 niveles de túneles horizontales interconectados, por ejemplo, en SotoNorte o EcoOro, respectivamente, requieren de intervención antrópica de manera que se garantice la captación de aguas subterráneas, con el fin de permitir el flujo a través de aproximadamente 21.000 metros de galerías propuestos a diferentes profundidades; longitud por donde se está generando una variación del estado pH-eH de los sistemas geológicos y es afectado por el potencial de generación de drenaje ácido de mina, reconocido en la mayoría de los estudios realizados en el área previamente (Golder, 2012; Aris Gold Corp., 2021).

**La generación de drenaje ácido de mina** no solo se restringe a la construcción-extracción del túnel sino también a los depósitos de material donde se disponen los escombros y/o los relaves tras el proceso de beneficio mineral, estos depósitos generalmente secos, con capacidad de 22,5Mt o 12,8Mt, respectivamente, (SRK Consulting, 2021), son susceptibles al paso de agua superficial que al contacto con la acumulación de algunos sulfuros remanentes pueden también generar drenaje ácido de mina. Adicionalmente, **se puede generar liberación de materiales potencialmente contaminantes o generadores de drenaje ácido no reconocidos y/o cuantificados por lixiviación directa al suelo** en áreas de hasta 200 hectáreas, en aguas superficiales o en aguas subterráneas, teniendo en cuenta la cercanía de niveles freáticos en el área (22-30 metros de profundidad).

Por otro lado, como impacto al medio geológico se puede diferenciar que la inestabilidad geoquímica del macizo rocoso a través de los cambios generados por el desarrollo de infraestructura tiene potenciales **afectaciones en el desarrollo de suelos y sus propiedades orgánicas, en relación con la acumulación de elementos potencialmente peligrosos (EPP) tales como mercurio, arsénico, uranio, cobre, plomo, zinc, cadmio, níquel y cromo**. En ese sentido, acorde a las conclusiones del informe realizado por Sierra *et al.* (2023), la presencia de EPP que se generan en la parte alta de la microcuenca La Baja, puntualmente en la actividad minera, asociado a los cambios fisicoquímicos por construcción de infraestructura exploratoria y/o extractiva, impacta directamente en la liberación de metales pesados y potencialmente peligrosos en valores muy altos comparados con el medio natural, implicando un riesgo alto de contaminación del suelo cercano; en uso de conservación, preservación, y con moderados a altos conflictos de uso de suelo por sobre o subutilización del potencial uso agrosilvopastoril que representan (CDMB, 2014).

Por tanto, la acumulación de estas especies químicas en suelos juveniles, inceptisoles, como son los que reposan en el área de Santurbán, en zonas de conservación de especies endémicas de flora como el frailejón y el desarrollo de actividades agrosilvopastoriles en función de las comunidades cercanas como California, Vetás y Suratá, implica un grave riesgo ecotoxicológico, toda vez que los EPP se incorporan en cadenas cíclicas biogeoquímicas que inhiben procesos ecológicos como crecimiento de plantas, contaminación en redes tróficas y detrimento del potencial fértil del suelo a futuro, llevando a posibles escenarios de aridez.

Así mismo, y tal y como lo manifiesta el SGC en los estudios realizados, los principales impactos y riesgos que se identificaron para las cuencas estudiadas fueron la ***introducción de sustancias tóxicas al ambiente -como el mercurio y el cianuro- y la acidificación del entorno natural y la movilización de elementos potencialmente peligrosos (EPP) -como cobre (Cu), plomo (Pb), cadmio (Cd), arsénico (As) y zinc (Zn)-*** desde la roca o residuos mineros hacia al ambiente, a través de los procesos de generación de drenajes ácidos.

En el contexto nacional, se han identificado diferentes procesos para el beneficio del oro que involucran la metalurgia extractiva. Estos procesos tienen consecuencias ambientales debido al uso de mercurio para la amalgamación, el cianuro para la lixiviación del oro, la generación de residuos sólidos minerales y de aguas residuales con concentraciones tóxicas de metales pesados y cianuro, así como niveles de turbiedad que pueden afectar los ecosistemas acuáticos donde se realizan los vertimientos. ***A pesar de la prohibición de mercurio (Ley 1658 de 2013), los estudios del SGC han encontrado concentraciones por encima de los valores máximos permisibles en aguas y de valores de referencia para sedimentos.***

La formación de drenaje ácido de mina (DAM) resulta de la interacción entre minerales y elementos químicos del ambiente. Se origina a partir de la exposición de material (mineralizado y/o estéril) al oxígeno atmosférico, por remoción o por descenso del nivel freático producto de las actividades mineras, y al contacto con el agua lluvia y la humedad del ambiente, generando la oxidación de minerales portadores de azufre. El DAM acelera la descomposición de los minerales primarios, con la consecuente acidificación del medio y liberación de sus componentes, entre ellos, EPP. Estos drenajes fluyen a través de los suelos, hacia las fuentes hídricas más cercanas y/o hasta alcanzar las aguas subterráneas. Dicho fenómeno es constante, siempre y cuando, haya mineral sulfurado expuesto al oxígeno y al agua, por lo que persiste después del cierre de los proyectos mineros.

Estudios realizados por el SGC en la cuenca del río Suratá y específicamente en la subcuenca de la quebrada La Baja, han evidenciado cómo la minería genera impactos negativos en las aguas superficiales por un incremento en la ocurrencia de EPP como arsénico, níquel, plomo, cadmio, y otros, que, si bien cumplen funciones esenciales en el organismo, también pueden ser peligrosos si se presentan en exceso, tales como cobre, zinc y cromo. La magnitud de este impacto se cuantificó con base en las concentraciones que superen los valores máximos de referencia en agua y consumo humano según la Resolución 2115 de 2007 (MinSalud y MinAmbiente), para uso doméstico y agrícola según el Decreto 1076 de 2015 (MinAmbiente), para sustancias de interés sanitario en los vertimientos según la Resolución 0631 de 2015 (MinAmbiente) y para el valor de referencia para sedimentos según del Atlas Geoquímico de Colombia del SGC.

Los mismos estudios identificaron anomalías de pH en cursos de agua superficial conectados a drenajes de aguas mineras. Estos valores de pH, fuertemente ácidos a extremadamente ácidos, se encontraron en las microcuencas de la quebrada Angosturas y de la quebrada La Baja. En comparación, otras zonas alejadas de los proyectos mineros presentan valores de pH cercanos a la neutralidad. Adicionalmente, se observó que las aguas drenadas por las excavaciones subterráneas presentaron un pH ácido, con valores que oscilaban entre 3,1 y 5,6, incumpliendo así los límites establecidos en la normativa colombiana.

Uno de los principales riesgos para la generación del drenaje ácido de mina, es la disposición de residuos minerales. De acuerdo con los valores consignados en los estudios de impacto ambiental, refieren una capacidad para los depósitos de desechos de roca o botaderos, de 2 Mt, correspondiente a excavación de los túneles. A partir del análisis mineralógico y composicional de las rocas que darían origen a estos residuos se identificó que: en los neis se identificaron sulfuros - generadores potenciales de acidez- como pirita en concentraciones que varían entre 0,7% y 4,7% y calcopirita (0,06%). Del grupo de carbonatos - neutralizadores- solo se detectó ankerita en muy bajas concentraciones (0,7%). Las anfibolitas exhiben pirita (1,3%) y calcopirita (0,03%) y los minerales carbonatados calcita (2%) y dolomita (1,2%). Para los intrusivos no se detectaron carbonatos y el único sulfuro lo constituye la pirita (1%). En consecuencia, la mayoría de las rocas que serían desechadas en botaderos presentan un alto potencial de generación de acidez.

Finalmente, con relación a los relaves del proceso de beneficio, algunos de los estudios anteriormente referenciados, indican un potencial bajo de generación de ácido -aunque con incertidumbres debido a las muestras reportadas-, debido a la elevada recuperación de sulfuros en los concentrados mediante flotación, un

análisis del proceso permite entender que en los relaves que se generarían se concentrarían sulfosales.

No obstante, los relaves asociados a la pequeña y mediana minería constituyen también un problema. Los resultados del monitoreo de mercurio realizado por el SGC en algunos relaves encontraron valores de mercurio entre 1 y 3 mg/kg, que se consideran críticos y representan un alto riesgo toxicológico para la vegetación. Los relaves de las plantas La Milagrosita, La Laguna, La Oquenda y San Marcos muestran concentraciones de mercurio dentro de este rango, lo que sugiere la necesidad urgente de implementar medidas de control y mitigación para reducir el impacto ambiental y proteger la salud de los ecosistemas locales. Adicionalmente, el SGC y la CDMB encontraron concentraciones de cianuro por encima de la norma en la estación de monitoreo denominada Loma Redonda (La Baja).

**Sobre el Componente Geotécnico**, en la medida que la zona es naturalmente susceptible a movimientos en masa, debido a las altas y medias pendientes en el terreno, las características geológicas y estructurales, además de las condiciones sismológicas y de saturación del terreno, los impactos de las actividades mineras pueden incrementar y afectar la amenaza natural por eventos de inestabilidad.

Para el análisis del cambio en condiciones y características geotécnicas, se tiene la información acorde con el Sistema de Información de Movimientos en Masa del SGC, el cual evidencia que, se presentan niveles de amenaza media y alta, hacia el sector de Vetás. De acuerdo con esto, debido a las condiciones topográficas y actividades antrópicas que de forma no autorizada se desarrollan en el área, se presenta pérdida de cobertura vegetal y condiciones de exposición natural de materiales geológicos (rocas y suelos) por agentes erosivos (agua, vientos), lo que define procesos de meteorización y pérdida gradual de las características de resistencia de los materiales.

Además, por el desarrollo de ***actividades de extracción no formal en el territorio, donde se presentan depósitos con desechos de roca y materiales sobrantes de los procesos de beneficio, los cuales generan sobrecargas en el terreno e inciden de forma negativa, que, sumado a factores detonantes como sismos y lluvias, aumenta la susceptibilidad y condiciones de amenaza ante procesos de remoción*** en el área de análisis. (CT Impactos Ambientales ANLA, 2024)

El anterior hecho se pudo ratificar en lo reportado por el SGC, donde se manifiesta que la remoción física de grandes volúmenes de elementos geoambientales que configuran el suelo y el subsuelo y que son la base material de los ecosistemas, es uno de los principales impactos de la minería, especialmente la de gran escala. Esta remoción o sustracción física de rocas, depósitos, suelos y agua, puede llegar a considerarse un daño ambiental de acuerdo con el artículo 42 de la Ley 99 de 1993, ya que involucra elementos que no son renovables y cuya afectación es irreversible, dada la imposibilidad de recrear las condiciones ambientales pasadas -y los largos tiempos de formación, en escala geológica- que les dieron origen. Según el SGC, de este proceso de remoción física se derivan los principales impactos que tiene la minería, incluidos los desequilibrios geoquímicos que pueden ocasionar la dispersión de elementos potencialmente peligrosos para la salud ambiental y humana (que se describen en los demás apartados del concepto).

La relación entre el material que no tiene valor económico y el mineral de interés es muy alta, por lo que la minería genera enormes cantidades de desechos mineros. Estos desechos se disponen en superficie o como retrolleado de tajos abiertos y galerías de túneles. La práctica de disponer botaderos o relaves en superficie es común e implica el sepultamiento de otros elementos geoambientales. El sepultamiento bajo grandes volúmenes de desechos constituye un impacto que altera el paisaje y múltiples dinámicas naturales como la infiltración del agua.

A partir de la descripción de proyectos potenciales de gran minería como “Soto Norte” y “Angostura”, se estima que el impacto de remoción de materiales geológicos para la gran minería podría estar en el orden de decenas a centenares de millones de metros cúbicos. Para la pequeña minería, bajo un escenario hipotético sustentado en los criterios del Decreto 1666 de 2016, se estima un volumen en el orden de cientos de miles de metros cúbicos. Es decir, un proyecto hipotético de pequeña minería podría remover un volumen entre 10 y 1000 veces más bajo que un proyecto típico de gran minería, con lo cual se configura un impacto menor, pero no despreciable.

Por otra parte, como producto de las excavaciones de la minería se generan cambios en las condiciones de esfuerzo y deformación de las rocas. La creación de cavidades y vacíos puede incidir en procesos de inestabilidad relacionados con el colapso o subsidencia del material del subsuelo. Aunque la minería subterránea podría implicar menores alteraciones en la superficie, no está exenta de generar alteraciones significativas en el relieve. Por tanto, este tipo de minería también tiene el potencial de generar modificaciones permanentes y de gran magnitud en el paisaje, lo que de acuerdo con el artículo 42 de la Ley 99 de 1993, podría llegar a conceptualizarse como un daño social.

Adicionalmente, las actividades asociadas con los procesos de extracción pueden aumentar la frecuencia y magnitud de los movimientos en masa debido a los cambios de cobertura, en las condiciones hidrogeológicas y en las sollicitaciones a las que se encuentran sometidas las laderas naturales. Para las cuencas de la quebrada Vetás, La Baja y el río Charta se logró establecer una correlación positiva entre la presencia de intervenciones mineras y la ocurrencia de movimientos en masa. Los resultados mostraron que en áreas 2.000 metros a la redonda de zonas mineras hay una mayor concentración de puntos asociados a movimientos en masa. La metodología y la información disponible no permitieron distinguir entre escalas de la actividad minera, por lo cual en este caso no se obtuvieron análisis diferenciales.

Los depósitos de relaves representan un riesgo dado que, ante un posible colapso de la estructura, pueden afectar la calidad del agua de fuentes abastecedoras, así como destruir o afectar en algún grado, poblaciones cercanas con el eventual involucramiento de pérdida de vidas humanas. La ubicación de las presas de relaves condiciona en gran medida su estabilidad, en cuanto tiene una influencia directa en la magnitud de los principales factores detonantes de fallas de materiales naturales y antrópicos, como lo son la lluvia y las sollicitaciones sísmicas.

Se determinó que un valor de precipitación de 120 mm es el valor mínimo de agua necesario para saturar los relaves. Además, se observa que en la zona de estudio se tiene una probabilidad del 50% de que se presenten precipitaciones acumuladas iguales o mayores a este valor entre 2 y 3,5 días, de acuerdo con las estaciones hidrometeorológicas. Debido a que en el sector se encuentran varias fallas geológicas, las sollicitaciones requeridas para garantizar su estabilidad son mayores que en otras zonas donde se han ubicado este tipo de estructuras. ***Lo anterior permite concluir que la disposición de relaves en grandes volúmenes, propios de la mediana y la gran minería, es una práctica que genera tal cantidad de efectos en cuanto a riesgo para vidas humanas y para la afectación ambiental.***

En su concepto técnico, el SGC realizó un análisis del efecto del colapso parcial de la presa de relaves de un proyecto, encontrando que la extensión de la afectación y la distancia de viaje de los relaves se encuentra entre 10,4 km hasta 34 km aguas abajo de la presa. ***El flujo afectaría la disponibilidad y calidad del agua sobre el río Suratá donde se encuentran 4 concesiones de agua para su uso por parte de la población.*** También se verían afectados los centros poblados de Suratá y Matanza.

Si bien es un análisis de un proyecto puntual a partir de información secundaria, los resultados dan una idea de las posibles consecuencias y riesgos de proyectar este tipo de infraestructura - asociada a la mediana o gran minería - en la zona de la reserva.

**Sobre el Componente Hidrogeológico**, la sustracción de la base física del subsuelo implica, desde un punto de vista hidrogeológico, la pérdida de grandes volúmenes de materiales que almacenan y transmiten el agua subterránea (los acuíferos), o que cumplen un papel fundamental para su protección (los acuitardos). Esto deriva también en impactos sobre la oferta y disponibilidad de agua, pues se pierde capacidad de almacenamiento en el subsuelo y se generan fenómenos como el abatimiento del nivel del agua subterránea.

Tomando como base la información contenida en los POMCA Alto Lebrija, Cáchira Sur y estudios del SGC en la quebrada La Baja en el año 2022, se identificaron más de 11.000 hectáreas correspondientes a zonas de potencial recarga de acuíferos como parte de las áreas de importancia ambiental en el área propuesta de zona de reserva temporal.

Según el SGC, los proyectos de minería que se han desarrollado en el complejo de rocas cristalinas con alto grado de fracturamiento el cual favorece la conformación de acuíferos, avalado esto por incluso la presencia de manantiales, indican que las rocas presentes en esta zona pueden tener una conductividad hidráulica predominantemente vertical y no horizontal, por lo que pueden presentarse flujos relativamente rápidos en dicha dirección. De igual forma, las aguas presentes en túneles de explotación derivan de acuíferos del área recargados desde el páramo.

Paralelamente, se pudo identificar que, en las áreas asociadas a bocaminas de túneles de minería a pequeña escala, llamados El Tigre, Los Sapos, Veta Barro y La Perezosa, se presenta una acidificación de las aguas, así como la presencia de componentes como metales pesados por encima de los valores permitidos por la normativa ambiental del Decreto 1076 de 2015 para cualquier tipo de uso de las aguas.

**Sobre la alteración en la oferta y/o disponibilidad del recurso hídrico subterráneo**, el primer impacto que podrían provocar los proyectos mineros que se pudieran desarrollar, es la afectación a la disponibilidad de las aguas subterráneas producto de la alteración en la dinámica de flujo de las aguas y la afectación de las zonas de recarga desde donde se alimentan los acuíferos presentes en la zona, como consecuencia de la remoción de grandes cantidades de materiales que conforman los acuíferos con capacidad de almacenar y transportar aguas subterráneas y alimentar otras superficiales.

Otro de los aspectos a considerar son, los altos volúmenes de materiales que se generan producto de la explotación, en donde es necesario construir las zonas de relaves, donde se dispone el material sobrante que no cuenta con ningún interés comercial para el operador de la explotación, lo cual implicaría el enterramiento de zonas potenciales de recarga, lo cual se traduce en una pérdida directa de la capacidad de almacenamiento de aguas subterráneas en los acuíferos que se presentan en la zona.

Otra forma en la que se puede manifestar el impacto a la disponibilidad de las aguas subterráneas es el abatimiento de los niveles freáticos que provoca la infiltración de aguas que se da hacia las infraestructuras de explotación necesarias para realizar la extracción de materiales.

Como resultado de las excavaciones de la minería, generalmente se intercepta el nivel del agua subterránea en profundidad. Esto genera el influjo de aguas subterráneas dentro de las excavaciones, que funcionan como sumideros que atraen el flujo de agua subterránea. La exfiltración de agua tiene como efecto la modificación de las condiciones naturales de flujo y el abatimiento o descenso del nivel del agua subterránea en un área alrededor de la excavación minera. A su vez, esto puede implicar la desaparición permanente o afectación significativa del flujo base hacia manantiales o cuerpos de agua superficial relacionados con el agua subterránea, tales como quebradas, ríos, lagunas o humedales.

Las características estructurales y de deformación que afectan a las rocas cristalinas aflorantes en el área de estudio favorecen la infiltración y tránsito del agua subterránea a través de redes de fractura con alta intensidad y conectividad, así como a lo largo de espacios dilatantes relacionados con los movimientos de las fallas principales. Estas zonas de porosidad primaria baja o nula, pero alto fracturamiento, se relacionan espacialmente con la presencia de manantiales. Así mismo, el agua subterránea aporta significativamente para la oferta superficial de las corrientes superficiales.

Estas características configuran una vulnerabilidad del área a verse afectada por los impactos del abatimiento de agua subterránea. Se cuenta con evidencias concretas de volúmenes de agua en el orden de litros o decenas de litros por segundo saliendo por los túneles de minería ya presentes en la zona. Los estudios del SGC pudieron determinar, además, que el agua que exfiltra por algunos de estos túneles fue recargada en el páramo, lo cual constituye un impacto evidente en la disponibilidad y oferta hídrica.

Con el fin de aproximar y acercarse a posibles contrastes en la magnitud del impacto de la salida de aguas subterráneas entre la pequeña y gran minería por efecto de los túneles, se utilizaron múltiples simplificaciones que permiten establecer que, en un mismo contexto hidrogeológico y dadas las magnitudes típicas de los túneles mineros de acceso presentes o proyectados en la zona, un solo túnel de la gran minería podría extraer volúmenes de agua de 10 a 100 veces mayores que uno típico de la pequeña minería.

**Sobre la alteración en la calidad del recurso hídrico subterráneo**, es un impacto provocado por la interacción de las aguas subterráneas presentes naturalmente en el acuífero con materiales o aguas ricas en elementos potencialmente peligrosos (EPP). La ejecución de actividades mineras implica el uso de materiales potencialmente contaminantes como parte de los procesos de beneficio para extraer el oro de los minerales donde se encuentra almacenado. Si bien el uso de mercurio (Hg) está prohibido por la Ley 1658 de 2013, este se continúa utilizando extensamente en la minería a pequeña escala, generalmente informal.

En cuanto a los análisis realizados por el SGC, estos evidencian que los túneles de exploración que se han desarrollado alrededor del municipio de California exhiben unos pH muy ácidos, de hasta 3 unidades. Estos valores indican que las aguas que emanan de los túneles han presentado procesos de acidificación lo cual se explica como resultado de la interacción de las aguas naturales con ácido sulfhídrico generado por la interacción de la pirita (Sulfuro de Hierro –  $\text{FeS}_2$ ) con condiciones atmosféricas bajo las cuales no es estable.

De acuerdo con la información aportada por el SGC, la acidificación de las aguas subterráneas que emanan en las bocaminas de túneles empleados para actividades de pequeña minería está acompañada por la presencia de aguas fuertemente mineralizadas. Se destaca el caso de los túneles Los Sapos, El Emboque y El Tigre, donde las muestras analizadas arrojaron valores por encima de lo permitido por la norma en Arsénico (As), Níquel (Ni), Cobre (Cu) y Cadmio (Cd).

El SGC destaca que, durante las campañas de muestreo realizadas a la zona de estudio, se evidencio que, en varios de estos túneles, asociados a actividades mineras de pequeña escala, no se cuenta con sistemas de tratamiento y las aguas acidificadas pasan a entrar en contacto directo con las aguas superficiales.

**Sobre el componente hidrológico**, la Cuenca del río Vetás es una subcuenca del Río Suratá, la cual se encuentra ubicada en la parte alta de la vertiente y que, dada su ubicación en la cuenca alta del Suratá, cuenta con mayor propensión a concentrar el agua de forma más rápida, por lo cual se podría decir que esta tiene una tendencia al comportamiento torrencial; así mismo, posee alta energía para procesos erosivos y de movimientos en masa y, en términos generales, cuencas con restricciones de uso para actividades antrópicas.

Por otra parte, de acuerdo con lo caracterizado en el estudio se estima que el índice de regulación Hídrica (IRH) para la subcuenca del río Vetás, presenta un valor aproximado de 0,73 lo cual lo clasifica, según los parámetros del Estudio Nacional del Agua -ENA-, como un IRH moderado y un índice de aridez con un valor de 0,26.

Según el estudio realizado por el IDEAM denominado “*Diagnóstico de la calidad del agua superficial en la Subcuenca del Suratá*”, se identifica que las principales actividades en la subcuenca del río Vetás son la minería a pequeña escala y el sector pecuario.

**Sobre la alteración en la calidad del recurso hídrico superficial**, en la zona de Vetás - California puede estar relacionado con el vertimiento de aguas contactadas (drenaje ácido), proveniente de los túneles de explotación La Perezosa y Vetabarro, utilizados en la exploración por la empresa Eco Oro minerals Corp. Sucursal Colombia. Igualmente, en la zona existen cuerpos de agua, como las quebradas La Baja y Angostura, las cuales drenan sus aguas finalmente al Río Vetás, con una posible afectación por drenaje ácido de los túneles exploratorios intervenidos (La Perezosa y Vetabarro) y de las escombreras, producto de aguas de contacto, así como, un deficiente control y manejo de escorrentía superficial dado que, no existen en la zona obras para el manejo eficiente del drenaje superficial. Esto incide en que existan posibles alteraciones en la calidad del recurso hídrico de las fuentes superficiales donde se direccionan las aguas de escorrentía de las escombreras dada su composición y falta de estabilidad del material dispuesto en estas escombreras. Lo anterior, incide en que el agua superficial tenga alto potencial de transportar agentes contaminantes producto de la actividad minera, y que, por procesos de infiltración, posiblemente generen impactos negativos en la calidad del agua subterránea y superficial.

El hecho de contar con una cuenca en donde se pueden presentar comportamientos torrenciales, sumado a la explotación minera, la implementación de relaves, escombreras, etc., ***puede generar impactos negativos en el recurso hídrico superficial, principalmente modificando***

***la dinámica del drenaje, lo que puede conllevar a detonar movimientos en masa, transporte de contaminantes que por infiltración pueden deteriorar el recurso hídrico subterráneo.***

El recurso hídrico también tiene un alto potencial de contaminación debido a la minería de origen informal especialmente en California y Vetás. Adicionalmente, en la parte alta de la quebrada La Baja, predominantemente cuenta con una mala calidad debido a las operaciones mineras a pequeña escala que descargan sus aguas residuales industriales sin tratamiento; mientras que la parte inferior de la quebrada La Baja muestra mejor calidad debido a la dilución por afluentes no afectados.

### 6.3.2 Impactos del medio biótico

Los impactos que se puedan generar al medio biótico por el desarrollo de proyectos mineros se encuentran estrechamente relacionados con las características específicas de cada proyecto, en particular para el caso de minería subterránea tienen un componente importante que no tienen una relación directa con la localización de los títulos mineros toda vez que las áreas de mayor intervención e impacto están asociadas a la infraestructura de apoyo y a las áreas de depósito de relaves, escombreras, bodegas, entre otras, las cuales no necesariamente tienen que estar limitadas al área del título. En la siguiente tabla se indican los impactos de probable concurrencia por el desarrollo de actividades mineras:

*Tabla 57. Impactos de probable ocurrencia por el desarrollo de proyectos de minería.*

CATEGORÍA ESTANDARIZADA DE IMPACTOS	DEFINICIÓN
Alteración a la hidrobiota incluyendo la fauna acuática	Cambio en las comunidades hidrobiológicas que generan: <ul style="list-style-type: none"> <li>Alteración de las poblaciones y/o comunidades acuáticas</li> <li>Cambios en la riqueza, composición, abundancia y diversidad de las especies, en la distribución, comportamiento, entre otras</li> </ul>
Alteración a ecosistemas y hábitats acuáticos	Cambio en los ecosistemas y hábitats acuáticos que generan: <ul style="list-style-type: none"> <li>Cambios en disponibilidad del hábitat, paisaje ecológico acuático o interacciones ecológicas</li> <li>Cambio en la conectividad ecosistémica, entre otras.</li> </ul>
Alteración a ecosistemas y hábitats terrestres	Cambio en los ecosistemas y hábitats terrestres que generan: <ul style="list-style-type: none"> <li>Cambios en disponibilidad de hábitats terrestres</li> <li>Alteración de procesos ecológicos (alimento, refugio, zonas de reproducción, corredores de movimiento, interacciones ecológicas, etc.), entre otros.</li> </ul>

CATEGORÍA ESTANDARIZADA DE IMPACTOS	DEFINICIÓN
Alteración a comunidades de flora	Cambio en las comunidades de flora que generen: <ul style="list-style-type: none"> <li>Disminución de individuos o ejemplares de una o más especies</li> <li>Modificación de poblaciones</li> <li>Cambio en su composición, estructura y función</li> </ul>
Alteración a comunidades de fauna terrestre	Cambio en el comportamiento, distribución, supervivencia, habilidad reproductiva, composición y estructura, entre otros, de la fauna silvestre, como consecuencia de la interacción directa o indirecta con el ser humano en la ejecución de un proyecto, obra o actividad.
Alteración de la estructura ecológica del paisaje	Cambio en la extensión (área), forma (geometría) y distribución de las coberturas vegetales y función (según Corine Land Cover 2.3.2, 2.4, 3 y 4.1.3) como consecuencia de un POA que generan: i) Disminución de coberturas, ii) efectos de borde, iii) fragmentación de coberturas, iv) disminución de la conectividad estructural y funcional, entre otros

Por último, teniendo en cuenta los impactos potenciales identificados para el medio biótico y dado que, de manera preliminar, se considera que el área cuenta con diversos atributos que la conforman como una zona de alta importancia ambiental evidenciando la asociación de coberturas vegetales naturales y seminaturales, se considera que el desarrollo de actividades mineras en el área preestablecida para la delimitación de la zona de reserva temporal, de acuerdo con las dimensiones de la intervención, podrá tender a generar cambios en la diversidad a nivel local y regional, alteración en la disponibilidad de servicios ecosistémicos, reducción de área importantes como fuente de hábitat, refugio y alimento para diferentes especies de fauna e incluso, cambios en las poblaciones de flora y fauna de especies de alta importancia por su distribución restringida y por su condición de amenaza las cuales enfrentan un riesgo de extinción.

**Del análisis de dinámica multitemporal de coberturas de la tierra en el área propuesta,** tomando como referencia los mapas nacionales de coberturas de la tierra a escala 1:100.000, siguiendo la metodología CORINE Land Cover adaptada para Colombia, en sus versiones 2018 y 2020, se identificaron 28 tipos de coberturas, entre las que sobresalen los pastos limpios, los mosaicos de cultivos, pastos y espacios naturales; los cuales en conjunto representaron en el año 2018 el 49,3% del área propuesta y el 47,4% en el año 2020. También se resalta que, en el cuarto lugar, se encuentra el bosque denso alto de tierra firme con el 9,02% en el año 2018 y el 8,91% para el 2020, evidenciando una disminución de esta cobertura.

Es importante señalar que, el 32% del área propuesta corresponde a la categoría de Bosques y áreas seminaturales que incluye entre otras las siguientes coberturas: vegetación secundaria baja, vegetación secundaria alta, bosque denso bajo de tierra firme, mosaico de pastos y cultivos, bosque de galería y ripario, herbazal denso de tierra firme no arbolado, arbustal denso, bosque fragmentado con vegetación secundaria y arbustal abierto.

En dicho análisis para un periodo de 2 años entre 2018 y 2022 realizado por el IDEAM, para las 14 unidades de cobertura más representativas se encuentran, entre otros: pastos limpios (disminuyó), vegetación secundaria alta (disminuyó), vegetación secundaria baja (aumentó), pastos enmalezados (aumentó), tal como se indica en la siguiente figura:

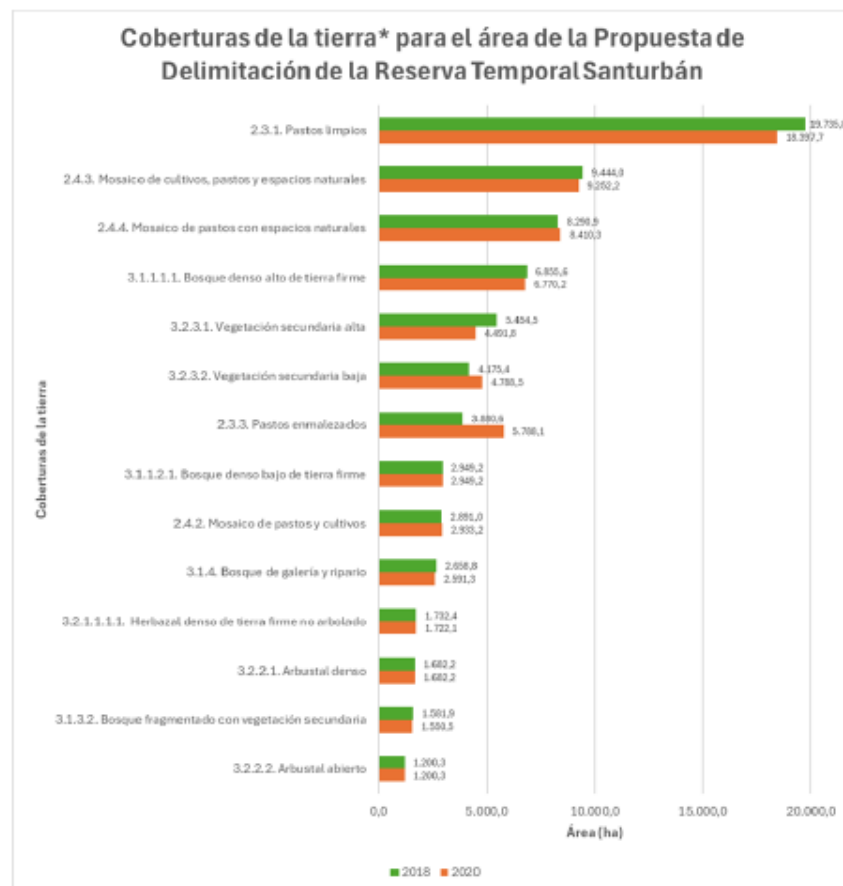


Figura 71. Coberturas de la tierra para el área de la zona de reserva temporal de Santurbán.  
Fuente: IDEAM (2024)

Los cambios en categorías de coberturas de la tierra pueden tener un efecto sobre la oferta hídrica superficial u otras variables consideradas en la vulnerabilidad del territorio; sin embargo, es incierto este efecto. Dependiendo de la potencial explotación superficial, este efecto puede acentuarse a negativo en cuanto a la oferta hídrica dependiendo de la magnitud. Finalmente, en el análisis de cambio, se observa que la mayoría del área está bajo algún tipo de estabilidad, ya sea antrópico o natural, lo que indica que no ha habido grandes transformaciones en el periodo analizado.

Igualmente, el IAVH ofrece un análisis de los impactos ambientales de la minería subterránea de metales en la conectividad ecológica e hidrológica, en los servicios ecosistémicos de provisión y regulación hídrica, en la biodiversidad y en la red trófica. (*CT IAvH Impactos Ambientales, 2024*)

En dicho análisis expresa que las actividades mineras pueden causar impactos directos a través de la remoción de la cobertura vegetal y la perturbación del suelo afectando hábitats para mamíferos, aves, anfibios y reptiles. Así mismo, se considera que la perturbación del suelo conduce a la erosión, reducción de la productividad e impactos en la regulación del agua a nivel de ecosistemas y cuencas hidrográficas. La contaminación del agua se destaca como uno de los impactos ambientales más graves de las actividades mineras y se identifican dos principales vías de contaminación del agua: generación de drenaje ácido, neutro o fuertemente básico y contaminación durante las operaciones mineras o el procesamiento de minerales.

En cuanto a los impactos de la minería en la biodiversidad y los servicios ecosistémicos, el IAVH señala que, de una revisión sistemática de 2093 estudios encontró que el 99,8% reportó algún impacto negativo de la minería en la biodiversidad y los servicios ecosistémicos. La mayoría de los estudios se centraron en la minería a gran escala (48,6%), con pocos que abordaron la minería artesanal y de pequeña escala (5,5%). La revisión categorizó los impactos en "impactos de sumidero" (cuando se añaden materiales mineros al medio ambiente) e "impactos de fuente" (cuando se extraen materiales del medio ambiente).

Además, hay investigaciones que señalan las distintas escalas en las que se expresan los impactos sobre la biodiversidad asociados a la actividad minera. La mayoría de las investigaciones se han abordado desde una escala de sitio, resaltando los efectos asociados a la pérdida y degradación del hábitat. Sin embargo, los impactos sobre la biodiversidad pueden operar a través de paisajes y regiones, la mayoría de estos, de acuerdo con los estudios revisados, se asocian a la contaminación por distintas fuentes de la operación minera (Sonter *et al.*, 2018).

Particularmente, señalan el impacto acumulativo que se puede expresar cuando interactúa el efecto de múltiples minas en comparación del efecto individual de una sola.

En lo referente a los efectos en la biota acuática, se señala que una investigación en los humedales de Ayapel y otras áreas del norte del país encontró concentraciones de mercurio de 3 a 4 veces superiores a las de los sistemas acuáticos naturales.

Sobre los servicios ecosistémicos asociados al agua, se menciona que un estudio en la cuenca del río Suratá (Alonso y otros, 2020), se encontraron niveles altos de arsénico (As) (484 mg/kg) en sedimentos cerca de zonas de minería de oro, superando los estándares regulatorios internacionales, ya que, tanto para el sedimento como para el agua, el contenido relativo de As a lo largo del río Suratá, se excedió el contenido de fondo en 220 y 64,9 veces, respectivamente. Otro estudio en el páramo de Santurbán (Ortega y García, 2014), encontró niveles de mercurio (Hg) en suelo y aire por encima de los niveles permitidos, particularmente en áreas de minería artesanal; estos contaminantes pueden bioacumularse en la cadena alimentaria, afectando a organismos acuáticos y potencialmente a la salud humana.

Los resultados de estos estudios mostraron un nivel medio de impactos relacionados con el hábitat de especies endémicas y un alto nivel en la alteración de los recursos naturales directamente relacionados con la minería, lo que desencadena problemas en la cobertura vegetal y la alteración del ecosistema de organismos acuáticos y terrestres. Así mismo, la presencia de mercurio en las muestras analizadas se identificó en áreas donde la actividad extractiva se lleva a cabo principalmente a escala artesanal.

Finalmente, el documento ofrece una visión general de los posibles impactos ambientales de la minería subterránea de metales en diferentes aspectos ecológicos; sin embargo, hace un llamado a la realización de estudios más específicos en la zona de Santurbán para comprender y gestionar mejor las complejas interacciones entre las actividades mineras y los ecosistemas locales.

### **6.3.3 Impactos geoquímicos en la salud**

La evaluación de los impactos ambientales y de salud asociados a la contaminación por presencia de elementos químicos en altas concentraciones en una zona determinada tiene como referencia para su estudio, tanto los factores geológicos naturales como aquellos derivados de la actividad humana.

Es por esto por lo que se hace necesario identificar los mecanismos de transporte y acumulación de estos elementos desde su origen, hasta su interacción con los organismos vivos.

El SGC (*CT SGC Impactos Ambientales, 2024*) ha realizado diferentes estudios para la identificación de EPP en la cuenca del río Suratá. Es así como conocemos de la presencia de los minerales radiactivos en zonas específicas del distrito minero Vetás-California, pero no conocemos su migración y dispersión en las aguas para consumo humano. También, y a partir de un diagnóstico geoquímico ambiental de la cuenca del río Suratá, se pudieron identificar concentraciones anómalas de elementos potencialmente peligrosos (mercurio, arsénico, níquel, plomo, cadmio y cianuro, y de elementos esenciales como cobre, zinc y cromo) en aguas y sedimento en concentraciones que podrían generar riesgos para la salud de las personas.

Los impactos de la minería en la salud humana se reflejan en efectos adversos que pueden surgir de forma directa o indirecta. Los efectos directos ocurren cuando los trabajadores se exponen a diversos químicos durante sus labores, o cuando las comunidades cercanas a las zonas mineras están expuestas a contaminación en el aire, agua o suelo.

Los materiales radiactivos de origen natural comprenden los radionúclidos asociados a la cadena de decaimiento de uranio ( $^{238}\text{U}$ ), torio ( $^{232}\text{Th}$ ) y potasio ( $^{40}\text{K}$ ). La distribución de los radionúclidos depende principalmente del tipo de roca y su acumulación posterior depende de procesos secundarios de la geodinámica externa e interna y a actividades antrópicas. La Comisión Internacional de Protección Radiológica (ICRP) recomienda un límite de dosis efectiva anual para el público en general de 1 milisievert (mSv). Si se superan los valores de exposición "normales" a la radiación gamma proveniente de NORM, pueden surgir efectos adversos a la salud humana, cuya gravedad depende de la dosis y duración de la exposición. A largo plazo, incluso exposiciones bajas pero prolongadas pueden aumentar el riesgo de desarrollar cáncer, cataratas y enfermedades cardiovasculares. Grupos vulnerables como niños, mujeres embarazadas y fetos son especialmente susceptibles.

En la zona de reserva temporal predomina la radiación gamma debido a uranio y potasio sobre el Granito de Pescadero mientras que, los aportes a la radiación gamma en superficie, debido al torio, se dan sobre las unidades sedimentarias subyacentes al municipio de Suratá y sobre el Neis de Bucaramanga, en el sector de las lagunas de Páez, en los extremos suroeste y noreste.

Los valores registrados oscilan en su mayoría entre 0,2 y 0,5 mSv/a; sin embargo, en los socavones los valores registrados son más elevados: en factores de 104 a 106, particularmente en la población de La Baja, especialmente hacia la mina Azul.

Los efectos específicos del mercurio en la salud de los habitantes de la zona de interés aún no son concluyentes. Se sabe que ocurre una exposición significativa al mercurio en trabajadores involucrados en la extracción artesanal de oro: con concentraciones considerablemente más altas de mercurio en sangre (7,03 µg/L vs. 2,46 µg/L), orina (3,96 µg/g de creatinina vs. 1,48 µg/g de creatinina) y cabello (0,79 µg/g vs. 0,39 µg/g), en comparación con un grupo de control. Esto, sin embargo, no implica el desarrollo de patologías, pues se ha evidenciado que el polimorfismo genético puede influir en el metabolismo de este elemento y modular la patogénesis. Esto puede explicar en parte el hecho de que los mineros de la zona, a pesar de mostrar niveles significativamente altos de mercurio, no presenten alteraciones renales.

El entendimiento más reciente sobre la asociación entre las actividades mineras y la disminución de la función renal considera que ésta es más compleja de lo que se pensaba inicialmente. Se ha propuesto que los efectos combinados de varios metales pesados, como el berilio, cadmio y plomo, pueden ser más dañinos para los riñones que la exposición a un solo metal. Estos hallazgos sugieren que la sinergia entre diferentes elementos químicos puede aumentar el riesgo de daño renal en poblaciones expuestas a la minería. A pesar de haber identificado metales tóxicos en diferentes matrices ambientales para los municipios de Vetás y California, según el SGC, los resultados sobre los impactos en salud no son aún concluyentes, considerando las limitaciones de los estudios realizados a la fecha. Así pues, el SGC afirma que se requieren estudios que evalúen la exposición de la general de la población que reside en zonas mineras, que se amplíen la investigación para evaluar los efectos a largo plazo de la exposición a la población general, a mezclas de metales tóxicos, incluyendo el metilmercurio y que se desarrollen nuevas herramientas y biomarcadores para evaluar los efectos en la salud secundaria a la exposición a EPP, a través de diferentes vías y rutas de exposición. Estos estudios se podrían enfocar en la realización de proyectos de evaluación de riesgo en salud.

De forma complementaria y basado en la información generada por el Instituto Nacional de Salud –INS– en el año 2023, bajo el desarrollo del Convenio interadministrativo No. 1240 (MinAmbiente, IDEAM e INS), se cuenta con un análisis que da cuenta de la afectación en la salud humana tal y como se describe a continuación:

La exposición a metales pesados, especialmente mercurio (Hg), cadmio (Cd), arsénico (As), cobre (Cu), entre otros, ha generado preocupaciones sobre efectos en la salud.

Los estudios presentan resultados variables, algunos mostrando biomarcadores significativos de exposición a Hg en poblaciones mineras, mientras otros, no encuentran evidencia de daño renal asociado a la exposición a este metal.

Resultados de investigaciones revelan la presencia de Hg en la actividad minera, con notables diferencias estadísticas entre la presencia de este metal en muestras de sangre, orina y cabello de mineros y la población ambientalmente expuesta. Se ha sugerido que polimorfismos genéticos vinculados al glutatión podrían modular la nefrotoxicidad por este metal.

Investigaciones recientes señalan que la exposición ocupacional al Hg en el distrito minero de oro se ha asociado con alteraciones en el sistema reproductivo; un ejemplo de ello es la prevalencia de irregularidades en el ciclo menstrual. Sin embargo, no parece existir una correlación con la incidencia de abortos. Además, se observa que el tiempo para concebir es prolongado en la población expuesta a Hg, mientras que la probabilidad de lograr un embarazo en el primer año es casi el doble en la población no expuesta.

En resumen, la cuenca del río Suratá, Colombia, enfrenta una problemática crítica relacionada con la exposición a metales pesados, además la evidencia existente sobre los efectos para la salud asociados a la exposición a metales pesados en la minería de oro en la zona del río no es concluyente. La mayoría de los estudios disponibles son de corte transversal y presentan limitaciones al no incluir poblaciones más susceptibles a las posibles alteraciones en la salud vinculadas a esta exposición, como niños, niñas y mujeres embarazadas.

La complejidad de las mezclas químicas presentes en la minería destaca la necesidad de un enfoque integral en la evaluación de riesgos químicos, la exposición a estos metales afecta a la población en general a mujeres embarazadas, niños menores de 12 años y trabajadores con exposición. La falta de conocimiento sobre los impactos a nivel mitocondrial y epigenético en la población expuesta genera un vacío en la comprensión integral de los riesgos para la salud.

Este vacío no solo dificulta la implementación de estrategias preventivas y de tratamiento, sino que también limita la capacidad de tomar decisiones informadas para mitigar los posibles efectos adversos.

Los metales pesados llevan a cabo interacciones con el ADN y las proteínas provocando un deterioro oxidativo de las macromoléculas biológicas. Pueden entrar en el cuerpo humano a través de la inhalación, la ingestión o el contacto con la piel; estos se acumulan en los órganos y tejidos del cuerpo causando graves problemas de salud que se asocian con mortalidad general, citotoxicidad, daño cerebral, renal y daño mitocondrial provocado por estrés oxidativo. Además, es ampliamente conocido que los metales modulan la expresión génica al estar involucrados con las vías de transducción de señales que desempeñan funciones celulares como crecimiento y desarrollo.

Las alteraciones de iones metálicos en el cuerpo pueden producir un exceso de especies reactivas de oxígeno (EROs). Las EROs son moléculas dañinas que causan daño al ADN, peroxidación lipídica, modificación de proteínas desencadenando una serie de enfermedades, como cáncer, enfermedades cardiovasculares, diabetes, aterosclerosis, trastornos neurológicos, inflamación crónica y otros.

En las últimas décadas gran cantidad de estudios han demostrado que los metales inactivos redox como el Cd, As y Pb, manifiestan sus efectos tóxicos mediante la unión a grupos sulfhidrilo a las proteínas y el agotamiento del glutatión, adicionalmente, se debe recalcar que estos metales no participan en funciones biológicas básicas y son tóxicos incluso a bajas concentraciones. En el caso de metales como hierro (Fe), cobre (Cu), el cromo (Cr), el cobalto (Co) y otros metales realizan reacciones redox cíclicas, producen radicales aniónicos superóxido y óxido nítrico en los sistemas biológicos. Este mecanismo se basa en la formación del radical superóxido, el radical hidroxilo a través de la reacción de Fenton, produciendo finalmente malondialdehído (MDA), 4-hidroxinonenal (HNE) mutagénico y cancerígeno (HNE) y otros aductos de ADN exocíclicos.

Por otro lado, en mujeres embarazadas la exposición a metales se ha asociado negativamente con las características placentarias, el aumento en los niveles de Cd y Pb en sangre materna y placenta se ha relacionado con bajo espesor placentario y bajo peso del infante al nacer.

En el caso de la población ocupacionalmente expuesta, los resultados afirman el uso de mercurio como parte de la extracción minera, dónde se han reportado diferencias estadísticamente significativas ( $p < 0.001$ ) entre grupos de mineros y la población ambientalmente expuesta para todos los biomarcadores de Hg evaluados: sangre (7.03 versus 2.46  $\mu\text{g Hg/L}$ ), orina (3.96 versus 1.48  $\mu\text{g Hg/g}$  de creatinina) y cabello (0.79 versus 0.39  $\mu\text{g Hg/g}$ ).

Otro estudio realizado en población minera y no minera en tres municipios de la cuenca del río Suratá reportaron que los alelos del gen de la subunidad modificadora del glutamato cisteína ligasa (*GCLM*) rs41303970-T y GSTP1 rs4147581-C estaban significativamente sobre-expresados en el grupo expuesto en comparación con el no expuesto ( $p < 0.01$ ).

Así mismo, se encontraron asociaciones significativas para *GCLM* rs41303970-T con una mayor tasa de aclaramiento urinario de Hg ( $\beta = 0.062$ ,  $p = 0.047$ ), mientras que la subunidad catalítica del glutamato cisteína ligasa (*GCLC*) rs1555903-C se asoció con niveles más bajos de la tasa estimada de filtración glomerular en el grupo no expuesto (eGFR,  $\beta = -3.22$ ,  $p = 0.008$ ) y beta-2-microglobulina en el grupo expuesto ( $\beta$ -2MCG,  $\beta = -19.32$ ,  $p = 0.02$ ).

Estos hallazgos sugieren que las variaciones en los alelos de los polimorfismos de un solo nucleótido en genes relacionados con el glutatión podrían modular la patogénesis de la nefrotoxicidad por mercurio (Hg) en la población que habita la zona de la cuenca de río Suratá. En ese mismo sentido, otro estudio realizado en municipios mineros de la cuenca de río Suratá refiere que no encontraron evidencia de daño renal asociado con la exposición al vapor de Hg en la minería artesanal de oro en curso, cuya población tiene niveles de exposición a Hg que van desde bajos hasta moderados (B-Hg de 3.4 a 11.0  $\mu\text{g/L}$  y U-Hg de 1.3 a 9.6  $\mu\text{g/g}$  de creatinina).

#### 6.3.4 Impactos al medio socio económico

La región Soto Norte (Surata, California, Vetas, Tona, Matanza, Charta y Cachiri) son municipios con tradición minera, su población ha estado rodeada de minería, por lo cual es probable que el impacto asociado a explosión demográfica se presente específicamente con la contratación de mano de obra calificada. La minería que tradicionalmente se ha desarrollado en Vetas y California ha sido principalmente de pequeña escala con bajo desarrollo tecnológico.

Las principales características de la minería en donde se constituyeron empresas es la de hacer explotación considerada dentro de la pequeña minería mediante la figura de asociaciones familiares con contratación de obreros provenientes de los municipios cercanos a las minas, en este caso de California y Vetas, y en menor grado Suratá.

En cuanto a la minería de gran y mediana escala, está marcada por al menos dos hitos importantes; un primer hito es el retorno y nuevo intento por establecer gran minería en la zona (con presencia de multinacionales mineras) y el segundo hito hace referencia a la delimitación de la línea de páramo.

La construcción de nuevas obras para proyectos mineros implica una serie de actividades que pueden afectar a los residentes de la zona, dentro de estas se pueden señalar el aumento considerable del tránsito, aumento de redes de suministro de servicios públicos, zonas de esparcimiento y deportes, escuelas, puestos de salud, capillas, el transporte de materiales, los botaderos de material, apertura de túneles, actividades que ocasionan daño en las vías de acceso de las comunidades, contaminación por ruido y polvo, se podrían presentar afectaciones a la infraestructura física y social y alteración en la prestación de servicios públicos y sociales por la llegada de población foránea.

Un proyecto minero puede generar expectativas, percepciones, incertidumbres, temores y especulaciones, lo cual conlleva a la generación y potenciación de conflictos en las dimensiones culturales, políticas y económicas a nivel local que afectarían la instalación de un proyecto en el territorio y obstaculizarían los procesos de interlocución con los grupos de interés.

#### **6.4 Proyección de escenarios de cambio climático en la propuesta de zona de reserva temporal**

En este análisis, llevado a cabo por el IDEAM, se presenta información de características existentes o proyectadas que describen condiciones o vulnerabilidades de los municipios o zonas referidas en la propuesta de zona de reserva temporal. Es decir, se enfatiza en los impactos potenciales de los cambios en la precipitación y la temperatura sobre el territorio, no la manera como actividades desarrolladas a escala local o regional podrían estar afectando el clima de un área específica. (CT Impactos Ambientales IDEAM, 2024)

**Respecto a los niveles de riesgo, sensibilidad y vulnerabilidad**, los efectos potenciales del cambio climático se encuentran representados en el componente de Amenaza, el cual se evaluó en función de los elementos expuestos susceptibles de impacto por los cambios en la precipitación y la temperatura. A partir de la Amenaza y la vulnerabilidad del territorio se calculó posteriormente el riesgo por cambio climático.

Específicamente para el área de interés, fue posible identificar que el índice general de riesgo por cambio climático es Muy Bajo en todos los municipios de análisis, lo que a su vez se relaciona con la Vulnerabilidad que es Muy Baja y los valores de Amenaza que se encuentran entre Bajo y Medio. Por otra parte, se encontró que la capacidad adaptativa en la mayoría de estos municipios es alta, lo que se traduce en la capacidad de respuesta frente a los efectos o impactos del cambio climático.

En términos de los análisis por dimensión territorial, se encontró que los recursos hídricos son los que cuentan con mayor riesgo por cambio climático, seguida por Biodiversidad y Servicios Ecosistémicos, y Seguridad Alimentaria.

En cuanto a las dimensiones de Salud, Hábitat Humano e Infraestructura, los valores de riesgo fueron muy bajos.

**Respecto a la proyección de temperatura y precipitación promedio**, la información se deriva de la generada en el marco de la Tercera Comunicación Nacional de Cambio Climático, se entregaron los Resultados de los Escenarios de Cambio Climático para Colombia 2011-2100.

En general el departamento de Santander no presentaría aumentos representativos de precipitación en el período 2011-2040. Se pueden presentar efectos locales que no necesariamente coinciden con el promedio departamental.

Los escenarios de la tercera comunicación indican para el departamento cambios positivos de precipitación y temperatura respecto al valor promedio (categoría en el rango bajo medio - para temperatura 0,9 grados C y normal para precipitación, + 0.54%), lo anterior para el periodo 2011-2040.

El aumento de temperatura es mayor en los periodos 2041-2070 y 2071-2100 y los cambios en precipitaciones en este periodo se esperan por debajo del promedio histórico. El efecto esperado en estos dos periodos sería negativo para la agricultura, y la provisión hídrica (por cambio en el balance hídrico).

**Respecto al análisis del ciclo del agua y vulnerabilidad por desabastecimiento y por riesgo de desastres derivado del cambio del clima**, la información que se relaciona corresponde a la contenida en los productos del Convenio Interadministrativo MinAmbiente-IDEAM-INS No. 1240 de 2023, en el Producto "Caracterización hidrológica del agua superficial en términos de cantidad en la cuenca del río Suratá con información disponible".

De dicho estudio destaca que la variabilidad de la oferta hídrica para la cuenca del Río Suratá está dada por dos periodos de mayor oferta hídrica al año y valores que pueden ser inferiores a 1 m<sup>3</sup>/s en algunos meses bajo condición seca. A partir de las simulaciones realizadas a través de modelación hidrológica en el referido estudio, el índice de regulación hídrica en las corrientes representativas de la Subzona del Río Lebrija (a la Cual pertenece el Río Suratá) indican categorías de Moderada a Baja.

Con respecto a la variación intra-anual de los caudales, se debe resaltar que todos los canales de la cuenca presentan un ciclo bimodal con periodos altos en los meses de abril-mayo y octubre-noviembre. Este comportamiento deriva del régimen climatológico de la zona.

La variabilidad hídrica (en periodos secos principalmente) combinado con los cambios en precipitación y temperatura, pueden significar una reducción leve de los caudales que genera la cuenca en los horizontes referidos en los escenarios de cambio climático, y un mayor efecto de cambios en la variabilidad intra-anual.

Como referencia a módulo de uso de agua del sector Minero consolidado en el ENA 2022, se tiene (sin diferenciar por ahora la escala de la minería), un valor de 10,74 m<sup>3</sup> de agua por gramo de producción; lo anterior servirá para proyectar las potenciales demandas de agua del sector y establecer los límites para procurar la sostenibilidad de aprovechamiento del recurso.

## **7 CRONOGRAMA**

En concordancia con la Sentencia 2013-02459-01 de 2022, debe establecerse un cronograma de permanencia de la zona de reserva temporal y las acciones a desarrollar para su gestión, para lo cual se propone un cronograma a dos años, formulado a partir de los tiempos estimados para adelantar los procesos y estudios correspondientes, insumos fundamentales para la toma de decisiones en el área de la zona de reserva temporal. A continuación, en la Figura 72, se presenta la propuesta de cronograma, en formato PDF que también hace parte del Anexo 5 de este documento.

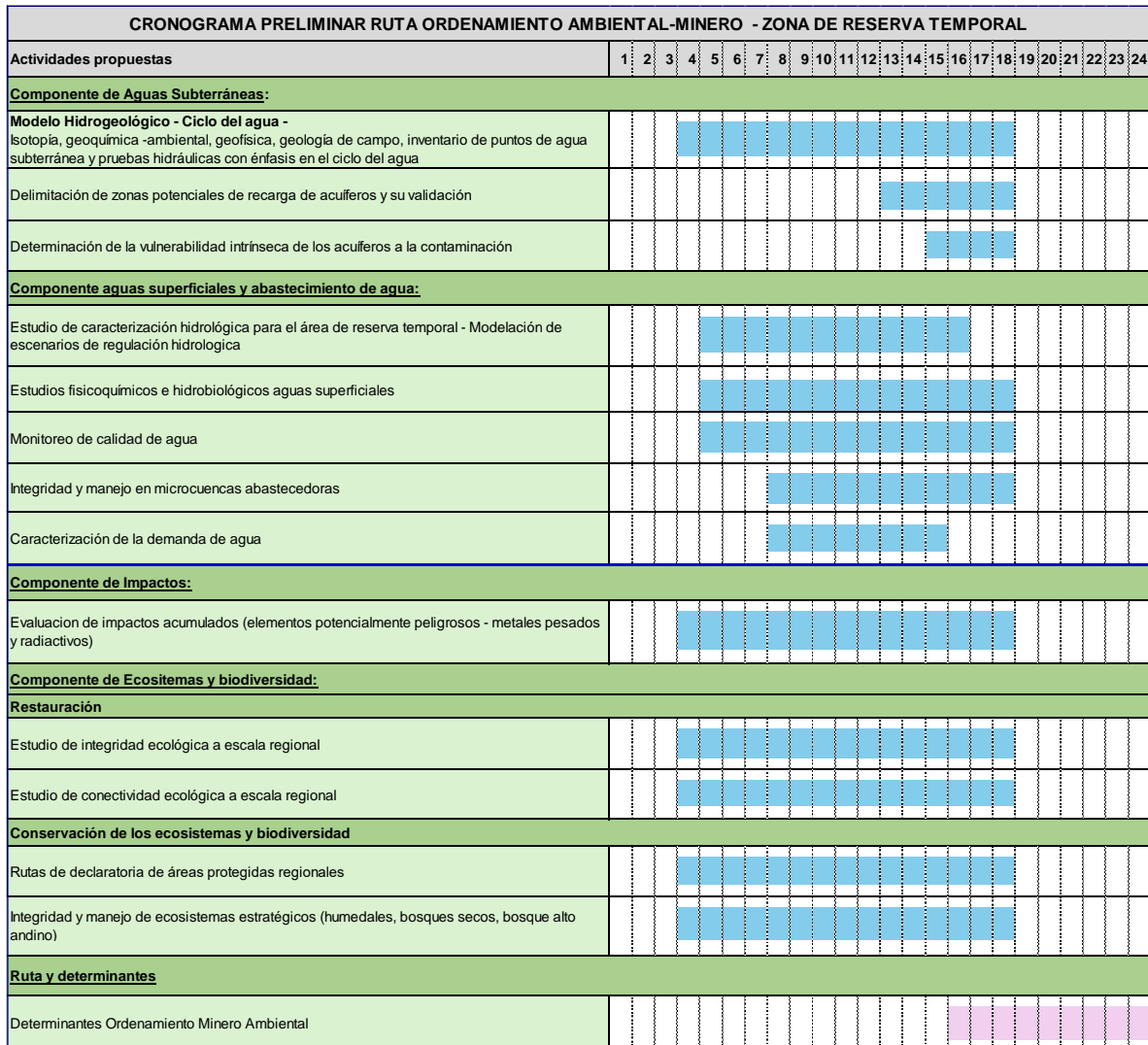


Figura 72. Cronograma preliminar para la ruta de ordenamiento ambiental – minero en la zona de reserva temporal.

Fuente: Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (2024)

## 8 REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Acueducto Metropolitano de Bucaramanga (AMB S.A ESP). (2024). Gerencia Comercial. Recuperado el 15 de junio de 2024, de <https://www.amb.com.co/amb/conoce-amb/nuestros-procesos/proceso-comercial/>

Agencia Nacional de Hidrocarburos - ANH. (2007). Colombian Sedimentary Basins: Nomenclature, boundaries and Petroleum Geology, a New Proposal. In Agencia Nacional de Hidrocarburos - A.N.H.-. Recuperado de: [http://www.anh.gov.co/Informacion-Geologica-y-Geofisica/Cuencas-sedimentarias/Documents/colombian\\_sedimentary\\_basins.pdf](http://www.anh.gov.co/Informacion-Geologica-y-Geofisica/Cuencas-sedimentarias/Documents/colombian_sedimentary_basins.pdf)

Agencia Nacional de Minería-ANM (2024). ANNA Minería. Recuperado el 12 de septiembre de 2024 de: <https://annamineria.anm.gov.co/>

Alanbari, M. A., Al-Ansari, N., & Jasim, H. K. (2014). GIS and multicriteria decision analysis for landfill site selection in AL-HashimyahQadaa. Natural Science, 6(5), 282-304.

Alcaldía Municipal de California (2019). California Frente a la Delimitación del Páramo Santurbán Berlín.

Alcaldía Municipal de Vetás (2019). Vetás: Una propuesta que promueve la preservación del páramo de Santurbán y defiende nuestro derecho al trabajo y a llevar una vida digna, conservando nuestro territorio.

Angermeier, P. and J. M. Karr. 1994. "Biological Integrity versus biological diversity as policy directives." Bioscience 44 (10): 690-69

Areiza, A., Corzo, G., Castillo, L.S., Matallana. C., Correa Ayram, C.A. (2018). Áreas protegidas regionales y reservas privadas: las protagonistas de las últimas décadas. En Moreno, L. A, Andrade, G. I. y Gómez, M.F. (Eds.). 2019. Biodiversidad 2018. Estado y tendencias de la biodiversidad continental de Colombia. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. Bogotá, D. C., Colombia.

Ascelard, Henry. (2004). Conflitos ambientais no Brasil. Rio de Janeiro: Relume Dumará - Fundação Heinrich Boll.

ASOMAR (s.f.). Fortalecimiento Del Componente Socio Económico De Sector Minero Tradicional De Las Veredas La Marcela Y Monsalve Del Municipio De Suratá Santander Para El Proceso De Concertación De La Delimitación De Páramo Jurisdicciones Santurbán – Berlín.

Balvanera, P. (2012). Los servicios ecosistémicos que ofrecen los bosques tropicales. *Ecosistemas* 21(1-2):136-147.

Bautista, S. Y., Cáceres Bottia, A. M., Romero González, F. A., Zamora, A., & Zappa, L. F. (2016). Exploración de minerales energéticos a partir de mediciones gamaespectrométricas para potasio, uranio y torio en el área de Simacota - Lebrija y área de California, Departamento de Santander. Bogotá D.C.

Calderón, L.; Hernández, A.; López, J. L. (2013). Valoración de los bienes y servicios ambientales provistos por el Páramo de Santurbán (p. 81). FEDESARROLLO, Centro de Investigación Económica y Social. Bogotá.

Cámara de Comercio de Bucaramanga (2018), Actividad pecuaria provincias de Santander. Encontrado en:

<https://www.camaradirecta.com/temas/documentos%20pdf/informes%20actualidad%20provincias/Pecuario%20Santander.pdf>

CDB (1992). Convenio de Diversidad Biológica. <https://www.cbd.int/doc/legal/cbd-es.pdf>

Colegial-Gutiérrez, J. D., Forero-Quintero, M. C., Fuentes-Rueda, M. A. and Gomez Isidro, S. (2017). Characterization of weathering profiles of the crystal rocks of eastern Bucaramanga and definition of hydrogeological properties. *Boletín de Ciencias de La Tierra*, 41, 16–30. <https://doi.org/10.15446/rbct.n41.59347>

Colorado, J. 2017. Modelo de Conectividad Ecológica de Fragmentos de Bosque Andino en Santa Elena, Medellín, Colombia.

Congreso de la República. 1959. Ley 2. Sobre Economía Forestal de la Nación y Conservación de Recursos Naturales Renovables.

Contraloría General de la República (2012). Informe del estado de los recursos naturales y del ambiente 2012-2013. Bogotá. Disponible en: <https://justiciaambientalcolombia.org/informe-contraloria-estado-ambiente-2012-2013/>

Corporación para la Defensa de la Meseta de Bucaramanga – CDMB. (2019). Actualización Plan de ordenación y manejo de cuenca hidrográfica (POMCA) del Río Cáchira Sur. Bucaramanga. Disponible en: <https://www.cdm.gov.co/cdm/tematicas/pomcas>

Corporación para la Defensa de la Meseta de Bucaramanga – CDMB. (2020). Actualización Plan de ordenación y manejo de cuenca hidrográfica (POMCA) del

Rio Alto Lebrija. Bucaramanga. Disponible en:  
<https://www.cdm.gov.co/cdm/tematicas/pomcas>

Correa Montoya, L. (2008). Litigio de alto impacto: estrategias alternativas para enseñar y ejercer el derecho. *Opinión jurídica*, 7(14), 149-162.

EVA (2024). Evaluaciones Agropecuarias Municipales. Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural. Encontrado en: [https://www.datos.gov.co/Agricultura-y-Desarrollo-Rural/Evaluaciones-Agropecuarias-Municipales-EVA/2pnw-mmge/about\\_data](https://www.datos.gov.co/Agricultura-y-Desarrollo-Rural/Evaluaciones-Agropecuarias-Municipales-EVA/2pnw-mmge/about_data)

Farley, K. A.; Anderson, W.; Bremer, L. L.; Harden, C. P. (2011). Compensation for ecosystem services: An evaluation of efforts to achieve conservation and development in Ecuadorian páramo grasslands. *Environmental Conservation*, 38(4), 393-405.

FAO (2021) El estado de los recursos de tierras y aguas del mundo para la alimentación y la agricultura - Sistemas al límite. Informe de síntesis 2021. Rome. <https://doi.org/10.4060/cb7654es>

Flores, M. (2007). La identidad cultural del territorio como base de una estrategia de desarrollo sostenible. *Revista Ópera*, 7, 35-54.

Fundación Estación Biológica Guayacanal, Santurbán una puerta en las montañas (2020), Germán Camargo Ponce de León, María José Calderón Ponce de León, Germán Pilonieta Camargo, Sidney Adriano Pérez Villegas.

GBIF.org (17 julio 2023) GBIF Occurrence Download  
<https://doi.org/10.15468/dl.cyrtja>

Gómez-Isidro, S. and Gómez-Ríos, V. L. (2016). Análisis de flujo base usando curvas maestras de recesión y algoritmos numéricos en cuencas de montaña: Cuenca del río Surata y cuenca del Río de Oro (Santander, Colombia). *DYNA (Colombia)*, 83(196), 213-222. <https://doi.org/10.15446/dyna.v83n196.53222>

Gomez-Isidro, S., Taupin, J. D. and Rueda, A. (2015). Estudio hidrodinámico, geoquímico e isotópico de las formaciones acuíferas de la región de Bucaramanga (Colombia). *Revista Peruana Geo-Atmosférica Rpga*, 4(4), 44-61. [https://web2.senamhi.gob.pe/rpga/pdf/2015\\_vol04/paper4.pdf](https://web2.senamhi.gob.pe/rpga/pdf/2015_vol04/paper4.pdf)

Hernández, J. C. (1997). Introducción a la zonificación ecológica de Colombia. Bogotá: Ideam.

Herrera, W., Manotas, D., Viana, F., Ocampo, E., Galvis, M., & Valbuena, J. F. (2023). Interacción del ciclo del agua con la actividad minera en la cuenca La

Baja del municipio de California, Santander - Páramo de Santurbán. Versión año 2023. Producto. Bogotá D.C.

Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales – IDEAM (2010) Leyenda Nacional de coberturas de la tierra. Metodología Corine Land Cover adaptada para Colombia. Escala 1:100.000. Bogotá D.C., 75 páginas.

Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales – IDEAM (2013) Lineamientos conceptuales y metodológicos para la evaluación regional del agua. Bogotá, D. C. 276 páginas

Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales – IDEAM (2015) Estudio Nacional del Agua 2014. Bogotá, D. C., 496 páginas

Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales, Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC), Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt (Instituto Humboldt), Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras José Benito Vives de Andrés (Invemar), Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas (Sinchi)-Instituto de Investigaciones Ambientales del Pacífico Jhon von Neumann (IIAP) (2007). Ecosistemas continentales, costeros y marinos de Colombia. Bogotá: Ideam-IGAC-Instituto Humboldt-Invemar-Sinchi-IIAP. 276 pp. + 37 hojas cartográficas.

Instituto Alexander von Humboldt, Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, PNUD. 2019. Programa de Gestión Integral del Bosque seco tropical, documento en edición.

Instituto Alexander von Humboldt, Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2014. Mapa de Bosque seco Tropical escala 1:100.000.

Jeong, J., García-Moruno, L., & Hernández-Blanco, J. (2014). A decision-supporting web model for integrating rural buildings with multi-criteria spatial planning. *Informes de la Construcción. Informes de la Construcción: Instituto de Ciencias de la Construcción Eduardo Torroja*, 66(533). doi:<http://dx.doi.org/10.3989/ic.13.001>

Méndez Villamizar, R., Mejía Jerez, A., & Acevedo Tarazona, Á. (2020). Territorialidades y representaciones sociales superpuestas en la dicotomía agua vs. oro: El conflicto socioambiental por minería industrial en el páramo de Santurbán. *Territorios*, (42-Especial). 1-25. Doi: <https://doi.org/10.12804/revistas.urosario.edu.co/territorios/a.7563>

Mesa Cuadros, G.(2018). *Una idea de justicia ambiental: elementos de conceptualización y fundamentación*. Universidad Nacional de Colombia. Bogotá D.C

McMurray, A. 2017. Los servicios ecosistémicos de los bosques tropicales y un marco propuesto para evaluarlos. Winrock International. 25 páginas.

Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. 2021. Programa nacional para la conservación y restauración del bosque seco tropical en Colombia. Plan de Acción 2020-2030. Bogotá D.C.: Colombia.

Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander Von Humboldt, 2010. Definición de criterios para la delimitación de páramos del país y de lineamientos para su conservación. Parte 1.

Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. 2012. Política Nacional para la Gestión Integral de la Biodiversidad y sus Servicios Ecosistémicos (PNGIBSE). Bogotá D.C.: Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible.

Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. 2014. Resolución 1275. Por la cual se adopta la zonificación y el ordenamiento de la Reserva Forestal del Cocuy, establecida en la Ley 2ª de 1959 y se toman otras determinaciones.

Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. 2015. Resolución 1814. Por la cual se declaran y delimitan unas zonas de protección y desarrollo de los recursos naturales renovables y del medio ambiente y se toman otras determinaciones.

Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. 2021. Resolución 1125. Por medio de la cual se prorroga el término de duración de las zonas de protección y desarrollo de los recursos naturales renovables y del medio ambiente, declaradas mediante la Resolución No. 1814 de 2015 y prorrogadas mediante las Resoluciones No. 2157 de 2017, 1987 de 2018 y 1675 de 2019 y se adoptan otras determinaciones.

Ministerio del Medio Ambiente. 2001. Política Nacional para Humedales Interiores de Colombia. Estrategias para su conservación y uso racional. Bogotá, Colombia.

Municipio de Suratá (2015). Documento Resumen EOT. Suratá. 67 páginas.

Noguera-Urbano, E.A., Olaya, H. González, I. (2018). Producto 7. Análisis de tendencias de distribuciones de especies en escenarios línea 16: informática de la biodiversidad. Programa evaluación y monitoreo del estado de la

biodiversidad resultados plan operativo anual, resolución 0130 de 2018. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. Bogotá, Colombia.

Odum, E. (1989). *Ecología: bases científicas para un nuevo paradigma*. Barcelona: Ediciones Vedral.

Palomino, M., Arce, V., Vinasco, C., Montenegro, M., Forero, S., Valderrama, V., Barrera, F. y Eugenia, S. (s.f.). *Capítulo 14. Los servicios ecosistémicos culturales*. En *Servicios ecosistémicos: Un enfoque introductorio con experiencias del occidente colombiano*. Repositorio Institucional UNAD. <https://repository.unad.edu.co/handle/10596/45525>

Parques Nacionales Naturales de Colombia - PNNC (2024) *RUNAP en cifras*. Registro Único Nacional de Áreas Protegidas (RUNAP) Recuperado de <https://runap.parquesnacionales.gov.co/cifras>.

Parrish, J., & P. Braun. 2003. "Are We Conserving What We Say We Are? Measuring Ecological Integrity within Protected Areas." *Bioscience* 53 (9): 851-860.

Pérez-Rincón, M.A. Conflictos ambientales en Colombia: actores generadores y mecanismos de resistencia comunitaria. 1 Investigación financiada por el proyecto CSO2010-21979 «Metabolismo social y conflictos ambientales» y por el proyecto EJOLT (Environmental Justice Organization, Liabilities and Trade) de la Unión Europea. P.7

Pimienta, D. & Suárez, C. (2014). *Institucionalidad Y Políticas Públicas: Vetas Entre la Problemática Ambiental y la Tradición Minera*. Universidad Autónoma de Bucaramanga. Enlace: [https://repository.unab.edu.co/bitstream/handle/20.500.12749/2180/2014\\_Tesis\\_Diana\\_Paola\\_Pimienta\\_Marin.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repository.unab.edu.co/bitstream/handle/20.500.12749/2180/2014_Tesis_Diana_Paola_Pimienta_Marin.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

Presidencia de la República. 2010. Decreto 2372. Por el cual se reglamenta el Decreto-ley 2811 de 1974, la Ley 99 de 1993, la Ley 165 de 1994 y el Decreto-ley 216 de 2003, en relación con el Sistema Nacional de Áreas Protegidas, las categorías de manejo que lo conforman y se dictan otras disposiciones.

RAMSAR, 2017. Informe Misión RAMSAR de Asesoramiento No. 82. Secretaría de la Convención Ramsar.

Randal, G., Devillers, R., Luther, J., & Eddy, B. (2011). GIS-Based Multiple-Criteria Decision Analysis (GIS-MCDA). *Geography Compass* 5(6), 412-432.

Rodríguez, G. A. (2007). Conflictos ambientales amenazan la salud de la población y la biodiversidad del planeta. *Revista de derecho*, (28), 327-345.

Rueda Ardila, C.A. (2022) Conflictos ambientales en ecosistemas de alta montaña. Estudio de caso Páramo de Ocetá. Universidad del Rosario. Bogotá D.C.

Salas Bacalla, J., Leyva Caballero, M., & Calenzani Fiestas, A. (2014). Modelo del proceso jerárquico analítico para optimizar la localización de una planta industrial. (U. N. marcos, Ed.) *Industral Data: Revista de la Facultad de Ingeniería Industrial*, 112-119. Obtenido de <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=81640856014>

Salas Salazar, F., Guerrero Delgado, E. & Paredes Rodríguez, D. (2019). Territorios Bio-culturales. Complejos de páramo: Chiles-Cumbal, La Cocha-Patascoy, Doña Juana-Chimayoy. Universidad de Nariño. Grupo de Investigación Cultura y Desarrollo Primera edición. Disponible en: [TERRITORIOS-BIOCULTURALES.pdf \(udenar.edu.co\)](https://udenar.edu.co/TERRITORIOS-BIOCULTURALES.pdf)

Sarmiento, C. y P. Ungar (Eds). (2014). Aportes a la delimitación del páramo mediante la identificación de los límites inferiores del ecosistema a escala 1:25.000 y análisis del sistema social asociado al territorio: Complejo de Páramos Jurisdicciones – Santurbán – Berlín Departamentos de Santander y Norte de Santander. Bogotá: Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt.

Sepúlveda, J., Leal-Mejía, H., Salgado, D., Celada, C. M., Murillo, H., Gómez, M., ... Ramírez, C. (2022). Mapa metalogénico de Colombia – versión 2022 Nota explicativa. Bogotá D.C.

Servicio Geológico Colombiano - SGC. (2023). Consolidado de información geoquímica y ambiental generada por el SGC en el páramo de Santurbán. Bogotá D.C.

Servicio Geológico Colombiano - SGC. (2024). Concepto técnico geocientífico, soporte para la declaratoria de la reserva temporal en Soto Norte, Santander. Bogotá D.C.

Sierra, J., Tabares, L., Mendoza, O., Dorado, L., Acevedo, M., González, L., & Umaña, J. (2023). Diagnóstico ambiental de la cuenca del Río Suratá. Bogotá D.C.

Verd, J., & Lozares, C. (2016). Introducción a la investigación cualitativa: fases, métodos y técnicas. Madrid, España: Síntesis.

WWAP (Programa Mundial de las Naciones Unidas de Evaluación de los Recursos Hídricos) /ONU-Agua (2018) Informe Mundial de las Naciones Unidas sobre el Desarrollo de los Recursos Hídricos 2018: Soluciones basadas en la naturaleza para la gestión del agua. París, UNESCO.

Willms, J. (1982) Barita y Fluorita en la Mesa de los Santos y Pescadero, Santander. Informe 1881. Ingeominas. Bucaramanga.

## **9 ANEXOS**

### **Anexo 1. Conceptos técnicos entidades – Colaboración armónica**

- Concepto técnico Servicio Geológico Colombiano - SGC
- Concepto técnico Ministerio de Minas y Energía
- Concepto técnico Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales - IDEAM
- Concepto técnico Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt - IAvH
- Concepto técnico Autoridad Nacional de Licencias Ambientales – ANLA
- Cronograma propuesto estudios técnicos

### **Anexo 2. Respuestas a solicitudes ANM**

### **Anexo 3. Actas Mesas de Trabajo**

### **Anexo 4. Respuestas a solicitudes MME**

### **Anexo 5. Cronograma propuesto estudios técnicos posteriores**