

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA EL PROYECTO DE EXPLOTACIÓN SUBTERRÁNEA DE MINERALES AUROARGENTÍFEROS "SOTO NORTE"

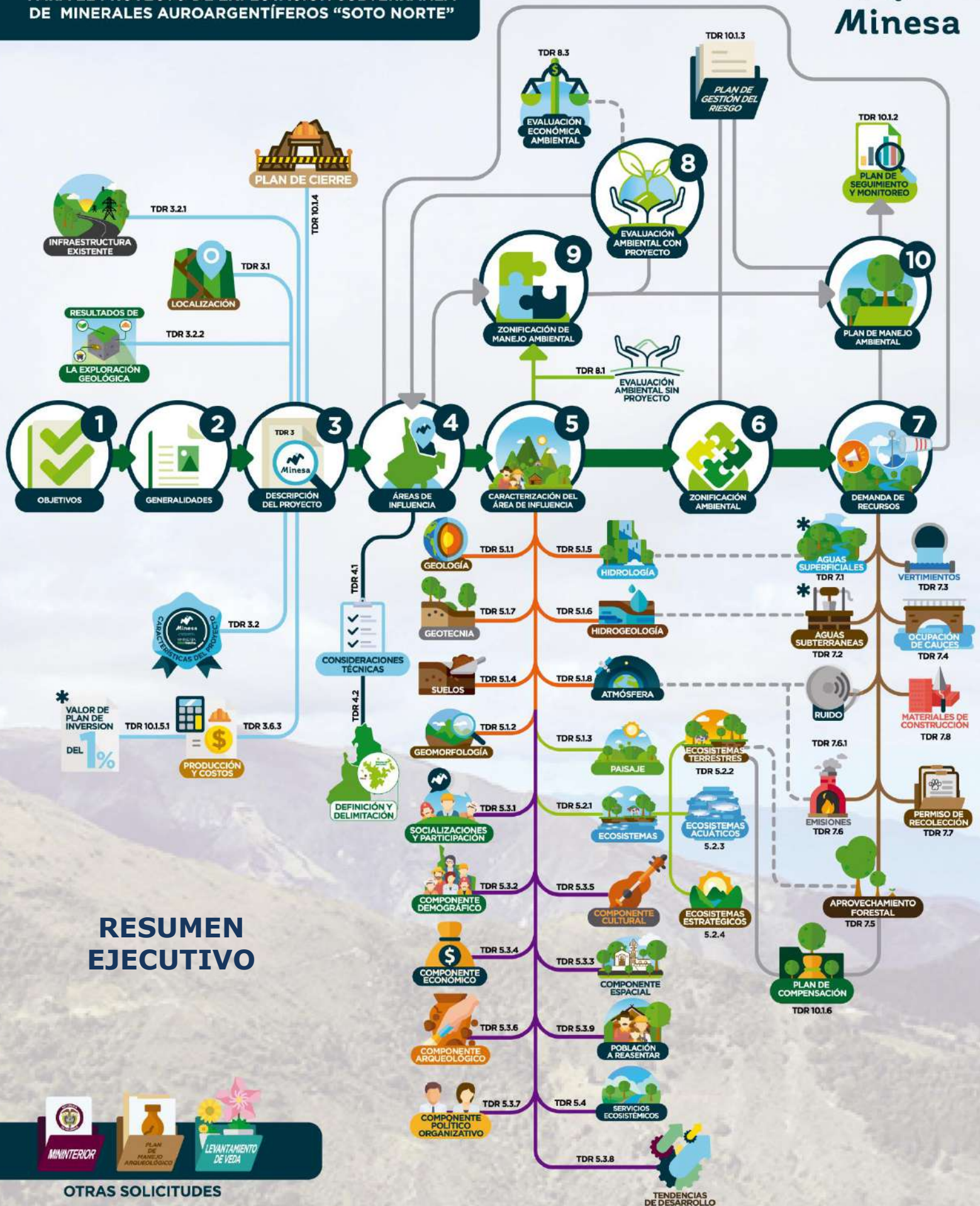


TABLA DE CONTENIDO

1	SÍNTESIS DEL PROYECTO.....	10
2	FASES DE DESARROLLO.....	13
3	ÁREA DE INFLUENCIA.....	15
4	CARACTERIZACIÓN ÁREA DE INFLUENCIA	20
4.1	MEDIO ABIÓTICO	20
4.1.1	Geología.....	20
4.1.2	Geomorfología	24
4.1.3	Paisaje	24
4.1.4	Suelos y usos de la tierra.....	26
4.1.5	Hidrología.....	30
4.1.6	Hidrogeología.....	45
4.1.7	Geotecnia.....	56
4.1.8	Atmósfera.....	60
4.2	MEDIO BIÓTICO	76
4.2.1	Ecosistemas terrestres	76
4.2.2	Ecosistemas acuáticos	81
4.2.3	Ecosistemas estratégicos, sensibles y/o áreas protegidas	84
4.2.4	Integridad ecológica	86
4.3	MEDIO SOCIOECONÓMICO	93
4.3.1	Proceso participativo para el licenciamiento ambiental del proyecto Soto Norte.....	93
4.3.2	Componente demográfico.....	95
4.3.3	Componente espacial	107
4.3.4	Componente económico	119
4.3.5	Componente cultural.....	120
4.3.6	Componente arqueológico.....	122
4.3.7	Componente político-organizativo	122
4.3.8	Tendencias del desarrollo.....	123
4.3.9	Información sobre población a reasentar	126
4.4	SERVICIOS ECOSISTÉMICOS – SSEE.....	142
5	DEMANDAS, USO, APROVECHAMIENTO Y/O AFECTACIÓN DE RECURSOS NATURALES.....	149
5.1	AGUAS SUPERFICIALES	149
5.2	AGUAS SUBTERRÁNEAS	149
5.3	VERTIMIENTOS	150
5.4	OCUPACIÓN DE CAUCES	151
5.5	APROVECHAMIENTO FORESTAL	154
5.6	EMISIONES ATMOSFÉRICAS (AIRE Y RUIDO).....	155
5.7	MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN.....	156
6	ZONIFICACIÓN AMBIENTAL	160

7	EVALUACIÓN AMBIENTAL.....	161
8	ZONIFICACIÓN DE MANEJO AMBIENTAL.....	165
9	PLAN DE MANEJO AMBIENTAL	166
10	OTROS PLANES Y PROGRAMAS	176
10.1	PLAN DE INVERSIÓN DEL 1%	176
10.2	ESTRATEGIA DE MANEJO ESPECIAL PARA ECOSISTEMAS DE ALTA MONTAÑA.	177
10.3	PROGRAMA DE MANEJO ESPECIAL DE LA SARDINA <i>Hemibrycon sierraensis</i> : CONTRIBUCIÓN AL CONOCIMIENTO DE LA ECOLOGÍA POBLACIONAL, TRÓFICA Y REPRODUCTIVA DE <i>Hemibrycon sierraensis</i> EN LA CUENCA ALTA DEL RÍO SURATÁ, EN EL MUNICIPIO DE SURATÁ (SANTANDER).	180
11	PLAN DE COMPENSACIÓN DEL MEDIO BIÓTICO (ANTES: PLAN DE COMPENSACIÓN POR PÉRDIDA DE BIODIVERSIDAD)	182
12	RIESGOS	184
13	COSTO DEL PROYECTO	186
14	CRONOGRAMA DEL PROYECTO	187
15	PLAN DE CIERRE	190

LISTA DE TABLAS

Tabla 3.1 Área de Influencia Envolvente para cada uno de los Medios	19
Tabla 4.1 Superficie Ocupada por las Unidades de Paisaje Local	25
Tabla 4.2 Descripción de Unidades Cartográficas de Suelos en el AI del Medio Abiótico	26
Tabla 4.3 Aptitud de Uso de los Suelos en el Área de Influencia Abiótica	28
Tabla 4.4 Uso Actual de los Suelos en el Área de Influencia abiótica	29
Tabla 4.5 Conflictos de Uso de los Suelos en el AI Abiótica.	30
Tabla 4.6 Información Hidrológica Disponible	32
Tabla 4.7 Caudales Mensuales Río Vetás	35
Tabla 4.8 Índices Adoptados para el Área de Análisis	35
Tabla 4.9 Orden de Prioridad	35
Tabla 4.10 Cálculo del Caudal Demandado por las Subcuencas	36
Tabla 4.11 Acuerdo de Consejo Directivo No. 1075	38
Tabla 4.12 Coordenadas Puntos de Monitoreo de Calidad Fisicoquímica del Agua Superficial	39
Tabla 4.13 Nombre Definido con la Cartografía para los Puntos de Muestreo de MCS	42
Tabla 4.14 Puntos de Muestreo con Ausencia de Caudal	42
Tabla 4.15 Distribución de Microcuencas para Análisis de Agua	43
Tabla 4.16 Localización de Puntos de Monitoreo para la caracterización de cuerpos de agua receptores de los Vertimientos	44
Tabla 4.17 Aceleraciones Pico del Terreno (PGA) Método Probabilístico.	56
Tabla 4.18 Aceleraciones del Terreno Método Determinístico.	57
Tabla 4.19 Precipitación total mensual y anual en el área de influencia	63
Tabla 4.20 Identificación de las Fuentes de Emisión por Fase del Proyecto	71
Tabla 4.21 Descripción de las Estaciones de Monitoreo 2016	72
Tabla 4.22 Descripción de Estaciones de Monitoreo 2017	73
Tabla 4.23 Puntos de Monitoreo de Fuentes de Emisión	75
Tabla 4.24 Los Grupos Poblacionales que se encuentran en el Área de California y Actividad ...	101
Tabla 4.25 Grupos de Mineros en California	103
Tabla 4.26 Hogares y Personas Área Veredal de Influencia Surata	105
Tabla 4.27 Relación de hogares en el área de influencia veredal de California	106
Tabla 4.28 Población en Edad de Trabajar PET en Área de Influencia Veredal California y Surata.	106
Tabla 4.29 Relación de Unidades Territoriales, tipo de Asentamientos y N° de Viviendas California Surata.	107
Tabla 4.30 Consolidado Servicios Públicos Cabecera Municipal California	107
Tabla 4.31 Consolidado Servicios Públicos Cabecera Municipal Surata.	108
Tabla 4.32 Consolidado servicios públicos veredas de influencia California.	109
Tabla 4.33 Consolidado Servicios Públicos Veredas de Influencia Surata.	111
Tabla 4.34 Consolidado Servicios Sociales Cabecera Municipal California	114
Tabla 4.35 Consolidado servicios sociales cabecera municipal de Surata	115
Tabla 4.36 Consolidado Servicios Sociales Área de Influencia veredal California	116
Tabla 4.37 Consolidado servicios sociales área de influencia veredal Surata.	118
Tabla 4.38 Número de Viviendas, USR y Personas Residentes Habituales en “Huella” y el Entorno de la “Huella” del Proyecto a Trasladar.	126
Tabla 4.39 Grupos Predominantes de Población por Sexo y por Edad.	128
Tabla 4.40 Porcentaje de Población a Trasladar por vereda	128
Tabla 4.41. Porcentaje de Unidades Sociales Residentes por trasladar por vereda.	130
Tabla 4.42 Actividades Económicas que se realizan en los Predios de las USR a Trasladar.	132
Tabla 4.43 Distribución por Vereda y por Tamaño de los Predios con USR a Trasladar de Acuerdo con la UAF	133
Tabla 4.44 Relación de Tenencia del Jefe de la USR a Trasladar con el Predio en el que Habita.	134
Tabla 4.45 Superficie de los Predios Dedicados a los Diferentes Usos.	135

Tabla 4.46 Datos de Ocupación y empleo de la población a trasladar.....	135
Tabla 4.47 Perfil Típico del Poblador Sujeto de Traslado Involuntario	136
Tabla 4.48 Perfil de las Viviendas a Restablecer.....	138
Tabla 4.49 Jerarquización de Componentes y los Indicadores de acuerdo con el Grado de Importancia para la Evaluación de la Vulnerabilidad.	140
Tabla 4.50 Unidades Sociales Residentes por Nivel de Vulnerabilidad.	142
Tabla 4.51 Relación de los SSEE con las coberturas identificadas	142
Tabla 4.52 Lista de SSEE priorizados y con oportunidad de mejora.....	144
Tabla 4.53 Resumen de análisis de SSEE – Proyecto Soto Norte.....	146
Tabla 5.1 Ubicación Captación de Agua Superficial.	149
Tabla 5.2 Ubicación Geográfica de la Captación	150
Tabla 5.3 Ubicación Vertimientos.....	151
Tabla 5.4 Puntos de Ocupación y Estructura de Ocupación.	151
Tabla 5.5 Total Materiales de Construcción a Utilizar en el Proyecto Soto Norte	158
Tabla 6.1 Sensibilidades obtenidas en el mapa de Zonificación Ambiental del proyecto Soto Norte.	160
Tabla 8.1 Equivalencias en la Zonificación de Manejo Ambiental del proyecto Soto Norte (área de superposición).	165
Tabla 9.1 Relación Impacto con Programa de Manejo.	166
Tabla 10.1 Distribución Porcentual Propuesta para el Plan de Inversión del 1%.....	176
Tabla 11.1 Área de parches seleccionados requeridos por factor de compensación y área final.	182
Tabla 12.1 Riesgos exógenos y endógenos	184
Tabla 13.1 Resumen CAPEX del Proyecto Soto Norte.	186
Tabla 15.1 Actividades y Criterios de Cierre.....	190

LISTA DE FIGURAS

Figura 1.1 Concepción Ambiental de las Operaciones Mineras.....	3
Figura 2.1 Flujo diagrama de las fases del proyecto Soto Norte.....	14
Figura 3.1 Localización General del Proyecto en Colombia.....	18
Figura 3.2 Localización General del Proyecto en el Departamento de Santander.....	18
Figura 3.3 Localización General del Proyecto en los Municipios de California y Suratá.....	19
Figura 4.1 Subcuencas y Microcuencas Identificadas dentro del Área de Análisis.....	31
Figura 4.2 Localización de los Sitios de Monitoreo de Caudales Disponibles.....	33
Figura 4.3 Boxplot Régimen Mensual Río Vetás (Estación PTE PANEGA).....	34
Figura 4.4 Mapa Hidrogeológico con el Análisis Espacial del Área de Influencia del Total de Investigaciones del Método Geofísico Magneto – Telúrico.....	49
Figura 4.5 Modelo Hidrogeológico Conceptual 3D.....	50
Figura 4.6 Mapa de Contornos de los Descensos del Nivel Freático (Abatimiento) y su Relación con las Unidades Hidrogeológicas, Proyecto Soto Norte.....	55
Figura 4.7 Localización Estaciones Climatológicas Utilizadas.....	61
Figura 4.8 Localización de la Estación Meteorológica Almacén.....	62
Figura 4.9 Distribución Temporal de la Precipitación, Estaciones del Área de Estudio.....	62
Figura 4.10 Precipitación Acumulada Anual para cada estación.....	63
Figura 4.11 Variabilidad de la Temperatura Media Anual. Período 1981-2012.....	64
Figura 4.12 Variabilidad de la Humedad Relativa Media en el Área de Estudio.....	65
Figura 4.13 Variación Mensual Horas de Brillo Solar Área de Estudio.....	66
Figura 4.14 Total de Horas de Brillo Solar al Año Promedio en el Área de Estudio.....	66
Figura 4.15 Velocidad Promedio del Viento Diaria Medida.....	67
Figura 4.16 Perfil Horario de Velocidad del Viento Promedio.....	68
Figura 4.17 Rosa de los Vientos, Estación Almacén.....	69
Figura 4.18 Comparación de Temperatura vs Precipitación, Estación Vivero Suratá.....	70
Figura 4.19 Mapa de cambios de cobertura asociados al Escenario 2.....	87
Figura 4.20 Mapa de Calidad de hábitat para Guagua. Escenario 1.....	88
Figura 4.21 Mapa de Calidad de hábitat para Guagua. Escenario 2.....	89
Figura 4.22 Mapa de Calidad de hábitat para Puma. Escenario 1.....	89
Figura 4.23 Mapa de Calidad de hábitat para Puma. Escenario 2.....	90
Figura 4.24 Mapa de Integridad Ecológica. Escenario 1.....	91
Figura 4.25 Mapa de Integridad Ecológica. Escenario 2.....	91
Figura 4-26 Proceso participativo para el licenciamiento del proyecto Soto Norte.....	94
Figura 4-27 Consolidado de participantes al proceso participativo para el licenciamiento ambiental del proyecto Soto Norte.....	95
Figura 4-28 Área de Influencia Socioeconómica. Unidades Territoriales según EOT.....	96
Figura 4-29 Área de Influencia Socioeconómica. Límites Sociales en el AI en California.....	98
Figura 4-30 Área de Influencia Socioeconómica. Límites Sociales en el AI en Suratá.....	100
Figura 5.1 balance general de masas.....	157
Figura 10.1 Esquema metodológico para el desarrollo de la estrategia de manejo especial para ecosistemas de alta montaña.....	178
Figura 10.2 Definición de las áreas de alto valor ecosistémico, según las capas de información y clasificación de pesos y criterios ecosistémicos presentes en el área de estudio (el color verde oscuro corresponde a los valores más altos y el color rojo a los más bajos).....	179
Figura 10.3 Proyectos y Actividades de la Propuesta de Investigación de la Biología y Ecología de Hemibrycon sierraensis en la Cuenca Alta del Río Suratá.....	181
Figura 11.1 Áreas seleccionadas para compensación.....	183

RESUMEN EJECUTIVO

El Proyecto de Explotación Subterránea de Minerales Auroargentíferos Soto Norte (en adelante, proyecto Soto Norte) tiene como principal objetivo la construcción de una de las minas más modernas y eficientes del mundo dentro de un concepto de gestión hídrica integral con total respeto al medioambiente y a las comunidades locales.

El diseño minero del proyecto parte de una concepción integral que considera técnicamente un equilibrio de aspectos económicos, sociales y ecosistémicos, de acuerdo con los postulados del desarrollo sostenible y el compromiso de MINESA con una "Minería Con Sentido".

MINESA honra con este proyecto su compromiso de conservar la calidad y la cantidad de los recursos hídricos accediendo a fuentes de agua subterráneas independientes, sin afectar la oferta hídrica de los acueductos municipales ni veredales incluyendo el metropolitano de Bucaramanga, a la vez que no interfiere con el ecosistema del páramo de Santurbán.

Asimismo, propone un método minero mínimamente invasivo del suelo, sumamente selectivo en el subsuelo y con una baja afectación a sus flujos hidrológicos frente a otras técnicas convencionales invasivas, a la vez que reconoce y fortalece la tradición minera en la provincia de Soto Norte con estándares de salud, seguridad laboral y medio ambiente, con el compromiso de contribuir con la erradicación del uso de mercurio y cianuro mediante la capacitación y el trabajo conjunto con mineros tradicionales, en beneficio de toda la comunidad de esa provincia.

El diseño de mina del proyecto Soto Norte se considera de alta selectividad entre las prácticas estándares a nivel mundial al dirigirse específicamente al cuerpo mineralizado, lo que reduce los volúmenes de roca de mena de baja ley a ser sometida a las operaciones de procesamiento y, consecuentemente, en la misma proporción disminuye los impactos ambientales asociados a una operación típica de descapote de suelo y de roca para el acceso al yacimiento minero. El área superficial de suelo y cobertura vegetal a impactar es mínima (161,97 ha), además que la técnica de relleno de la excavación minera con pasta cementante recupera las funciones de estabilidad del medio y es la base del cierre minero progresivo que reduce infiltraciones de agua subterránea, limita la generación de drenajes ácidos al aislar y sellar la roca expuesta de las cámaras mineras, y minimiza el riesgo de impacto por subsidencia superficial.

A lo largo de los últimos dos años el proyecto ha ajustado su diseño, principalmente motivado por resultados de la evaluación ambiental. Si bien desde sus principios los condicionantes socio-ambientales han sido imperativos, el proceso de diseño sigue siendo ajustado y refinado. Es así como se han reducido las áreas de intervención en ecosistemas de alta montaña (como por ejemplo en el sector de la Quebrada Aserradero en el Municipio de California) y consecuentemente se incrementa la distancia a los ecosistemas vecinos más sensibles, se ha mejorado el manejo de aguas eliminando sitios de almacenamiento, se ha disminuido la huella final del proyecto, y se ha considerado una localización del portal de túneles gemelos en el sector Padilla que requiere de menos excavación, movimiento de tierras y remoción de coberturas vegetales, entre otras acciones específicas y concretas.

El diseño involucra la concepción del cierre minero desde el inicio del proyecto con la recuperación geotécnica de la excavación de la mina, que disminuye los riesgos financieros de altas inversiones para los años finales de la explotación y asegura que el agotamiento de las reservas mineras sea inversamente proporcional al proceso de relleno de la excavación minera.

El resultado es un uso eficiente en la operación minera al reintroducir a la excavación el 45% de los relaves de concentración mineralúrgica y el 33% de la roca sobrante de la mina, con lo que se logra reducir el impacto en el paisaje y el riesgo de actividad geoquímica y geotécnica de los depósitos externos, a la vez que permite un uso eficiente del agua.

El proceso de beneficio de mineral asociado al diseño minero selectivo reduce los volúmenes de roca de mena de baja ley a ser sometida a las operaciones de metalurgia extractiva y, consecuentemente, disminuye los impactos ambientales asociados a esas operaciones. Estas reducciones corresponden a la menor utilización de agua, energía, reactivos de beneficio, ruido y vibraciones, y tamaño de planta, en comparación con otros tipos de minería masiva. El proceso de flotación para la obtención de concentrados de cobre y pirita como productos finales consume poca agua y energía, y hace un uso eficiente del recurso hídrico al recircular más del 90% del agua.

El proyecto Soto Norte está diseñado para postergar las siguientes fases de obtención del metal (dore) que se realizarán fuera del área del proyecto, con lo que elimina los impactos asociados a las operaciones de cianuración y tostación convencionales que se aplican en la obtención de metales puros. Asimismo, junto a los concentrados de cobre y pirita, se transportan fuera del área del proyecto sulfuros acompañantes que serán tratados ambientalmente en la fundición fuera del país. Los procesos tradicionales de refinación tóxica son grandes consumidores de agua; la eliminación del refinado disminuye el consumo de agua ya que la mayoría de los metales con potencial contaminante se irán con los concentrados finales en el embarque externo.

La concepción del sistema de relaves secos hace que la mayor parte de humedad de las colas de flotación sea retenida y reutilizada en la planta de beneficio. De la misma forma, el diseño de los sistemas subterráneos de transporte de mineral controla su impacto atmosférico y no demanda las medidas de manejo para el control de la emisión de material particulado que se requerirían en la atmósfera abierta, lográndose allí otro espacio de disminución de consumo de agua.

El sistema de transporte interno de mena entre la mina y la planta de beneficio por medio túneles de 5.6 kilómetros permiten controlar en ese trayecto, la emisión de material particulado, ruido, vibración y radiación térmica a la atmósfera externa, generado por los medios de transporte del mineral; también se elimina el impacto paisajístico, la segmentación ecosistémica superficial, y se minimiza el gasto de energía asociado al privilegiar la línea recta en el trayecto, frente a otras opciones de sistemas convencionales como camión por rodadura externa. Los túneles de servicio estarán excavados en su mayoría sobre macizo rocoso competente e impermeable que limitará las filtraciones y en las áreas de discontinuidades geotécnicas será tratado con técnicas de ingeniería que minimizarán la no infiltración.

Las aguas de mina serán aquellos volúmenes que a pesar de las medidas preventivas se infiltren al interior de la excavación minera, las cuales serán tratadas para dar cumplimiento a los estándares normativos de calidad del agua, antes de ser entregadas nuevamente al medio natural. De esta forma, los usuarios localizados en el río Suratá aguas abajo de su confluencia con el río Vetas tendrán el mismo régimen hidrológico (calidad y cantidad).

El proyecto Soto Norte cuenta en su diseño con una amplia red de monitoreo hidrológico e hidrogeológico que seguirá ampliándose durante la operación, con el fin de vigilar de cerca el comportamiento del proyecto con relación al recurso hídrico, de forma que se apliquen a tiempo las medidas de mitigación y corrección necesarias. Dentro del área de influencia del proyecto el balance de aguas subterráneas y superficiales en las quebradas identificadas con posible disminución de flujo base será restaurado a su estado natural 3 años después de que la mina esté cerrada.

La localización de los campamentos y áreas de servicio en la zona de Padilla, Municipio de Suratá, tiene como objetivo minimizar la generación de impactos ambientales en la cuenca de la Quebrada La Baja (municipio de California). Es así como se minimiza la generación de impactos sobre componentes físicos, bióticos y sociales, al igual que se minimiza la afectación a los servicios ecosistémicos que ofrece esa cuenca. Este planteamiento y distribución del proyecto controla la presión sobre servicios públicos y sociales, así como la demanda de bienes y servicios en el área

de influencia; adicionalmente, evita así la concepción de minería de enclave al propiciar una mayor distribución social de los beneficios con la población de Surata.

Las anteriores consideraciones hacen que desde su diseño técnico y de ingeniería el proyecto Soto Norte esté orientado a evitar y llevar al mínimo posible los impactos sociales y ambientales, lo que permite considerar la concepción de las operaciones mineras como parte misma de la evaluación de su viabilidad ambiental. Lo anterior es complementado con el Plan de Manejo Ambiental para aquellos impactos no evitables o los que se mantienen, aunque sean de menor magnitud, con mínima huella en el ámbito del suelo, la hidrología superficial y la atmósfera, respecto a sistemas mineros masivos.

En este sentido, la construcción de inyecciones impermeabilizantes debe considerarse como una medida de manejo para la reducción del abatimiento de aguas subterráneas. El diseño minero subterráneo como un diseño que EVITA el impacto paisajístico y la localización subterránea de las trituración primaria y medios de transporte debe considerarse como un diseño que reduce el impacto a la atmósfera abierta de vibración, ruido y emisión de partículas.

Bajo este concepto, la orientación metodológica de este EIA se complementa con la concepción y diseño ambiental integral en el que podrán ser evaluadas las operaciones de mina, planta de beneficio, transporte mina-planta, y depósito de estériles de mina y relaves secos de beneficio, como operaciones que conllevan un manejo ambiental implícito orientadas a evitar y llevar el impacto a su mínimo posible reduciendo así el área de influencia espacial de estos.

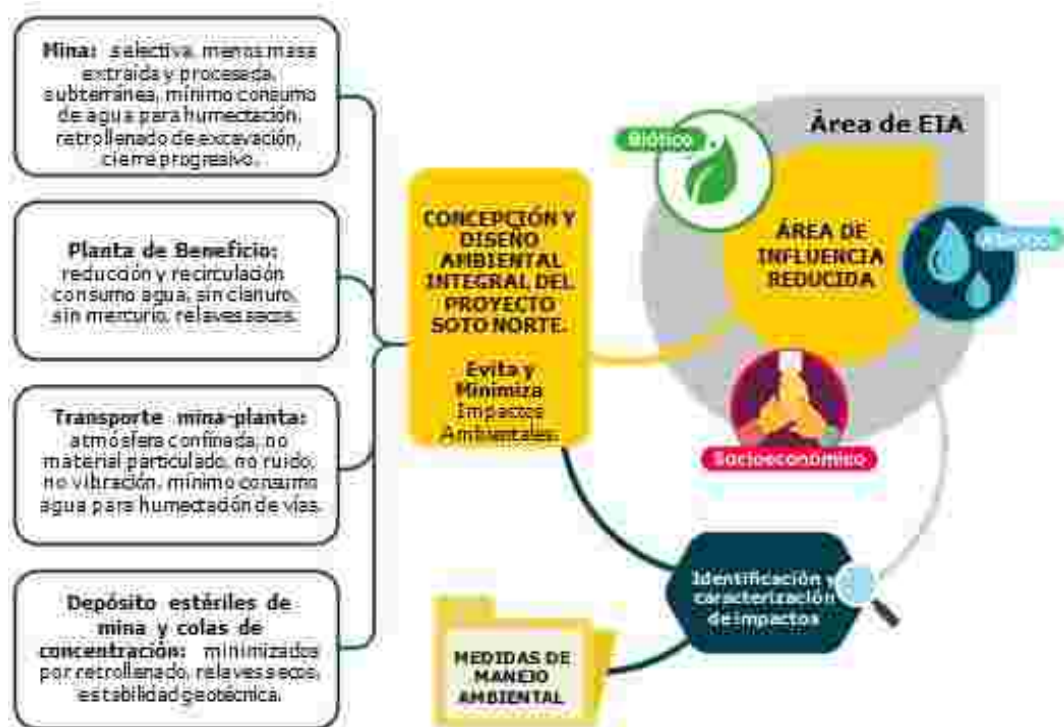


Figura 1.1 Concepción Ambiental de las Operaciones Mineras.
Fuente: SOCIEDAD MINERA DE SANTANDER, 2018

En este documento se presentan la definición del proyecto y el resultado de la evaluación ambiental. Sin embargo, el resultado del Estudio de Impacto Ambiental (EIA) obedece a un proceso iterativo que sigue los principios del método de la *Jerarquía de la Mitigación (Mitigation Hierarchy)*; método considerado como una buena práctica para el desarrollo de proyecto en la industria minera e impulsado por entidades como la EP (Asociación de Principios de Ecuador), IPIECA (asociación mundial del sector del petróleo y el gas especializada en cuestiones medioambientales y sociales) e ICM (Consejo Internacional de Minería y Metales). El método asegura que se incorporen criterios y variables socio-ambientales al proyecto desde la concepción del mismo, haciendo énfasis en evitar impactos sobre la biodiversidad y los servicios ecosistémicos. En caso que la evaluación ambiental determine que persisten impactos pese a las acciones preventivas, se orienta el esfuerzo a minimizarlos incorporando medidas adicionales desde los diseños. En caso de que a pesar de las medidas antes mencionadas se mantengan los impactos se establecen medidas especiales y direccionadas de corrección y/o compensación (que hacen parte del Plan de Manejo Ambiental – PMA).

Para la preparación de esta propuesta (EIA), MINESA ha realizado un esfuerzo interdisciplinario que ha contado con la participación de profesionales y técnicos de diversas firmas a nivel nacional e internacional para la recolección de datos, preparación de estudios técnico-científicos independientes que soportan la evaluación ambiental, y la instalación en el suelo de una red completa de herramientas que soportan su investigación y estudios.

El proyecto Soto Norte ha despertado inquietudes, preocupaciones, expectativas que incluso han llegado a acciones, en los diversos grupos de interés; este fenómeno ha llevado a que MINESA asuma y plantee un diálogo abierto con actores de todo tipo (desde las comunidades, líderes y agrupaciones del área de influencia hasta actores interesados, instituciones y autoridades por fuera del área de influencia). Implementando métodos de participación y comunicación innovadores; se ha invertido el mayor tiempo y se ha hecho el esfuerzo para divulgar, informar y conseguir la participación activa de comunidades y actores dentro y fuera del área de influencia. Con una estrategia de comunicación continua, que cuenta con diversos canales de interacción (presencial, virtual, etc.) y que recoge ocho momentos de participación que han permitido identificar una cantidad importante, además de relevante, de inquietudes, preguntas y sugerencias. La participación activa aseguró que el proyecto, desde su planteamiento técnico hasta la evaluación socioambiental y la formulación de su plan de manejo cuente con la retroalimentación de la comunidad del área de influencia, recomendaciones de expertos y otros actores interesados y/o alineamiento con autoridades y líderes locales, regionales y nacionales.

Se resalta el grado de entendimiento y conocimiento alcanzado por varios grupos de interés, específicamente dentro del área de influencia. Esta condición fue imperativa en la formulación del plan de manejo ambiental (PMA) planteado en este documento EIA. La construcción del PMA refleja el proceso participativo que se realizó con líderes y comunidades locales, proceso que en sus inicios consistió en el intercambio de información y que culminó con un proceso participativo y de concertación.

La visión territorial del proyecto Soto Norte.

Aunque en un sentido exegético la evaluación ambiental se base en los términos de referencia y las metodológicas de distintos conocimientos, para identificar las características del proyecto, sus impactos, áreas de influencia y medidas de manejo; el proyecto Soto Norte, en coherencia con el alcance que prevé el Estado colombiano, ha dado énfasis en sus actividades de socialización y participación con las comunidades y autoridades del área de influencia, con el propósito de concebir el proyecto en el marco de una visión territorial, en la cual las expectativas de las comunidades y autoridades locales frente a los impactos y los beneficios desde el proyecto minero, tienen un papel fundamental en la valoración social, por lo que presenta a continuación la visión territorial del proyecto Soto Norte basado en tres ejes estructurantes.

En concordancia con lo anterior, el mismo plan de manejo ambiental, enmarcado en el presente EIA, utiliza como marco referencia los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS). Más allá de propender por evitar, mitigar, corregir o compensar impactos, el PMA propuesto por el proyecto Soto Norte está direccionado al desarrollo del territorio y específicamente apunta a la implementación de acciones concretas direccionadas a la mejora de los indicadores establecidos en el Conpes 3918 (Marzo 2018), Departamento Nacional de Planeación, que determina la hoja de ruta para el cumplimiento de los ODS para el año 2030 en Colombia.

La tradición minera de las comunidades.

A partir de la investigación socioeconómica sobre la importancia de los antecedentes de la minería de oro y plata como elemento histórico y articulador en la construcción territorial de muchas de las comunidades de la provincia de Soto Norte, el proyecto de MINESA ha venido haciendo ejercicios de socialización y participación en el cual se concibe como un actor territorial que se visualiza a largo plazo en la región.

Un aspecto importante identificado en este proceso es la visión de que la tradición minera no ha encontrado la oportunidad de una modernización tecnológica ni un desarrollo económico acorde con el potencial minero de la región, reduciéndose el concepto de minería tradicional a espacios limitados en la capacidad técnica de los métodos mineros; la deficiencia en la gestión ambiental y de seguridad, y la informalidad laboral de los trabajadores.

Las carencias identificadas en este modelo se han traducido en la incapacidad para generar riqueza a partir de la práctica de la minería, que pueda reconvertirse en modelos territoriales de bienestar social. En este contexto de minería local y proyectos de gran minería que no se han concretado, el proyecto Soto Norte se concibe con los más altos estándares internacionales actuales de la minería de metales preciosos, que concuerdan con las exigencias mineras y ambientales de la legislación colombiana, como son el no uso de mercurio, la mecanización de la operación, la implementación de un plan de cierre y monitoreo poscierre, y una rigurosa gestión ambiental y del riesgo. Aspectos que no solo dan adecuado soporte al proyecto Soto Norte, sino que se ponen en función de la sostenibilidad social, económica y ambiental de la región al constituirse como un actor territorial.

Se entiende el proyecto como la oportunidad de adaptación tecnológica y de prácticas de gestión social, en un modelo de valor compartido con la pequeña minería local pero tecnificada.

El proyecto Soto Norte comparte con las comunidades de mineros tradicionales y el Estado colombiano su interés de generar modelos de desarrollo en función del aprovechamiento del recurso minero, lo cual hace necesario que MINESA configure los elementos para una sostenibilidad territorial con las prácticas económicas tradicionales, de manera que los beneficios del proyecto y la gestión de riesgos que conlleva su adecuada inversión, tengan la visión de un

valor compartido, en tanto que la sostenibilidad territorial conlleva la sostenibilidad del proyecto Soto Norte. Esta es una oportunidad para promover el desarrollo de la minería local en un escenario de coexistencia y formalidad, en el cual se presenten buenas prácticas de minería.

En este sentido, el proyecto está conceptualmente definido para hacer un control de impactos ambientales y gestión de riesgo que soporten los indicadores socioambientales. La identificación de pasivos ambientales y áreas de vulnerables en la zonificación ambiental del área de influencia, así como la identificación e inclusión de zonificaciones de los Esquemas de Ordenamiento Territorial y POMCA, evidencian el propósito y responsabilidad de MINESA de mantener la relación del proyecto con el ordenamiento y los planes de desarrollo territoriales, aspecto que se concreta aún más en el PMA. El proyecto se ubica en un contexto en el que la concepción territorial es una oportunidad para el ordenamiento minero del territorio.

La gestión integral del agua.

El segundo elemento corresponde a la gestión del recurso hídrico como elemento ecosistémico principal, en donde el agua es un eje de relacionamiento entre comunidades de las cuencas hidrográficas, para esto el Proyecto Soto Norte ha concebido un diseño minero y un plan de manejo ambiental, en el que el cuidado del agua y la extracción de metales preciosos logran coexistir.

Esto se evidencia en la gestión del proyecto. En primer lugar en los diseños de minería subterránea y de la planta de beneficio del mineral que están orientados a llevar al mínimo posible el área de influencia y evitar al máximo posible la afectación del recurso hídrico. En segundo lugar, manteniendo los impactos hídricos dentro del área de influencia e implementar una adecuada gestión de los impactos por medio de medidas de manejo ambiental. En tercer lugar se logra la no afectación de funciones ecosistémicas y de bienes y servicios ambientales de áreas vecinas (como el abastecimiento de agua en Bucaramanga, aguas abajo, y la zona de páramo aguas arriba), durante las diferentes fases del proyecto. Esta conceptualización puede verse en detalle y a nivel de diseño en los diferentes capítulos de este EIA.

De otro lado, la implementación de compensaciones de acuerdo con el Manual de Compensación del Componente Biótico, además de sus funciones de restituir capacidad de bienes y servicios ecosistémicos afectados en el área de influencia, representa una oportunidad para el ordenamiento ambiental, con efectos en indicadores ambientales y de regulación del recurso hídrico.

La inversión del 1% del valor del proyecto de más de 44 mil millones de pesos en la calidad del recurso hídrico de la cuenca del río Surata, constituye un eje fundante que debe ser articulado a otros ejercicios de mejoramiento, planeación y ordenamiento de la sostenibilidad de la cuenca hídrica.

La articulación de la minería al desarrollo y ordenamiento territorial.

En cuanto a este aspecto, desde sus objetivos corporativos y empresariales MINESA comparte los objetivos de la política pública en materia de minería que a nivel local y regional son los de generar desarrollo y bienestar social.

La articulación del proyecto Soto Norte con los planes de desarrollo municipales, regionales y nacionales es una prioridad para sus fines de sostenibilidad social. Consciente de que ello implica temas que van más allá de la órbita empresarial y de sus responsabilidades en la gestión socioambiental, y que inciden en la percepción de las comunidades y autoridades sobre los beneficios reales del proyecto para la sostenibilidad y desarrollo territorial, especialmente a nivel local, MINESA reconoce que esto representa retos en la coordinación entre entidades estatales y el proyecto.

MINESA tiene el imperativo, como actor empresarial en la Provincia de Soto Norte, de involucrarse, de manera directa y a largo plazo, en el manejo responsable del medio ambiente, en participar en la gestión del ordenamiento territorial local y regional, y en la prevención y gestión del riesgo de desastres del área de influencia del proyecto Soto Norte. Por tanto participa en los procesos de conocimiento, ordenamiento y gestión del territorio, en coordinación con las autoridades locales, regionales y nacionales y acorde al alcance de sus competencias como titular del proyecto Soto Norte.

MINESA identifica que más allá de las obligaciones de pago de contraprestaciones económicas (regalías), medidas de manejo y compensaciones e inversiones ambientales obligatorias, obligaciones de pagos de impuestos, obligaciones laborales, existe una oportunidad de generar sinergias de desarrollo, por lo que cada una de sus acciones se sustenta en ello.

MINESA es consciente de su compromiso de participar en el desarrollo local y regional y de la articulación con las comunidades, por medio de sus planes de gestión social, su política de responsabilidad social empresarial y su visión de valor compartido territorial.

Términos de Referencia para Elaboración de Estudios de Impacto Ambiental y Antecedentes del trámite.

En el año 2016 ANLA emitió Términos de Referencia específicos como instrumento orientador para el EIA del proyecto Soto Norte. Sin embargo, en el año 2017 entró en efecto después de un periodo de transición, nuevos términos de referencia para la Elaboración del Estudios de Impacto Ambiental – EIA – Proyectos de Explotación Minera, emitidos por la ANLA mediante Decreto 2206 (diciembre 2016). El presente EIA fue desarrollado teniendo en cuenta ambos lineamientos, dando cumplimiento a los requerimientos allí descritos. Además dichos términos de referencia fueron *“adaptados a la magnitud y particularidades del proyecto, sus fases de desarrollo y a las características ambientales regionales y locales en donde se pretende desarrollar”*, según se expresa en los documentos ANLA (Consideraciones Generales para la Presentación del Estudio).

Con el propósito de obtener la Licencia Ambiental para el proyecto, el día 28 de agosto del año 2017, MINESA radicó el Estudio de Impacto Ambiental ante la Autoridad Nacional de Licencias Ambientales - ANLA; la autoridad ambiental emitió Auto de Inicio del trámite de evaluación con número 3836 del 31 de agosto de 2017. Posteriormente se realizaron visitas de reconocimiento por parte de especialistas de esta Autoridad, entre los meses de septiembre y noviembre 2017.

Los días 5 y 6 de diciembre del mismo año, en instalaciones de la ANLA, se realizó la reunión de solicitud de información adicional al EIA radicado el 28 de agosto del año 2017.

Producto de la reunión se emitió ACTA No 98 de 2017 - ACTA DE LA REUNIÓN DE INFORMACIÓN ADICIONAL EN EL MARCO DEL TRÁMITE DE LICENCIA AMBIENTAL DEL PROYECTO “EXPLOTACIÓN SUBTERRÁNEA DE MINERALES AUROARGENTÍFEROS SOTO NORTE”. MINESA radicó el 5 de febrero de 2018, el EIA con los contenidos adicionales; sin embargo, en el mes de marzo 2018, desistió del proceso; posteriormente, y mediante Auto No 1026 del 13 de marzo 2018, la ANLA se pronunció aceptando el desistimiento por parte de MINESA. Esta decisión se soportó en la necesidad de evidenciar algunos ajustes al diseño del proyecto Soto Norte y el fortalecimiento del PMA.

Desde ese momento MINESA ha implementado esfuerzos para ajustar la definición del proyecto y así prevenir impactos y mejorar medidas de mitigación, corrección y/o compensación. Este nuevo EIA refleja esas mejoras, refuerza análisis que soportan la evaluación ambiental y establece una nueva propuesta de manejo socioambiental, enfocada al territorio en su integralidad, considerando

los aspectos físicos, bióticos y sociales. Cabe resaltar la relevancia que han tenido las inquietudes, sugerencias y comentarios de los diversos actores interesados que se han expresado frente al proyecto o con quienes se ha realizado el proceso participativo. Esas han moldeado la definición del proyecto, la evaluación ambiental y la formulación del plan de manejo ambiental planteado y reflejado en este documento – EIA.

Documento Estudio de Impacto Ambiental Soto Norte.

La evaluación ambiental del proyecto Soto Norte ha requerido de un esfuerzo que supera el promedio, y que ha requerido mayores actividades multidisciplinaria. Si bien el estudio de impacto ambiental se realizó durante un periodo mayor a dos años, el mismo recoge y analiza información directa que en algunos casos supera la década. Además la misma evaluación plantea retos de gran importancia para el proyecto y los análisis requeridos para soportarla. Se requirieron estudios con alto grado de especialización enfocados principalmente a temas relacionados con aguas superficiales y subterráneas, ecosistemas terrestres y acuáticos y temas socio-económicos y culturales, la mayoría de los cuales son parte de este documento y están incorporados como anexos al estudio.

Cabe resaltar que la evaluación ambiental del proyecto Soto Norte requirió el estudio de áreas amplias y que trascienden los límites del área de influencia resultantes de la misma evaluación. Esto permitió construir modelos amplios y suficientes para entender dinámicas hidrológicas, hidrogeológicas, dinámicas relacionadas con los ecosistemas de alta montaña y páramo y las dinámicas sociales y culturales. De esta forma se identificó el alcance de los impactos ocasionados por las actividades del proyecto.

Si bien la estructura y contenido del presente documento obedece a aquella que determina la normatividad vigente para la presentación de este tipo de estudios y documentos y si bien su contenido lo conforman temas específicos su lectura debe sobrepasar capítulos y temas específicos. Se recomienda una lectura integrada y completa, partiendo de una visión de territorio que resulte en el entendimiento integrado del mismo.

Reconociendo la cantidad de información y la complejidad de la evaluación ambiental requerida el presente documento incorpora herramientas útiles que facilitan su navegación y entendimiento. Se incorporó un “*mapa mental*” en la portada de cada capítulo y subcapítulo que ubica al lector. En el EIA y que gráficamente muestra otros capítulos que soportan o relacionan información con aquel que se está leyendo. Por otra parte se realizó un esfuerzo adicional en capítulos y subcapítulos claves para resumir resultados, presentar conclusiones e indicar otros temas relacionados.

Para el caso del medio abiótico y a manera de ejemplo, para entender los resultados del modelo hidrogeológico que soportan el área de influencia abiótica, se requiere entender y conocer la base conceptual (modelo hidrogeológico conceptual), que se basa en la geología, hidráulica, hidrología e hidrogeoquímica del territorio. El mismo modelo hidrogeológico confirma que las aguas subterráneas que se relacionan con la mina subterránea son diferentes a las que sustentan el ecosistema páramo y que no hay impacto sobre ese ecosistema por causa del proyecto.

Para el medio biótico, por ejemplo, es indispensable familiarizarse con el estado actual de las coberturas vegetales y ecosistemas terrestres, la conectividad e integridad ecológico, el clima, la topografía (elevación sobre el nivel del mar), la hidrología, las actividades económicas y antrópicas (ganadería y minería informal) entre otros aspectos para entender el comportamiento presente y futuro de los ecosistemas de alta montaña, entre ellos el páramo. El análisis integrado concluye en la evaluación ambiental que las actividades del proyecto no afectan el ecosistema páramo. Del mismo modo da herramientas suficientes para plantear compensaciones y planes de manejo, enfocados a fortalecerlo.

Por su parte para el medio socioeconómico, es fundamental entender las dimensiones culturales, político organizativas, actividades económicas, el entorno físico y las dinámicas y conflictos sociales actuales entender como asumen las comunidades su territorio y entender las oportunidades y falencias que presenta el mismo (servicios ecosistémicos). Sólo después del entendimiento profundo de la relación comunidad territorio se entenderá la metodología y contexto del proceso de participación implementado por MINESA para el desarrollo del estudio de impacto ambiental y para fortalecer su presencia en el territorio como un actor de importancia en el mismo. Sólo bajo este conocimiento se logra entender el planteamiento diferencial e incluyente de los programas del PMA (amparado y concebido en el marco del Conpes 3918, hoja de ruta para el cumplimiento de los Objetivos de Desarrollo Sostenible a 2030). Para mencionar algunos programas: coexistencia minera (*Coexistencia*), coexistencia agrícola (*Mi Campo*), emprendimientos (*Mi Empresa*), jóvenes (*Nuestro Presente Nuestro Futuro*), Mujeres (Nuevas Relaciones Nuevo Soto Norte), educación ambiental a niñez (*Nuestro Ambiente*), inversión a infraestructura polivalente y sostenible (*Mi Territorio*), cultura y prácticas identitarias (*Orgullosamente Californiano y Surateño*).

El documento EIA que se presenta a continuación es interesante, con un alto nivel investigativo y científico, íntegro, multidisciplinar, interdisciplinar, que recoge la realidad del territorio y que plantea y sustenta el desarrollo de un proyecto minero que propone transformar y revolucionar el territorio respetando su pasado, tradición, cultura y características ecosistémicas.

El siguiente Resumen Ejecutivo del Estudio de Impacto Ambiental contiene la información necesaria para entender los elementos principales del proyecto (localización, características de obras y métodos constructivos y de explotación, criterios de diseño, entre otros), sus fases de desarrollo, las particularidades de cada medio, el proceso y resultado de la evaluación ambiental (incluyendo la determinación del área de influencia y la zonificación), la propuesta del plan de manejo ambiental y otros elementos importante para entender el territorio y los resultados del estudio. El Resumen Ejecutivo se presenta siguiendo la estructura del propio documento EIA, obedeciendo a cada uno de los capítulos que confirman el documento.

1 SÍNTESIS DEL PROYECTO

El Proyecto de Explotación Subterránea de Minerales Auroargentíferos “Soto Norte” (en adelante denominado proyecto Soto Norte) se encuentra ubicado a 5 km de la cabecera del municipio de California, en dirección NE por carretera sin pavimentar. En el marco regional se encuentra al noreste del territorio colombiano, aproximadamente a 470 km al noreste de Bogotá por carretera (300 km en línea recta) y 60 km al noreste de Bucaramanga por carretera (32 km en línea recta), capital del departamento de Santander; en la parte oriental del Macizo de Santander, Cordillera de los Andes.

La Sociedad Minera de Santander (MINESA) está comprometida con la minería bien hecha, lo cual se expresa en el diseño del proyecto Soto Norte que se describe a continuación:

En reconocimiento de la riqueza natural, cultural y social de la provincia Soto Norte, MINESA ha diseñado el proyecto enfocado en la prevención, mitigación y/o compensación de los impactos ambientales y sociales que pueda generar, buscando la coexistencia con el entorno.

El proyecto Soto Norte está por fuera de los límites del Páramo de Santurbán.

La operación minera está diseñada para extraer alrededor de 2,6 millones de toneladas (Mt) de mineral útil al año, para una producción promedio anual de 410.000 onzas de oro en concentrados polimetálicos.

Consecuente con la responsabilidad ambiental, MINESA ejecutará el proyecto Soto Norte bajo un modelo de minería moderna de alta precisión y un proceso eficiente de beneficio, permitiendo un uso responsable de los recursos naturales y reduciendo los impactos sobre los diferentes componentes de los medios (abiótico, biótico y socioeconómico).

En concordancia con lo anterior, el diseño del proyecto responde a la menor afectación posible en superficie, representada en un total de 161,97 ha de intervención para la construcción de vías de acceso, portales de la mina y los túneles, campamentos, planta de beneficio, depósitos de almacenamiento de sobrantes (relaves secos, estéril y suelos) y demás infraestructura de apoyo. Los portales a la mina subterránea, se ubicarán en el municipio de California, el cual cuenta con amplia tradición minera ancestral integrada a la cultura y economía locales. La infraestructura de beneficio, apoyo y el depósito de relaves secos y material estéril se ubicarán en área rural de Suratá, en sitios seleccionados cuidadosamente de manera que también se permita una reducción de los impactos ambientales y sociales.

Para la construcción y operación de la mina subterránea se excavarán aproximadamente 68 Mt de roca, de las cuales un 79% corresponde a mineral útil y un 21% a material estéril sobrante. Este balance de materiales es propio de un minado selectivo.

Desde el inicio de la fase de operación, se implementará el relleno progresivo de la mina con pasta de cemento y materiales sobrantes de la operación, lo cual permitirá mantener la estabilidad del terreno, reducir la infiltración de agua subterránea, limitar la alteración en la calidad de agua e iniciar el cierre de mina desde el primer día de producción.

El transporte de materiales, redes de suministro y drenaje entre la mina y la planta, se hará a través de dos túneles gemelos de aproximadamente 5,6 km de longitud, asegurando la no alteración de la calidad del aire, y la reducción de los niveles de ruido, consumo de agua y energía, e impactos en la vegetación y el suelo.

MINESA reconoce que al construir la mina y los túneles se presentará infiltración de agua subterránea y para reducir esta infiltración en más de un 90%, la mina contempla la aplicación de inyecciones de cemento a través de perforaciones en las rocas. Esta técnica estándar de la industria civil y minera permite sellar las excavaciones y mejorar la estabilidad de la mina, promoviendo una operación segura que salvaguarda a nuestros colaboradores y reduce los impactos ambientales.

La planta de beneficio se encuentra localizada en el área rural del municipio de Suratá y ocupa aproximadamente 7,2 hectáreas (ha). Está diseñada para producir concentrados polimetálicos de dos tipos, 1) concentrado de sulfuros de cobre y 2) concentrado de pirita, los cuales se obtendrán sin el uso de cianuro ni mercurio, mediante fases de molienda y flotación para lo cual se reutilizará más del 90% del agua. La planta tendrá la capacidad de procesar 7.000 toneladas diarias de roca mineralizada.

El proyecto Soto Norte tendrá un área para el manejo de materiales sobrantes del proceso de beneficio (que se conocen como relaves, en este caso secos) y de la construcción de la mina (conocidos como material estéril). La ubicación de esta área, también se eligió buscando la reducción de impactos ambientales teniendo en cuenta los siguientes factores: tamaño del área de intervención, potenciales impactos a la comunidad, inclinación y estabilidad del terreno, altura del dique de contención, accesos requeridos, área de la subcuenca y caudal de la corriente de agua. La instalación contará con canales para manejo de agua lluvia, e impermeabilización en el fondo que permite aislar el material depositado del suelo y además recoger el agua que entra en contacto con los materiales y llevarla a los sistemas de tratamiento.

El depósito de relaves secos (DRS) se ubica en el sector de Caneyes (Suratá), y tendrá un área total de 59,9 hectáreas (ha) de intervención, ocupando un 38% de la subcuenca de la quebrada Caneyes, la cual tiene un total de 156,1 ha. Esta instalación tendrá la capacidad de almacenar 34 Mt de relaves y roca sobrante (estéril). Reconociendo la existencia de un cuerpo de agua, MINESA ha incluido criterios de diseño para reducir el impacto y garantizar que el flujo de agua no se interrumpa de la Quebrada Caneyes. Para prevenir una posible contaminación del suelo y de las aguas, el diseño contempla la instalación de una capa aislante para impermeabilizar el fondo del depósito; así mismo, consideró otros aspectos relevantes como las zanjas de canalización de agua lluvia alrededor del sitio, y los sub-drenajes debajo del depósito para permitir el flujo libre del agua en el área ocupada de la quebrada.

El 55% de los relaves del proceso de beneficio serán filtrados para reducir su contenido de humedad, para luego almacenarlos y compactarlos en forma de arena seca, reduciendo el espacio necesario para su disposición y controlando la estabilidad del terreno. La humedad que sale del filtrado de relaves es recirculada a la planta de beneficio haciendo un uso eficiente de la misma.

El 45% restante de los relaves del proceso de beneficio y un porcentaje de la roca estéril de la mina, serán reutilizados en el retrolleado, de forma que se disminuyen las áreas de almacenamiento de sobrantes en superficie, se mantiene la estabilidad del terreno y se realiza un cierre de mina paralelo a la operación para recuperar progresivamente los niveles de agua subterránea.

El proyecto requerirá el uso de hasta 27,5 litros por segundo (L/s) de agua del río Suratá, en especial para trabajos de construcción de obras en los primeros 4 años y para consumo doméstico. Así mismo, el proyecto usará para la operación de mina y planta de beneficio, 27,5 L/s de agua subterránea de un máximo estimado de 294,4 L/s que se infiltraría a la mina y los túneles.

En el escenario de máxima operación, se estima que el proyecto usará hasta 35,5 L/s de agua superficial y subterránea para las labores de minado, beneficio mineral, riego de vías y consumo doméstico. En su totalidad, el agua captada por el proyecto, tanto superficial como subterránea, será tratada, previo al vertimiento, siguiendo los estándares ambientales regulados en el país, para

mantener el balance entre el recurso hídrico que entra y que sale del proyecto, de forma que no se afecte la cantidad ni la calidad de agua por fuera del área de influencia, garantizando que no se afectarán usuarios habitantes de otras regiones fuera del área de influencia, incluida la ciudad de Bucaramanga. Los usuarios, dentro del área de influencia que potencialmente puedan ser afectados, tendrán acceso permanente al recurso hídrico mediante la implementación de medidas de manejo establecidas en el plan de manejo ambiental propuesto en este documento (implementación de sistema de suministro de agua a nivel veredal).

Para el tratamiento de agua se usarán métodos especializados, los cuales permiten la remoción de los elementos químicos potencialmente riesgosos que ocurren de forma natural en las rocas (por ejemplo, selenio, plomo, cadmio, arsénico, etc.). Los lodos secos resultantes de tratamiento, serán manejados por un tercero certificado por las autoridades competentes, que garantice su cadena de custodia y disposición final.

A través de la minería moderna, de un proceso de beneficio eficiente y de los programas ambientales robustos del proyecto Soto Norte, MINESA honrará el voto de confianza dado por las comunidades y por las autoridades, con el compromiso de ejecutar la totalidad de los programas propuestos en el EIA para garantizar el manejo adecuado de los recursos, entre ellos el agua, y la convivencia responsable, transparente y armónica con los habitantes del área de influencia del proyecto Soto Norte.

2 FASES DE DESARROLLO

Las fases y actividades del proyecto son las siguientes:

- Pre construcción (Preparación): la primera fase del proyecto, con una duración mayor a 3 años, incluye todas las actividades previas realizadas hasta la obtención de la licencia ambiental. Se aclara que la actividad de adquisición de los predios se extenderá en razón a la implementación del PMA.
- Construcción
 - Infraestructura: se estima que la duración de esta fase será de 2 años.
 - Desarrollo: se ha contemplado que esta fase dure 2 años.
- Operación: esta fase se desarrollará en 21 años. Las principales actividades son: extracción del material, beneficio y tratamiento de relaves.
- Plan de cierre (Abandono, cierre y pos cierre): tiene una duración mínima de 12 años. Se realizará el desmantelamiento y la demolición de la infraestructura o la adecuación de construcciones que puedan ser útiles a futuro, y la estabilización de las áreas afectadas.

En la Figura 2.1 se muestra el diagrama de flujo de las fases expuestas anteriormente.

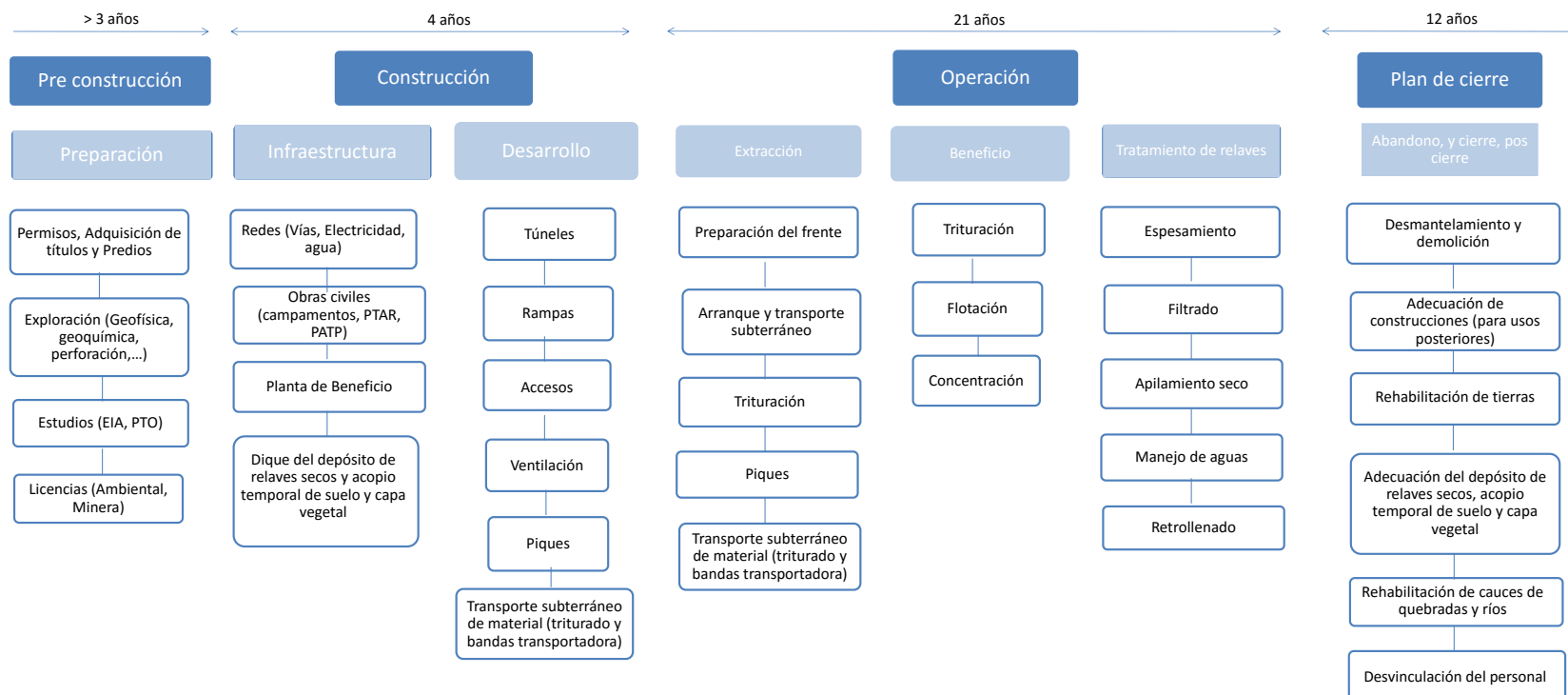


Figura 2.1 Flujo diagrama de las fases del proyecto Soto Norte
Fuente: Sociedad Minera de Santander, 2019

3 ÁREA DE INFLUENCIA

Para la identificación del área de influencia se parte de la definición dada por la Autoridad Nacional de Licencias Ambientales - ANLA donde se indica que: *"Es aquella en la que se manifiestan los impactos ambientales ocasionados por el desarrollo del proyecto, obra o actividad, sobre los medios abiótico, biótico y socioeconómico"* (ANLA, 2016).

Teniendo en cuenta que la manifestación de los impactos ambientales de un proyecto, obra o actividad, varían de un componente a otro y de una actividad a otra, resulta factible que en el proceso de identificación y delimitación del área de influencia se establezcan áreas de influencia por componente o medios.

Con base en lo mencionado anteriormente, para la definición del área de influencia de cada medio se analizó cada uno de los componentes en relación con la funcionalidad de ciertas unidades de análisis, las cuales fueron identificadas y delimitadas para cada uno de los medios, componentes o grupo de componentes; teniendo en cuenta los siguientes componentes en cada medio:

- medio abiótico (suelos, hidrología, hidrogeología y atmósfera),
- medio biótico (flora, fauna y hidrobiota)
- socioeconómico (demografía, espacial, económico, cultural, político - organizativo,
- arqueología).

Adicionalmente, se tuvo en cuenta la identificación y evaluación de los impactos ambientales por componentes de cada medio (Capítulo 8 Evaluación Ambiental).

A continuación, se presenta el análisis y conclusión para cada medio.

- Área de influencia abiótica

Como se mencionó anteriormente, el área de influencia del medio abiótico considera las unidades de análisis adoptadas dentro de cada uno de los componentes analizados (Suelos y uso de la tierra, Hidrogeología, Hidrología, Atmósfera) y dentro de éstas, los impactos identificados en este medio. Teniendo en cuenta que el área de influencia del componente de hidrología es la envolvente de las demás unidades analizadas en el medio abiótico. A continuación, se resaltan las consideraciones más importantes tenidas en cuenta para su delimitación:

Subcuencas afluentes al río Suratá donde se encuentran localizadas la presa de relaves secos (Qda Caneyes), piscina de sedimentación (Qda Bochalema), áreas administrativas y trazado de vías, subcuencas de la margen derecha del río Vetás, aguas abajo de la confluencia con la Quebrada La Baja que son intersectadas por infraestructura superficial y la proyección en superficie de la infraestructura subterránea del proyecto (Qda San Francisco), subcuencas de la Quebrada La Baja donde se observa reducción del flujo base superior a 5% y la proyección en superficie del alineamiento de los túneles (Qda Agualimpia). Adicionalmente, en los cauces de las Quebradas Chicaguá, San Antonio, Las Ánimas y San Juan se delimitaron las microcuencas que presentaría disminución del flujo base, en los cauces de las quebradas NN3, Barrientos, Angosturas y Páez se delimitaron las microcuencas aferentes a la huella del proyecto y en los cauces de las Quebradas San Lino y La Catalina no se presenta alteración del flujo base pero se delimitaron las microcuencas que representan en superficie las áreas de drenaje subterráneo aferentes y microcuencas de la Quebrada Aserradero.

Es importante resaltar que en el componente hidrológico se tuvo en cuenta la longitud de influencia asociada a los vertimientos (Qda La Baja y Río Suratá), con base en la definición ANLA, 2012 *"la longitud de influencia corresponde a la longitud sobre el cuerpo de aguas abajo del punto de vertimiento que se considera directamente afectada por la descarga de aguas residuales"*.

Así mismo, se tuvo en cuenta la reducción de los aportes de flujo base (aportes de aguas subterráneas) a corrientes superficiales causado por el abatimiento de los niveles freáticos. Es decir se consideró dentro del área de influencia la manifestación en superficie de cualquier alteración a las aguas subterráneas.

La evaluación ambiental del medio abiótico determinó que el límite de la misma en su cota (elevación m.s.n.m.) más baja corresponde al sitio conocido como puente Pánaga, justo aguas abajo del punto de confluencia de los ríos Suratá y Vetas. En ese punto geográfico la cantidad y calidad del recurso hídrico no sufre modificaciones (impactos) debido al proyecto. Cabe resaltar que aguas abajo de este punto, usuarios del recurso hídrico no serán impactados (entre ellos la bocatoma de la planta de tratamiento de agua de Bosconia, que surte de agua cruda a la planta y que surte de agua potable a la ciudad de Bucaramanga).

Por otro lado los análisis hidrológicos e hidrogeológicos desarrollados para la evaluación ambiental del componente abiótico demostraron que las posibles modificaciones al comportamiento de aguas superficiales y subterráneas causadas por el proyecto no trascienden al ecosistema páramo. Este resultado está soportado a lo largo del documento en consideración a las condiciones geológicas, hidrogeológicas e hidrológicas que soportan el modelo conceptual y numérico hidrogeológico. Además soportado con una amplia gama de muestreos directos de investigaciones geológicas, niveles freáticos, hidrogeoquímica, isotopía, entre otros.

- Área de influencia biótica

La delimitación del área de influencia del medio biótico se basó en el entendimiento de las condiciones ecosistémicas y de las modificaciones espaciales y temporales que llegasen a ocurrir sobre los diferentes componentes del medio, por cuenta de la construcción y operación del proyecto. En este contexto las modificaciones tangibles e intangibles, se enmarcan en unidades de análisis (microcuencas y límites de fragmentos de vegetación natural) que corresponden a espacios en los que la funcionalidad y estructura pueden ser alteradas.

Con base en lo anterior el área de influencia del medio biótico considera como unidades de análisis las coberturas, subcuencas y microcuencas. Dentro de éstas los impactos al medio biótico, compartiendo en algunas cosas la delimitación de área de influencia definida en el componente abiótico (casos en que el límite coincide con aquel de las microcuencas). En el sector occidental y sur occidental con el río Vetas, hasta la confluencia con la quebrada la Baja; por el sur oriente el límite son las microcuencas y por el oriente, el límite comprende a las coberturas antrópicas que corresponden a la infraestructura existente (vías y áreas desnudas de exploraciones mineras de proyectos varios, en donde no se localiza MINESA).

La delimitación del área de influencia fue el marco que orientó la concepción del proyecto en el emplazamiento de sus obras y en sus actividades operativas en función del entendimiento de las potenciales afectaciones ambientales. El área de influencia resultante fue producto de la optimización del proyecto (ver descripción del proyecto) teniendo como criterio no aceptar impactos, sobre los ecosistemas de alta montaña. Como aspecto principal modificado y optimizado durante la definición del proyecto se encuentra la eliminación del depósito de material estéril de Aserradero.

Se resalta que para el entendimiento de las condiciones, funciones y características de los ecosistemas que rodean el proyecto se realizaron estudios especializados de conectividad e integridad ecológica de un área mucho mayor al área de influencia y específicamente enfocada a los ecosistemas de alta montaña (incluido el ecosistema de páramo). Al analizar la dinámica ecosistémica de más de 10 mil hectáreas se evidenció que las actividades propias del proyecto no causan impacto sobre este ecosistema.

- Área de influencia socioeconómica

A partir del entendimiento de las dinámicas socioeconómicas y cómo estas se pueden ver afectadas por las actividades del proyecto se identificaron las unidades territoriales que recibirían los impactos. Es así como se determina el límite del área de influencia desde la dimensión político-administrativa. Por lo tanto, se han utilizado los límites de las unidades territoriales y de los entes territoriales, contenidos y definidos en los Esquemas de Ordenamiento Territorial (EOT) de los municipios de California y Suratá ver Figura 3.1, Figura 3.2 y Figura 3.3 .

Las unidades territoriales que conforman el área de influencia socioeconómica se identifican: para el municipio de California las veredas Angosturas, La Baja y Centro, además de la cabecera municipal y para el municipio de Suratá las veredas Nueva Vereda, San Francisco y Pánaga, junto con su cabecera municipal.

Los dos municipios son parte de la Provincia de Soto Norte y a pesar de ser vecinos y colindantes y evidenciar vínculos y relaciones importantes, poseen condiciones ambientales propias y algunas características conjuntas, que cruzadas con las dinámicas socioeconómicas particulares, establecen territorios diferentes. Las mismas condiciones climáticas, topográficas, disponibilidad de diferentes servicios ecosistémicos, acceso a lugares donde se encuentra mineralización de oro, entre otras condiciones determinan sus diferencias. En California se destaca la actividad minera mientras que en Suratá se destaca la actividad agrícola.

Como se mencionó anteriormente se incorporan al área de influencia las unidades territoriales donde se presentan los impactos generados por las actividades del proyecto. Siguiendo este criterio y la misma definición de impactos no se incluyen dentro del área de influencia otras unidades territoriales y/o centro poblados que a pesar de estar interesados en el proyecto no son impactados por el proyecto minero. Los análisis y evaluación ambiental de los tres medios (abiótico, biótico y socioeconómico) presentados en este EIA sustentan el alcance de los impactos y sustentan los límites del área de influencia de cada componente y cada medio.

Si bien los límites del área de influencia de los medios (abiótico, biótico y socioeconómico) pueden ser comunes en algunos casos, el análisis individual de componentes que conforma cada medio determinó la envolvente del área de influencia. Bajo esta condición cabe resaltar que no todos los impactos se presentan en la totalidad del área de influencia.



Figura 3.1 Localización General del Proyecto en Colombia
Fuente INGETEC, 2017



Figura 3.2 Localización General del Proyecto en el Departamento de Santander
Fuente INGETEC, 2017



Figura 3.3 Localización General del Proyecto en los Municipios de California y Suratá
Fuente INGETEC, 2017

En la Tabla 3.1, se presenta el área en hectáreas de cada una de las envolventes del área de influencia por medio. Cabe resaltar, a modo comparativo, que el área de intervención superficial (o huella) del proyecto es de 161.97 ha, lo que representa menos del 8% del área de influencia para los medios abiótico y biótico del 4% para el medio socioeconómico.

Tabla 3.1 Área de Influencia Envolvente para cada uno de los Medios

Medio	Área (ha)
Área de influencia abiótica	2,094.167
Área de influencia biótica	1,988.293
Área de influencia social	4,341.942
Envolvente resultante del cruce de las tres áreas de influencia	1,978.150

Fuente: INGETEC, 2018

4 CARACTERIZACIÓN ÁREA DE INFLUENCIA

4.1 MEDIO ABIÓTICO

4.1.1 Geología

A continuación, se presenta una síntesis de los aspectos geológicos identificados en el área del proyecto.

Estratigrafía y geología estructural

El área del Proyecto Soto Nortese encuentra localizada regionalmente al noreste del departamento de Santander, donde afloran rocas metamórficas agrupadas dentro del denominado Neis de Bucaramanga, cuyo protolito es sedimentario e ígneo y rocas sedimentarias de edad Cretácica, las cuales se presentan en fajas alargadas con dirección preferencial N-S y NNW, las cuales se encuentran afectadas por tectónica local, evidenciando en campo fallas locales, plegamientos y secuencias repetidas de unidades rocosas.

La secuencia estratigráfica se compone de rocas que cubren periodos desde el Precámbrico al Cenozoico donde se encuentra el Neis de Bucaramanga (pEn-pEa), la Formación Silgará (pDs), Tonalita (TRt), Alaskita (TRtal), Cuarzo Monzonita y Granito (JTRcg) las cuales son rocas de edad Paleozoica y rocas sedimentarias de edad Cretácica que corresponden a la Formación Tambor (Kita), Formación Rosa Blanca (Kir), Formación Paja (Kip), Formación Tablazo (Kit), Formación Simití (Kis), Formación La Luna (Ksl) y la Formación Umir (Ksu); cubiertas en algunos sectores por rocas cuaternarias que corresponden a depósitos de terraza y conos de deyección (Qtf), depósitos glaciales (Qg) y depósitos aluviales (Qal). A nivel de yacimiento se identificaron dos unidades de edad Neógena que corresponden a los Intrusivos Porfíricos del Mioceno Tardío (Npor) y las unidades Brecha Tectónica-Hidrotermal (Nbr) las cuales son las rocas de interés económico del proyecto.

Estructuralmente, la zona se encuentra enmarcada regionalmente en un sistema estructural con la Falla Bucaramanga-Santa Marta y la Falla Surata (cinturón de plegamiento y cabalgamiento) al oeste y la Falla Romeral-Cucutilla, Móngora y La Baja al este. También se observa en la zona deformación dúctil de las rocas del basamento identificadas en el bandeamiento del neis y la esquistosidad plana paralela observada en las fallas. A nivel local, el área se ha subdividido en seis (6) zonas estructurales que muestran las tendencias principales de las estructuras estudiadas en el área del yacimiento.

El contexto estructural del yacimiento mineral se enmarca en el escenario de una zona de extensión o splay que hace parte del sistema de la falla La Baja. Una parte de las estructuras modeladas corresponden a las zonas de las fallas principales de La Rosa y La Baja, y otras, se interpretan como Riedel sintéticas de desplazamiento dextral, las cuales tienen un componente tensional significativo, que generó una porosidad importante a través de la cual se transportaron y emplazaron los fluidos mineralizantes (Bonson para MINESA S.A., 2016).

Las estructuras de primer orden (F1) corresponde a las fallas La Rosa y La Baja, las de segundo orden (F2) a las estructuras Riedel sintéticas y las de tercer orden (F3) son estructuras que varían su dirección entre NW y NNE, y buzamiento moderado a fuerte.

Geoquímica del yacimiento

En la geoquímica del yacimiento se realizaron múltiples análisis y estudios donde se ejecutaron análisis químicos para las rocas presentes en la zona del yacimiento.

Caracterización geológica y mineralógica de las rocas

Para la caracterización geológica y mineralógica de estas rocas se tomaron 31 muestras, la cuales se encuentran distribuidas 27 en rocas intrusivas y 4 en rocas metamórficas. Estas muestras se recolectaron en afloramientos y núcleos de perforación, y se clasificaron en 6 grupos: neises leucocráticos y melanocráticos pertenecientes al Neis de Bucaramanga; intrusivos leucograníticos de grano medio denominados como Alaskita I; dioritas y granodioritas de composición intermedia; intrusivos leucograníticos denominados Alaskita II, los cuales cortan rocas de composición intermedia; pórfidos granodioríticos y rocas intermedias, de composición granodiorítica.

Clasificación mineralógica de las rocas

Se utilizó el diagrama de Streckeisen para rocas plutónicas y volcánicas para realizar la clasificación mineralógica de las rocas. En base a ello, se clasificaron las rocas ígneas del Mesozoico y Cenozoico presentes con el fin de determinar la serie y el grado de saturación de alúmina. De acuerdo con esto, se discriminaron las granodioritas como rocas metaluminosas, mientras los leucogranitos (Alaskita I y II) son fuertemente peraluminicos. La mayoría las rocas porfíricas del Mioceno son débilmente peraluminicas. La mayoría de las rocas pertenecen a series Calco-alcalinas con altos contenidos de K, y una minoría se localizan en el campo de la serie Shoshonítica, evidenciando un incremento en K debido a la alteración hidrotermal que presentan las rocas. Las rocas de composición intermedia (granodioritas) se localizan en el campo de las andesitas. Las rocas del Mioceno se exhiben en el límite de las andesitas y riodacitas/dacitas mientras los leucogranitos (Alaskita I y Alaskita II) se localizan en el campo de las riolitas y algunos en el límite con las riodacitas/dacitas.

Con el análisis de elementos menores y trazas (REE), se identificó que las rocas ígneas correspondientes al Magmatismo Triásico-Jurásico y Mioceno, son indicadoras de procesos petrogenéticos y del origen de la evolución del fundido. Todas las muestras analizadas exhiben un enriquecimiento en LREE (elementos de tierras raras ligeras), con mayor enriquecimiento en LREE en comparación con las HREE, lo cual indicia una fuente mantélica primitiva o enriquecida. Por otra parte, el enriquecimiento de las LREE es típico de rocas calco-alcalinas y de magmas producidos en un OIB (basaltos de islas oceánicas).

Para el Neis de Bucaramanga se realizaron análisis geoquímicos con los REE (2 para el leucosoma y 2 mesosoma), donde se encontró que las muestras se encuentran cerca del límite de los protolitos sedimentarios, otra en el límite del protolito sedimentario e ígneo, otra en el campo del protolito sedimentario y otra en el campo de los protolitos ígneos, indicando así el protolito original de estas rocas.

Tipos de alteraciones hidrotermales

Se reconocieron tres tipos de alteración hidrotermal en el área de estudio, tales como: zonas con alteración propilítica, alteración fílica, alteración argílica avanzada y por último zonas con alteración supérgena compuesta por asociaciones minerales debido a procesos de oxidación-lixivación.

Zonas oxidadas y no oxidadas

En el área se identificaron zonas oxidadas y no oxidadas que corresponden al análisis geológico y mineralógico de las rocas de la zona del Proyecto Soto Norte, se han identificado áreas de acuerdo al porcentaje de oxidación que presenta la roca en la zona por los minerales que la componen. Estas zonas presentan del 20 al 50% de oxidación, donde la mayor área se encuentra en entre el 20 y 30%.

Caracterización de volúmenes de material a ser generados y su distribución en las zonas de depósito

El material sobrante de la mina a lo largo del tiempo de operación (25 años), se clasifica en sobrantes provenientes de la roca estéril y la roca mena. En los dos primeros años, se tendrá el mayor volumen de generación de materiales sobrantes estériles y en los años 10 al 19 su volumen es casi constante, e inicia su disminución a partir del año 20 hasta llegar a nulo en el periodo de operación entre el año 23 al 25.

Para el material sobrante de mena, se observa que en los tres primeros años su volumen es muy poco comparado con el estéril y que en los años de operación 3, 5, 9 y 23 al 25 solo habrá material sobrante de mena.

Los materiales a disponer en la presa de relaves secos corresponden a un 21% proveniente de sobrante de mina y el 80% de sobrantes del proceso de relaves.

La caracterización de estos materiales a nivel de concentración de los elementos que lo componen se presenta detalladamente la Figura 5.1.40 y la Figura 5.1.42 de la geoquímica del yacimiento presentada en la línea base.

Análisis químicos para muestreo realizado en la zona del yacimiento

En la zona del yacimiento se realizó un muestreo con 128 muestras de roca y dos muestras de relaves, las cuales se distribuyen así:

- Neis (85 muestras)
- Minerales o roca de Grado Bajo (25 muestras)
- Anfibolita (11 muestras)
- Intrusivo (7 muestras)

Para estas muestras se realizó mineralogía y se estableció que las rocas de la mina presentan importantes cantidades de pirita en todos los tipos de roca residual y la mayor cantidad de pirita se encuentra en las rocas neísicas y rocas de bajo grado. Se observa ausencia significativa de minerales carbonatos neutralizantes como la calcita y la dolomita en todos los tipos de rocas y se identifican cantidades significativas de oxidación de sulfuro de hierro en todos los tipos de roca residual diferente a los anfíboles e importantes cantidades de minerales alterados y arcillas en todos los tipos de roca residual (es decir, presencia de proporciones significativas de moscovita, clorita, flogopita, hornblenda, biotita y talco).

Para los residuos de relaves, se estableció que la composición mineralógica es similar en los relaves de las zonas mineralizadas Mascota y Gigante. La composición mineralógica es equivalente en las fracciones de tamaño de partícula (es decir combinadas, +53 μ M y -53 μ M). Se encontraron bajas cantidades de pirita en los relaves. Se identificó la ausencia de una cantidad significativa de minerales netos de carbonato neutralizantes como la calcita en los relaves. Se identificaron cantidades significativas del producto de oxidación del sulfuro de hierro posterior

Jarosita en los relaves. Se observaron cantidades significativas de minerales de alteración en los relaves (es decir, presencia de proporciones significativas de moscovita).

Drenajes mineros ácidos (DMA)

Con las muestras tomadas en la zona de yacimiento se realizaron pruebas para identificar la presencia de drenajes ácidos en las muestras a depositar, para ello se llevó a cabo el balance ácido base (ABA), donde se deduce que el contenido de sulfuros es de moderado a alto para todos los tipos de roca residual, los valores de sulfato no son superiores al 8,5% del contenido total de azufre, lo que confirma que las muestras seleccionadas no habían sido objeto de una oxidación significativa de los sulfuros antes del ensayo. Se obtuvo un bajo contenido de carbonatos en todos los tipos de roca de desecho distintos de la anfibolita y todos los demás tipos de rocas, que no superó el 0,04%. Se observaron bajos valores de Sobek NP para todos los tipos de roca. Sobre la base de mineralogía y contenido de carbonato, la mayoría de NP para todos los tipos de roca es proporcionada por minerales de silicatos como muscovita, clorita, flogopita, hornblenda, biotita y talco. También se observó que la mayoría de los materiales de roca residual son PAG o inciertos. Para las muestras analizadas se obtuvieron:

1. Rocas Neisicas: PAG (64%), no PAG (25%) e incierto (11%).
2. Rocas Anfibolitas: PAG (64%), no PAG (18%) e incierto (18%).
3. Rocas Intrusivas: PAG (86%) y no PAG (14%).
4. Rocas de bajo contenido mineral: PAG (96%) y no PAG (4%).

En las muestras de los relaves se observa un alto contenido de azufre en sulfuros, los valores de azufre sulfato fueron menores que la detección, lo que confirma que las muestras seleccionadas no habían sido sometidas a una oxidación de sulfuro significativa antes del ensayo. El contenido de carbonato es bajo. Se observaron bajos valores de Sobek NP para todos los tipos de roca. Sobre la base de mineralogía y contenido de carbonato, la mayoría de NP para todos los tipos de roca es proporcionado por minerales de silicato (por ejemplo, muscovita); y en cuanto a la clasificación de drenaje de roca ácida (ARD), ambas muestras de relaves se clasificaron como PAG.

Potencial de generación de contaminantes lixiviados – Pruebas de lixiviación a corto y largo plazo
En el análisis de las muestras se identificó que el contacto a corto plazo del neis con la lluvia puede generar que el agua de contacto se eleve en los siguientes elementos: sulfato, arsénico, cadmio, cobre, hierro, níquel, zinc y acidez. El contacto a corto plazo de mineral de bajo grado con lluvia puede dar como resultado agua de contacto que se enriquece en cadmio, cobre, hierro, níquel, zinc y acidez. El contacto a corto plazo de los anfíboles con aguas de lluvia, puede generar un enriquecimiento en zinc. El contacto a corto plazo de las rocas intrusivas con aguas de lluvias puede dar como resultado agua de contacto que se enriquece en cobre, hierro, zinc y acidez. Y para las muestras de relaves es poco probable que el contacto a corto plazo de los relaves con la precipitación produzca aguas de contacto que estén elevadas en cualquier parámetro particular (es decir, metales, metaloides, salinidad y acidez del sulfato).

Identificación de contaminantes de interés

De acuerdo a la mineralogía de las rocas de la zona del yacimiento, se procedió a identificar aquellas fases minerales (mena o ganga) que podrían representar un riesgo a mediano y largo plazo por su potencial contaminante. Por consiguiente, se evidenció que los elementos contaminantes se relacionan principalmente con la presencia de sulfosales, seguidos de sulfuros y

en menor importancia, de minerales radioactivos. De acuerdo con el análisis estadístico a la base datos geoquímicos, los elementos potencialmente contaminantes observados en algunos sectores del yacimiento mineral son arsénico (As), bismuto (Bi), antimonio (Sb), zinc (Zn), plomo (Pb); Cadmio (Cd), Mercurio (Hg), Selenio (Se), Molibdeno (Mo) y Uranio (U).

4.1.2 Geomorfología

Las formas del terreno se establecieron conforme a la metodología del Servicio Geológico Colombiano (Carvajal, 2011). De acuerdo con esto, se identificaron los cinco ambientes morfogénéticos que corresponden a ambientes morfoestructurales (S) con geoformas asociadas a plegamientos y fallas; ambiente denudacional (D), correspondiente a la actividad de procesos erosivos hídricos, procesos de meteorización, erosión y remoción en masa, que se localizan sobre geoformas pre-existentes; ambiente fluvial (F), que corresponde a las geoformas generadas por procesos (erosión-sedimentación), generadas por corrientes de agua; ambiente glacial (G), correspondiente a geoformas originadas por los glaciares de alta montaña; y ambiente antropogénico(A), que son geoformas del terreno producto de la actividad del hombre que modifica la superficie natural.

Se identificaron 11 geoformas de ambiente denudacional, 5 que corresponden a ambiente estructural, 4 de ambiente fluvial, 3 de ambiente glacial y 1 de ambiente antropogénico, siendo las geoformas de ambiente denudacional las que ocupan mayor área en la zona del proyecto.

Como parte del análisis, se realizó una identificación de sectores que actualmente se encuentran afectados por procesos de remoción en masa y procesos erosivos, donde se identificaron 71 procesos localizados en el área de influencia abiótica. De estos procesos, 11 corresponden a meteorización de rocas, 37 a meteorización en masa, 17 a erosión pluvial y 7 a erosión antrópica. El análisis multitemporal se concentró en los procesos de remoción en masa y erosión para la evaluación de dichos procesos a lo largo del tiempo. Para ello se tomaron como referencia las fotografías del vuelo M-63, de la Faja 213-B/S-472 a escala 1:43.000, el vuelo C-2175 de la Faja 2/S-32623 a escala 1:32.450, el vuelo C-2579 sobre 85232 a escala 37.200 y finalmente, se tomó como última fecha la ortofoto del área del proyecto registrada para el año 2016.

En el análisis de estas imágenes, se identificó que el área del proyecto ha presentado a lo largo del tiempo zonas susceptibles a erosión con algunos procesos de remoción en masa aislados de origen torrencial ubicados en zonas de nacimiento de quebradas.

Para el análisis de susceptibilidad a procesos erosivos y de remoción en masa, se utilizaron los pesos asignados a cada componente establecidos teniendo en cuenta las metodologías modificadas del Servicio Geológico Colombiano (2012) y de Aguilar & Mendoza (2002), los cuales corresponden al 30% para morfografía-pendientes, 30% para geología, 20% para cobertura vegetal y 20% para isoyetas.

Con la aplicación de este método para el área del Proyecto Soto Norte se evaluó la susceptibilidad en un rango de 5 ponderaciones, encontrando solo tres grados de susceptibilidad a los movimientos en masa para el área: correspondientes a alta con un 27%, media, con un 72% y baja, con un 1%.

4.1.3 Paisaje

De acuerdo con las características de los elementos biofísicos y las actuaciones antrópicas presentes en el área de influencia biótica, se evidencia que en el escenario actual, escenario sin proyecto, el paisaje se compone de nueve unidades, dichas unidades se encuentran dominadas

por superficies con calidad visual alta y fragilidad visual alta (**Aal**) y calidad visual media y fragilidad visual media (**Mmd**) que cubren una superficie del 31% cada una, seguidas por las superficies con una calidad visual media y fragilidad visual alta (**Mal**) con un 18% y calidad visual alta y fragilidad visual media (**Amd**) con un 16% de la superficie total. Las superficies con una Calidad visual alta y fragilidad visual baja (**Abj**) y calidad visual baja y fragilidad visual baja (**Bbj**) ocupan una superficie poco significativa dentro del área de influencia biótica y por lo general se relacionan con superficies de relieves poco pronunciados y con presencia de territorios artificializados (Tabla 4.1).

Tabla 4.1 Superficie Ocupada por las Unidades de Paisaje Local

Unidad de paisaje	Descripción	Escenario sin proyecto		Escenario con proyecto	
		Superficie (ha)	Proporción	Superficie (ha)	Proporción
Aal	Calidad visual alta y fragilidad visual alta	621,5	31%	597,3	30%
Amd	Calidad visual alta y fragilidad visual media	314,5	16%	288,5	15%
Abj	Calidad visual alta y fragilidad visual baja	6,7	0%	5,7	0%
Mal	Calidad visual media y fragilidad visual alta	354,1	18%	333,4	17%
Mmd	Calidad visual media y fragilidad visual media	608,3	31%	520,9	26%
Mbj	Calidad visual media y fragilidad visual baja	38,1	2%	31,8	2%
Bal	Calidad visual baja y fragilidad visual alta	14,3	1%	77,9	4%
Bmd	Calidad visual baja y fragilidad visual media	24,1	1%	125,7	6%
Bbj	Calidad visual baja y fragilidad visual baja	6,8	0%	7,1	0%
Total		1988,3	100%	1988,3	100%

Fuente: INGETEC, 2018

En relación con la belleza paisajística, la unidad predominante es alta y ocupa el 50% de la superficie total, seguido de las superficies con una media belleza paisajística ocupando el 48% de la superficie total; mientras que, las superficies con una belleza paisajística baja tan solo se encuentran representadas por el 2% y se asocian a las coberturas antrópicas como el tejido urbano discontinuo, tejido urbano continuo -que presentan una valoración- y las zonas de extracción minera, zonas industriales, red vial y territorios asociados, y tierras desnudas y degradadas con una valoración baja.

Dentro del área de influencia se identifican alrededor de 26 sitios de interés paisajístico, los cuales incluyen caminos de herradura y sitios puntuales; estos se relacionan principalmente con sitios de interés religioso o cultural (importancia histórica) y se ubican en los municipios de Suratá y California. A nivel de la apreciación estética del entorno, por lo general la comunidad aprecia los paisajes naturales asociados a las riberas de los cuerpos de agua y la variedad de tonos que ofrecen la conjugación de parches de vegetación natural, los pastos, cultivos y mosaicos. Los cinco sitios de interés paisajístico corresponden a: El Pocito (santuario de San Antonio), Monumento de la Virgen del Perpetuo Socorro, Vestigios Minera Francesa (Llano redondo), Mirador de la virgen – Municipio de Suratá y El Molino.

4.1.4 Suelos y usos de la tierra

La delimitación y caracterización permite determinar las características de los suelos y del entorno, basados en las observaciones realizadas directamente en campo por profesionales de MCS Consultoría y Monitoreo Ambiental S.A.S., y tomando como referencia el Estudio general de suelos y zonificación de tierras del departamento de Santander (IGAC, 2003).

La descripción de suelos se hace de acuerdo con los tipos de relieve presentes en el paisaje de montaña, los que se caracterizan por tener condiciones similares en cuanto a clima, topografía y materiales parentales. La potencialidad de los suelos se determina en función de la capacidad de uso de las tierras, para el establecimiento de un uso adecuado a través de las limitaciones pedogenéticas observadas en campo y se hace una agrupación de las unidades cartográficas de suelo según su uso y manejo, ubicándolas en clases, a un nivel categórico de subfases, definido por el Sistema de Clasificación Taxonómico Internacional.

Tabla 4.2 Descripción de Unidades Cartográficas de Suelos en el AI del Medio Abiótico

Paisaje y clima ambiental	Tipos de relieve	Litología / Sedimentos	Unidades cartográficas y componentes	Símbolo	Área de Influencia		Huella superficial	
					ha	%	ha	%
Montaña Muy frío, húmedo	Laderas erosiónales	Litología ígnea, constituida por granitos y cenizas volcánicas	Grupo indiferenciado <i>Lithic Humitropepts</i> 40% <i>Andic Humitropepts</i> 30% <i>Typic Melanudands</i> 25% Afloramientos rocosos 5%	MlaeHBg	91,44	4,4	5,19	3,2
	Lomeríos muy disectados			MlmdHBg	78,86	3,8	0,14	0,1
	Sierras denudadas			MsidHBg	148,28	7,1	0,00	0,0
Características de los suelos MHB		Relieves moderados a fuertemente escarpados con pendientes mayores al 50%, muy superficiales, texturas medias y gruesas. Reacción neutra a ultra ácida; fertilidad natural baja.						
Montaña Frío, húmedo	Cono flujos de detritos	Limolitas, lutitas e intercalación de areniscas, algunos sectores con cenizas volcánicas	Grupo indiferenciado <i>Typic Troporthents</i> 35% <i>Typic Dystropepts</i> 25% <i>Typic Humitropepts</i> 25% <i>Typic Hapludands</i> 10% Afloramientos rocosos 5%	McfdLaf2	29,19	1,4	0,00	0,0
	Laderas erosionales			MlaeLAe	29,89	1,4	0,00	0,0
				MlaeLaf2	229,02	10,9	16,79	10,4
				MlaeLAg	8,67	0,4	0,00	0,0
	Ladera ondulada			MlaoLaf2	20,85	1,0	4,26	2,6
	Ladera estructural			MlesLaf2	26,99	1,3	5,34	3,3
	Lomeríos poco disectados			MlpdLAe	92,80	4,4	0,00	0,0
				MlpdLaf2	462,51	22,1	80,64	49,8
				MlpdLAg	157,17	7,5	0,95	0,6
	Sierra de barras estructurales			MlpdLAg2	4,12	0,2	0,00	0,0
				MsbeLaf2	31,51	1,5	22,92	14,2
				MsbeLAg	3,81	0,2	0,22	0,1
Características de los suelos MLA		Relieves ligera a fuertemente escarpados con pendientes desde 25%, muy superficiales a superficiales, texturas gruesas y medias principalmente; reacción moderadamente alcalina a fuertemente ácida; fertilidad natural baja a muy baja; erosión moderada en sectores.						
Montaña Frío, húmedo	Lomeríos muy disectados	Granodiorita, cuarzonononita y paraneis	Grupo indiferenciado <i>Typic Dystropepts</i> 45% <i>Andic Humitropepts</i> 40% <i>Lithic Hapludolls</i> 10% Afloramientos rocosos 5%	MlmdLBf2	0,13	0,0	0,00	0,0
	MsidLBe			2,85	0,1	0,00	0,0	
	Sierras poco disectadas y Sierras denudadas			MsidLBf2	229,44	11,0	0,00	0,0
				MsidLBg	9,13	0,4	0,00	0,0
Características de los suelos MLB		Relieves ligera a fuertemente escarpados con pendientes superiores al 25%; muy superficiales a superficiales; texturas medias; reacción moderada a muy fuertemente						

**ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL -EIA- PROYECTO DE EXPLOTACIÓN SUBTERRÁNEA DE
MINERALES AUROARGENTÍFEROS “SOTO NORTE”**

Paisaje y clima ambiental	Tipos de relieve	Litología / Sedimentos	Unidades cartográficas y componentes	Símbolo	Área de Influencia		Huella superficial	
					ha	%	ha	%
		ácida; fertilidad natural baja; erosión moderada en sectores.						
Montaña Frío, húmedo	Lomeríos disectados	cenizas alteradas depositadas sobre areniscas y por arcillolitas sectorizadas	Consociación <i>Andic Humitropepts</i> 80% <i>Typic Troporthents</i> 10% <i>Vertic Dystropepts</i> 10%	MlomLDe	14,54	0,7	0,00	0,0
				MlomLDf2	47,86	2,3	0,00	0,0
Características de los suelos MLD		Relieves fuertemente empinados a moderadamente escarpados con pendientes entre 25 y 75%; superficiales; texturas medias; reacción de ligera a moderadamente ácida; fertilidad natural baja.						
Montaña Templado, húmedo	Abanico fluviotorrencial	Granodioritas, Cuarzomonzonitas - Paraneis - Granitos Ceniza volcánica	Grupo indiferenciado <i>Typic Troporthents</i> 40% <i>Oxic Dystropepts</i> 30% afloramientos rocosos (20%) <i>Inceptic Hapludox</i> (5%) <i>Typic Eutropepts</i> (5%)	MaftQBd	0,01	0,0	0,00	0,0
Características de los suelos MQB		Relieves fuertemente inclinados con pendientes del 12 al 25%; moderadamente profundos; texturas finas y medias; reacción extremada a moderadamente ácida; alta saturación de aluminio; moderada fertilidad.						
Montaña Templado, húmedo	Colina residual	Arcillolitas, arcillolitas calcáreas, calizas y lutitas	Asociación <i>Typic Dystropepts</i> 40% <i>Typic Humitropepts</i> 30% <i>Typic Troporthents</i> 20% <i>Vertic Eutropepts</i> 5% <i>Entic Hapludolls</i> 5%	McorQHd	0,01	0,0	0,00	0,0
	Ladera ondulada			MlaoQHd	165,36	7,9	13,67	8,4
	Plano o llanura de inundación			MpliQHd	1,74	0,1	0,00	0,0
	Terraza de acumulación y Terraza de acumulación antigua			MteaQHd	67,89	3,2	3,18	2,0
Características de los suelos MQH		Relieves fuertemente inclinados con pendientes entre el 12 y el 25%; muy superficiales; texturas finas y medias; reacción ligeramente ácida; fertilidad natural baja y moderada.						
Montaña Templado, seco	Laderas erosiónales	Lutitas, areniscas y calizas	Consociación <i>Typic Ustorthents</i> 90% <i>Typic Ustropepts</i> 5% afloramientos rocosos 5%	MlaeRAg2	13,18	0,6	0,00	0,0
	Ladera ondulada			MlaoRAg2	33,96	1,6	1,12	0,7
	Sierras poco disectadas			MsidRAg2	26,64	1,3	0,00	0,0
Características de los suelos MRA		Relieves fuertemente escarpados con pendientes superiores al 75%; muy superficiales; texturas finas; reacción de neutra a moderadamente ácida; fertilidad natural moderada.						
Otras Áreas		Ríos (50 m)			19,26	0,9	0,04	0,0
		Lagunas, lagos y ciénagas naturales			0,09	0,0	0,00	0,0
		Cuerpos de agua artificiales			0,03	0,0	0,00	0,0
		Zonas urbanas			23,93	1,1	0,57	0,4
		Zonas industriales			3,96	0,2	2,22	1,4
		Red vial y territorios asociados			17,52	0,8	3,47	2,1
		Zonas de extracción minera			1,52	0,1	1,25	0,8
Total					2094,17	100	161,97	100

Fuente: INGETEC, 2018 con información MCS S.A.S., 2016 e IGAC, 2003.

En el área de influencia del medio abiótico, se delimitaron 29 fases de las unidades cartográficas de suelos: MHB, MLA, MLB, MLD, MQB, MQH y MRA, distribuidas en los municipios de Surata y California.

Las principales limitantes evidenciadas (según análisis fisicoquímicos y lo observado en campo) fueron las fuertes pendientes, la susceptibilidad a la erosión, poca profundidad efectiva, fuerte acidez, alta saturación de aluminio y fertilidad natural baja y muy baja. Por lo anterior y considerando lo expuesto con la revisión de los documentos de los EOT de cada municipio, las unidades cartográficas determinadas se encuentran principalmente dentro de clases agrológicas

cuyos usos potenciales se recomiendan para actividades agroforestales, forestales de protección y de conservación y preservación de los recursos naturales. Esto sugiere que las actividades agroproductivas que se pretendan realizar dentro del AI abiótica deberían enfocarse a la implementación de sistemas de producción y prácticas de manejo acordes a la oferta agroclimatológica de la región.

Para el AI abiótica se identificaron suelos de las clases agrológicas 4, 6, 7 y 8. De acuerdo con dicha clasificación y con la capacidad de uso determinada se establecieron los siguientes usos potenciales (Tabla 4.3) para los suelos en el área de influencia del medio abiótico:

Tabla 4.3 Aptitud de Uso de los Suelos en el Área de Influencia Abiótica

Símbolo (UCS)		Clase Agrológica	Uso potencial principal	Área de Influencia		Huella superficial	
				ha	%	ha	%
MaftQBd	MlaoQHd	4s-2	Agroforestal - Sistemas Agrosilvícolas AGS	235,00	11,22	16,85	10,4
McorQHd	MpliQHd						
MteaQHd							
MlaeLAe	MsidLBe	6ps-1	Agroforestal - Sistemas silvopastoriles SPA	140,07	6,7	0,00	0,0
MlpdLAe	MlomLDe						
McfdLaf2	MlpdLaf2	7ps-1	Forestal - Sistema forestal productor FPD	1077,51	51,45	129,95	80,2
MlaeLaf2	MsbeLaf2						
MlaoLaf2	MlmdLBf2						
MlesLaf2	MsidLBf2						
MlomLDf2							
MlaeHBg	MlpdLAg2						
MlmdHBg	MsbeLAg						
MsidHBg	MsidLBg						
MlaeLAg	MlaeRAg2						
MlpdLAg	MlaoRAg2						
MsidRAg2							
Otras Áreas			Cuerpos de agua naturales CAN	19,35	0,9	0,04	0,02
			Cuerpos de agua artificiales CAA	0,03	0,0	0,00	0,00
			Asentamiento - Residencial ARE	23,93	1,1	0,57	0,4
			Asentamiento - Industrial AIN	3,96	0,2	2,22	1,4
			Infraestructura - Transporte ITR	17,52	0,8	3,47	2,1
			Minería - Piedras preciosas MPP	1,52	0,1	1,25	0,8
Total				2094,17	100	161,97	100

Fuente: Elaboración INGETEC, 2018 con información MCS S.A.S., 2016 e IGAC, 2003.

El uso actual del suelo se encuentra definido por las actividades a las que la zona está sometida en el momento del desarrollo de la fase de campo y según las coberturas vegetales presentes definidas por el sistema Corine Land Cover escala 1:10.000, la foto interpretación y la verificación en campo. En la Tabla 4.4, se presentan los usos actuales del suelo para el área de influencia del medio abiótico.

Tabla 4.4 Uso Actual de los Suelos en el Área de Influencia abiótica.

Cód. cobertura	Descripción	Uso actual		Sigla Uso	Área de Influencia		Huella superficial	
		Grupo	Subgrupo		ha	%	ha	%
241	Mosaico de cultivos	Agricultura	Cultivos permanentes intensivos	CPI	0,80	0,04	0,001	0,001
2211	Otros cultivos permanentes herbáceos							
245	Mosaico de cultivos y espacios naturales	Agroforestal	Sistemas Agrosilvícolas	AGS	5,53	0,3	0,00	0,0
242	Mosaico de pastos y cultivos		Sistemas Agrosilvopastoriles	ASP	56,57	2,7	8,42	5,2
243	Mosaico de cultivos, pastos y espacios naturales							
232	Pastos arbolados		Sistemas Silvopastoriles	SPA	964,15	46,0	83,38	51,5
233	Pastos enmalezados							
244	Mosaico de pastos con espacios naturales							
3231	Vegetación secundaria alta							
231	Pastos limpios	Ganadería	Pastoreo Semiintensivo	PSI	318,98	15,2	36,16	22,3
3151	Plantación de coníferas	Forestal	Sistema Forestal Productor	FPD	87,66	4,2	22,79	14,1
3152	Plantación de latifoliadas							
32222	Arbustal abierto mesófilo		Protección-Producción	FPP	30,97	1,5	0,00	0,0
31121	Bosque denso bajo de tierra firme	Conservación	Sistemas Forestales Protectores	FPR	557,96	26,6	3,67	2,3
511	Ríos (50 m)		Conservación y recuperación de la naturaleza	CRE	24,59	1,2	0,04	0,02
512	Lagunas, lagos y ciénagas naturales							
333	Tierras desnudas y degradadas							
5143	Estanques para acuicultura continental	Asentamiento	Piscicultura	API	0,03	0,002	0,00	0,00
111	Tejido urbano continuo		Residencial	ARE	23,93	1,1	0,57	0,4
112	Tejido urbano discontinuo							
1211	Zonas industriales		Industrial	AIN	3,96	0,2	2,22	1,4
1221	Red vial y territorios asociados	Infraestructura	Transporte	ITR	17,52	0,8	3,47	2,1
131	Zonas de extracción minera	Minería	Piedras preciosas	MPP	1,52	0,1	1,25	0,8
Total					2094,17	100	161,97	100

Fuente: INGETEC, 2018

El uso actual de dichos suelos es coincidente con la vocación de los mismos en un 21,5%. Sin embargo, en una proporción un poco más grande (52,8% en el AI abiótica y 74,3% en el área que intercepta con la huella superficial del proyecto), actualmente el uso tiene tendencia a la sobreutilización, principalmente por: actividades agroforestales sobre áreas con vocación forestal, actividades agrícolas y pecuarias de baja intensidad sobre áreas con vocación agroforestal y actividades agroforestales y pecuarias de baja intensidad, en áreas con vocación principalmente conservacionista. Lo anterior considerando que el uso actual fue definido teniendo en cuenta las actividades a las que la zona está sometida en el momento del desarrollo de la fase de campo y según las coberturas vegetales presentes definidas por el sistema Corine Land Cover escala 1:10.000.

Tabla 4.5 Conflictos de Uso de los Suelos en el AI Abiótica.

Conflicto de uso	Área de Influencia		Huella superficial	
	ha	%	ha	%
Tierras sin conflicto de uso o uso adecuado	449,97	21,5	24,12	14,9
Conflicto por subutilización ligera	5,53	0,3	0,00	0,0
Conflicto por subutilización moderada	177,62	8,5	7,63	4,7
Conflicto por subutilización severa	289,20	13,8	2,34	1,4
Conflicto por sobreutilización ligera	535,26	25,6	78,93	48,7
Conflicto por sobreutilización moderada	105,54	5,0	7,99	4,9
Conflicto por sobreutilización severa	464,73	22,2	33,42	20,6
Tierras sin conflicto de uso o uso adecuado (Otras áreas)	66,32	3,2	7,54	4,7
Total	2094,17	100	161,97	100

Fuente: INGETEC, 2018 con información MCS S.A.S., 2016 e IGAC, 2003.

4.1.5 Hidrología

El Proyecto Soto Norte se encuentra localizado dentro del sistema hídrico de la sub-cuenca del río Suratá en el departamento de Santander, sobre las microcuencas del río Vetás y Suratá Alto. De acuerdo con la zonificación hidrográfica establecida por el Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM) en el informe de “Zonificación y codificación de unidades hidrográficas e hidrogeológicas de Colombia” (IDEAM, 2014), el Proyecto Soto Norte se localiza en el área hidrográfica Magdalena-Cauca (Código IDEAM 2), zona hidrográfica del Medio Magdalena (código IDEAM 23) y la subzona hidrográfica del río Lebrija y otros directos al Magdalena (código IDEAM 2319).

Dentro del área de influencia del proyecto, se identificaron principalmente fuentes hídricas de tipo lótico, las cuales en su mayoría atraviesan el área en dirección noreste a suroeste, para desembocar directa o indirectamente en el río Suratá. Dentro de ellas, se destacan la quebrada La Baja, principal afluente del río Vetás y los afluentes directos localizados en la margen derecha del río Vetás, después de la confluencia con la quebrada La Baja. Sobre la margen izquierda del río Suratá se identificaron 5 cuerpos de agua principales dentro del área de influencia, estos corresponden en el sentido del flujo a las quebradas Caneyes, Q. S1, Q. S2¹, Q. Bochalema y Q. El Curo. Se identificó un cuerpo de agua léntico correspondiente a una laguneta dentro de la cuenca alta de la quebrada San Francisco con 40 metros de largo y 10 metros de ancho. El terreno circundante es de baja pendiente y presenta cobertura vegetal de tipo arbóreo. El agua presenta tonalidad amarillenta con material flotante pero sin olores característicos.

Respecto a la dinámica fluvial, se realizó la fotointerpretación para conocer el estado inicial de referencia del cauce de la quebrada La Baja, los ríos Vetás y Suratá, así como sus tributarios en la zona del proyecto, mediante la observación de las geoformas, la identificación de las tendencias de migración del cauce, la amplitud y la acumulación de sedimentos en el valle del tramo de estudio. En el sector de la quebrada La Baja, el cauce se caracteriza por ser un canal intermontano, labrado en un valle en forma de V en un relieve de alta montaña, el cual desciende sobre el costado sur occidental al cauce del río Vetás hasta su confluencia con este mismo.

¹ Los cuerpos de agua denominados aquí Q. S1 y Q. S2 no poseen denominación por lo que se les asigna dicho nombre para facilidad de identificación

Fuente: INGETEC, 2018

Figura 4.1 Figura 4.1 mediante metodologías indirectas para la estimación de caudales medios, máximos y mínimos en los cuerpos de agua lóticos que se encuentran dentro del área de análisis.

La hidrología del área se calculó a partir de variables climáticas monitoreadas históricamente, por medio de estaciones hidrometeorológicas a cargo del Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM) y la Corporación Autónoma Regional para la Defensa de la Meseta de Bucaramanga (CDMB). La información de precipitación se basó en dos estaciones IDEAM (Vetas El Pozo y Vivero Suratá) representativas para la zona de estudio, cuyos registros históricos fueron analizados estadísticamente evaluando la calidad de la información registrada, se realizaron análisis de homogeneidad, eliminación de outliers (Test de Walsh) y complementación de vacíos a fin de reducir la incertidumbre y aumentar la confiabilidad en los resultados que se obtengan a partir de ellos. Para responder la necesidad de conocer la distribución espacial de la lluvia en el área, se emplearon los datos de WorldClim que reúne datos climáticos a nivel global en una grilla con resolución de 30 arco segundos (900 m aprox.), y para la evapotranspiración potencial se emplearon las estimaciones obtenidas de CGIAR con igual resolución. Ambos conjuntos de datos fueron validados a partir de las dos estaciones mencionadas anteriormente encontrando una buena representatividad espacial y temporal del área de estudio, esto permitió realizar la modelación hidrológica de las 37 subcuencas identificadas con información más precisa considerando el efecto orográfico y de la vegetación sobre el conjunto de datos climáticos.

La CDMB y el IDEAM fueron consultadas respecto a la información de registros de caudales en el área del proyecto, siendo el IDEAM la única entidad con una estación de monitoreo continuo en el área (Río Vetas – PTE PÁNAGA). En respuesta a la solicitud hecha a la CDMB, la entidad informa que sobre la cuenca del río Vetas no existen estaciones bajo su jurisdicción (Anexo 5.1.5.1.0 Respuesta e información monitoreos CDMB). No obstante, se cuenta con 3 puntos de monitoreo esporádicos a cargo de la CDMB sobre el Río Vetas y Suratá, y 5 puntos de monitoreo trimestral a cargo de MINESA en los cauces de Angosturas, Páez, Qda La Baja (2) y Vetas. Se relaciona la información hidrológica disponible y se presenta la localización de los sitios de medición en la Tabla 4.6.

Los puntos de monitoreo de la CDMB (RV-01, SA-06, SA-06) y MINESA localizados sobre los ríos Suratá y Vetas y las Quebradas Angosturas, Páez y La Baja fueron empleados para la calibración de la modelación de flujo subterráneo denominado por medio de SWAcMODFLOW. Sin embargo, para los demás modelos fueron descartadas debido a que el número de datos registrados es muy bajo por lo cual no se consideran estadísticamente representativos, para estos se emplearon en la calibración y validación de la simulación, los registros de la estación PTE PANAGA en el periodo 1996 – 2015.

Tabla 4.6 Información Hidrológica Disponible

ESTACIÓN	FUENTE	ESTE	NORTE	FECHA INICIO	FECHA FIN	FRECUENCIA	#Datos
Puente Pánega	IDEAM	1120855	1305410	01/05/1971	31/12/2015	Diaria	7305
RV-01	CDMB	1120505	1305051	16/09/1998	28/11/2016	Esporádica	30
SA-06	CDMB	1120447	1305018	16/09/1998	28/11/2016	Esporádica	29
SA-07	CDMB	1121395	1307446	23/09/2003	28/11/2016	Esporádica	24
La Baja Gigante	MINESA	1129473	1307455	2013	2015	Trimestral	12
La Baja Caserío	MINESA	1127453	1306218	2013	2015	Trimestral	12
Vetas	MINESA	1124397	1304404	2013	2015	Trimestral	12
Angostura	MINESA	1130291	1308167	2013	2015	Trimestral	11
Páez	MINESA	1130722	1307814	2013	2015	Trimestral	12



Figura 4.2 Localización de los Sitios de Monitoreo de Caudales Disponibles

La información histórica registrada en la estación Río Vetás - PTE PANEGA (IDEAM) fue evaluada estadísticamente a fin de determinar la calidad de los datos, se realizaron análisis de homogeneidad y consistencia (curvas de doble masa), eliminación de outliers (test de walsh) y complementación de vacíos a fin de reducir la incertidumbre y aumentar la confiabilidad en los resultados que se obtengan a partir de ellos y para construir una serie histórica representativa de caudales medios diarios para un periodo homogéneo comprendido entre 1996 – 2015. Dado que los puntos de monitoreo CDMB y MINESA no poseen series de tiempo continuas, no se aplicó el análisis estadístico a estos registros por considerarse poco representativos para el periodo de tiempo común.

Los modelos hidrológicos fueron desarrollados considerando el aporte de precipitación horizontal, una variable característica de los ecosistemas paramunos y que para el caso de estudio se considera muy relevante debido al aporte que tiene sobre la regulación y generación de escorrentía de todo el sistema de drenaje del río Vetás. Las áreas que se consideran aportantes de precipitación horizontal se encuentran a partir de la cota 3100 msnm, a estas áreas se encuentra asociada un tipo particular de vegetación y suelo que otorgan características hidrológicas especiales a la cuenca.

El cálculo de los caudales se basó en los resultados obtenidos de la aplicación de tres modelos hidrológicos principales: IHACRES, caudal – área – precipitación y método racional. El modelo IHACRES fue seleccionado para generar la serie diaria de caudales medios para un periodo de 20 años a partir de los cuales se realizó la estimación del caudal medio mediante la construcción del histograma mensual.

El método de caudal-área-precipitación (transposición de caudales) fue aplicado para estimar los caudales del Río Suratá en los puntos de interés a partir de los registros históricos de la estación

Río Vetas - PTE PANEGA, en estos casos también fue aplicado el ajuste estadístico para la estimación de caudales mínimos y máximos para diferentes periodos de retorno.

La estimación de caudales mínimos se desarrolló a partir del análisis estadístico y ajuste de los caudales simulados y series históricas de la estación PTE PANEGA, a distribuciones de probabilidad como Normal, Gumbel, Pearson, Log-Pearson, Log-Normal y Gumbel Tipo III, evaluando su ajuste por medio de la prueba χ^2 . En el Anexo 5.1.5.1.11 / Ajustes mínimos se encuentran las memorias respectivas.

Los caudales máximos para áreas menores a $2,5 \text{ km}^2$ fueron estimados mediante el Método Racional con curvas IDF construidas a partir de las estaciones Vetas El Pozo y Vivero Suratá; para áreas mayores a $2,5 \text{ km}^2$ se realizaron los ajustes estadísticos mencionados, pero para valores máximos. Estos análisis se presentan en el Anexo 5.1.5.1.11 Series de caudal subcuencas / Ajustes máximos.

Las series generadas a partir del modelo IHACRES fueron empleadas en la estimación del caudal ambiental aplicando la metodología desarrollada por el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible de 2013, denominada *METODOLOGÍA PARA LA ESTIMACIÓN Y EVALUACIÓN DEL CAUDAL AMBIENTAL EN PROYECTOS QUE REQUIEREN LICENCIA AMBIENTAL*, para las 37 subcuencas analizadas y la cuenca de la Qda La Baja. Adicionalmente, se estimó también el caudal ambiental en el Río Suratá (hasta su confluencia con el Río Vetas) a partir de la serie generada mediante el método de caudal – área – precipitación.

A partir de los datos de la estación PTE PANAGA se determinó un régimen bimodal (ver Figura 4.3) en la cuenca del río Vetas, con febrero como el mes de caudales más bajos y octubre el más alto. El análisis aquí presentado corresponde al resultado del análisis estadístico de los datos de la estación pues estos corresponden a los datos reales observados durante el periodo de registro 1996- 2015. La Tabla 4.7 presenta el valor de los caudales medios mensuales estimados en la estación.

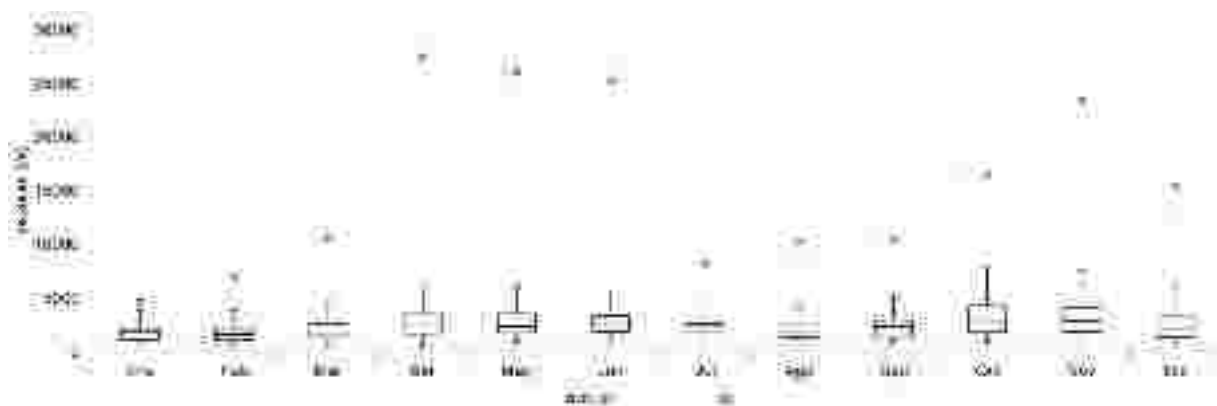


Figura 4.3 Boxplot Régimen Mensual Río Vetas (Estación PTE PANEGA)

Fuente: INGETEC, 2017

Tabla 4.7 Caudales Mensuales Río Vetás

Qmed (l/s)	R. Vetás (l/s)
Enero	1795,33
Febrero	1722,02
Marzo	2162,00
Abril	3301,50
Mayo	3545,35
Junio	3023,42
Julio	2298,69
Agosto	2113,73
Septiembre	2472,53
Octubre	3311,08
Noviembre	3418,58
Diciembre	2498,95
Anual	2638,60

Fuente: IDEAM, 2017

Los índices para toda el área de estudio fueron determinados a partir de las series diarias de caudales estimadas mediante el modelo IHACRES. Los valores reportados en el Estudio Nacional del Agua IDEAM, 2014, para la subzona hidrográfica denominada Lebrija y otros directos al Magdalena, la cual contiene hacia la parte alta el área de estudio presentan un orden de magnitud comparable con los valores obtenidos para cada subcuenca, estos se presentan a continuación (ver Tabla 4.8).

Tabla 4.8 Índices Adoptados para el Área de Análisis

SZH	Nombre SZH	IRH		IUA año medio		IUA año seco		IVH
		Valor	Categ.	Valor	Categ.	Valor	Categ.	
2319	Río Lebrija y otros directos del Magdalena	71,2%	Moderada	10,12	Moderado	26,78	Alto	Media

Fuente: INGETEC, 2017

De acuerdo con lo planteado en la Tabla 4.8 se realizaron los análisis de IRH, IUA año medio, IUA año seco y IVH para las subcuencas del estudio obtenido a partir de las series de caudales diarios simuladas.

Usos del agua

De acuerdo con el artículo 2.2.3.2.7.6 del Decreto 1076 del 26 de mayo del 2015 expedido por el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, el proyecto tiene un orden de prioridad que se clasifica como se presenta en la Tabla 4.9.

Tabla 4.9 Orden de Prioridad

Orden	Descripción
a	Utilización para el consumo humano, colectivo o comunitario, sea urbano o rural
b	Utilización para necesidades domésticas individuales
c	Usos agropecuarios comunitarios, comprendidos la acuicultura y la pesca.
d	Usos agropecuarios individuales, comprendidos la acuicultura y la pesca.

Orden	Descripción
e	Generación de energía hidroeléctrica
f	Usos industriales o manufactureros
g	Usos mineros
h	Usos recreativos comunitarios
i	Usos recreativos individuales

Fuente: Decreto 1076 de 2015 del MADS

Los usos y usuarios dentro del área de influencia fueron identificados a partir de la recopilación de información primaria consistente en un reconocimiento de campo realizado entre el 9 y el 18 de febrero, desde la parte alta sobre la quebrada Angosturas y Páez, siguiendo el recorrido por la quebrada La Baja y sus afluentes, así como sobre el río Vetás y sus afluentes hasta finalizar en la desembocadura del río Vetás sobre el río Suratá, sobre el cual se hizo reconocimiento aguas arriba del punto de confluencia hasta la Q. La Grande; y secundaria a partir del reporte de los usuarios que se encuentran legalmente constituidos en la base de datos de la Corporación Regional para la Defensa de la Meseta del Bucaramanga (CDMB) y cuyas concesiones se encuentren vigentes en marzo del 2017. También se usaron los resultados de la caracterización socioeconómica a fin de establecer el número de usuarios de los acueductos existentes.

Se compiló la información relacionada anteriormente y se determinaron los caudales demandados en cada una de las subcuencas. Se contrastaron los datos recopilados en campo con las concesiones otorgadas por la CDMB.

Finalmente se estimaron los usos del agua, que se presentan en la Tabla 4.10 a continuación.

Tabla 4.10 Cálculo del Caudal Demandado por las Subcuencas.

NOMBRE	ÁREA km ²	Utilización para el consumo humano, necesidades domésticas, agropecuarios comprendidas la acuicultura y la pesca	Usos industriales o manufactureros y mineros	Total Caudal Aprovechado
		Demanda Actual (L/s)		L/s
Qda Caneyes	1,56	0,10	0,00	0,10
Qda S1	0,10	0,00	0,00	0,00
Qda S2	0,59	0,00	0,00	0,00
Qda El Curo	0,78	0,00	0,00	0,00
Qda NN18	0,06	0,00	0,00	0,00
Qda La Loma	0,41	0,00	0,00	0,00
Qda Padilla	0,49	0,00	0,00	0,00
Qda NN2	0,67	0,03	0,00	0,03
Qda NN19	0,38	0,00	0,00	0,00
Qda El Salado	0,56	0,00	0,00	0,00
Qda El Chorrerón	1,05	0,05	0,69	0,74
Qda Bochalema	0,89	0,04	0,00	0,04

NOMBRE	ÁREA km ²	Utilización para el consumo humano, necesidades domésticas, agropecuarios comprendidas la acuicultura y la pesca	Usos industriales o manufactureros y mineros	Total Caudal Aprovechado
Qda San Francisco	4,06	0,07	0,00	0,07
Qda Tabacal (Qda La Venta)	0,94	5,53	3,00	8,53
Qda La Higuera	0,42	0,94	0,00	0,94
Qda La Baja - Área drenaje directo	33,87	0,00	268,27	268,27
Qda La Plata	0,26	0,00	0,50	0,50
Qda Tiguerín	0,58	0,02	0,00	0,02
Qda NN15	0,20	0,00	0,00	0,00
Qda San Lino	0,29	0,00	0,50	0,50
Qda NN10	0,05	0,04	0,00	0,04
Qda NN11	0,09	0,00	0,00	0,00
Qda Las Animas	1,24	0,11	26,57	26,68
Qda NN6	0,12	0,04	0,00	0,04
Qda NN4	0,08	0,00	0,00	0,00
Qda NN5	0,06	0,00	0,00	0,00
Qda Agualimpia	1,21	2,34	0,00	2,34
Qda Chicaguá	1,41	0,35	2,00	2,35
Qda San Antonio	0,51	0,25	0,00	0,25
Qda San Juan	2,26	1,03	6,01	7,05
Qda La Catalina	1,17	0,01	0,79	0,79
Qda Aserradero	0,48	0,05	0,39	0,44
Qda NN7	0,03	0,00	0,00	0,00
Qda NN3	0,15	0,00	0,00	0,00
Qda Barrientos	0,25	0,12	0,40	0,52
Qda San Andrés	0,45	0,10	0,70	0,80
Qda Páez	7,44	0,55	31,05	31,60
Qda Angostura	9,49	0,12	20,90	21,01

Fuente: INGETEC, 2017

Calidad del agua

Con el propósito de evaluar la calidad del agua en el área de influencia del proyecto y estimar los potenciales impactos sobre la misma por su desarrollo, se realizaron monitoreos y análisis de parámetros físicos, químicos y microbiológicos a partir de muestreos en puntos localizados sobre la quebrada La Baja, el río Vetás, el río Surata y sus principales tributarios.

Los monitoreos fueron realizados por la empresa: Consultoría y Monitoreo Ambiental MCS, la cual llevo a cabo dos campañas de muestreo en temporada seca (agosto y septiembre de 2016) y temporada de lluvias (octubre de 2016). La importancia de realizar los monitoreos en dos periodos climáticos radica en analizar los cambios que tienen los cuerpos de agua en diferentes características climáticas.

Por otra parte, la empresa INGETEC, junto con el laboratorio Daphnia Ltda., ejecutaron una campaña de muestreo de agua en febrero de 2017 (temporada seca). Los reportes y certificados de los laboratorios se presentan en el Anexo No. 2 Abiótico/Hidrología/Calidad del agua.

Marco Normativo

En Colombia, los usos permitidos de acuerdo con la calidad del agua de las fuentes superficiales están establecidos por la siguiente norma:

- Decreto 1076 de 2015: decreto único reglamentario del sector de Ambiente y Desarrollo Sostenible, Capítulo 3 sobre Ordenamiento del recurso hídrico y vertimientos, sección 9, artículos:
 - **Artículo 2.2.3.3.9.3.** Tratamiento convencional y criterios de calidad para consumo humano y doméstico
 - **Artículo 2.2.3.3.9.4.** Desinfección y criterios de calidad para consumo humano y doméstico
 - **Artículo 2.2.3.3.9.5.** Criterios de calidad para uso agrícola
 - **Artículo 2.2.3.3.9.6.** Criterios de calidad para uso pecuario
 - **Artículo 2.2.3.3.9.7.** Criterios de calidad para fines recreativos mediante contacto primario
 - **Artículo 2.2.3.3.9.8.** Criterios de calidad para fines recreativos mediante contacto secundario
 -

Por otro lado, se tienen en cuenta los objetivos de calidad planteados en el acuerdo de consejo directivo No 1075, por medio del cual se establecen los objetivos de calidad de las corrientes y tramos del área de jurisdicción de la CDMB. El uso deseado preponderante para el Río Suratá es doméstico.

Tabla 4.11 Acuerdo de Consejo Directivo No. 1075

Sistema hidrológico	Río Suratá	Uso deseado	Parámetro	Unidad	Índice	
					Actual	Deseado
Cuenca del Río Lebrija	Río Suratá Nacimiento	Doméstico	Oxígeno disuelto	mg/l	5.8	6
				% Saturación	72%	74%
			DBO5	mg/l	2	3
			SST	mg/l	226	200
			pH	8	8	7 a 9
			Coliformes fecales	NMP/100ml	2300 - 240000	2000
			Coliformes totales	NMP/100ml	11000 - 240000	20000
			Cianuro	mg/l	0.045	0.1
			Mercurio	µg/l	0.943	0.2

Fuente: Acuerdo de Consejo Directivo 1075, CDMB 2006

Puntos de monitoreo

En las campañas de monitoreo se ejecutó la medición de 81 puntos de calidad del agua. En la Tabla 4.12, se presentan las coordenadas de los puntos de muestreo.

Tabla 4.12 Coordenadas Puntos de Monitoreo de Calidad Fisicoquímica del Agua Superficial

Laboratorio	Punto de Muestreo	Código	Época seca	Época lluvias	Coordenadas	
					Este	Norte
MCS	Quebrada NN1	Sup 1	03/08/2016	14/10/2016	1129513	1307227
MCS	Quebrada Padilla	Sup 2	05/08/2016	10/10/2016	1123266	1305969
MCS	Quebrada Aserradero	Sup 3	03/08/2016	13/10/2016	1129716	1307484
MCS	Quebrada La Higuera - Captación	Sup 4	04/08/2016	15/10/2016	1126216	1305615
MCS	Río Surata	Sup 6	06/08/2016	09/10/2016	1121400	1307580
MCS	Río Vetás	Sup 9	04/08/2016	15/10/2016	1125836	1304414
MCS	Río Vetás intermedio	Sup 10	04/08/2016	15/10/2016	1124376	1304504
MCS	Quebrada Caneyes / Aguas arriba	Sup 11	05/08/2016	10/10/2016	1123644	1307281
MCS	Quebrada Caneyes / Aguas Abajo	Sup 12	05/08/2016	09/10/2016	1121486	1307445
MCS	Quebrada Chicaguá 1	Sup 13	30/08/2016	07/10/2016	1127543	1306408
MCS	Quebrada Chicaguá 2	Sup 14	**	07/10/2016	1127577	1306327
MCS	Quebrada La Baja / Aguas arriba Emboque	Sup 15	02/08/2016	13/10/2016	1129870	1307902
MCS	Quebrada La Baja / En Vertimiento Emboque	Sup 16	02/08/2016	13/10/2016	1129566	1307597
MCS	Quebrada La Baja / Aguas abajo Vertimiento Emboque	Sup 17	02/08/2016	13/10/2016	1129467	1307455
MCS	Quebrada La Baja Vertimiento PTAR La Higuera	Sup 5	17/08/2016	07/10/2016	1126338	1305129
MCS	Quebrada La Baja / Aguas arriba vertimiento	Sup 7	01/08/2016	15/10/2016	1126492	1305422
MCS	Quebrada La Baja / Aguas abajo vertimiento	Sup 8	01/08/2016	15/10/2016	1126028	1304801
MCS	Quebrada Agua Limpia	Sup 18	03/08/2016	06/10/2016	1127135	1306099
MCS	Quebrada Agua Limpia 1	Sup 19	01/09/2016	05/10/2016	1126930	1306730
MCS	Quebrada Agua Limpia 2	Sup 20	02/09/2016	04/10/2016	1126779	1306580
MCS	Afluente quebrada Agua Limpia 3	Sup 21	31/08/2016	04/10/2016	1126681	1306437
MCS	Quebrada Agua Limpia 4	Sup 22	01/09/2016	05/10/2016	1126884	1306465
MCS	Quebrada Agua Limpia 5	Sup 23	01/09/2016	06/10/2016	1126971	1306251
MCS	Quebrada San Juan	Sup 24	**	12/10/2016	1128762	1308094
MCS	Quebrada San Juan arriba	Sup 25	16/08/2016	**	1129182	1308822

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL -EIA- PROYECTO DE EXPLOTACIÓN SUBTERRÁNEA DE
MINERALES AUROARGENTÍFEROS "SOTO NORTE"

Laboratorio	Punto de Muestreo	Código	Época seca	Época lluvias	Coordenadas	
					Este	Norte
MCS	Quebrada San Juan intermedio	Sup 26	16/08/2016	* *	1128663	1307493
MCS	Quebrada San Juan Aguas abajo	Sup 27	17/08/2016	* *	1128611	1306842
MCS	Quebrada San Juan 1	Sup 28	29/08/2016	12/10/2016	1128690	1307749
MCS	Quebrada San Juan 2	Sup 29	29/08/2016	14/10/2016	1128571	1307215
MCS	Quebrada San Juan 3	Sup 30	* *	14/10/2016	1128448	1307347
MCS	Quebrada San Juan 4	Sup 31	30/08/2016	14/10/2016	1128604	1306918
Daphnia Ltda.	Quebrada Caneyes	PA1	11/02/2017	* *	1123655,72	1307183,11
Daphnia Ltda.	Quebrada NN. (afluente a río Caneyes)	PA2	11/02/2017	* *	1123643,83	1307281,78
Daphnia Ltda.	Quebrada NN. (afluente al río Vetás)	PA3	11/02/2017	* *	1123264,53	1306219,96
Daphnia Ltda.	Quebrada Bochalema	PA4	11/02/2017	* *	1123031,23	1306497,17
Daphnia Ltda.	Quebrada Caneyes	PA5	11/02/2017	* *	1122681	1307489
Daphnia Ltda.	Quebrada La Loma	PA6	11/02/2017	* *	1121769,18	1305790,35
Daphnia Ltda.	Río Suratá Aguas Arriba	PA7	13/02/2017	* *	1121453,73	1307608,77
Daphnia Ltda.	Río Suratá Aguas Abajo	PA8	15/02/2017	* *	1121334,52	1307273,38
Daphnia Ltda.	Río Vetás	PA9	21/02/2017	* *	1121213	1305155
Daphnia Ltda.	Quebrada La Loma	PA10	21/02/2017	* *	1121236,48	1305483,48
Daphnia Ltda.	Laguna (Laguneta)	PA11	14/02/2017	* *	1125845,07	1306855,37
Daphnia Ltda.	Quebrada NN (afluente a quebrada San Francisco)	PA12	14/02/2017	* *	1125186,95	1307169,12
Daphnia Ltda.	Quebrada San Francisco	PA13	14/02/2017	* *	1124478	1306316
Daphnia Ltda.	Quebrada Páez	PA14	09/02/2017	* *	1130720,86	1307808,18
Daphnia Ltda.	Quebrada Angostura	PA15	18/02/2017	* *	1130194,69	1308158,67
Daphnia Ltda.	Confluencia Quebrada Angostura con Quebrada Páez	PA16	18/02/2017	* *	1130108,89	1308009,98
Daphnia Ltda.	Quebrada Bochalema	PA17	21/02/2017	* *	1122444,88	1306572,54
Daphnia Ltda.	Quebrada Aserradero	PA18	18/02/2017	* *	1129643,33	1307510,59
Daphnia Ltda.	Quebrada La Baja	PA19	19/02/2017	* *	1129405,22	1307286,97
Daphnia Ltda.	Quebrada La Baja	PA20	19/02/2017	* *	1129366,24	1307267,87
Daphnia Ltda.	Quebrada San Juan	PA21	20/02/2017	* *	1128605,02	1306937,77
Daphnia Ltda.	Quebrada La Baja	PA22	20/02/2017	* *	1128238,52	1306660,02
Daphnia Ltda.	Quebrada San Francisco	PA23	10/02/2017	* *	1125716,18	1306919,4
Daphnia Ltda.	Quebrada San Francisco	PA24	10/02/2017	* *	1125637,6	1306809,06
Daphnia Ltda.	Quebrada NN (afluente a quebrada)	PA25	21/02/2017	* *	1121490	1306227

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL -EIA- PROYECTO DE EXPLOTACIÓN SUBTERRÁNEA DE
MINERALES AUROARGENTÍFEROS “SOTO NORTE”

Laboratorio	Punto de Muestreo	Código	Época seca	Época lluvias	Coordenadas	
					Este	Norte
	El Curo)					
Daphnia Ltda.	Río Surata	PA26	21/02/2017	* *	1121051,67	1306650,38
Daphnia Ltda.	Quebrada Bochalema	PA27	13/02/2017	* *	1121062,81	1306606,24
Daphnia Ltda.	Quebrada Bochalema	PA28	15/02/2017	* *	1121640,84	1306614,12
Daphnia Ltda.	Quebrada NN. (afluente a quebrada Caneyes)	PA29	15/02/2017	* *	1122506,7	1307796,4
Daphnia Ltda.	Cañada Zeppelin	PA30	16/02/2017	* *	1126514,74	1306703,81
Daphnia Ltda.	Quebrada Agua Limpia	PA31	16/02/2017	* *	1126812,37	1307100,87
Daphnia Ltda.	Quebrada NN. (afluente a quebrada Agua Limpia)	PA32	16/02/2017	* *	1126581,49	1307027,2
Daphnia Ltda.	Quebrada Agua Limpia	PA33	17/02/2017	* *	1126902,77	1306673,71
Daphnia Ltda.	Quebrada NN. (afluente a quebrada Agua Limpia)	PA34	17/02/2017	* *	1126732,67	1306650,48
Daphnia Ltda.	Quebrada Páez	PA35	18/02/2017	* *	1130200,94	1307920,2
Daphnia Ltda.	Quebrada Barrientos	PA36	18/02/2017	* *	1129740,74	1307958,76
Daphnia Ltda.	Quebrada NN. (afluente a quebrada La Baja)	PA37	18/02/2017	* *	1129539,31	1307824,61
Daphnia Ltda.	Quebrada La Baja	PA38	18/02/2017	* *	1129617,78	1307635,26
Daphnia Ltda.	Quebrada La Baja (Sector El Gigante)	PA39	19/02/2017	* *	1129469,4	1307424,23
Daphnia Ltda.	Quebrada El Curo	PA40	20/02/2017	* *	1121745,37	1306477,11
Daphnia Ltda.	Quebrada La Loma	PA41	22/02/2017	* *	1122155,59	1305837,11
Daphnia Ltda.	Quebrada NN. (afluente a quebrada La Loma)	PA42	22/02/2017	* *	1122139,3	1305549,3
Daphnia Ltda.	Quebrada NN. (afluente a quebrada La Loma)	PA43	22/02/2017	* *	1121976,38	1305633,88
Daphnia Ltda.	Quebrada NN. (afluente a quebrada La Loma)	PA44	22/02/2017	* *	1122177,27	1305506,94
Daphnia Ltda.	Río Surata	PA45	22/02/2017	* *	1120965,36	1306040,74
Daphnia Ltda.	Quebrada Bochalema	PA46	22/02/2017	* *	1121942,2	1306721,27
Daphnia Ltda.	Quebrada Chicaguá	PA47	23/02/2017	* *	1127594,54	1306904,44
Daphnia Ltda.	Quebrada El Curo	PA48	24/02/2017	* *	1121320,56	1306451,94
Daphnia Ltda.	Quebrada Agua Limpia	PA49	25/02/2017	* *	1127153,08	1306088,53
Daphnia Ltda.	Quebrada San Antonio	PA50	27/02/2017	* *	1128113,95	1307101,92

(* *) No se tomaron muestras durante esa temporada.

Fuente: Consultoría y Monitoreo Ambiental MCS, 2016 y Daphnia Ltda, 2017

Adicionalmente, al ubicar las coordenadas de los puntos definidos por MCS en la cartografía base del proyecto, se reasignaron los nombres de 6 puntos de monitoreo ya que no correspondían al cuerpo de agua en el que estaban ubicados. Por esta razón, en adelante se nombrarán estos puntos teniendo en cuenta el nombre definido por la cartografía. Se aclara que los drenajes intermitentes no cuentan con un nombre por lo cual se los nombrará como Q. NN y el cuerpo de agua al cual es afluente. Ver Tabla 4.13.

Tabla 4.13 Nombre Definido con la Cartografía para los Puntos de Muestreo de MCS

Código	Nombre definido por MCS	Nombre definido con la cartografía
Sup 1	Quebrada Aserradero	Quebrada Las Ánimas
Sup 2	Quebrada Padilla	Quebrada NN. (afluente al río Vetás)
Sup 3	Quebrada NN1	Quebrada Aserradero
Sup 11	Quebrada Caneyes Aguas arriba	Quebrada NN. (afluente a quebrada Caneyes)
Sup 20	Quebrada Agua Limpia 2	Quebrada NN. (afluente a quebrada Agua Limpia)
Sup 21	Afluente quebrada Agua Limpia 3	Cañada Zeppelin
Sup 28	Quebrada San Juan 1	Quebrada NN. (afluente a quebrada San Juan)
Sup 30	Quebrada San Juan 3	Quebrada NN. (afluente a quebrada San Juan)

Fuente: INGETEC, 2017

Durante la campaña realizada en febrero de 2017, se identificaron puntos de monitoreo que no evidenciaban presencia de caudal. Ver Tabla 4.14.

Tabla 4.14 Puntos de Muestreo con Ausencia de Caudal

Punto de Muestreo	Código
Quebrada Caneyes	PA1
Quebrada Bochalema	PA4
Quebrada La Loma	PA6
Quebrada NN (afluente a quebrada San Francisco)	PA12
Quebrada NN (afluente a quebrada El Curo)	PA25
Quebrada Bochalema	PA28
Quebrada NN. (afluente a quebrada Caneyes)	PA29
Quebrada Barrientos	PA36
Quebrada NN. (afluente a quebrada La Baja)	PA37
Quebrada El Curo	PA40
Quebrada La Loma	PA41
Quebrada NN. (afluente a quebrada La Loma)	PA42
Quebrada NN. (afluente a quebrada La Loma)	PA43
Quebrada NN. (afluente a quebrada La Loma)	PA44
Quebrada El Curo	PA48

Fuente: INGETEC, 2017

Con el fin de realizar el análisis, los puntos de monitoreo se agruparon de acuerdo con la delimitación de cuencas y subcuencas. A continuación, se especifica la agrupación antes mencionada de conformidad con la cuenca y subcuencas correspondientes.

Tabla 4.15 Distribución de Microcuencas para Análisis de Agua

Cuenca	Microcuenca	
Cuenca Quebrada La Baja – Parte Alta	Q. Angosturas	Q. NN
	Q. San Andrés	Q. Las Ánimas
	Q. Barrientos	Q. San Juan
	Q. Páez	Q. Aserradero
	Q. NN3	Q. NN10
	Q. NN4	Q. NN11
	Q. NN5	Q. La Catalina
	Q. NN6	Q. San Lino
	Área de drenaje directa – Q. La Baja	
	Q. Chicaguá	Q. San Antonio
Cuenca Quebrada La Baja – Parte Baja	Q. Agua Limpia	Q. La Plata
	Q. Tiguerin	Q. La Higuera
	Q. NN15	Q. Chorrerón
	Área de drenaje directa – R. Vetas	
Cuenca Vetas – Parte Baja – Margen Derecho	Q. San Francisco	Q. Tabacal (Q. La Venta)
	Q. Padilla	Q. La Loma
	Q. El Salado	Q. NN18
	Q. NN19	Q. NN2
	Q. Caneyes	Q. S.1
Cuenca Suratá Alto – Parte Media	Q. S.2	Q. Bochalema
	Q. El Curo	

Fuente: INGETEC, 2018

Se realizó la medición de 67 determinantes de calidad del agua que comprenden: mediciones in situ (temperatura, conductividad, pH y oxígeno disuelto, entre otros), determinantes convencionales y característicos de los cuerpos de agua naturales (DBO, DQO, formas de nitrógeno y formas de fósforo, entre otros), características bacteriológicas (coliformes totales y fecales), Hidrocarburos, iones (cloruros, sulfatos y cianuro entre otros), metales pesados (Arsénico, cadmio, cobre, plomo etc.) y se incluye la medición de mercurio y metilmercurio.

Adicionalmente, se realizó el cálculo de cuatro índices que permiten evaluar el estado de los cuerpos de agua frente a las diferentes condiciones de calidad del agua presentadas. En primera instancia, el índice de Langelier está basado en la saturación de carbonato de calcio (CaCO_3), teniendo en cuenta el efecto del pH sobre el equilibrio de solubilidad, los resultados de este índice permiten concluir sobre el carácter corrosivo o incrustante del agua. El índice ICA corresponde a una clasificación de la naturaleza del agua basada en su contaminación, se calcula a partir de un conjunto de cinco variables: oxígeno disuelto, sólidos suspendidos totales, demanda química de oxígeno, conductividad eléctrica y pH. El índice IACAL, refleja la alteración potencial de la calidad de los sistemas hídricos superficiales en una subzona hidrográfica dada. Permite reconocer zonas susceptibles a diferentes tipos de contaminación, que se estima en la medida que la categoría de amenaza es calificada como alta y muy alta en un intervalo de tiempo específico. Por último, la Capacidad Buffer, se basa en la alcalinidad total, la cual corresponde al principal sistema amortiguador de las aguas. Una baja capacidad Buffer corresponde a aguas muy sensibles a la contaminación, ya que no tienen capacidad para oponerse a las modificaciones que generen disminuciones del pH.

- Calidad del agua y sedimentos de fondo en los puntos asociados a vertimientos

En el Proyecto Soto Norte se tendrán seis puntos de vertimientos, de los cuales dos puntos serán para aguas residuales domésticas y cuatro serán de tipo residual no doméstica. Por ello, se realizó la caracterización de la calidad del agua y de la capa de sedimentos de fondo sobre el cuerpo receptor de los vertimientos.

Para la caracterización de la calidad del agua de los cuerpos receptores de los vertimientos, se tuvieron en cuenta los parámetros definidos en la Resolución 631 de 2015. De igual manera, se tuvieron en cuenta los parámetros fisicoquímicos que se deben medir para la caracterización de sedimentos de fondo definidos en los términos de referencia de la ANLA (2016).

Se aclara que los puntos de muestreos de sedimentos se ubican en los mismos puntos de caracterización de vertimientos. Igualmente, se aclara que los puntos nombrados con río Suratá 2, hacen referencia a puntos monitoreados aguas abajo del río Suratá.

Adicionalmente, se incluye la clasificación de la Cuenca o Subcuenca en cada punto, teniendo en cuenta la clasificación mencionada anteriormente.

Tabla 4.16 Localización de Puntos de Monitoreo para la caracterización de cuerpos de agua receptores de los Vertimientos

ID_PUNTO	ID	COTA	Magna Sirgas Origen Bogotá	
			ESTE	NORTE
Sup 15	V5	2656	1129870,00	1307902,00
PA16	V5	2691	1130108,00	1308009,98
PA19	V4	2545	1129405,22	1307286,97
PA20	V4	2540	1129366,24	1307267,87
FQ 4B	V4	2554	1129429,00	1307348,00
FQ 1S	V3	1757	1121401,00	1307546,00
FQ 2S	V3	1750	1121385,00	1307424,00
FQ 1S2	V2	1691	1120986,00	1306411,00

Fuente: INGETEC, 2018

Estos muestreos se realizaron siguiendo el marco de la modelación planteado para la obtención de un modelo predictivo de transporte de solutos y de calidad del agua en ríos. De tal manera que se realizaron siguiendo la misma masa de agua, teniendo en cuenta el cálculo de tiempos medios de viaje a partir de experimentos con trazadores.

Sedimentos

Se debe tener en cuenta que la normativa nacional no contempla valores de concentraciones límite en sedimentos de fondo presentes en fuentes hídricas. Internacionalmente se han realizado estudios para caracterizar los sedimentos presentes en cuerpos hídricos contaminados por actividades mineras, en las que los parámetros más analizados son los metales pesados (Fernández-Naranjo et al) y (Yacoub, 2012), con los que se harán comparaciones para los parámetros que den a lugar.

Como información principal de referencia se toman las Guías ambientales canadienses de calidad en sedimentos para la protección de la vida acuática del Consejo Canadiense de Ministerios del Ambiente (Canadian Council of Ministers of the Environment – CCME, (1999, actualizado en 2001)), para las que se establecen límites en los sedimentos de fondo de fuentes hídricas superficiales según los efectos biológicos adversos que se esperan.

4.1.6 Hidrogeología

Los principales objetivos de la caracterización de la zona de estudio en relación con la componente de hidrogeología son:

- Desarrollar un modelo hidrogeológico conceptual con el fin de describir la dinámica del régimen de aguas subterráneas en las cercanías del proyecto y su interacción con las aguas superficiales y cómo esta relación puede verse influida por la construcción del proyecto minero, en particular las obras subterráneas contempladas en los diseños del proyecto.
- Construir un modelo numérico que permita simular las condiciones y el comportamiento del sistema de aguas hídrico subterráneo en la zona de estudio (descrito en el modelo conceptual) con el fin de analizar diferentes escenarios (con y sin proyecto) y determinar los impactos potenciales sobre los recursos hídricos circundantes por la construcción del proyecto.

Modelo hidrogeológico conceptual

La constitución geológica del área del Proyecto Soto Norte consiste en diferentes tipos de roca que pueden ser agrupadas de acuerdo con su origen en rocas sedimentarias e ígneo-metamórficas, las cuales presentan estructuralmente zonas fracturadas que actúan como zonas de almacenamiento y flujo de aguas subterráneas en porosidad secundaria (fracturas).

Las propiedades hidráulicas en profundidad determinadas por medio de piezómetros y exploración geotécnica desarrollada en la zona de estudio permiten trabajar las diferentes unidades geológicas de origen sedimentario como una única categoría denominada en el presente estudio sistema de rocas sedimentarias, la cual presenta variaciones en sus propiedades hidráulicas en profundidad. La información hidrogeológica de perforaciones muestra niveles freáticos a profundidades de 50 m en promedio.

Las unidades ígneo-metamórficas han sido clasificadas como acuíferos, donde su extensión y productividad depende de la extensión de la zona de fracturamiento. El flujo de agua subterránea dentro de esta unidad es lento, sin embargo, las estructuras dentro de esta unidad pueden contribuir con la recarga rápida y con rutas de flujo preferencial impulsados por gradientes de carácter topográfico, en zonas localizadas, datos piezómetros en estas unidades indican profundidades del nivel freático de hasta 100 m.

De acuerdo con su grado de fracturamiento estas unidades adquieren propiedades hidráulicas, así como potencial para el almacenamiento y flujo de aguas subterráneas. En las zonas en las cuales el basamento ígneo-metamórfico no se encuentra fracturado, la conductividad hidráulica es muy baja, reduciéndose en profundidad, por lo cual estas unidades de roca con bajo niveles de fracturamiento pueden ser considerados como acuitardos.

En sentido general, los flujos subterráneos locales e intermedios se producen desde zonas de recarga de aguas ubicadas en las partes topográficas más altas hacia la zona de descarga hacia el curso de la quebrada La Baja en la zona donde estarán ubicadas las labores mineras, Río Vetás y Río Surata en la zona de influencia de los túneles y de planta de beneficio (procesamiento mineral).

En el área de influencia hidrogeológica del Proyecto Soto Norte, el modelo hidrogeológico conceptual (Figura 4.4 y Figura 4.5) indica que la mayor parte de la recarga en las zonas fracturadas presentes se da por precipitación, siendo más intensa en las zonas altas, y la descarga dominante de los sistemas de aguas superficiales y subterráneas siguiendo las líneas de flujo local e intermedio hacia la quebrada La Baja, río Vetás y río Surata.

- **Unidades Hidrogeológicas**

Para la definición y caracterización de las unidades hidrogeológicas en el área del Proyecto Soto Nortense consideraron las propiedades geológicas de las rocas y depósitos presentes que influyen en el comportamiento hidráulico de las mismas y del agua subterránea como un todo; específicamente los aspectos litológicos, estructurales y fracturamiento, mineralización, alteración.

Zonas de vetas La Mascota y El Gigante

Las vetas La Mascota y El Gigante están alojadas en la unidad geológica gneis de Bucaramanga. Estas vetas corresponden a las dos áreas principales donde está alojada la mineralización y sus zonas de alteración hidrotermal asociadas. Se encuentran relacionadas con estructuras regionales de primer orden: la veta La Mascota con la falla La Rosa y la veta El Gigante con la falla de La Baja.

En estas zonas, el flujo del agua subterránea es restringido debido a la existencia de niveles arcillosos producto de la alteración argílica y relleno de falla (*gouge*).

Por lo anterior, estas zonas son consideradas barreras de baja permeabilidad en el modelo de flujo de agua subterránea dentro de la unidad hidrogeológica gneis intensamente fracturado. En consecuencia, se generan presiones de agua subterránea acumulada detrás de estas barreras de baja permeabilidad, como es el caso del túnel del Emboque.

Gneis intensamente fracturado-alterado

El gneis de Bucaramanga es una unidad geológica con propiedades hidráulicas directamente relacionadas con la presencia de fallas y zonas fracturadas (porosidad secundaria), dado que como unidad geológica el gneis tiene una permeabilidad primaria despreciable.

Para efectos del modelo hidrogeológico conceptual, el gneis se ha subdividido en dos unidades hidrogeológicas denominadas gneis intensamente fracturado-alterado y basamento cristalino regional, siendo la primera unidad la correspondiente a las zonas de esta roca fuertemente fracturadas y alteradas y como consecuencia más permeable y la segunda a una unidad de menor permeabilidad con fracturamiento menos intenso.

Las fallas de primer orden están asociadas con las vetas La Mascota y El Gigante, mientras que las fallas de segundo orden actúan como enlaces entre las fallas de primer orden y tercer orden. Las zonas de deformación frágil intensa que se extienden hasta la escala del centímetro coexisten con los tres tipos de falla expuestas. La densidad de estructuras de segundo y tercer orden es mayor en zonas próximas con las estructuras de primer orden, reduciéndose gradualmente con la distancia.

La zona más cercana a las estructuras de primer orden define la unidad hidrogeológica “gneis intensamente fracturado-alterado” que se caracteriza por valores de conductividad hidráulica (K) relativamente altos, baja porosidad y almacenamiento. Esta zona representa el conducto principal de flujo vertical de agua subterránea alrededor de las actividades asociadas a la minería como tal, por lo que se le relaciona con las infiltraciones que se han producido durante la excavación del túnel de exploración El Emboque.

Esta unidad hidrogeológica no evidencia reducción de permeabilidad alta con la profundidad hasta profundidades del orden de los 500 m.

Basamento cristalino regional

Esta unidad hidrogeológica corresponde al gneis de Bucaramanga en sus zonas menos fracturadas, así como a los intrusivos calcio-alcalinicos de edad Triásico-Jurásico y pórfidos dacíticos de edad Mioceno, los cuales hidrogeológicamente tienen un comportamiento homogéneo a escala regional. En contraste con el gneis intensamente fracturado, esta unidad regional comprende la zona no alterada y distante de las fallas de La Baja y La Rosa, en la que no se evidencia flujo a escala regional por lo que es considerada como un acuitarlo, en el cual su baja permeabilidad se reduce notablemente con la profundidad.

El flujo de agua subterránea dentro de esta unidad es lento, sin embargo, las estructuras dentro de esta unidad pueden contribuir con la recarga rápida y con rutas de flujo preferencial impulsados por gradientes de carácter topográfico, en zonas localizadas.

Gneis moderadamente fracturado

La subdivisión realizada a la unidad geológica gneis de Bucaramanga en dos unidades de acuerdo con su comportamiento hidrogeológico (gneis intensamente fracturado-alterado y basamento cristalino regional) es una simplificación de la realidad, por lo que se reconoce una zona de transición presente entre estas dos unidades hidrogeológicas. Conceptualmente, el gneis transicional se denomina como gneis moderadamente fracturado.

Rocas marinas cretácicas

Rocas marinas de edad cretácicas, en contacto fallado con la unidad geológica gneis de Bucaramanga se encuentran al extremo oeste de la zona del proyecto y forman colectivamente la unidad hidrogeológica denominada rocas marinas Cretácicas.

Los registros de perforación geotécnica y los resultados de los Packer test en el área de Padilla, a lo largo de la alineación de los túneles gemelos indican que las rocas marinas cretácicas se comportan como una unidad de baja permeabilidad en profundidad.

Los flujos intergranulares de agua subterránea en esta unidad hidrogeológica preferencialmente se desarrollarán a lo largo de planos de estratificación y del contacto fallado con el Basamento Cristalino Regional.

Zona meteorizada

El perfil de meteorización actúa como el control primario en el flujo del agua subterránea en formaciones con baja permeabilidad. Las unidades hidrogeológicas denominadas basamento cristalino regional; así como las rocas marinas cretácicas son consideradas formaciones de baja permeabilidad.

En la Figura a continuación se muestra el perfil de meteorización característico para un acuífero de porosidad secundaria en rocas cristalinas, y el gráfico de variación de la conductividad hidráulica y la porosidad efectiva con la profundidad, y se indica cómo una gran proporción del agua subterránea es almacenada en el Saprolito. Los horizontes más permeables se sitúan debajo del saprolito en lo que se denomina como capa de transición, capa fisurada o *Sap-rock*.

Suelo de páramo

Existen zonas de páramo al norte, sur y este por fuera del área de influencia del proyecto, factores como la cobertura de nubes, la precipitación oculta continua, las bajas tasas de evapotranspiración y los bajos niveles de oxígeno generan baja actividad microbológica lo cual conlleva a elevadas acumulaciones de carbono orgánico en los suelos páramo. El elevado contenido de carbono orgánico confiere una mayor microporosidad al suelo, por lo que estos suelos muestran una elevada capacidad de retención de agua. Estos suelos sostienen la vegetación del páramo en condiciones de suelo ricas en humedad durante todo el año, a pesar de que el nivel freático se encuentra a una profundidad del orden de 100m en algunas áreas, los suelos de páramo están situados dentro de la zona vadosa por ende no son técnicamente una unidad hidrogeológica. No obstante, se contempla dentro del modelo hidrogeológico conceptual como un componente a evaluar.

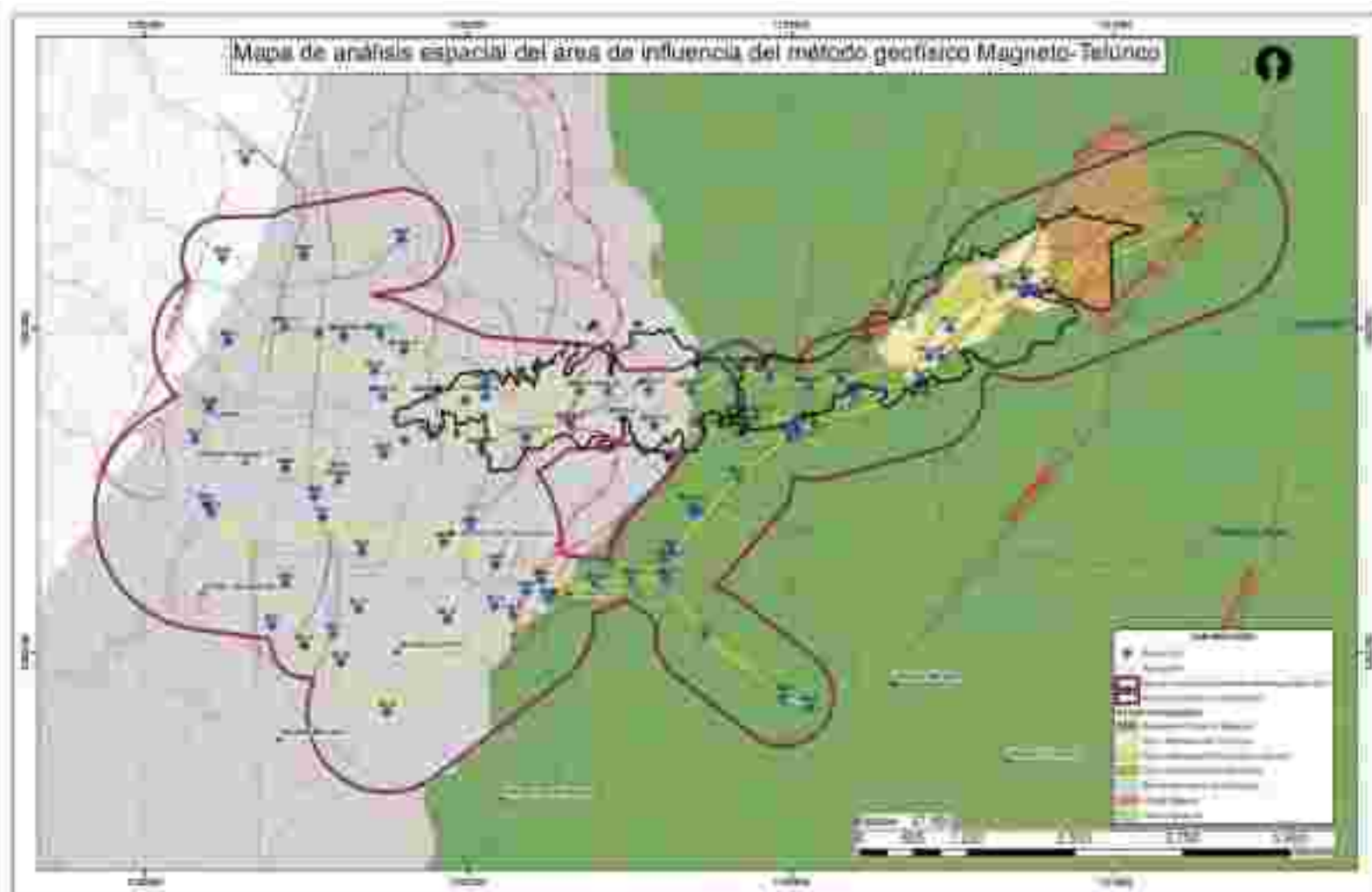


Figura 4.4 Mapa Hidrogeológico con el Análisis Espacial del Área de Influencia del Total de Investigaciones del Método Geofísico Magneto – Telúrico.

Fuente: INGETEC, 2018

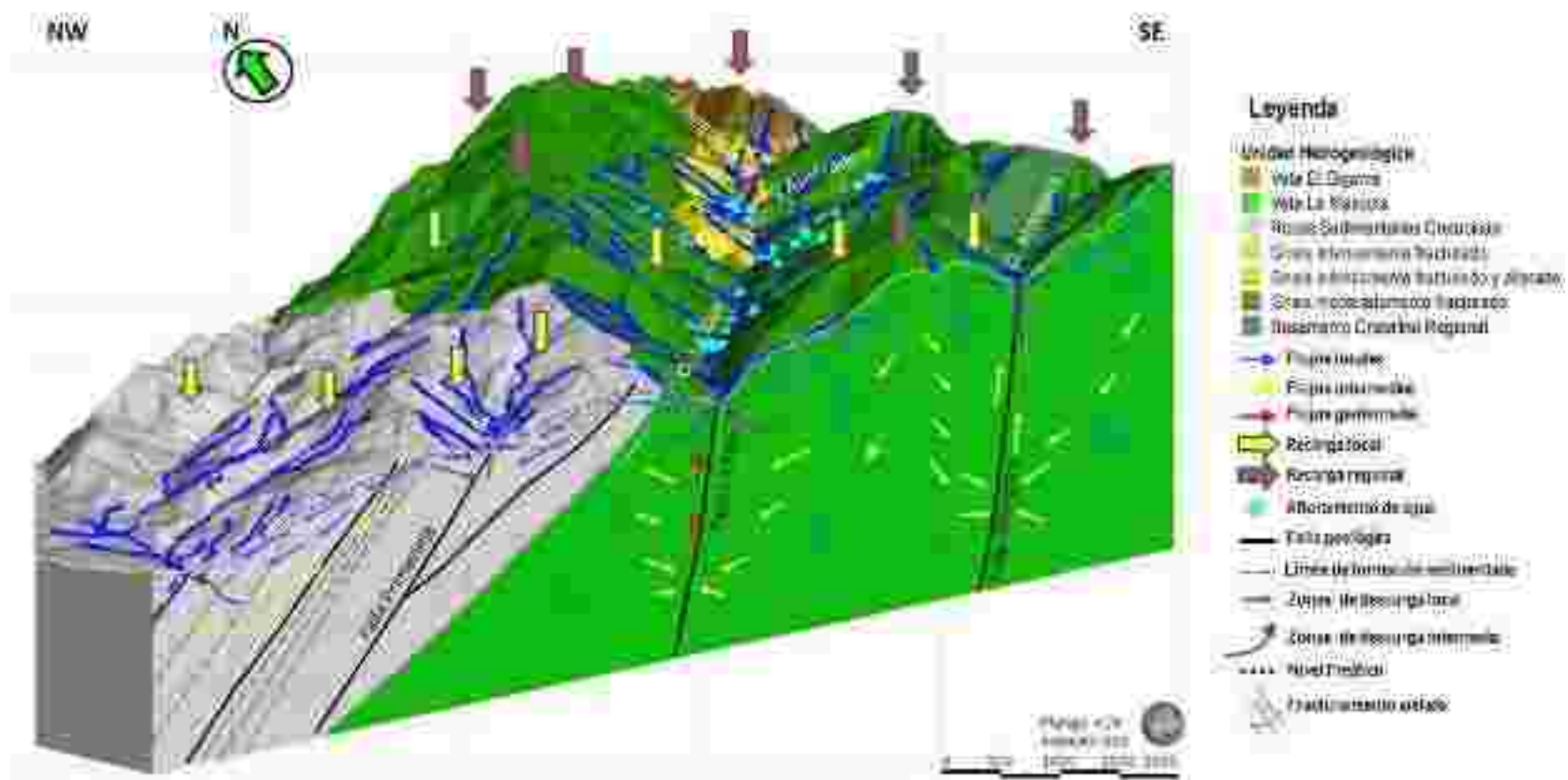


Figura 4.5 Modelo Hidrogeológico Conceptual 3D.

Las principales observaciones del modelo hidrogeológico conceptual se enumeran a continuación.

- El gneis regional muestra una permeabilidad muy baja a escala regional, pero puede ocurrir una variación de permeabilidad de manera local. La recarga de la superficie es significativa, pero una proporción relativamente pequeña alcanza la profundidad, con flujo de aguas subterráneas poco profundas e interflujo, contribuyendo a la descarga de la corriente en las cuencas superiores. La profundidad del agua subterránea es controlada por la topografía y la presencia de estructuras.
- El control estructural localizado sobre los niveles del agua subterránea ocurre cerca de la superficie, particularmente en las cercanías de la mina propuesta, donde una serie de zonas de fallas primarias, secundarias y terciarias forman una zona de permeabilidad mayor denominada gneis local.
- El agua subterránea más profunda está circulando y eventualmente regresa a la superficie como descarga de la corriente. En algunos casos, puede ser geotérmica debido a la circulación profunda del agua subterránea dentro del gneis local. Las condiciones artesianas que impulsan el flujo base a los arroyos también se observan en una serie de perforaciones y minas en la zona.
- Existen niveles naturales de aguas profundas en el gneis local y regional (flujos intermedios), que se considera desconectado hidráulicamente de los suelos páramo. Esto se apoya en el hecho de que hay una zona no saturada (zona vadosa) debajo de las cuales se encuentra el nivel con aguas subterráneas mayor a 100 m por debajo de la superficie.
- Las condiciones del agua subterránea también están presentes dentro de los páramos. Estos son el resultado de muy poca permeabilidad del gneis en profundidad. Como resultado, existe una conexión hidráulica muy limitada entre los páramos y el valle de La Baja. La recarga que ocurre en los páramos hace su manera abajo a la base del valle pero esto es principalmente a través del flujo superficial del agua subterránea y los cambios en niveles de agua en La Baja no tienen ningún medio de propagación de nuevo en el páramo.
- La precipitación oculta y la evapotranspiración reducida llevan a mayores tasas de recarga en páramo, sin embargo, la vegetación ecológicamente sensible es sostenida por la humedad retenida en suelos ricos orgánicos.
- La descarga de aguas subterráneas se efectúa a través de un flujo base hacia La Baja (y sus afluentes) y manantiales cerca de la base del valle de La Baja. Las líneas de flujo ascendente también pueden ocurrir cuando las condiciones de suelo saturadas intersectan la superficie cerca de los afloramientos de áreas menos permeables, indicativo de que el agua subterránea tiene conexión hidráulica muy limitada con el agua subterránea en el valle de La Baja.
- Durante la extracción minera, el agua subterránea fluirá hacia las obras, pero se espera que la extracción esté fuertemente controlada estructuralmente dentro del gneis local altamente fracturado. La Baja se convertirá en una zona de recarga en las cercanías de las minas. Esto se traducirá en una disminución en el flujo base y puede resultar en algunos manantiales y arroyos de montaña que alimentan a La Baja que se ven afectados, donde están vinculados a las aguas subterráneas más profundas.

Modelo numérico del flujo de aguas subterráneas

Los objetivos y elementos principales del modelo matemático de flujo de aguas subterráneas definidos por los términos de referencia de ANLA incluyen lo siguiente:

- Preparar un modelo tridimensional que sea representativo del modelo conceptual hidrogeológico.
- Identificar el dominio (área activa) del modelo y elegir condiciones de borde apropiadas para la evaluación de los impactos potencialmente asociados a la explotación minera.
- Utilizar los datos de entrada local, tales como datos históricos de niveles piezométricos, las propiedades de cada unidad hidrogeológica, así como las direcciones de flujo y conexiones entre las unidades hidrogeológicas.
- Preparar la malla del modelo numérico de acuerdo de manera apropiada en las áreas de interés.
- Seleccionar las capas del modelo de modo apropiado.
- Incluir las siguientes fases de modelación en el informe: construcción del modelo, calibración, validación y simulaciones predictivas.
- Incluir datos estadísticos que indiquen la calidad de la calibración y una discusión sobre la estabilidad numérica de la solución (validación).
- Simular niveles de agua subterráneas en régimen permanente (estacionario) y cómo dichos niveles podrían variar a lo largo del desarrollo del proyecto, incluyendo flujos ingresantes a las labores mineras.

Simulaciones y escenarios

El modelo de aguas subterráneas está diseñado para simular 3 fases en una única corrida del modelo.

- La primera fase es la simulación en régimen permanente o estacionario, que se especifica en el primer periodo de estrés de la simulación.
- La segunda fase se refiere a la calibración del modelo, que se hace en régimen transitorio. Esta segunda fase se inicia en el segundo periodo de estrés y representa el mes de octubre del 2008. Este mes se eligió para proveer un corto periodo de tiempo entre el inicio del modelo transitorio y la disponibilidad de datos de calibración, el cuál empieza en 2009. Esto permite que la solución estacionaria se equilibre con las condiciones climáticas reales. La fase de calibración entonces continúa desde el año 2009 hasta 2016.
- La tercera fase de simulaciones es la fase de predicción o de pronósticos futuros con las operaciones de la mina. Esta fase básicamente continúa la simulación del modelo calibrado, a través del ingreso de las condiciones de borde que representan las labores mineras subterráneas. Dichas labores mineras se introducen en el modelo gravitativamente a partir de octubre del 2017, de acuerdo al Plan de Mina, Fase 2 (Figura 4.6).

Resultados Escenarios simulados

- Escenarios operacionales de drenaje de mina

El modelo indica que el pico de caudales hacia la mina se espera que ocurra en los primeros 2-3 años de las operaciones con aportes importantes de las zonas del Emboque y El Cuatro. Los

aportes sostenibles a largo plazo más grandes vendrían de los sectores La Bodega y los menores del área del Aserradero. Se estima que el caudal promedio a largo plazo será de 125 l/s a partir del año 2023 en adelante.

La extensión del abatimiento del nivel freático y las reducciones simuladas con los efectos de la mina para el periodo del estrés del modelo se darían en el mes de octubre del 2040. El cono de abatimiento más profundo ocurriría en las proximidades de la mina subterránea. La propagación del cono de abatimiento es controlada en gran parte por la distribución de las unidades hidrogeológicas más permeables, tales como las unidades altamente a moderadamente fracturadas (zona de transición). La introducción de la zona de pre-impermeabilización con baja permeabilidad en La Bodega limita la propagación del cono de abatimiento en la orilla del páramo, con impactos despreciables en términos de reducción de caudales de base.

- Escenarios de cierre de mina

Se describen dos escenarios de recuperación de niveles después de encerradas las actividades mineras, conforme se describe anteriormente:

- condiciones naturales de recuperación de niveles;
- inundación acelerada de la mina (con agua bombeada desde la Quebrada La Baja).
-

Condiciones naturales: bajo condiciones naturales de recuperación de niveles una vez que se deje de operar la mina, la recuperación de los niveles se iniciaría muy rápidamente, estabilizándose en el año 2050 (10 años después del cierre de las operaciones en el año 2040). En el escenario de inundación de la mina, se simula el bombeo de agua adicional hacia la mina subterránea de 200 l/s, derivada de la quebrada la Baja durante los primeros 2 años pos-cierre. El modelo indica que con este proceso, se aumentaría la tasa de recuperación de niveles considerablemente, con la estabilización de los niveles ocurriendo en el año 2043, solamente 3 años después del cierre.

Conclusiones análisis modelación numérica

El modelo numérico, que utiliza MODFLOW-USG (UnStructured Grid) y SWAcMOD, se ha aplicado para predecir la extensión lateral y la profundidad de la reducción asociada con las operaciones de la minería, incluyendo el túnel en la zona de Padilla. Esto se ha combinado con la información de agua superficiales disponible para simular impactos potenciales en los flujos de base de las corrientes. Teniendo en cuenta la exactitud y variabilidad del modelo, la salida del modelo indica:

- La extracción de agua subterránea dentro del gneis local ocurrirá cerca de los trabajos de la mina, con la entrada de entre 100 l/s y 300 l/s en los trabajos que se recogen y tratan antes de ser reutilizados o descargados.
- La extensión lateral del abatimiento (5 m de abatimiento como el límite del área de influencia de hidrogeología en el cual se tiene mayor certeza para la evaluación de impactos) que se verificó que no se extiende hacia las zonas de páramo de Santurbán.
- Un tramo aproximado de 3 km de la quebrada La Baja, cercano a la mina, se prevé convertirse en una zona de recarga de agua subterránea por aproximadamente 25 años y como resultado se producirá una reducción del caudal de hasta 30%, que se atenderá con los planes de manejo ya establecidos en este estudio; mayor detalle en relación a estos impactos y planes de remediación y mitigación se encuentran en el Capítulo 8 y 10.
- Como consecuencia del limitado alcance del impacto en las aguas superficiales (confinado a la quebrada La Baja y sus afluentes cerca de la mina) y los caudales adicionales

agregados por la descarga de agua minera tratada, no se esperan impactos en el río Surata o aguas abajo.

- En el cierre, los niveles del agua subterránea se recuperarán. Sin embargo, MINESA podría llenar los trabajos utilizando agua de la quebrada La Baja en condiciones de alto flujo, por lo que es probable que la tasa de recuperación del agua subterránea se acelere a entre 2 y 5 años.
- Con base en las características del modelo hidrogeológico (medio físico fracturado y heterogéneo, fluctuaciones naturales de los niveles freáticos y el margen de confiabilidad de la simulación), se seleccionó el contorno de 5 m de abatimiento como el límite del área de influencia de hidrogeología en el cual se tiene mayor certeza para la evaluación de impactos.

Resumen de las conclusiones del Modelo Conceptual y justificativas adicionales con respecto a la desconexión entre el páramo y las operaciones propuesta de la mina subterránea

- Las evidencias en su conjunto indican que las operaciones de drenaje de la mina, necesarias para mantener las condiciones de seguridad de los trabajadores, no impactarán el ecosistema de páramo ni la laguna Páez.
- El diseño de la mina subterránea incluye la implementación de inyecciones cementantes enfocadas a reducir las filtraciones de agua a la mina, de forma que se mejoren las condiciones constructivas, operativas y de seguridad en la misma, evitando a su vez, que se propague el abatimiento hacia el sector noreste más cercano al Páramo Santurbán.
- Los datos geológicos, estructurales, geomorfológicos, isotópicos y de modelación numérica revelan que los posibles impactos hidrológicos de las operaciones mineras se restringen a las áreas cercanas a la mina, en donde se espera una reducción temporal del flujo de base a la Quebrada La Baja y otros afluentes menores, y posiblemente, el agotamiento de algunos manantiales situados en la zona más cercana a la mina.

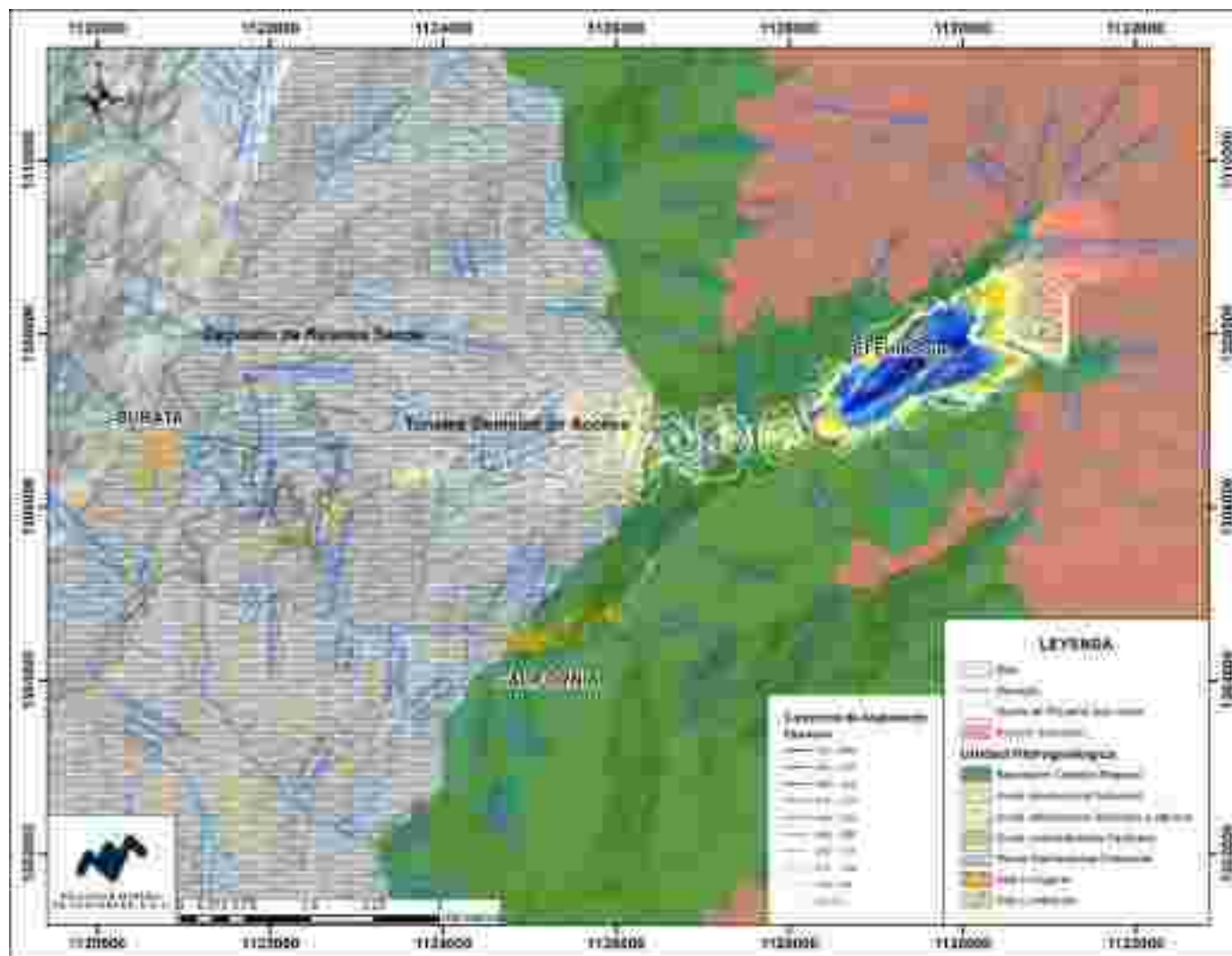


Figura 4.6 Mapa de Contornos de los Descensos del Nivel Freático (Abatimiento) y su Relación con las Unidades Hidrogeológicas, Proyecto Soto Norte.

4.1.7 Geotecnia

En este apartado se resumen los aspectos concernientes al tema de Geotecnia para el proyecto Soto Norte, cuyo contenido se fundamenta en los requerimientos establecidos en los términos de referencia (TDR) suministrados por la Autoridad Nacional de Licencias Ambientales (ANLA). Partiendo de esto, el objetivo de este capítulo es el de dar a conocer las actividades de exploración ejecutadas, los ensayos de laboratorio y de campo llevados a cabo, los criterios de diseño considerados y los análisis efectuados, que llevaron a la definición de las características tanto de las excavaciones (en superficie y subterráneas) como de los rellenos a conformar en desarrollo de la operación minera.

En este orden de ideas y para una mayor y mejor comprensión de las actividades adelantadas en lo referente a esta disciplina, se ha definido que el componente geotécnico del Estudio de Impacto Ambiental del proyecto Soto Norte se presente de acuerdo a los siguientes ejes temáticos:

- Estudio de amenaza sísmica para la zona del proyecto.
- Plan de investigación geotécnica y de ensayos.
- Caracterización geotécnica de los materiales.
- Criterios de diseño y análisis de estabilidad, tanto para las obras subterráneas como aquellas a situarse en superficie.
- Evaluación de la amenaza.
- Monitoreo geotécnico
- Etapa de cierre y rehabilitación –consideraciones geotécnicas.

En cada uno de estos ejes, se recopila la información correspondiente a cada uno de los siguientes cuatro (4) grupos de obras:

- Geotecnia de obras de infraestructura minera en superficie
- Geotecnia de la zona de explotación minera
- Geotecnia de infraestructura subterránea
- Geotecnia de vías y corredores de acceso.

A continuación se presentan un resumen de las actividades adelantadas desde el punto de vista geotécnico dentro del estudio de impacto ambiental del proyecto Soto Norte.

Estudio de Amenaza Sísmica

El estudio de amenaza sísmica se llevó a cabo partiendo de los datos correspondientes a sismicidad histórica e instrumental, incluyendo el uso de la información geomorfológica y neo-tectónica de la región en donde se planea desarrollar el proyecto Soto Norte. Una vez analizada la información en cuanto a sismicidad histórica se procedió a efectuar el análisis propiamente dicho, el cual se efectuó desde dos enfoques: determinístico y probabilístico obteniendo los valores de aceleración pico mostrados en las siguientes tablas

Tabla 4.17 Aceleraciones Pico del Terreno (PGA) Método Probabilístico.

Ley de atenuación	Aceleración máxima ($a_{m\acute{a}x}$) para diferentes periodos de retorno (Tr) en años								
	30	50	100	250	475	975	2475	5000	10000
Young et.al + Sadic et.al - Roca	0,12	0,14	0,17	0,23	0,27	0,33	0,40	0,47	0,55

Tabla 4.18 Aceleraciones del Terreno Método Determinístico.

Perfil de suelo	Fuente	Ley de atenuación	Distancia (km)	Mw	PGA (g)	
					P(50)	P(84)
ROCA	Subducción Superficial	Youngs et. al (1997)	220	7,8	0,05	0,10
	Subducción Intermedia	Youngs et. al (1997)	105	7,8	0,18	0,35
	Corteza (Falla Morronegro - Las Mercedes)	Sadigh et.al (1997)	16,6	7,5	0,26	0,38
	Corteza (Chitaga - Falla Pamplona)	Sadigh et.al (1997)	34,7	7,5	0,19	0,28

Plan de exploración geotécnica

Las actividades de exploración geotécnica para las obras pertenecientes a la infraestructura minera en superficie, como lo son: la planta de beneficio, el depósito de relaves secos (DRS) (incluyendo sus obras adjuntas correspondientes a el dique de inicio y la piscina de sedimentación), el sector de El Cuatro y El Emboque, se planteó una campaña de exploración de campo basada en la ejecución de perforaciones, calicatas y en la realización de ensayos de campo (p.e. SPT, Lefranc y líneas sísmicas). Dichas labores permitieron establecer características generales del perfil de meteorización para las zonas de interés y la obtención de muestras para la realización de ensayos.

Para el caso de los túneles gemelos, se realizó el mapeo de 52 estaciones geotécnicas y el logueo de 8 perforaciones, registrando las diferentes litologías, alteraciones y estructuras. De acuerdo con la información obtenida de las perforaciones, se pudo establecer las diferentes litologías presentes, permitiendo conformar los respectivos perfiles de meteorización y una serie de dominios litológicos, los cuales se agruparon en 3 grupos.

En lo referente a la zona de extracción minera se ha llevado a cabo una extensiva campaña de investigación sub-superficial. De dicha campaña se ha llegado a la conclusión que en esta zona del proyecto es posible encontrar principalmente neises (77% de la base de datos), brechas (13% del total de la base de datos) materiales en zona de falla (2% de la información contenida en la base de datos). El 8% restante está conformado por 8 tipos diferentes de rocas dentro de las que se encuentran anfíbolitas y materiales intrusivos.

Finalmente, en lo que se refiere a las vías del proyecto Soto Norte, la exploración geotécnica a lo largo de su trazado está compuesta por calicatas y barrenos manuales. Estas exploraciones, en conjunto con las perforaciones mecánicas ejecutadas para las obras de infraestructura minera en superficie que se encuentran localizadas en las inmediaciones de las vías planteadas, fueron la base para efectuar el proceso de caracterización geotécnica. De la campaña de exploración se pudo establecer las características generales del perfil del suelo en las vías del proyecto, lo que aunado a las condiciones topográficas del sitio permitió delimitar zonas homogéneas o dominios geotécnicos.

Caracterización geotécnica

A partir de la extensiva campaña de perforaciones ejecutada en las diferentes zonas del proyecto, acompañada de un programa de ensayos de laboratorio y de campo, fue posible determinar las propiedades geomecánicas de los materiales, con las que se pudo establecer sus características de resistencia, deformabilidad y permeabilidad (según los requerimientos de la obra a diseñar) identificando sus posibles comportamientos y estableciendo pautas generales de diseño.

El proceso de caracterización geotécnica implicó el análisis detallado de los resultados obtenidos en los diferentes ensayos, lo que llevó a la definición de los valores de los parámetros a usar en los análisis de estabilidad para cada una de las obras consideradas. Al respecto se pudo identificar que en términos generales los suelos residuales de las zona de infraestructura minera en superficie presentan valores de humedad natural que oscila entre 10% y el 30%, pesos unitarios dentro de los rangos habituales reportados en literatura y valores de parámetros de resistencia en términos de esfuerzos efectivos se tienen cohesiones entre los 15 y los 75 kPa y ángulos de fricción interna entre los 17° y los 26°. Es de aclarar que pueden haber variaciones de los parámetros antes mencionados. Por su parte los suelos coluviales tienden a presentar valores más altos de fricción y menores cohesiones dada su matriz arenosa, alcanzando ángulos de fricción del orden de los 35° y cohesiones entre los 10 y los 30 KPa.

En cuanto a las rocas en donde se excavarán tanto los túneles como las cámaras de explotación, en general los materiales más blandos corresponden a rocas tipo lutitas en la zona de padilla cuya resistencia a compresión uniaxial varía sustancialmente sin llegar a superar los 20 MPa mientras que los materiales intrusivos en la zona de la mina subterránea presentan resistencias que pueden llegar a los 90 MPa e incluso ser ligeramente superiores.

Criterios de diseño y análisis de estabilidad de las obras

Para llevar a cabo la evaluación de la estabilidad general de la zona se partió de la información relacionada con las unidades geológicas superficiales en la que siguiendo los lineamientos establecidos por la Autoridad se clasifica los materiales en cuatro (4) grupos principales: suelo depositado, suelo residual, roca meteorizada y roca poco meteorizada. A partir de dichas unidades superficiales en conjunto con pendientes, estructuras geológicas y procesos de remoción existentes ya identificados, se efectuó una ponderación de cada uno de estos elementos o factores, con lo que se pudo determinar la susceptibilidad a la ocurrencia de fenómenos de remoción en masa para el área de interés.

Para la evaluación de la estabilidad puntual de las diferentes obras que hacen parte del proyecto Soto Norte se partió de una serie de consideraciones y criterios básicos de diseño, los cuales se complementaron con procedimientos y metodologías de reconocida validez permitiendo evaluar las condiciones de seguridad de los rellenos y excavaciones planteadas tanto en suelo como en roca, en superficie y subterráneas.

A partir de estos análisis se definió la geometría de las excavaciones y rellenos a realizar, de tal manera que se cumplan con factores de seguridad que garanticen su óptimo funcionamiento durante las diferentes etapas del proyecto según la obra analizada.

Evaluación de la Amenaza

Para la evaluación de la amenaza, se siguió la metodología establecida por la autoridad, entidad que clasifica los niveles de amenaza en alto, medio y bajo basándose en los resultados de los análisis de estabilidad. De los resultados de estos análisis y conforme a las pautas definidas por la ANLA, se encuentra que las principales instalaciones como el DRS, la piscina de sedimentación y el portal de los túneles gemelos se encuentran catalogados en un rango de amenaza MEDIA, tanto para un escenario de análisis bajo condiciones normales como para las condiciones extremas. Por su parte, las vías de acceso tendrán sectores calificados como amenaza baja y otros en amenaza media según el escenario evaluado.

Con respecto al análisis presentado, es importante señalar que los valores de factores de seguridad y el correspondiente valor de amenaza se deben evaluar de manera integral poniendo en consideración no solamente el valor numérico como tal, sino también los criterios de diseño que se tuvieron en cuenta en su determinación. Es relevante mencionar que en la práctica ingenieril, los factores de seguridad (FS) mínimos adoptados en diseño se hallan en el rango entre 1,0 y 1,5 de acuerdo al escenario evaluado. El plantear excavaciones o rellenos en superficie en materiales tipo suelo buscando obtener valores de FS mayores a 2,0 en condiciones normales llevaría a diseños antieconómicos. Se hace este comentario en vista que los rangos establecidos por la ANLA ubican de antemano cualquier obra diseñada en superficie desde el punto de vista geotécnico en un nivel de amenaza medio. Sin embargo, esto no significa que las obras estén concebidas de manera insegura o sin los más altos estándares.

Monitoreo geotécnico

El plan de monitoreo geotécnico recomendado busca responder a las necesidades de información en las diferentes fases del proyecto, logrando un balance entre calidad de información obtenida y su utilidad en la toma de decisiones. Partiendo de esta base, se ha considerado que un sistema de instrumentación geotécnica compuesto por piezómetros del tipo Casagrande y de hilo vibrátil, inclinómetros, extensómetros, estaciones limnimétricas y acelerómetros instalados en los puntos considerados críticos o de mayor interés es apropiada para lograr los objetivos de un plan de monitoreo, brindando información valiosa y oportuna para la toma de decisiones.

Vale la pena destacar que en la actualidad, MINESA cuenta con una red de monitoreo de niveles y calidad de agua subterránea en varios puntos distribuidos sobre la huella del proyecto. Dicha red está conformada por piezómetros tipo Casagrande y de hilo vibrátil, en donde la información de ellos obtenida ha sido empleada como insumo para el diseño del proyecto y el presente estudio de impacto ambiental (EIA).

En cuanto a las actividades planeadas a realizarse, para cubrir las necesidades del proyecto se plantea la instalación en puntos críticos y de especial interés de los siguientes instrumentos adicionales a los ya existentes:

- 7 piezómetros tipo Casagrande para monitoreo de niveles y calidad de agua subterránea.
- 10 piezómetros de hilo vibrátil para monitoreo de niveles de agua subterránea y presión de poros.
- 2 estaciones limnimétricas para el monitoreo continuo y automático de caudales en la quebrada La Baja.
- 3 acelerómetros triaxiales en superficie para la medición de aceleraciones de terreno los cuales se ubicarán en el relleno donde se dispondrán los relaves secos y el material estéril (DRS). Acelerómetros adicionales se implementarán en los frentes de excavación subterránea para el monitoreo sísmico y de vibraciones,
- 23 inclinómetros para el monitoreo de movimientos en el sitio de emplazamiento del depósito de relaves secos (DRS).
- Implementación del sistema de monitoreo del perfil de túnel y mediciones con extensómetros para obras subterráneas que permitirán identificar deformaciones (convergencias y/o divergencias) durante construcción y operación de la mina.

Consideraciones geotécnicas para la etapa de cierre y rehabilitación

Para el momento del cierre del proyecto Soto Norte varias de las obras planteadas y requeridas para su operación serán clausuradas o desmanteladas, mientras que otras permanecerán allí. En este sentido la obra más importante a considerar desde el punto de vista de estabilidad geotécnica

para la etapa de cierre y post-cierre a nivel de la superficie la constituye el depósito de relaves secos (DRS), mientras que desde el punto de vista subterráneo las obras a tener en cuenta son los túneles gemelos y los cámaras de explotación excavadas durante la operación minera.

Tanto para el DRS como para los túneles se han planteado medidas tendientes a garantizar su estabilidad a largo plazo. En este sentido para el caso del diseño de taludes del DRS se utilizó un coeficiente sísmico basado en la aceleración pico del terreno correspondiente a un periodo de retorno de 5000 años, así mismo, se plantea una serie de recomendaciones de manejo de taludes en la etapa de cierre las cuales se enmarcan en tres actividades orientadas hacia la prevención de la ocurrencia de fenómenos de remoción en masa, las cuales comprenden el monitoreo de taludes, el control de la erosión y el manejo de aguas.

En cuanto a los túneles gemelos y la zona de explotación minera en subterráneo, es de aclarar que una vez culminadas las labores de extracción minera del proyecto Soto Norte, la mina será inundada, ante lo cual se ha planeado una secuencia de cierre compuesta por dos fases, en la primera de las cuales se efectúa el abandono de la parte inferior de la operación (nivel 1800 a nivel 2300). Por su parte la fase 2 del cierre de la mina involucrará la remoción de toda la infraestructura de su parte superior hasta el nivel 2300. Al igual que en la fase 1, toda la infraestructura de valor será rescatada de la operación antes que comience la inundación. Una vez que se abandone la parte superior de la mina se construirá una serie de tapones en concreto para sellar todas las entradas de la mina conteniendo así el agua. Estos tapones se ubicarán en el portal del sector El Cuatro y pozo de ventilación, el portal del Emboque y en el portal de los túneles gemelos.

4.1.8 Atmósfera

Con el propósito de realizar la caracterización climatológica de la zona, se obtuvieron los registros de las estaciones climatológicas que se encuentran cercanas al área de estudio, adicionalmente se consideraron representativas del área de estudio tres estaciones: Vivero Surata, Vetas El Pozo y Berlín, teniendo en cuenta la elevación de las estaciones, ya que permiten realizar el análisis en zona de páramo (Estación Berlín y Vetas El Pozo) y en la parte baja (Estación Vivero Surata) del área de estudio.

En la Figura 4.7, se presenta la localización de las estaciones utilizadas para el análisis climatológico de la zona en estudio.

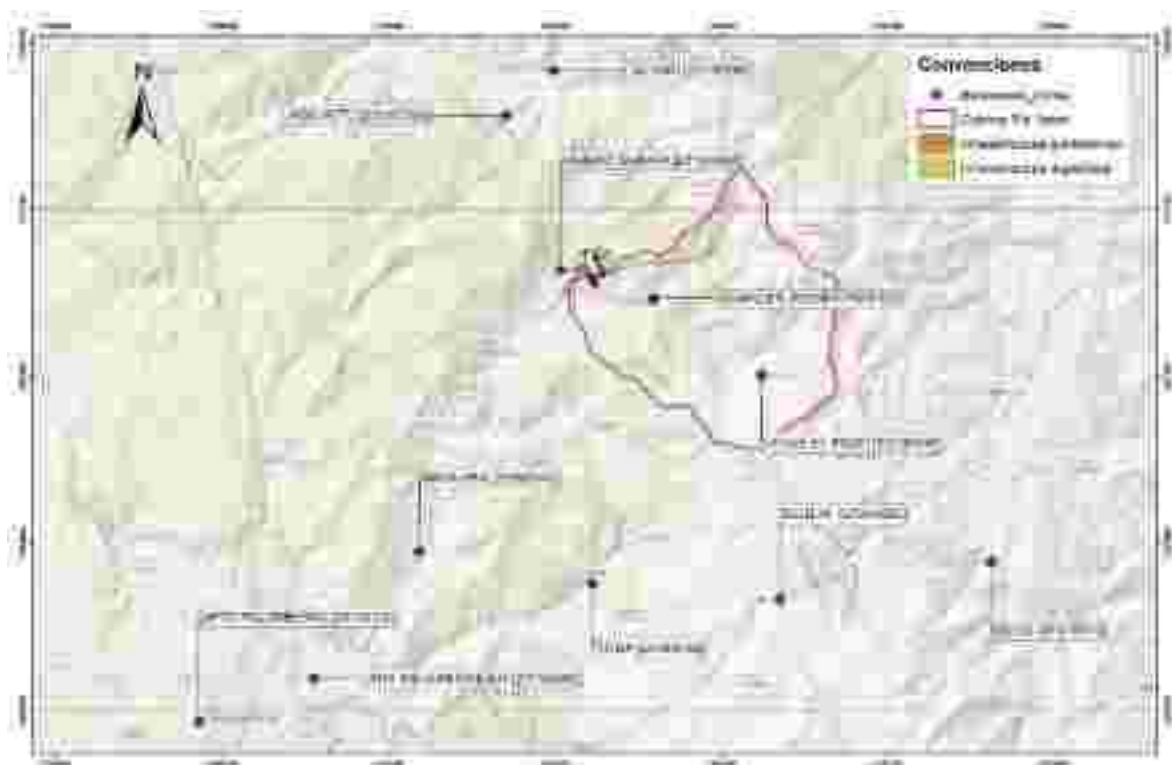


Figura 4.7 Localización Estaciones Climatológicas Utilizadas

Fuente: IDEAM, 2017. Modificado por INGETEC, 2018

Para complementación del análisis meteorológico se realizó un monitoreo con una estación Vantage VUE identificada como “Almacén”, marca DAVIS Instruments, localizada dentro de la cuenca de la quebrada La Baja aproximadamente unos 600 m aguas arriba de la confluencia de ésta con el río Vetás (ver Figura 4.8).



Figura 4.8 Localización de la Estación Meteorológica Almacén

Fuente: K2 Ingeniería S.A.S

Precipitación

La Figura 4.9 presenta la variabilidad de la precipitación de acuerdo a cada una de las estaciones contempladas en el análisis de precipitación, las cuales se encuentran dentro de la cuenca del Río Suratá. En general se presenta un regimen de lluvias bimodal caracterizado con periodos humedos para los meses de marzo-abril-mayo y septiembre-octubre-noviembre; además dos periodos secos en los meses de junio-julio-agosto y diciembre-enero-febrero.

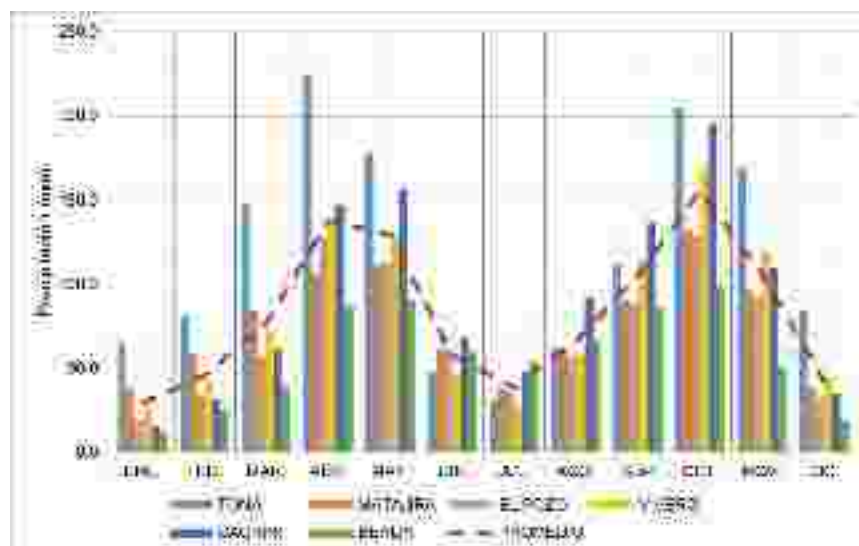


Figura 4.9 Distribución Temporal de la Precipitación, Estaciones del Área de Estudio.

Fuente: INGETEC, 2018

La Figura 4.10 presenta la precipitación total acumulada en el periodo 1980-2015 multianual para cada estación. Se observa que la estación Berlín presenta los valores más bajos de precipitación, siguiendo en magnitud la estación Matajira y Vetas - El Pozo

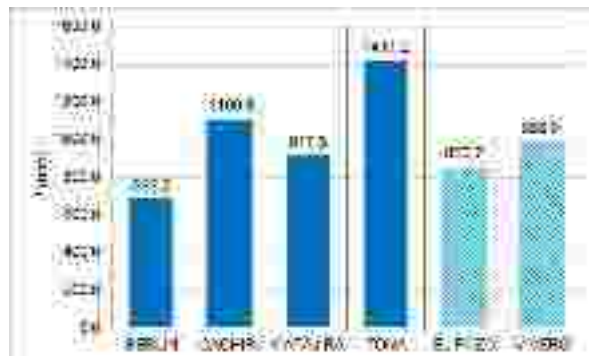


Figura 4.10 Precipitación Acumulada Anual para cada estación.
Fuente: INGETEC, 2018

La precipitación total mensual en el área de influencia se presenta en la Tabla 4.19

Tabla 4.19 Precipitación total mensual y anual en el área de influencia

Mes	Precipitación Total (mm)
Enero	80,25
Febrero	79,92
Marzo	80,85
Abril	83,91
Mayo	83,92
Junio	83,15
Julio	81,83
Agosto	81,69
Septiembre	82,47
Octubre	84,45
Noviembre	84,64
Diciembre	82,04
Anual	978,31

Fuente: INGETEC, 2018

Temperatura

Se contrastaron los valores promedio mensuales de temperatura para cada una de las estaciones presentadas anteriormente (ver Figura 4.11). Se observa que las estaciones localizadas hacia la parte alta de la cuenca del Río Surata y la zona de páramo (Cachiri, Berlín y Silos) presentan una temperatura más baja en comparación con los registros de las estaciones Apto Palonegro y Univ Ind Santander; la estación Vivero Surata, si bien está localizada en la parte alta de la cuenca, refleja la influencia de la elevación a la cual está localizada, pues sus valores son sensiblemente más altos en comparación con las que se encuentran cerca de la zona de páramo.

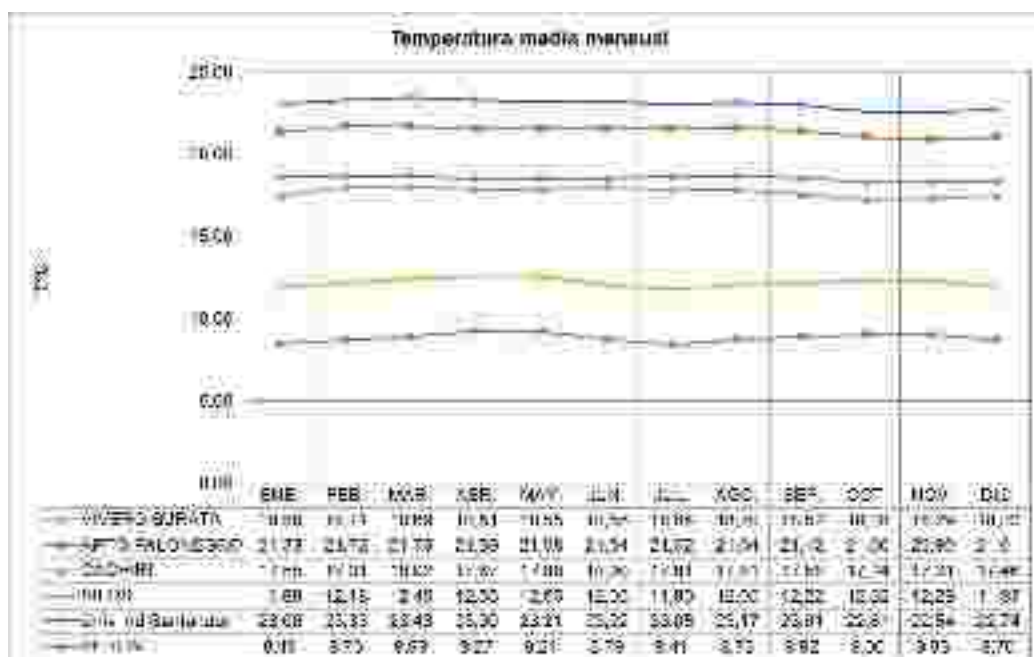


Figura 4.11 Variabilidad de la Temperatura Media Anual. Periodo 1981-2012.

Fuente: INGETEC, 2018

Humedad Relativa

En la Figura 4.12 se presenta la comparación del comportamiento a nivel mensual multianual de la variable de humedad relativa para cada estación. En general, se observa un régimen bimodal, similar para cada una de las estaciones con excepción de la estación Silos y Berlín, cuyo régimen puede ser considerado monomodal. Dado que las estaciones más cercanas al área de estudio corresponden a Vivero Suratá y Berlín, se puede determinar que para la parte alta de la cuenca el porcentaje de humedad relativa sigue una distribución de acuerdo a lo registrado por la estación Berlín, con valores entre 83,7% y 88,4%. Hacia la parte baja del área de análisis, se tiene una mayor representatividad de los datos registrados en la estación Vivero Suratá, de comportamiento bimodal y rango de variación 79,9% hasta 84,2%.

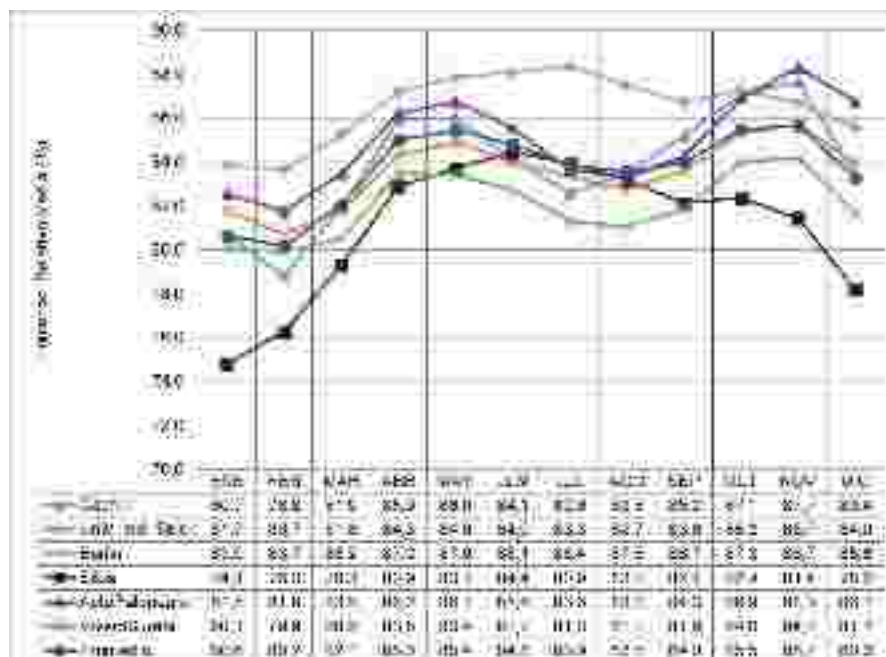


Figura 4.12 Variabilidad de la Humedad Relativa Media en el Área de Estudio.

Brillo Solar

La Figura 4.13, presenta la comparación de los registros promedios en cada una de las estaciones. De acuerdo con lo presentado, se puede identificar una tendencia clara en el comportamiento anual de las horas de brillo solar en todas las estaciones, con una tendencia marcada en el periodo noviembre a febrero, donde para todas las estaciones se presentan el mayor número de horas promedio, con un segundo periodo de altas horas de brillo solar en junio-agosto. A pesar de la diferencia respecto a los periodos analizados para las estaciones Vivero Surata y Univ Ind Santander, es posible que el comportamiento siga el patrón regional establecido con las demás estaciones. Teniendo en consideración la cercanía de las estaciones Vivero Surata y Berlín al área de influencia, ambas presentan un régimen idéntico y una cercanía respecto a su magnitud.

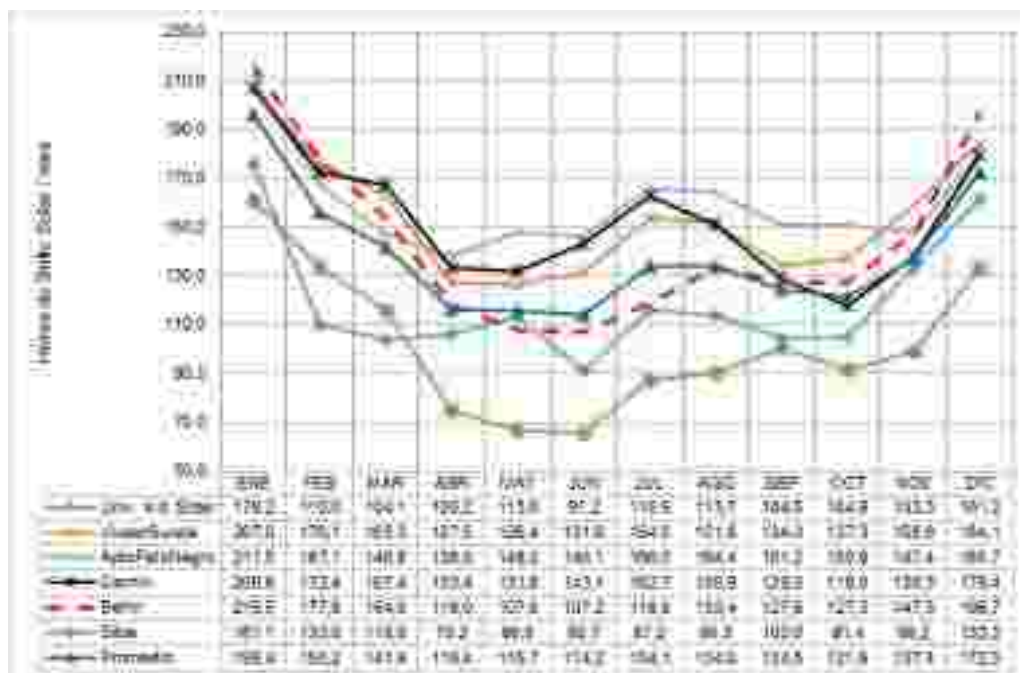


Figura 4.13 Variación Mensual Horas de Brillo Solar Área de Estudio.

Fuente: INGETEC, 2018

A partir de los registros en cada estación, se determinó el número total de horas de sol al año promedio (ver Figura 4.14), de esta manera se determinó la distribución espacial de la variable mediante el método de interpolación IDW. La cantidad de horas de brillo solar al año promedio para la parte alta de la cuenca (1618-1664 horas) es sensiblemente menor a la de la parte baja (1760-1806 horas), lo cual puede ser explicado en parte por la presencia, regular durante el mes, de nubes en el área de páramo.



Figura 4.14 Total de Horas de Brillo Solar al Año Promedio en el Área de Estudio.

Fuente: INGETEC, 2018

Vientos

Debido a la baja disponibilidad de información histórica medida relacionada con las variables de velocidad y dirección del viento cerca del área de estudio, se empleó para su caracterización dentro de la zona del proyecto, la información monitoreada en campo durante 26 días.

La variación diaria de velocidad, durante los 26 días de monitoreo, se presenta empleando los registros de velocidad del viento en la estación instalada (ver Figura 4.15). Se observa un comportamiento horario de los vientos con vientos de menor velocidad hacia las 8:00 h y 18:00 h, y valores más altos hacia las 5:00 h, 12:00 y 22:00 h.



Figura 4.15 Velocidad Promedio del Viento Diaria Medida
Fuente: K2 Ingeniería S.A.S

Tendencia horaria estación Almacén

El perfil horario presentado en la Figura 4.16 fue determinado empleando el promedio de todo el periodo de medición. El rango de velocidades se encuentra entre 0,3 m/s – 1,0 m/s, con picos de velocidad uniformes entre las 0:00 h – 5:00 h, 11:00 h – 12:00 h y hacia las 22:00h, con valores bajos intermedios.



Figura 4.16 Perfil Horario de Velocidad del Viento Promedio

Fuente: K2 Ingeniería S.A.S

Rosa de los vientos estación Almacén

De acuerdo con la información presentada por la rosa de los vientos en la Figura 4.17 para la estación Almacén, durante el monitoreo se presentaron magnitudes de la velocidad del viento inferiores a 3,3 m/s y existe una predominancia de los vientos provenientes de la dirección noreste (NE) con un 44% de los registros.

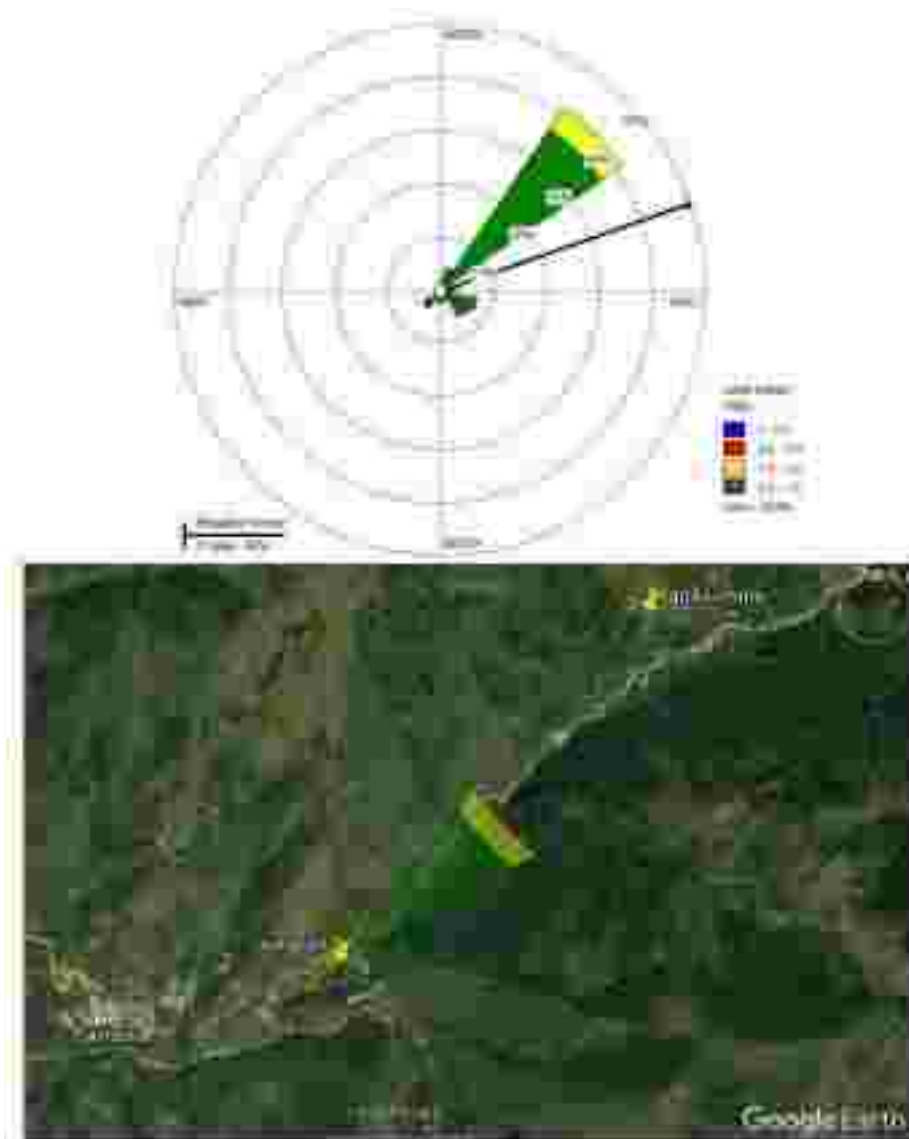


Figura 4.17 Rosa de los Vientos, Estación Almacén
Fuente: INGETEC, 2018

Época seca y húmeda

Dado que la estación mas cercana al área del proyecto corresponde a la estación Vivero Suratá, se determinó el régimen de los periodos secos y húmedos a partir de los registros de temperatura y precipitación en la misma, de tal forma que se obtuviera un regimen a lo largo del año. Con la información disponible de precipitación y temperatura en la estación Vivero Suratá, se determinó el climograma para la parte baja de la cuenca del río Vetás. El periodo de mayor relevancia se presenta entre junio y agosto, donde la precipitación tiende a ser mínima y se alcanzan los valores mas altos de temperatura media diaria, representando una época seca. El periodo de mayor precipitación (septiembre-noviembre) coincide con los valores mínimos de temperatura. Sin embargo, también se identifica otro periodo seco entre enero-marzo y otro periodo húmedo de abril-mayo (ver Figura 4.18).

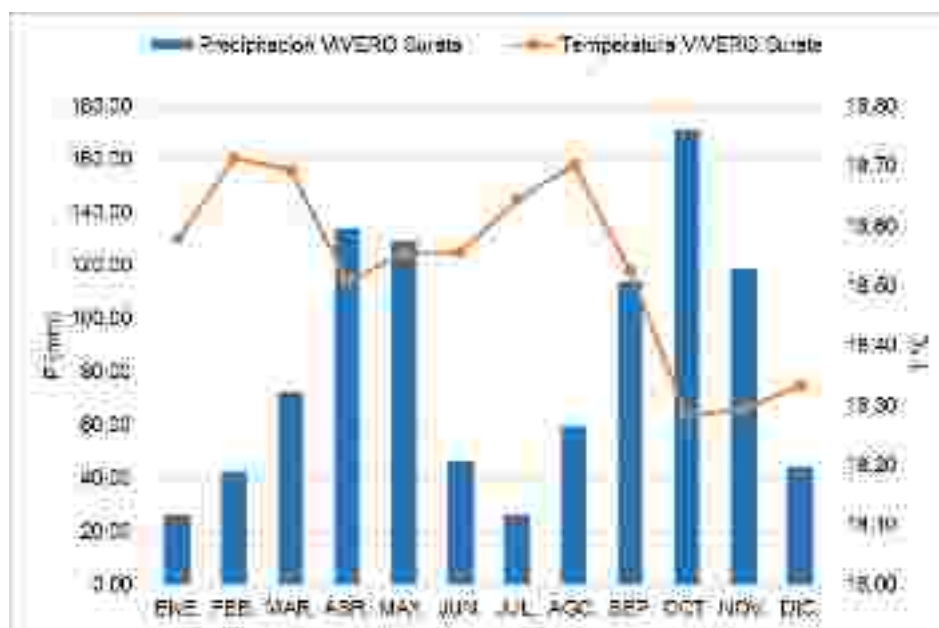


Figura 4.18 Comparación de Temperatura vs Precipitación, Estación Vivero Suratá
Fuente: INGETEC, 2018

Identificación de fuentes

La identificación de las fuentes de emisión se realizó a partir de las observaciones en campo durante las campañas de monitoreo de calidad del aire y caracterización del flujo vehicular en la zona de estudio, en la cual se identificaron principalmente fuentes de tipo lineal (vías) y móviles (vehículos).

Con base en los lineamientos establecidos por el MADS en el protocolo para el Control y Vigilancia Atmosférica generada por fuentes fijas y el Documento AP-42 *Compilation of Air Pollutant Emission Factors* de la Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos de América (EPA), se estimó las emisiones atmosféricas para cada una de las fuentes de emisión identificadas para el proyecto presenta los tipos y nombres de las fuentes de emisión identificadas para las diferentes fases del proyecto, las cuales se describen con mayor detalle en el numeral 5.1.8.2.

Tabla 4.20 Identificación de las Fuentes de Emisión por Fase del Proyecto

Tipo	Nombre	Característica
Móvil/Trazado de operación (lineal)	Ruta 1: Desde Planta de beneficio hasta Vía principal Suratá	Longitud (m): 8766,9
	Ruta 2A: Desde Portal de los túneles gemelos hasta DRS	Longitud (m): 3567,2
	Ruta 3: Desde Planta de filtrado hasta DRS	Longitud (m): 2630,8
	Ruta 4: Obras en Suratá	Longitud (m): 2999,8
	Ruta 5A: Obras en área de mina	Longitud (m): 952,26
	Ruta 5B: Desde Obras en área de mina hasta Acopios en Suratá ²	Longitud (m): 12562,26
	Ruta 6: Desde Área de mina hasta DRS ²	Longitud (m): 15102,69
	Ruta 7: Acopio temporal de suelo y capa vegetal	Longitud (m): 85,24
Fija/Dispersa (área)	Depósito de Relave Seco (Incluye Dique) - DRS	Área: 72,118 ha
	Acopio temporal de suelo y capa vegetal	Área: 0,043 ha
	Acopio Suratá 1	Área: 2,686 ha
	Acopio Suratá 2	Área: 2,293 ha
	Acopio Suratá 3	Área: 2,124 ha
	Terraza de operaciones	Área: 1,130 ha
	Áreas de beneficio, transformación de minerales y Portal Túneles Gemelos	Área: 26,035 ha
	Áreas de Instalaciones de soporte minero	Área: 17,319 ha
Fija/Puntual	Ducto de escape El Cuatro	E: 1128985 N: 1307109
	Ducto de escape Emboque (1)	E: 1129578 N: 1307738
	Ducto de escape Emboque (2)	E: 1129458 N: 1307675
	Ducto de escape Aserradero	E: 1129831 N: 1307322
	Ducto de escape Túneles Gemelos	E: 1123388 N: 1306301

Fuente: INGETEC, 2018

Con base en los lineamientos establecidos por el MADS en el protocolo para el control y vigilancia atmosférica generada por fuentes fijas y el documento AP-42 Compilation of Air Pollutant Emission Factors de la Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos de América-EPA, se estimaron las emisiones atmosféricas generadas en cada una de las fuentes identificadas, obteniendo valores de emisión específicos en cada una de las fases del proyecto. Estos valores se presentan en el numeral 5.1.8.3. De los resultados, se obtuvo la mayor estimación de emisiones a la atmósfera durante la fase de infraestructura y desarrollo del proyecto, en consecuencia de los movimientos de material estéril y orgánico derivados de la adecuación y preparación de las zonas

² Para efectos de modelación de calidad del aire (numeral 5.1.8. Atmósfera) las Rutas 5B y 6 del proyecto se dividieron en los siguientes tres tramos: 1. Desde el área de la mina hasta entrada al casco urbano de California, 2. Casco urbano de California y 3. Desde la salida del casco urbano de California hasta el sector Padilla (zona del proyecto).

de depósito, transferencia (túneles), explotación e infraestructura adicional requerida para la operación del Proyecto Soto Norte.

Calidad del aire

Para conocer el estado actual de la calidad del aire en el área de influencia del proyecto, se instaló una red de monitoreo de calidad de aire en el año 2016 y 2017.

El año 2016 la red de monitoreo estuvo compuesta por 4 estaciones de medición durante el periodo comprendido entre el 31 de julio de 2016 al 03 de septiembre de 2017, operadas por el laboratorio MCS Consultoría y Monitoreo Ambiental S.A.S., acreditado por el Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales –IDEAM. Los parámetros medidos fueron partículas suspendidas totales (PST), partículas menores a 10 micras (PM10), dióxidos de azufre (SO₂) y dióxidos de nitrógeno (NO₂).

En el año 2017 la red de monitoreo estuvo compuesta por 6 estaciones de medición durante el periodo comprendido entre el 18 de abril de 2017 y el 10 de mayo de 2017. Los parámetros medidos fueron partículas suspendidas totales (PST), partículas menores a 10 micras (PM10), partículas menores a 2,5 micras (PM_{2,5}), dióxidos de azufre (SO₂), dióxidos de nitrógeno (NO₂), y ozono (O₃). El monitoreo fue llevado a cabo por el laboratorio K2 INGENIERÍA, de la ciudad de Bucaramanga, el cual se encuentra acreditado por el IDEAM.

Para la ubicación de las estaciones de medición de calidad del aire tanto en el año 2016 como 2017, se tuvieron en cuenta criterios como la presencia de comunidades vecinas, la rosa de los vientos (dirección y velocidad del viento), la localización de la infraestructura que será construida y las condiciones topográficas. En la Tabla 4.21, se presenta la descripción de las estaciones de Monitoreo.

Tabla 4.21 Descripción de las Estaciones de Monitoreo 2016

Estación 1			Estación 2		
Nombre:	Llano Redondo		Nombre:	Emboque	
Coordenadas:	1125625 N	1304448 E	Coordenadas:	1307671 N	1129547 E
Altitud:	2052 msnm		Altitud:	2592 msnm	
Contaminantes:	PST, PM ₁₀ , SO ₂ , NO ₂		Contaminantes:	PST, PM ₁₀ , SO ₂ , NO ₂	
Periodo de medición:	31-07-2016 / 03-09-2016		Periodo de medición:	31-07-2016 / 03-09-2016	
Fuentes de emisión:	Las principales fuentes identificadas durante el muestreo fueron: vía California-La Baja a aproximadamente 140 m.		Fuentes de emisión:	Las principales fuentes identificadas durante el muestreo fueron: vía a aproximadamente 60 m. La planta emboque no se encontró en funcionamiento durante el monitoreo.	
Estación 3			Estación 4		
Nombre:	Finca Tequendama		Nombre:	El Sauz	
Coordenadas:	1305276 N	1120796 E	Coordenadas:	1306630 N	1120796 E
Altitud:	1630 msnm		Altitud:	1838 msnm	
Contaminantes:	PST, PM ₁₀ , SO ₂ , NO ₂		Contaminantes:	PST, PM ₁₀ , SO ₂ , NO ₂	

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL -EIA- PROYECTO DE EXPLOTACIÓN SUBTERRÁNEA DE
MINERALES AUROARGENTÍFEROS "SOTO NORTE"

Periodo de medición:	31-07-2016 / 03-09-2016	Periodo de medición:	31-07-2016 / 03-09-2016
Fuentes de emisión:	Las principales fuentes identificadas durante el muestreo fueron: vía Matanza-Suratá a aproximadamente 350 m al oeste.	Fuentes de emisión:	Las principales fuentes identificadas durante el muestreo fueron: obra en la vía a aproximadamente 100 m. Vía Suratá- California a aproximadamente 260 m.

Fuente: Base de Datos MCS Consultoría y Monitoreo Ambiental S.A.S., 2016.

Tabla 4.22 Descripción de Estaciones de Monitoreo 2017

Estación 1			Estación 2		
Nombre:	EMBOQUE		Nombre:	AGUA LIMPIA	
Coordenadas:	1307717,10 N	1129562,77 E	Coordenadas:	1306300,50 N	1127158,50 E
Altitud:	2588 msnm		Altitud:	2423msnm	
Contaminantes:	PST, PM ₁₀ , PM _{2.5} , SO ₂ , NO ₂ , O ₃		Contaminantes:	PST, PM ₁₀ , PM _{2.5} , SO ₂ , NO ₂ , O ₃	
Periodo de medición:	2017-04-18 / 2017-05-10		Periodo de medición:	2017-04-18 / 2017-05-07	
Fuentes de emisión:	Las principales fuentes identificadas durante el muestreo fueron: actividades mineras, tráfico en la vía, cocinas con leña en casas aledañas.		Fuentes de emisión:	Las principales fuentes identificadas durante el muestreo fueron: cocinas con leña en casas aledañas, actividad ganadera y agrícola de las fincas.	
Estación 3			Estación 4		
Nombre:	ALMACÉN		Nombre:	PADILLA	
Coordenadas:	1304724,21 N	1125947,80 E	Coordenadas:	1305514,00 N	1122632,00 E
Altitud:	2423msnm		Altitud:	2162 msnm	
Contaminantes:	PST, PM ₁₀ , PM _{2.5} , SO ₂ , NO ₂ , O ₃		Contaminantes:	PST, PM ₁₀ , PM _{2.5} , SO ₂ , NO ₂ , O ₃	
Periodo de medición:	2017-04-18 / 2017-05-07		Periodo de medición:	2017-04-18 / 2017-05-06	
Fuentes de emisión:	Las principales fuentes identificadas durante el muestreo fueron: tráfico vehicular en la vía que conduce a California- Betas y trabajos de mantenimiento de equipos en la mina		Fuentes de emisión:	Las principales fuentes identificadas durante el muestreo fueron: actividades agrícolas de la finca, cocina con leña en casas aledañas, poco tráfico vehicular por vía cercana	
Estación 5			Estación 6		
Nombre:	SURATÁ		Nombre:	PÁNAGA	
Coordenadas:	1306800,00 N	1120887,00 E	Coordenadas:	1305465,00 N	1120719,00 E
Altitud:	1763 msnm		Altitud:	1670 msnm	
Contaminantes:	PST, PM ₁₀ , PM _{2.5} , SO ₂ , NO ₂ , O ₃		Contaminantes:	PST, PM ₁₀ , PM _{2.5} , SO ₂ , NO ₂ , O ₃	
Periodo de medición:	2017-04-18 / 2017-05-06		Periodo de medición:	2017-04-18 / 2017-05-07	

Estación 5		Estación 6	
Fuentes de emisión:	Las principales fuentes identificadas durante el muestreo fueron: tránsito vehicular y obras en la vía Suratá-California, cocina con leña en casas aledañas	Fuentes de emisión:	Las principales fuentes identificadas durante el muestreo fueron: actividades agrícolas, tráfico vehicular, cocina con leña en casas aledañas

Fuente: K2 Ingeniería S.A.S

A los resultados de las campañas de monitoreo se les calculo el ICA – índice de contaminación atmosférica, con la finalidad de establecer la incidencia de las concentraciones sobre la salud de los habitantes del área de influencia, dichos índices se catalogaron como “Buena” en cada uno de los puntos de muestreo lo que evidencia que no existen efectos adverso a la salud.

Modelo de Calidad del aire

Con el fin de estimar el aporte de contaminantes (PST, PM₁₀, PM_{2.5} NO₂ y SO₂) emitidos por la operación del proyecto en condiciones de máximo movimiento de materiales y máxima de explotación, a continuación se desarrollan los modelos de dispersión de contaminantes mediante la aplicación del software de tipo gaussiano AERMOD.

Con el objeto de identificar el comportamiento de los contaminantes en la zona de estudio, se definieron los siguientes escenarios de modelación:

- Escenario Línea base (Condición actual):
- Escenario 1 Construcción (Año 1) – Sin Medidas de Control:
- Escenario 2 Construcción (Año 1) – Con Medidas de Control:
- Escenario 3 condición máxima de explotación de mineral (Año 20) - Sin medidas de control:
- Escenario 4 condición máxima de explotación de mineral (Año 20) - Con medidas de control:

En todos los escenarios simulados, los valores de concentración obtenidos sobre los receptores discretos mediante el modelo de dispersión de las actividades que tendrían lugar en el Proyecto Soto Norte muestran el cumplimiento de las normas de calidad del aire establecidas para los contaminantes material particulado (PM_{2.5}, PM₁₀ y PST), dióxido de nitrógeno (NO₂) y dióxido de azufre (SO₂) en los diferentes periodos de exposición aplicables; la información de mediciones de calidad del aire permitió considerar concentraciones anuales de fondo (indicativo) para los contaminantes PM_{2.5}, PM₁₀, PST, SO₂ y NO₂

Ruido y Vibraciones

Ruido

Con la finalidad de establecer los niveles de ruido ambiental al interior del área de influencia del proyecto se realizó una campaña de monitoreo de ruido ambiental a través del laboratorio K2 INGENIERA, el cual se encuentra acreditado ante el IDEAM, dicha campaña costo de 15 puntos de medición en periodos diurno y nocturno durante día hábil y no hábil , los resultados obtenidos y la descripción detallada se presenta en el capítulo de Atmósfera en el numeral 5.1.8.6. (ver Tabla 4.23);

Tabla 4.23 Puntos de Monitoreo de Fuentes de Emisión

Puntos	Descripción	Coordenadas Magna Sirgas Origen Bogotá	
		Norte	Este
Punto No 1	Pánaga	1305465	1120719
Punto No 2	Salida Suratá - California	1306819,20	1120869,65
Punto No 3	Padilla	1305514	1122632
Punto No 4	Infraestructura MINESA	1305673,5	1122218,37
Punto No 5	Vía Padilla – Suratá	1305359	1121661
Punto No 6	Entrada California	1304365,79	1125160,34
Punto No 7	Salida California	1304582,92	1124754,87
Punto No 8	Almacén	1304724,21	1125947,8
Punto No 9	La Higuera	1305315,35	1126415,63
Punto No 10	Aguas Limpia	1306300,50	1127158,50
Punto No 11	La Baja	1306659,43	1128126,91
Punto No 12	Angosturas	1307396,56	1129297,38
Punto No 13	El Gigante	1307462,1	1129572,65
Punto No 14	El Emboque	1307717,10	1129562,77
Punto No 15	El 20	1307973,65	1130135,71

Fuente: INGETEC, 2017

Los niveles de ruido ambiental obtenidos durante la campaña de monitoreo en días hábiles y no hábiles presentan variabilidades similares, por lo que no se evidencia una distinción entre los valores reportados días hábiles, de los días no hábiles y para los valores presentados diurnos, con respecto a los nocturnos hay una tendencia de un mayor cumplimiento a la norma (resolución 0627 de 2006) en los valores diurnos que en los nocturnos, en razón a que en la noche se presenta presencia de fauna silvestre que se consideran como fuentes de ruido ambiental.

Vibraciones

A partir del análisis de los registros de monitoreo de vibración se puede afirmar que en la zona de estudio se presentan rangos entre no perceptible para personas y difícilmente perceptible para personas. Teniendo en cuenta los bajos niveles de vibración registrados, se considera que actualmente el potencial de afectación a edificaciones por vibraciones es muy bajo.

4.2 MEDIO BIÓTICO

4.2.1 Ecosistemas terrestres

Flora

A través de la descripción de los ecosistemas terrestres que se encuentran la huella del proyecto y sus alrededores, es posible determinar los efectos que se producirán al medio a causa del desarrollo del proyecto extractivo. Esto implica un análisis profundo desde los ecosistemas y las especies de flora que se distribuyen en ellos, así como su interacción.

La caracterización del componente flora se realizó mediante la consulta de información secundaria y el análisis de información primaria registrada en el área de estudio durante seis salidas de campo. Esta se basó en el muestreo de siete (7) coberturas vegetales, buscando cumplir con la representatividad requerida y acogiendo la mayor cantidad de información que facilitara la descripción del área de influencia biótica (AIB) y de la huella del proyecto. Los muestreos fueron realizados en cada uno de los Biomas; en el Orobioma Andino Altoandino se realizaron parcelas de caracterización para el área de influencia biótica (AIB) y para el Orobioma Subandino Altoandino en la huella del proyecto se realizó un muestreo al 100% en los predios con permiso de acceso y en el área de influencia biótica (AIB) se realizaron parcelas de caracterización. Lo anterior, teniendo en cuenta el alcance de los impactos.

El área de influencia Biótica (AIB) del proyecto se ubica sobre cuatro zonas de vida que corresponden al Bosque seco montano bajo (bs-MB), Bosque húmedo montano bajo (bh-MB), Bosque muy húmedo montano (bmh-M), Bosque húmedo premontano (bh-PM) y Bosque húmedo montano (bh-M).

Con relación a la clasificación de ecosistemas por biomas el Área de Influencia Biótica permitió delimitar 33 ecosistemas de origen natural en los dos biomas; el Orobioma Andino Altoandino Cordillera Oriental con 20 ecosistemas, y el Orobioma Subandino Altoandino Cordillera Oriental con 13 ecosistemas. El Orobioma Andino Altoandino Cordillera Oriental y sus ecosistemas asociados son los de mayor representación en el área de influencia biótica, el ecosistema de origen natural más representativo al interior de este bioma es el Bosque denso bajo de tierra firme con 508,77 hectáreas, que representa el 25,59% del área de influencia biótica. Así mismo, para los ecosistemas transformados la mayor representatividad corresponde a Pastos arbolados con 327,29 hectáreas, que representan el 16,46% de la superficie total de área de influencia biótica.

Se establecieron en total 335 parcelas de muestreo, repartidas en los dos Orobiomas, en donde se realizó el análisis de composición florística y estructural, análisis de diversidad y otros como por ejemplo cálculo de volumen y biomasa. Así mismo se determinaron las especies con alguna categoría de amenaza, importancia económica, ecológica y cultural, potenciales presiones existentes, especies en veda; que son el insumo para definir los impactos, planes de manejo ambiental y planes de seguimiento y monitoreo para el presente estudio asociados a flora.

En cuanto a composición como resultado general se registró la presencia de 432 especies, donde el roble (*Quercus humboldtii*) es la especie más representativa, otras especies que se destacan son el Uvo-Arrayán (*Calycolpus moritzianus*), Ciprés (*Cupressus lusitanica*), Cucharo (*Myrsine latifolia*), Tampaco (*Clusia* cf. *multiflora*), Garrocho (*Viburnum triphyllum*), Mangle frío (*Escallonia paniculata*), Siete cueros (*Tibouchina lepidota*) Vichachá-Agraz (*Vaccinium meridionale*), y Cucharo (*Myrsine latifolia*), entre otras, las cuales son especies características de este tipo de ecosistemas y son además de importancia, económica y cultural para las comunidades de California y Surata.

En conclusión, a partir de la caracterización de flora, el Orobioma Subandino Altoandino presenta un grado de intervención mayor que el Orobioma Andino Altoandino dentro del área de influencia biótica, resultado que se encuentra relacionado con la distribución de los ecosistemas transformados; así mismo, la diversidad en términos de riqueza y equidad es más alta dentro del Orobioma Andino Altoandino, producto de las variaciones del relieve y las actividades históricas de los municipios; y que el Orobioma Subandino Altoandino presenta en conjunto un menor peso ecológico, ya que cuenta con actividades intensivas de manejo sobre su territorio, las cuales se traducen en una pérdida de la conectividad de las coberturas naturales desarrolladas. Las características de composición y estructura de cada una de las coberturas evidencian las presiones antrópicas existentes en la zona, asociadas principalmente a tumba de bosque para extensión de área de pastos para ganadería y agricultura y en otros sectores para infraestructura asociada a minería.

Especies en veda (Informe de solicitud levantamiento parcial de veda)

A fin de obtener información detallada de las poblaciones de bromelias, orquídeas, líquenes, musgos y hepáticas de hábito epífita, terrestre y/o rupícola en veda presentes en la huella del proyecto (Obras superficiales) del proyecto, se llevó a cabo un muestreo rápido y representativo (RRED-analysis), en relación con la Resolución 213 del 01 de febrero de 1977 del INDERENA, la cual establece en su "artículo 2" la veda de musgos, líquenes, lamas, parásitas, quiches y orquídeas, así como lama capote y broza y demás especies y productos herbáceos o leñosos como arbolitos, cortezas y ramajes que constituyen parte de los hábitats de tales especies. Para las especies arbóreas declaradas en veda se llevó a cabo un inventario al 100% de las poblaciones encontradas por cada especie vedada de orden nacional y regional en la huella del proyecto.

Para el caso de las epífitas vasculares se registraron 57 especies, pertenecientes a 24 géneros y 7 familias botánicas reportadas en la resolución 0213 de 1977. Las familias más ricas fueron Orchidaceae con 32 especies seguido por Bromeliaceae con 18. En cuanto a epífitas no vasculares se hallaron 283 especies, pertenecientes a los tres grupos florísticos (hepáticas, musgos y líquenes), en los hábitos de crecimiento epífita, terrestre y rupícola, las cuales están distribuidas en 127 géneros y 65 familias. El grupo de briófitos estuvo representado por 110 especies y de líquenes se reportaron 147, siendo el último el más rico.

Para la huella del proyecto se registraron la presencia de 12 especies arbóreas las cuales son: Anón de monte (*Guatteria persicifolia*), Cedro (*Cedrela montana*), Indiecito (*Picramnia sphaerocarpa*), Cordoncillo corazón (*Peperomia* sp 1.), Laurel (*Nectandra* cf. *obtusata*), Laurel 1 (*Nectandra* cf. *Cuspidata*), Nogal (*Juglans neotropica*), Palma boba (*Cyathea* cf. *caracasana*), Palma boba Dicksonia (*Dicksonia sellowiana*), Roble (*Quercus humboldtii*), Siete cueros (*Tibouchina lepidota*) y Tampaco blanco (*Clusia* cf. *multiflora*), dentro de las cuales cinco especies (*Quercus humboldtii*, *Cyathea* sp., *Cyathea* cf. *caracasana*, *Juglans neotropica* y *Dicksonia sellowiana*) presentaban veda de carácter nacional (Resolución 0192 del 10 de febrero de 2014 MADS) y las especies presentan veda de orden regional por la corporación (Resolución 1986 del 01 de diciembre de 1984 y modificación 0196 del 23 de septiembre de 2017- CDMB) al cual se solicitó levantamiento parcial de veda.

En el inventario a 100% de veda de los municipios de California y Surata en la huella del proyecto, se registraron un total de 5763 árboles divididos Fustales 2212 individuos, Latizales 2681 individuos y Brinzales 870; estos se distribuyeron en 11 familias y en 12 especies, dentro de las cuales las especies *Quercus humboldtii*, *Cyathea* cf. *caracasana*, *Juglans neotropica*, *Cedrela odorata* y *Dicksonia sellowiana* presentan veda de carácter nacional y las especies *Nectandra* cf. *cuspidata*, *Nectandra* cf. *obtusata*, *Peperomia* sp 1, *Picramnia phaerocarpa*, *Guatteria persicifolia* y *Tibouchina lepidota* presentaban veda de orden regional por la corporación autónoma regional para la defensa de la meseta de Bucaramanga.

Fragmentación y conectividad

El presente estudio tiene como objetivo evaluar el proceso de fragmentación y la conectividad funcional en un territorio que incluye el área de influencia del proyecto Soto Norte y zonas de importancia ambiental como ecosistemas de páramo y bosque densos. Para ello se establecen tres escenarios, el primero (E1) evalúa las condiciones actuales sin proyecto, el segundo evalúa un escenario con proyecto (E2), donde solo se analizan los efectos de la huella del proyecto, y finalmente el tercer escenario (E3) donde se tiene en cuenta la huella del proyecto, más las medidas de compensación del plan de compensación biótico. Por lo tanto, se busca evaluar cuál es la magnitud de cambio asociado a los efectos definitivos y permanentes causados por el proyecto, en un área dentro de una escala espacial regional (9.756 ha) conocida como Ecodistrito, dentro de la escala jerárquica de ecosistemas (Rango: 625–10 000 ha) (Klijn y Udo de Haes 1994, Dahdouh-Guebas et al., 1998), el cual permite incluir la mayor diversidad de elementos biofísicos alrededor del área del proyecto pero con una forma compacta. De acuerdo a los autores, la selección de un área para el estudio de patrones ecológicos debe estar ajustada a una escala espacial de acuerdo a la clasificación jerárquica de ecosistemas, porque de esta manera es posible evaluar patrones ecológicos que puedan ser comparables con otros análisis (Klijn y Udo de Haes 1994, Dahdouh-Guebas et al., 1998).

El análisis a nivel de paisaje tomó como principal insumo la capa de Cobertura de la tierra escala 1:25.000, este producto tiene una clasificación de tipos de coberturas basadas en la metodología CORINE adaptada para Colombia (IDEAM 2010) y fue construido a partir de fotointerpretación de ortofotomosaicos creados con fotografías entre los años 2012 y 2016.

En este orden de ideas, el documento presenta la línea de tiempo 2012-2016 como línea base, a la cual se refiere como escenario uno (E1), la segunda temporalidad representa las áreas intervenidas en el paisaje con las obras superficiales del proyecto minero sin medidas de compensación (acciones de restauración), escenario dos (E2) y finalmente la temporalidad tres representa las áreas intervenidas en el paisaje con las obras superficiales del proyecto minero y las acciones de restauración que fueron planeadas en el plan de compensación por pérdida de biodiversidad, escenario tres (E3).

Uno de los conceptos básicos para la interpretación y análisis de los procesos de fragmentación es el concepto de “mosaico” en el que es posible diferenciar tres tipos de elementos: fragmentos (parches), corredores y la matriz. Los fragmentos están definidos como “elementos geomorfológicos, estructurales y diferenciables del paisaje”; los corredores son “las franjas angostas y alargadas con dirección variable que unen y dirigen el flujo o la movilidad entre los fragmentos” (Forman, 2008) y la matriz como el “elemento que conforma el paisaje más extenso y conectado”; esta integra fragmentos y corredores, y se la considera el hábitat de mayor importancia para una especie; sus características influyen en un alto grado sobre la dinámica del paisaje (Forman, 1995)

El primer paso para analizar los procesos de fragmentación es conocer la estructura del paisaje identificando cómo se encuentra conformado, es decir, los tipos de cobertura. El segundo paso es la selección de métricas o índices de paisaje, los cuales nos darán datos numéricos sobre la composición y configuración, la proporción de cada cobertura y la forma de los elementos allí presentes (Forman, 1995; McGarigal & Marks, 1995), y el tercer paso, es realizar comparaciones entre distintas configuraciones paisajísticas, la misma área en distintos momentos temporales o la definición de escenarios futuros (Gustafson, 1998).

Por otra parte, la conectividad según Taylor et al., (1993) está definida como “aquellas características del paisaje que facilitan en mayor o menor medida el movimiento y dispersión de las especies, el intercambio genético y otros flujos ecológicos a través de las zonas de hábitat existentes en el

paisaje”. De acuerdo con lo anterior, la conectividad puede entenderse desde dos perspectivas, la primera como conectividad estructural, la cual está dada por el grado de continuidad o adyacencia de los parches en el espacio, cuanto más separados o aislados estén los fragmentos de hábitat, menor conectividad espacial tendrá dicho hábitat en el paisaje; y la segunda la conectividad funcional, que se interpreta mediante la pregunta ¿cómo la configuración espacial y la calidad de los elementos en el paisaje afectan el desplazamiento de organismos entre parches de hábitat? (Taylor et al., 1993; Taylor et al., 2006). En este sentido, se han propuesto diferentes métodos para evaluar la conectividad funcional del paisaje, desde modelos sencillos, hasta teoría de grafos, teoría de circuitos, análisis de costo, superficies de resistencia, idoneidad de hábitat, etc. (Correa et al., 2016)

En este capítulo se abordó el análisis del proceso de fragmentación y la conectividad funcional en un territorio que incluye el área de influencia del proyecto Soto Norte y zonas de importancia ambiental como ecosistemas de páramo y bosque densos entendidos como contexto regional. Por lo tanto, se busca evaluar cuál es la magnitud de cambio asociado a los efectos permanentes causados por el proyecto, en un área dentro de una escala espacial regional (9.756,45 ha) conocida como “ecodistrito” (Rango: 625–10000 ha) (Dahdouh-Guebas et al., 1998; Klijn & Udo de Haes, 1994), el cual permite incluir la mayor diversidad de elementos biofísicos alrededor del área del proyecto, pero con una forma compacta. De acuerdo con los autores, la selección de un área para el estudio de patrones ecológicos debe estar ajustada a una escala espacial de acuerdo con la clasificación jerárquica de ecosistemas, porque de esta manera es posible evaluar patrones ecológicos que puedan ser comparables con otros análisis (Dahdouh-Guebas et al., 1998; Klijn & Udo de Haes, 1994).

En síntesis, los resultados sugieren que el impacto del proyecto analizado sin medidas de compensación, se da de manera puntual y localizada (escenario 2), significando un cambio marginal (no significativo), en términos de fragmentación del paisaje y la conectividad de los grupos funcionales analizados. Del mismo modo, una vez se inician las labores de compensación (escenario 3), se observa un cambio positivo significativo para el contexto regional, con énfasis en la zona de California y alta montaña tendiente al páramo, derivando finalmente en una mejora en los indicadores finales para todo el contexto; esto, dicho en otros términos, significa que el proyecto no representa un aumento en la fragmentación de ecosistemas o una pérdida en la conectividad funcional de especies de importancia en el contexto regional, sino que una vez establecidas las medidas de compensación, la región verá significativamente mejorados los indicadores en estos aspectos, siendo la región de alta montaña la más beneficiada.

Fauna

Para la caracterización de la fauna presente en el área de influencia del proyecto, se realizaron muestreos en tres salidas de campo. La primera salida se realizó en agosto de 2016 por la empresa MCS Consultoría y Monitoreo Ambiental S.A.S, el segundo muestreo fue desarrollado entre febrero-marzo de 2017 y el último realizado entre abril y mayo de 2018, ambos por Ingetec S.A. Se realizaron entrevistas con pobladores locales, registros diurnos y nocturnos utilizando transectos lineales de observación y captura, uso de trampas para mamíferos y redes de niebla para aves y mamíferos voladores; los individuos capturados fueron procesados según la metodología específica de cada grupo, se fotografiaron y liberaron cerca del lugar donde fueron encontrados. La identificación se llevó hasta el nivel taxonómico más preciso, con el soporte de claves taxonómicas y bibliografía especializada. Para determinar la riqueza esperada de especies se calcularon los índices estadísticos basados en las abundancias encontradas en campo. Para determinar las categorías de amenaza y condiciones especiales de endemismo se tuvieron en cuenta los registros proporcionados por los libros rojos nacionales y la Resolución 1912 del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (MADS, 2017). Para la consideración de especies

amenazadas presentes fueron tomados en cuenta los criterios internacionales como los listados en CITES (2018) e IUCN (2018).

Para el caso de los anfibios, el muestreo registró la presencia de un total de trece especies, pertenecientes a cinco familias y dos órdenes (Anura y Caudata). Se registra una especie nueva en este grupo de fauna con respecto a los muestreos anteriores, la rana de desarrollo directo (*Tachiramantis douglasi*), la cual se encontró asociada a los bosques húmedos del municipio de California. Las especies encontradas dentro del área de estudio en su mayoría se encuentran adaptadas exclusivamente para la vida en las zonas altas de la cordillera. El número de especies registradas es bajo en relación con las especies de probable ocurrencia en el área de estudio (23,2%).

Entre los anfibios registrados se encuentran siete (7) especies de ranas incluidas en alguna categoría de amenaza bajo los criterios de la IUCN (2018), estas son: *Centrolene daidaleum*, *Hyloscirtus callipeza* y *Tachiramantis douglasi* catalogadas como VU (vulnerable), *Dendropsophus meridiensis* EN (en peligro) e *Hyloscirtus lynchi* como CR (en peligro crítico). Las ranas *Hyloscirtus callipeza* y *Pristimantis anorilex* se consideran casi amenazadas. En cuanto a endemismos se registraron cinco especies endémicas y cuatro casi-endémicas.

En cuanto a reptiles, se registró la presencia de 16 especies de reptiles divididos en dos sub órdenes que agrupan a serpientes (Serpentes) y lagartijas (Sauria) y siete familias. Se registra una especie nueva en este grupo, el lagarto *Anolis fuscoauratus*, asociado a la cobertura de vegetación secundaria en la parte baja del proyecto.

Solo se registran dos especies en el apéndice II de la convención CITES (2018), la iguana verde (Iguana iguana) y la cazadora negra (Clelia clelia), que se encuentran bajo constante amenaza por la sobreexplotación como fuente de alimento y tráfico ilegal. En cuanto a endemismos se registró una especie endémica y dos casi-endémicas. No se registra la presencia de especies endémicas, sin embargo se reportan tres especies casi-endémicas, estas son los lagartos *Anolis heterodermus* y *Anolis nicefori* y la serpiente tierrera *Atractus cf. pamplonensis*.

El área de influencia registra la presencia de 193 especies de aves agrupadas en 17 órdenes y 38 familias. El orden más representativo corresponde al orden Passeriformes (aves cantoras) con 122 especies, que equivalen al 63% de las especies totales identificadas. Otros órdenes de importancia fueron Apodiformes (colibríes y vencejos), con 24 especies (12,4%), y en menor medida Piciformes (carpinteros y tucanes) y Columbiformes (palomas). Los restantes 15 órdenes presentan cinco o menos especies, siendo cerca del 2% de las especies identificadas.

Se registra únicamente una especie endémica la Cocha de Soatá (*Macroagelaius subalaris*) que además se encuentra en peligro (EN) según las categorías de amenaza de la IUCN (2018) y la resolución 1912 de 2017; adicionalmente se encontraron 13 especies casi endémicas. Además, entre las especies casi endémicas dos se consideran como vulnerables según las categorías de amenaza de la IUCN, estas son la perdiz carinegra (*Odontophorus atrifrons*) y la cotorra montañera (*Hapalopsittaca amazonina*). En el área de influencia directa, se registraron 8 especies migratorias, 6 boreales y 2 australes. La mayoría corresponde a reinitas (familia Parulidae) y dos especies de atrapamoscas (familia Tyrannidae).

Se registró un total de 52 especies de mamíferos a partir del registro de 285 individuos. Las especies de mamíferos están agrupadas en ocho órdenes y 20 familias. El orden con mayor número de especies es Chiroptera (murciélagos), con 16 taxa, el cual es uno de los grupos de mayor diversidad y abundancia en el neotrópico. Otros órdenes de importancia fueron Carnívora (carnívoros) y Rodentia (roedores) con 11 y 10 especies respectivamente, luego se encuentra el orden Didelphimorphia (marsupiales) con cinco especies (10%). Los órdenes menos representativos fueron Pilosa (perezosos y hormigueros) con cuatro especies (8%), Artiodactyla

(venados y saínos) con tres (6%), Cingulata (armadillos) con dos (4%) y por último, el orden Lagomorpha (conejos) con una especie (2%).

Bajo los criterios nacionales (MADS y libro rojo de mamíferos) se encuentra una especie amenazada, el tinajo (*Dinomys branickii*) catalogado como vulnerable (VU). Según la lista roja de especies amenazadas de la IUCN (2018) el locho (*Mazama rufina*) se encuentran en condición de vulnerable. En los apéndices CITES (2018) se presenta el tigrillo (*Leopardus pardalis*) en el apéndice I. No se registran especies endémicas para Colombia, sin embargo, se destacan tres especies consideradas casi-endémicas. En cuanto a los murciélagos migratorios, se reportaron seis especies que presentan alguna actividad migratoria de tipo altitudinal, longitudinal o latitudinal, estas fueron: *Platyrrhinus dorsalis*, *Anoura caudifer*, *Anoura geoffroyi*, *Dermanura glauca*, *Dermanura phaeotis* y *Enchisthenes hartii*.

4.2.2 Ecosistemas acuáticos

La caracterización de los ecosistemas acuáticos, del área de influencia del proyecto, se realizó con base en la revisión de información secundaria reciente y con dos muestreos de campo, realizados en temporadas representativas de aguas bajas (febrero - marzo de 2017, 34 estaciones en sistemas lóticos y una estación en sistema léntico) y de aguas altas (noviembre y diciembre de 2017, 36 estaciones lóticas y una estación léntica).

Perifiton y fitoplancton

Para el muestreo de la temporada de aguas bajas, se registraron 39 especies de algas, distribuidas en 26 familias, 20 órdenes y 4 clases taxonómicas, perteneciendo el 60% a las diatomeas, seguidas por las clorofíceas o algas verdes con el 17% y el 10% a las cianofíceas, tal como se espera ocurra en las comunidades perifíticas de pequeños ríos de origen montañoso, como ha sido reportado por Allan y Castillo (2007) y Montoya y Aguirre (2013).

En la muestra del único sistema léntico: la laguna Laguneta, se registraron 20 especies de algas, distribuidas en 14 familias, 12 órdenes y 4 clases taxonómicas; la mayoría de las especies (65%) también pertenece a las diatomeas, lo que refleja un hábitat somero con ausencia de zona pelágica en donde la comunidad está compuesta por especies típicamente perifíticas.

En la temporada de aguas altas, se registró un número ligeramente mayor de especies de algas con 56, distribuidas en 32 familias, 22 órdenes y 5 clases taxonómicas, número de supra categorías también mayor al registrado en la temporada de aguas bajas. En esta temporada las diatomeas también presentaron la mayor riqueza con el 58%, seguidas por las cianofíceas con el 18% y las clorofíceas con el 10%, tal como se espera ocurra en las comunidades perifíticas de pequeños ríos de origen montañoso. En la laguna Laguneta, se registraron 18 especies de algas, distribuidas en 13 familias, 11 órdenes y 5 clases taxonómicas. El 33% de las especies pertenece a las diatomeas, seguidas por las euglenofíceas con el 22%, lo que refleja al igual que para la temporada de aguas bajas un hábitat somero con ausencia de zona pelágica en donde la comunidad está compuesta por especies típicamente perifíticas y seguramente con mayor disponibilidad de materia orgánica que la presentada en la temporada de aguas bajas.

Para los dos muestreos se registraron entre 3 y 19 especies de algas perifíticas, con promedio de 9,4 especies en aguas bajas y 8,2 en aguas altas.

La distribución de abundancias de algas perifíticas por clases fue para la temporada de aguas bajas mayor abundancia relativa promedio para las diatomeas con el 66% las algas verdes con el 31%, mientras que en el muestreo de aguas altas las cianofíceas fueron más abundantes con el

43%, seguidas por las diatomeas con el 39% y las clorofíceas con el 15%. Teniendo en cuenta las abundancias de algas perifíticas, para los puntos de muestreo del área de influencia del proyecto en aguas altas, *Lyngbya* sp.1 y *Aulacoseira* sp. se definieron como especies presentes en ambientes con elevados colores y concentraciones de metil mercurio, es decir que soportan condiciones que son altamente adversas para las demás especies de algas. De otra parte, esta *Monoraphidium* sp., que para estos ecosistemas es indicadora de buena calidad para aportes provenientes de minas y variables asociadas a contaminación de aguas residuales domésticas.

En el mismo sentido, las calificaciones de calidad para las estaciones de muestreo ubican a la quebrada Angostura, dos puntos de la quebrada La Baja y un punto de la quebrada Páez como las estaciones de mejor calidad del agua, según los criterios asociados a aportes residuales industriales y mineros (color, metil mercurio) y aportes de aguas residuales domésticas (coliformes).

Los puntos de muestreo, identificados como de menor calidad en la temporada de aguas bajas fueron la laguna Laguneta, quebrada Bochalema, y un tributario del río Vetás, un punto de la quebrada La Baja, mientras que las mejores condiciones de calidad se encontraron en dos puntos del río Suratá y uno de la quebrada San Francisco.

Para la temporada de aguas altas, se concluye que las especies de algas perifíticas que indicaron las mejores condiciones de calidad del agua considerando los aportes de aguas residuales domésticos y los metales fueron *Synedra* sp.1, *Synedra* sp.2, *Cymbella* sp.1, *Navicula* sp.3, *Gomphonema* sp.1, *Navicula* sp.2 y *Fragilaria virescens*, mientras que las especies que reflejan las peores condiciones de calidad son *Cymbella* sp.2, *Ulothrix* sp. y *Chroococcus* sp.

Las calificaciones de calidad de las especies de algas, ubicaron con la mejor calidad al río Suratá, quebrada Caneyes y quebrada San Juan y con la peor calidad a la quebrada Páez y la quebrada La Baja.

Zooplankton

Para la época de aguas bajas se registraron seis (6) especies de rotíferos, una especie de branquiópodos (Cladóceras) y otras dos formas (nauplio y copepodito) correspondientes a estadios inmaduros de copépodos. Para la época de aguas altas estuvo muy pobremente representado, con apenas tres (3) especies identificadas, dos pertenecientes a los rotíferos y una a los ostrácodos. Adicionalmente, hubo copépodos en sus estadios inmaduros, logrando diferenciar las fases nauplios y copepoditos, pero sin ninguna aproximación taxonómica.

En general la composición del zooplankton en la temporada de aguas bajas en la laguna Laguneta, indica que es un sistema altamente intervenido, con aportes principalmente de nutrientes y materia orgánica, pudiendo inferir un nivel trófico tendiente hacia la mesotrofia o eutrofia, con evidente ausencia de una zona pelágica verdadera. Solo se registró la presencia de seis (6) especies de rotíferos, una especie de branquiópodos, conocidos como cladóceros y otras dos formas (nauplio y copepodito) correspondientes a estadios inmaduros de copépodos, sin poder determinar aún el orden al que pertenecen. Para la temporada de aguas altas, el zooplankton de la laguna Laguneta estuvo muy pobremente representado, con apenas tres especies, dos pertenecientes a los rotíferos y una a los ostrácodos. Adicionalmente, se identificaron copépodos en sus estadios inmaduros, logrando diferenciar las fases nauplios y copepoditos, pero sin ninguna aproximación taxonómica. Esta composición arroja una comunidad con 5 taxones, 135 ind/l de abundancia total y una diversidad de Shannon de 1,5 nat, que representa el 90% de la diversidad máxima probable considerando los cinco taxones presentes.

Macroinvertebrados bénticos

En la temporada de aguas bajas, en todos los puntos de muestreo se registraron 132 taxones de macroinvertebrados, de los cuales 122 pertenecen a la clase insecta y se distribuyeron en los órdenes Coleoptera con 10 familias y 24 morfoespecies, Diptera con 13 familias y 46 morfoespecies. Los Ephemeroptera con 4 familias y 10 morfoespecies, los Hemiptera con 3 familias y 6 morfoespecies, los Odonata con 9 familias y 13 morfoespecies, los Tricoptera con 9 familias y 21 morfoespecies y los órdenes Lepidoptera, Plecoptera y Megaloptera cada uno con una sola morfoespecie. En los artrópodos también se presentaron tres morfoespecies de otros tres órdenes; Cuatro morfoespecies de moluscos, distribuidos en tres familias y tres órdenes, además de 1 de oligoquetos, 1 de nemátodos y 1 de platelmintos.

Para la temporada de aguas altas, se registraron 162 morfoespecies de macroinvertebrados, de estos 147 pertenecientes a los insectos, distribuidos en los órdenes Coleoptera con 11 familias y 39 morfoespecies, Diptera con 16 familias y 41 morfoespecies. Los Ephemeroptera con 4 familias y 17 morfoespecies, los Hemiptera con 4 familias y 6 morfoespecies, los Odonata con 7 familias y 13 especies, los Trichoptera con 9 familias y 28 morfoespecies y finalmente los Lepidoptera, Megaloptera y Plecoptera con solamente una especie en cada orden. Dentro de los artrópodos se registró presencia de otras 4 especies pertenecientes a sendos órdenes, además de 2 especies de anélidos, 6 de moluscos, 1 de nemátodos y 1 de platelmintos.

Los valores de riqueza de especies en el muestreo de aguas bajas estuvieron entre 2 y 37 especies con promedio de 20,1, cuyos valores fueron algo mayores para el muestreo de aguas altas, registrándose entre 2 y 48 especies con promedio de 26,4. En aguas bajas se obtuvieron abundancias totales desde 5 ind/m² hasta 1362 ind/m² con promedio de 329,2 ind/m², en aguas altas el promedio de abundancia fue ligeramente menor (225,1 ind/m²) cuyos valores en los diferentes puntos de muestreo estuvieron entre 2 ind/m² y 1046 ind/m².

La diversidad de Shannon, así como ocurrió con el número de especies, presentó valores ligeramente mayores en aguas altas, con promedio de 2,28 nat y rango entre 0,69 nat y 3,31 nat, mientras que en aguas bajas las diversidades estuvieron entre 0,27 nat y 2,88 nat con promedio de 2,04 nat.

Los taxones asociados a las condiciones de menor calidad del agua, en cuanto al contenido de oxígeno y aportes de contaminantes provenientes de sedimentos fueron el odonato *Aeschna* sp. y una especie de ácaro aún sin determinar. En el otro extremo, es decir con las mejores condiciones de calidad para los dos criterios, se encontraron a *Bibiocephala* sp. y *Metrichia* sp.

En cuanto a los macroinvertebrados bénticos, los taxones asociados a las condiciones de menor calidad del agua, considerando el contenido de sólidos suspendidos, alcalinidad y aportes de aguas residuales domésticas fueron *Heterelmis*, tanto larva como adulto, *Helicopsyche* y *Baetodes*, mientras que la mejor calidad está asociada con dos subfamilias de dípteros (Tanypodinae y Chironominae), una especie de la familia Naididae y una de un ácaro.

Por su parte, los puntos de muestreo que se identificaron como de menor calidad incluyo a la laguna Laguneta, mientras que la peor calidad se asignó a la quebrada La Loma, río Surata, quebrada Bochalema, quebrada Angostura y río Vetás.

Fauna íctica

Durante la temporada de bajas lluvias en el área de influencia del Proyecto Soto Norte se registraron nueve (9) especies (ocho nativas y una introducida, la trucha arcoíris *Oncorhynchus mykiss*) agrupadas en tres órdenes (Characiformes, Siluriformes y Salmoniformes) y cuatro familias

(Characidae, Astroblepidae, Trichomycteridae y Salmonidae). Mientras que en la temporada de altas lluvias se registraron seis (6) especies (cinco nativas y la trucha arcoíris), agrupadas en los mismos órdenes y familias que durante la temporada de sequía. El grupo Astroblepidae es la familia más diversa con cuatro (4) especies.

Es importante mencionar que la cuenca del río Suratá alberga a las seis especies nativas, incluyendo a la sardinita *Hemibrycon sierraensis*, especie recientemente descrita en la Sierra Nevada de Santa Marta cuya identificación fue debidamente confirmada por el profesor Iván Mojica, curador de la colección de peces del Instituto de Ciencias Naturales, mostrando la relevancia ambiental de esta área. Los índices ecológicos muestran que la comunidad íctica se puede considerar más diversa durante la temporada seca, por cuanto hay más especies registradas, mientras que durante la temporada de lluvias se puede considerar que el área de influencia es menos diversa, tomando como referencia los valores máximos que puede tomar cada índice y los valores calculados.

Las características ecológicas de alta montaña son muy exigentes (fuertes pendientes, bajas temperaturas, pocos nutrientes disueltos en el agua) y por tanto son pocas las especies que se han adaptado para poder sobrevivir en los cuerpos de agua de esta zona; de acuerdo a la bibliografía consultada, en alturas mayores a 1500 msnm dos o tres especies son las dominantes, información que corrobora los datos registrados en el presente estudio, ya que la sardinita *H. sierraensis* y el baboso o negrito *Astroblepus rosei* registran el mayor número de individuos. Entre las especies registradas en ambos periodos climáticos se encuentran especies omnívoras con preferencia por los invertebrados y especies que se alimentan casi exclusivamente de invertebrados, características que se relacionan con ambientes saludables.

De acuerdo con la resolución 0192 del 10 de febrero del 2014 y el libro rojo de peces dulceacuícolas del 2012 ninguna de las especies reportadas está bajo alguna categoría de amenaza y de acuerdo a la IUCN todas se consideran como preocupación menor.

Se encontró que durante la temporada de sequía respecto a los análisis toxicológicos, que la concentración de plomo en la *Trichomycterus taenia* fue de 0,7 mg/kg, valor que supera a la concentración máxima permitida por la resolución 0122 de 2012 (0,3 mg de Pb/kg), esta concentración de plomo se relaciona con los hábitos alimenticios de esta especie, el fenómeno de bioacumulación y actividades antrópicas como el lavado de materiales industriales. La sardinita *H. sierraensis* registró 0,17 mg/kg de cadmio valor que supera la concentración máxima permitida (0,05 mg de Cd/kg), este resultado se asocia con el uso de agroquímicos y la acumulación de estos en los tejidos vegetales, de los cuales se alimenta esta especie, además que a concentración de mercurio en estas dos especies estuvo por debajo de la concentración máxima permitida. Durante la temporada de lluvias *H. sierraensis* en el análisis toxicológico del presente estudio se encontraron concentraciones promedio de cadmio de 0,477 mg/kg valor que supera la concentración máxima permitida (0,05 mg de Cd/kg), confirmando la contaminación actual por productos con este metal en la cuenca del río Suratá. La trucha arcoíris *Oncorhynchus mykiss* también presentó 0,073 mg/kg de cadmio, superando igualmente la concentración máxima permitida para este metal, debido al comportamiento alimenticio de esta especie en áreas introducidas, en donde se alimenta de invertebrados acuáticos y ocasionalmente de material vegetal. Durante esta temporada ninguna especie superó las concentraciones máximas permitidas de plomo y mercurio.

4.2.3 Ecosistemas estratégicos, sensibles y/o áreas protegidas

Los ecosistemas sensibles y/o áreas protegidas se consideran aquellas áreas pertenecientes al territorio que, por su especial valor ambiental y de fragilidad, y respaldadas en la mayoría de los casos por un acto administrativo local, regional y/o nacional, son administrados por algún

instrumento de manejo ambiental. De acuerdo con Fraume (2007), dichas áreas son provistas de una vulnerabilidad y susceptibilidad especial, lo cual las puede hacer frágiles, por lo que el desarrollo adecuado de un proyecto es fundamental para no afectarlas negativamente y evitar alterar sus propiedades biológicas y ecológicas, así como generar un deterioro continuo en su funcionalidad ecosistémica; es decir que el desarrollo adecuado de un proyecto debe orientarse a asegurar su representatividad ambiental.

De acuerdo con las disposiciones generales del Decreto 2372 del 1 de julio de 2010 y el Decreto 1076 del 26 de mayo del 2015 (por medio del cual se expide el Decreto Reglamentario Único del Sector Ambiente) sobre el Sistema Nacional de Áreas Protegidas, este tipo de ecosistemas corresponden a lugares definidos geográficamente y que hayan sido designados, regulados y administrados, con el fin de alcanzar objetivos específicos de conservación in situ. De igual forma, dentro de este decreto, este tipo de áreas protegidas constituyen diversos tipos y corresponden a una categoría de manejo, conforme a su nivel de biodiversidad, estado de conservación y escala de gestión (nacional, regional o privada).

El Decreto 2372 del 1 de julio de 2010, en el artículo 29 lista como ecosistemas estratégicos las zonas de páramo, subpáramo, nacimientos de agua y zonas de recarga de acuíferos, indicando su protección especial por su importancia ecológica.

La identificación de los ecosistemas estratégicos en el área de influencia del proyecto es un aspecto clave para identificar y evaluar potenciales impactos del proyecto sobre estas áreas y por ende sobre los servicios ambientales que estos ecosistemas le estén prestando a la región.

La identificación considera las categorías indicadas en los términos de referencia:

Áreas protegidas (de carácter público o privado) legalmente declaradas.

Otros instrumentos de ordenamiento/planificación, así como otras áreas de reglamentación especial (p.e. áreas de reserva forestal de Ley 2ª de 1959, Reservas de la biosfera, entre otros). Ecosistemas estratégicos identificados a nivel local, regional, nacional, y/o internacional (p.e. humedales, páramos, manglares, humedales designados dentro de la lista de importancia internacional de la convención RAMSAR).

Áreas con prioridades de conservación contempladas por parte de Parques Nacionales Naturales de Colombia a través del CONPES 3680 como las establecidas por el Instituto Alexander von Humboldt (IAvH).

El proyecto se localiza en un área montañosa de la Cordillera Oriental, en la región de Soto Norte en los municipios de California y Suratá, en un rango altitudinal de entre 1620 msnm y 2810 msnm. Los análisis detallados de integridad ecológica, de fragmentación y de conectividad mostraron que el proyecto no modifica la dinámica del páramo, con los ecosistemas aledaños incluyendo los existentes en el área de influencia del proyecto; desde el punto de vista físico, el desarrollo del proyecto no interfiere con los ciclos hidrológicos superficiales y subterráneos dadas las particularidades hidrogeológicas del sistema. Las modelaciones y análisis que permitieron concluir que el proyecto no altera la dinámica hídrica existente entre el páramo y la cuenca baja, se presentan en el capítulo cinco.

De acuerdo con la información que reporta el SIAC, en el proyecto no se encuentran ecosistemas estratégicos, sensibles y/o áreas protegidas (incluyendo Reservas de la Sociedad civil).

Con base en lo anterior, Basados en lo tratado anteriormente, en este capítulo, MINESA considera que la ejecución del proyecto se puede realizar sin afectar el balance en la demanda/oferta de los servicios ambientales que representan los ecosistemas regionales, dado que no hay interacción del

proyecto con los ecosistemas estratégicos ni las áreas protegidas a nivel regional y nacional. Esto en cumplimiento estricto de los parámetros exigidos por ley y en el marco del proceso de licenciamiento ambiental colombiano y en atención a las obligaciones que de él se derivan. En consecuencia, la implementación del proyecto no disminuirá la oferta ambiental de los ecosistemas estratégicos regionales y nacionales que presentan un alto valor para las comunidades asentadas en el área.

A nivel regional, el proyecto localiza una parte de sus obras en algunas áreas mínimas que de acuerdo con la zonificación del POMCA de la subcuenca del río Suratá tendrían restricciones, dichas áreas presentan un alto grado de transformación que hacen que no posean los objetivos de conservación para las cuales fueron declaradas, a pesar de ello y conociendo que actualmente se está elaborando el POMCA del río Lebrija que cobijará el área de influencia biótica del proyecto y dejará sin efecto el POMCA del río Suratá por ser éste una subcuenca del mismo, se implementarán manejos (Gestión de Nuestro Territorio) que permitirán con una robusta base técnica articular el proyecto al ordenamiento regional a través del POMCA.

Para el caso específico de los ecosistemas locales, el proyecto presenta en su mayoría, una intersección con coberturas transformadas, por lo que desde este punto de vista, es viable su ejecución, considerando la atención a los requerimientos de ley respecto a los permisos específicos que hacen parte de este estudio, las compensaciones a que haya lugar, así como a las medidas de manejo orientadas a promover la incorporación de las modificaciones al ordenamiento territorial, en los casos en que ello aplique y considerando que existe una superposición mínima de la huella del proyecto con áreas que en su momento fueron calificadas con restricciones por parte de los EOT de Suratá (2002) y California (2014).

Teniendo en cuenta lo anterior, existen mecanismos a través de los cuales puede participar el proyecto como actor (Gestión de Nuestro Territorio) que permitirían actualizar los esquemas de ordenamiento municipales, basándose en el conocimiento actual (2018) de la aptitud del territorio, lo que permitirá reordenar áreas según sus condiciones reales. Estos mecanismos en los que apunta estar presente el proyecto con el plan de “Gestión de Nuestro Territorio” a través de la participación activa, se basarán no solamente en el cambio de uso del suelo por la intervención de las obras físicas del proyecto sino en las inversiones que a todo nivel el proyecto contempla a futuro; dentro de las que se pueden mencionar las compensaciones bióticas y las inversiones sociales, con el fin de poder realizar aportes en estudios específicos sobre el área y conocimiento técnico detallado en componentes base como lo son el biótico, físico y social.

En conclusión, el proyecto se considera viable por cuanto no interviene ecosistemas estratégicos, áreas sensibles, ni áreas protegidas a nivel nacional y regional. A nivel regional y local se traslapa con algunas áreas que en el esquema de ordenamiento territorial del municipio de Suratá dentro del área de influencia biótica aparecen con algunas restricciones de uso para obras y actividades del proyecto y con unidades del POMCA de la subcuenca del río Suratá con categoría de protección, pero que pueden en función de su condición actual (estados medios a avanzados de intervención con planes de zonificación desactualizados) y aptitud, ser reordenadas con la participación del proyecto en los instrumentos de zonificación.

4.2.4 Integridad ecológica

El área de análisis se encuentra ubicada en jurisdicción de los municipios de Suratá, California y Vetás, en el departamento de Santander, se localiza entre los 1314024,85105 Norte, 1302732,0774 Sur, 1134927,64354 Este y 1118554,3793 Oeste, con origen Magna Colombia Bogotá, cuenta con una extensión de 9766.56 hectáreas y presenta alturas que fluctúan entre los 1621 y 4225 m.s.n.m, sobre la vertiente occidental de la Cordillera Oriental. Este territorio corresponde a la escala espacial Ecodistrito, dentro de la jerárquica de ecosistemas (Klijn y Udo de

Haes 1990), dentro de este se encuentra área de influencia Biótica, la cual ocupa la zona media y baja en la Subcuenca de la Quebrada La Baja, además se incluyen territorios de alta montaña dentro de las subcuencas vecinas (Quebrada Corral del Piedra, al Norte y Quebrada la Morronga, al Sur), buscando incluir todo el ecosistema de páramo delimitado dentro estas. Allí, el territorio de análisis buscó abarcar un área que corresponda a un contexto regional (Ecodistrito) dentro de la misma unidad hidrográfica, ya que todas corrientes que lo componen drenan al río Suratá, el cual hace parte de la subzona hidrográfica Río Alto Lebrija - NSS (2319-01; IDEAM 2013).

También, se debe dejar claro que se realiza el análisis con dos escenarios donde el primero se constituye el estado actual de la zona, sin tener en cuenta la implementación del proyecto (E1) y el segundo escenario contempla la implementación de la huella y la implementación del plan de compensación biótico, asumiendo un escenario realizado de compensación conservador, ya que el horizonte de tiempo del proyecto son 25 años de operación y 12 años de cierre. En este tiempo se plantea la posibilidad, que antes de terminar la vida útil del proyecto minero y por medio de las acciones de restauración, se consoliden ciertas coberturas naturales en un estado sucesional de mayor desarrollo “Bosque denso bajo de tierra firme”, que posibilite una mejor oferta de bienes y servicios ambientales. En este orden de ideas, , el segundo escenario no incluye las zonas de recuperación que se realizarán durante los últimos 12 años o cierre del proyecto. (ver Figura 4.19).

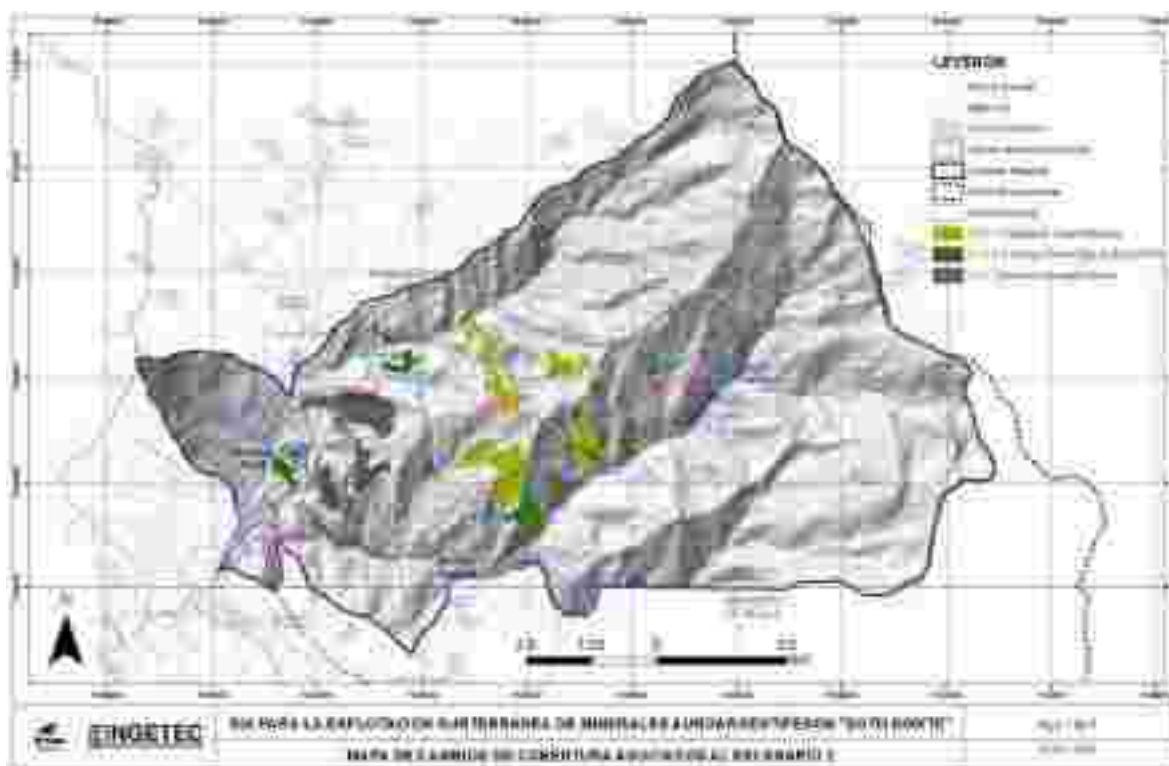


Figura 4.19 Mapa de cambios de cobertura asociados al Escenario 2

Fuente: INGETEC, 2019

El análisis de integridad realizado a las propiedades del paisaje, muestra que las coberturas de ecosistemas naturales de la zona de estudio, tienen buenas cualidades en torno a su Composición, Estructura y Función. Estas características son favorables en la conservación de los altos atributos naturales que posee, y a pesar que las acciones desarrolladas en el proyecto minero representan cambios evidentes en el territorio, las acciones de Restauración en el plan de compensación por pérdida de biodiversidad, cumplen el papel de mitigar los efectos adversos a la obra.

Las coberturas naturales ocupan una proporción importante dentro del paisaje y su ocupación no cambia en el tiempo ya que para ambos escenarios las áreas representan más del 72%, esta condición resalta la naturalidad del territorio el cual incluye ecosistemas estratégicos de gran importancia ecológica, como son los Herbazales y Bosques altoandinos, que se encuentran en la zona de estudio y particularmente se observan espacialmente como la transición natural a las zonas de Páramos. La importancia resalta en los aportes al ciclo hidrológico y la capacidad que tiene estos ecosistemas en la regulación del recurso durante el ciclo estacional.

La característica de naturalidad del paisaje en una importante proporción del territorio, representa para la fauna y flora una condición favorable en la calidad de hábitat, la cual brinda refugio, alimento y protección, entre otras necesidades de las especies para cumplir sus funciones ecológicas. En el análisis de calidad de hábitat realizado para la Guagua y el Puma, debido a las particularidades de especie sombrilla y pertenecer a dos grupos tróficos contrastantes (herbívoro y carnívoro respectivamente), son un indicador del estado de conservación de un lugar, además ambas especies (*Puma concolor* y *Dinomys branickii*) se encuentran reportadas en el contexto regional y área de influencia. Allí, el territorio brinda a las dos especies buenas características de hábitat, ya que existen grandes extensiones de bosque, herbazales y demás coberturas naturales dentro del rango de distribución de las especies, favoreciendo la conectividad y flujos de energía entre las poblaciones de estas, así como para los otros organismos que comparte el territorio. Además, basado en los resultados obtenidos para las especies sombrilla, esta condición no se altera con la implementación de las obras del proyecto.

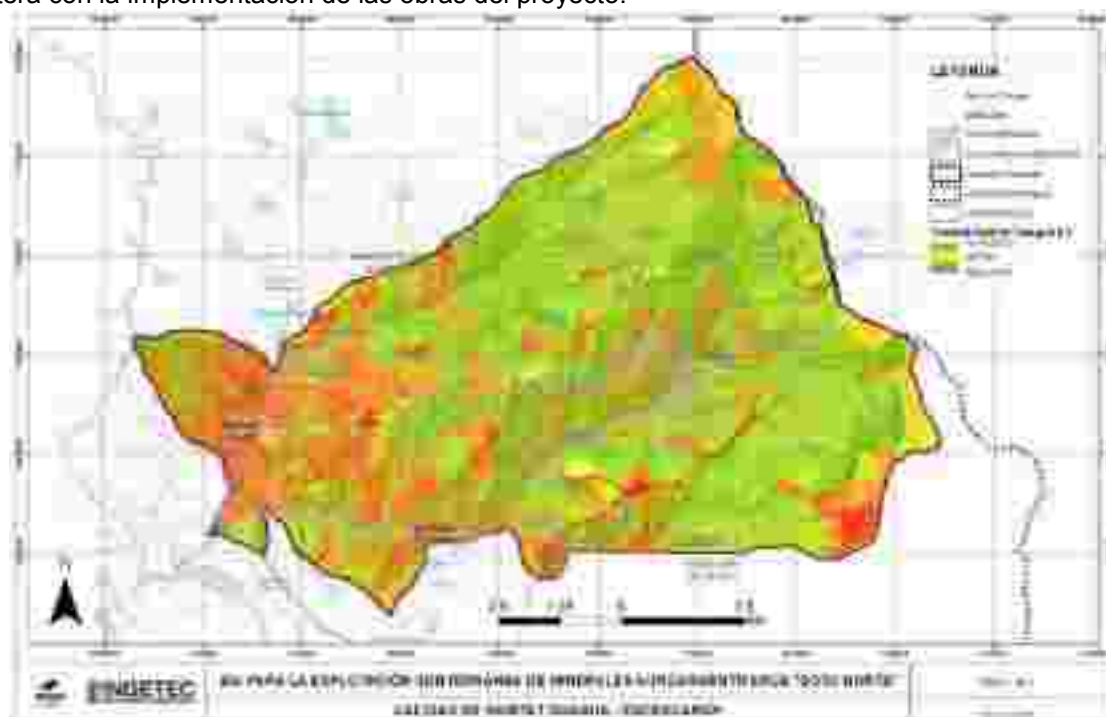


Figura 4.20 Mapa de Calidad de hábitat para Guagua. Escenario 1

Fuente: INGETEC, 2019

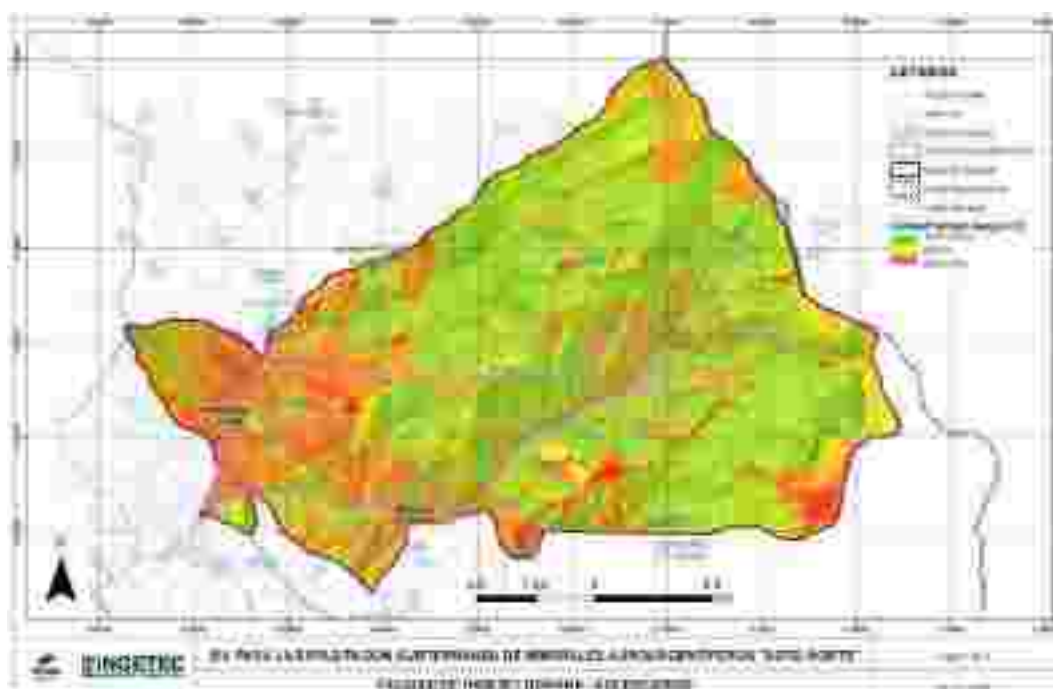


Figura 4.21 Mapa de Calidad de hábitat para Guagua. Escenario 2
Fuente: INGETEC, 2019

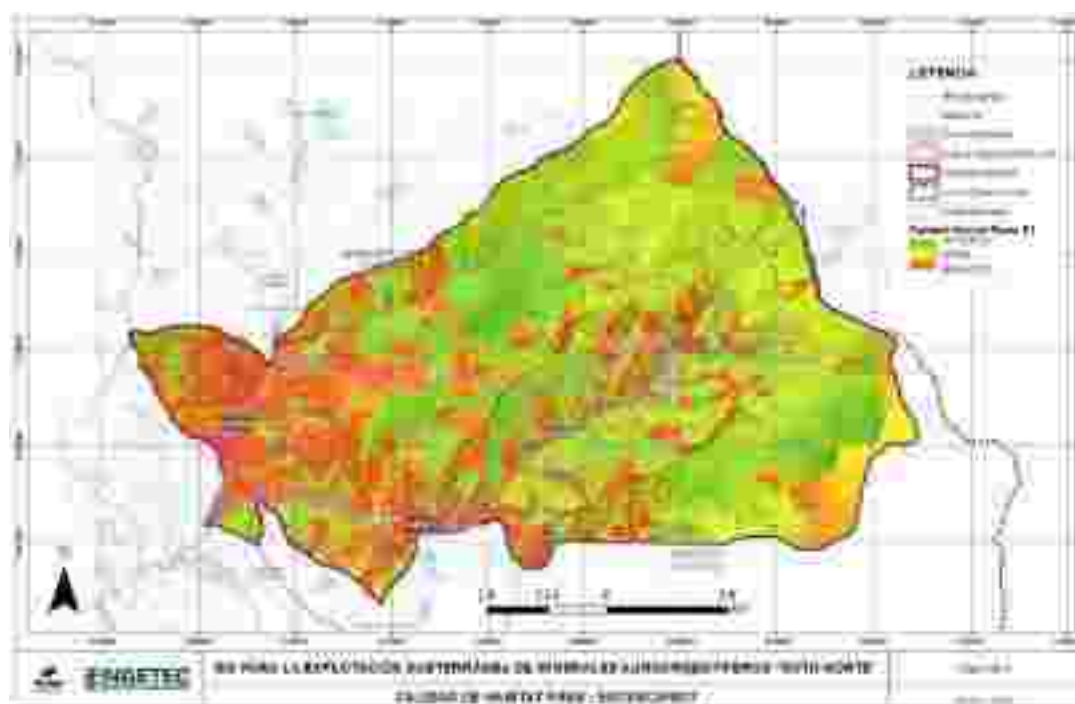


Figura 4.22 Mapa de Calidad de hábitat para Puma. Escenario 1
Fuente: INGETEC, 2019

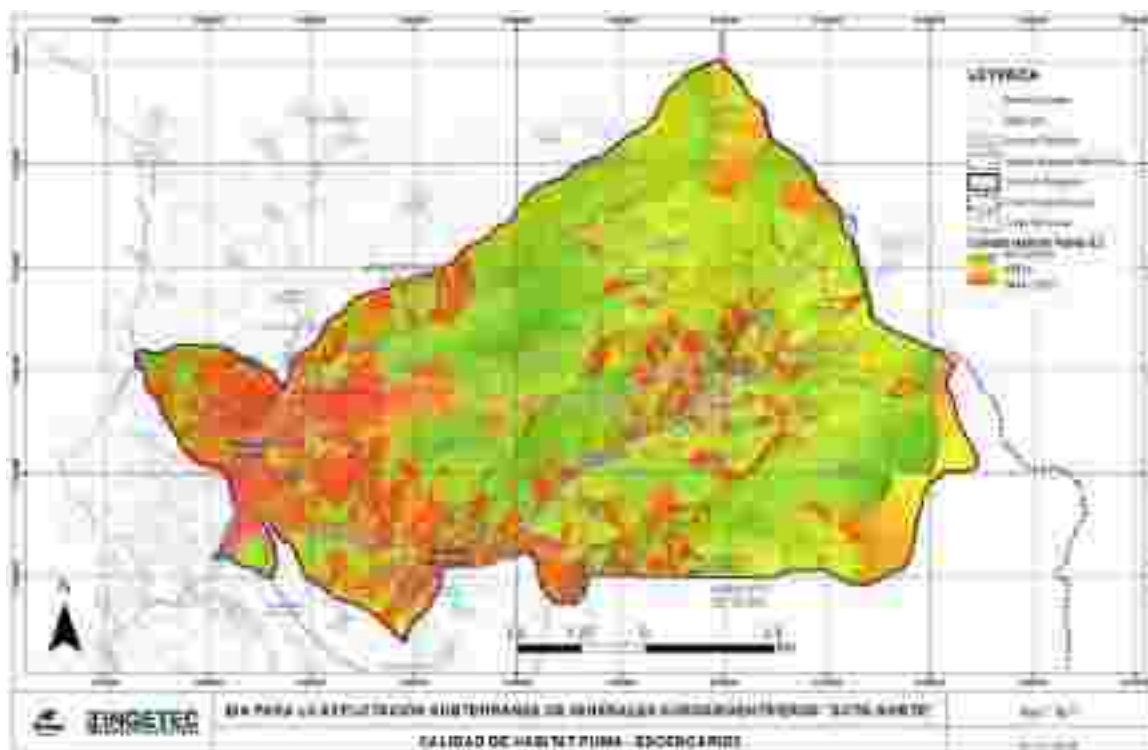


Figura 4.23 Mapa de Calidad de hábitat para Puma. Escenario 2
Fuente: INGETEC, 2019

Igualmente, la ejecución de obras del proyecto genera un aumento de las áreas transformadas y su condición de uso o actividad a desarrollar representa un factor fragmentador en el paisaje, sin embargo, las acciones de restauración que se tienen planeadas se convierten en una oportunidad positiva, ya que enriquece la naturalidad de la zona, al propiciar mediante acciones asistidas sobre el territorio, la recuperación de ecosistemas intervenidos con vegetación secundaria y en transición, puedan llegar a un estado de desarrollo mayor y consolidarse como bosques densos, el cual por sus cualidades mejoran las condiciones ambientales y la calidad de hábitat para los organismos que ocupan este espacio.

Tomando los insumos espaciales base de los criterios definidos para el modelo que sintetiza el Índice de integridad ecológica (IIE), se integraron las covariables dentro de la herramienta SIG para realizar estadística espacial y obtener un modelo raster con valores estandarizados para todas las covariables. Esta capa se clasificó en tres categorías con rangos iguales para discriminar cuales zonas dentro del paisaje, contienen un valor de integridad alto, medio y bajo.

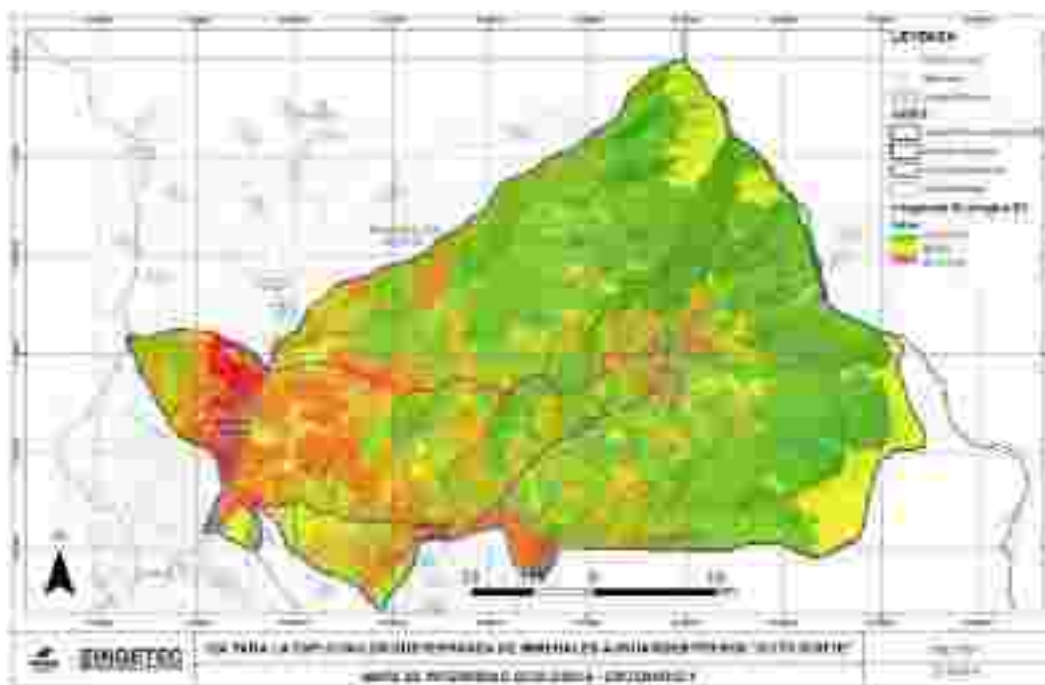


Figura 4.24 Mapa de Integridad Ecológica. Escenario 1
Fuente: INGETEC, 2019

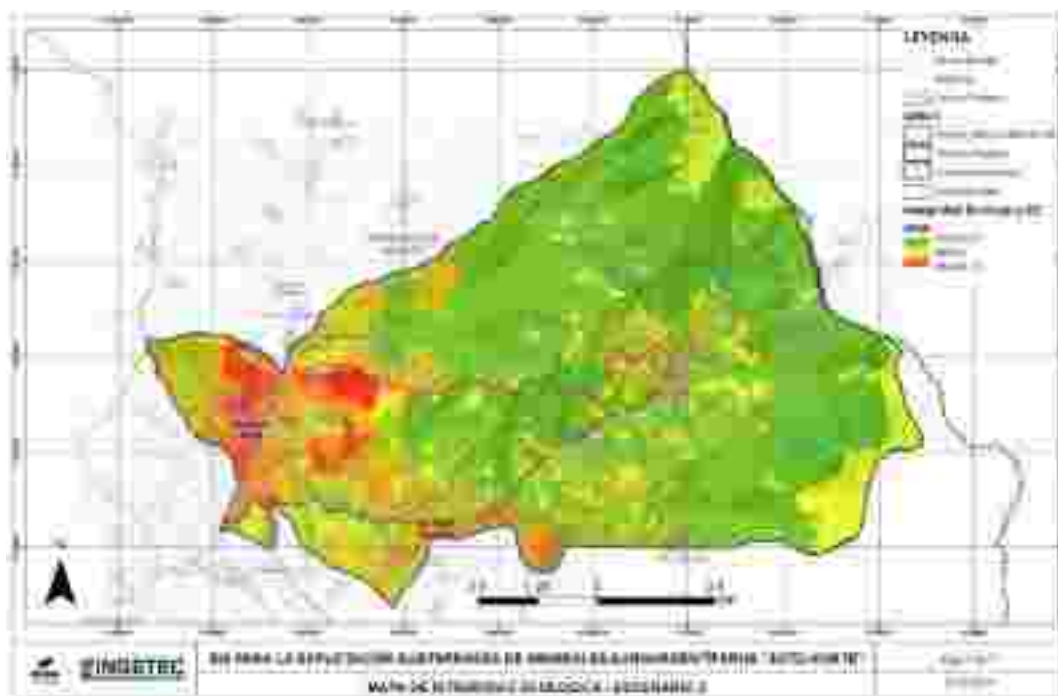


Figura 4.25 Mapa de Integridad Ecológica. Escenario 2
Fuente: INGETEC, 2019

En síntesis, el índice de integridad ecológica identifica en el territorio qué zonas poseen mejores cualidades, basándose en los criterios que alimentaron el modelo. Allí, se observa que en los dos escenarios existen características favorables del paisaje, de calidad de hábitat y valoración del

recurso hídrico, en especial, estas zonas coinciden con los ecosistemas estratégicos de alta montaña, los cuales no se ven afectados por las obras directas del proyecto, pero que en términos de integridad para el escenario 2, se ve una mejoría en las condiciones (menor al 10% de áreas mejoradas), ya que el establecimiento y recuperación más área en bosques densos, con mejores cualidades ecosistémicas, se traduce en el territorio como un fortalecimiento en la oferta de bienes y servicios ambientales.

Al mismo tiempo, se observa que existen unas regiones de alta montaña con un nivel de integridad medio, donde se presentan áreas naturales de Afloramientos rocosos, cuyo valor intermedio es debido a una menor estimación dentro de las características de calidad de hábitat para las especies de referencia, así como en las variables de paisaje y valoración de regulación hídrica. En último lugar, las regiones de baja integridad corresponden a los territorios con usos antrópicos dominantes, pero al comparar entre escenarios se puede identificar que existe una mejor condición de integridad en el escenario 2 ya que los cambios asociados a la restauración en el plan de compensación por pérdida de biodiversidad, aumentan las áreas de la cobertura de Bosque denso bajo de tierra firme, entre otros, mejorando las áreas núcleos y la conectividad entre las áreas naturales, a pesar que a la vez aumentan las áreas de usos antrópicos.

Los cambios en los valores de integridad entre los escenarios, se circunscriben a la zona de influencia del proyecto minero, ya que el desarrollo de infraestructura evidentemente produce una intervención sobre el paisaje, como un aumento en la superficie de coberturas no naturales y de uso antrópico, sin embargo, las acciones de restauración por compensación, cumplen el papel de subsanar la intervención adversa sobre los ecosistemas, ya que las acciones de restauración se desarrollan en inmediaciones de la zona de influencia biótica, sobre la cuenca de la quebrada la Baja, mejorando el entorno de los ecosistemas que ocupan las áreas naturales. Por esta razón cuando se observan las regiones de alta montaña y zonas de páramos, no se presentan cambios entre escenarios y la condición de integridad permanece constante, ya que las obras del proyecto no se realizan dentro de estos territorios.

En conclusión, el índice de integridad ecológica identifica en el territorio cuales zonas poseen mejores cualidades, basado en los criterios que alimentaron el modelo. Allí, se observa que en los dos escenarios existen características favorables del Paisaje, de Calidad de hábitat y Valoración del recurso hídrico, en especial estas zonas coinciden con los ecosistemas estratégicos de alta montaña, los cuales no se ven afectados por las obras directas del proyecto, pero que en términos de integridad para el escenario 2 (con proyecto y medidas de compensación), se ve una mejoría en las condiciones ya que el establecimiento y recuperación de más área en bosques densos y vegetación secundaria con mejores cualidades ecosistémicas, se traduce en el territorio como un fortalecimiento en la oferta de bienes y servicios ambientales.

4.3 MEDIO SOCIOECONÓMICO

4.3.1 Proceso participativo para el licenciamiento ambiental del proyecto Soto Norte

El marco legal colombiano contiene el sustento normativo nacional para la participación a partir de la Constitución Política y su correspondiente estructura jurídica de leyes, decretos, resoluciones, términos de referencia, metodologías y guías, así como los principios internacionales acogidos por el País y los estándares internacionales consultados.

En este sentido, Minesa desarrolló el proceso de socialización para el EIA del Proyecto Soto Norte, entendiendo la Participación como un proceso en el cual comunicó, consultó y promovió la participación con un alcance en la toma de decisiones.

El Proceso participativo permitió identificar los contextos y coyunturas sociales y económicas, que han incidido en la elaboración del Estudio de Impacto Ambiental. Igualmente identificó los actores sociales en el AI del Proyecto como son: autoridades municipales, instituciones, comunidades y representantes, organizaciones y asociaciones, propietarios de predios, agricultores, mineros del AI; Debido al interés del Proyecto por parte de Bucaramanga, Minesa desarrolló un relacionamiento con actores por fuera del área de influencia, entre ellos: Autoridad Metropolitana de Bucaramanga, algunos grupos de interés e instituciones.

El proceso participativo se implementó en el AI del Proyecto de los municipios de California y Suratá, durante 22 meses comprendidos entre el 28 de febrero de 2017 al 20 de diciembre de 2018 en ocho encuentros participativos³ que surgen de las particularidades del territorio, el esfuerzo de Minesa por proporcionar información amplia y suficiente para las autoridades, comunidades y grupos de interés del AI; y las oportunidades de mejora que llevaron a reorientar el proceso con nuevas metodologías de divulgación, información y consulta de la información, la optimización del Proyecto y la mejora del EIA a partir de la construcción conjunta de los PMA. (Ver Figura 4-26).

³ Encuentro participativo definido como los espacios proporcionados durante el proceso participativo para informar, divulgar, consultar y socializar la información con las autoridades, comunidades y grupos de interés que hacen parte del área de influencia del Proyecto Soto Norte y otros actores por fuera del área de influencia relevantes para el proceso.



Figura 4-27 Consolidado de participantes al proceso participativo para el licenciamiento ambiental del proyecto Soto Norte

El gran reto del proceso participativo ha sido y seguirá siendo generar y mantener confianza, teniendo en cuenta los antecedentes y el contexto socio político del Área de Influencia. El trabajo de más de dos años en la elaboración del EIA y búsqueda de posibles optimizaciones del proyecto Soto Norte, y la presencia permanente de Minesa en el territorio, permitió conocer los actores, entender y analizar las dinámicas de las autoridades, comunidades y grupos de interés, así como plantear las estrategias participativas de acuerdo al contexto social. El proceso adelantado fue gradual, escalonado, se presentaron tensiones propias de la construcción de una relación de confianza a largo plazo en la que era necesario alinear visiones y apuestas del territorio en sus diferentes temporalidades.

4.3.2 Componente demográfico

Los entes territoriales, en donde se localiza el Área de Influencia del Proyecto Soto Norte son California y Suratá (ver Figura 4-28) y en estos municipios la habitabilidad está asociada a las actividades económicas que permiten la pervivencia en el territorio y el sostenimiento de las unidades familiares, entre otros, y además ligado a factores tales como: la posibilidad de implementación y disponibilidad de servicios sociales y públicos que permitan generar condiciones de vida para las familias.

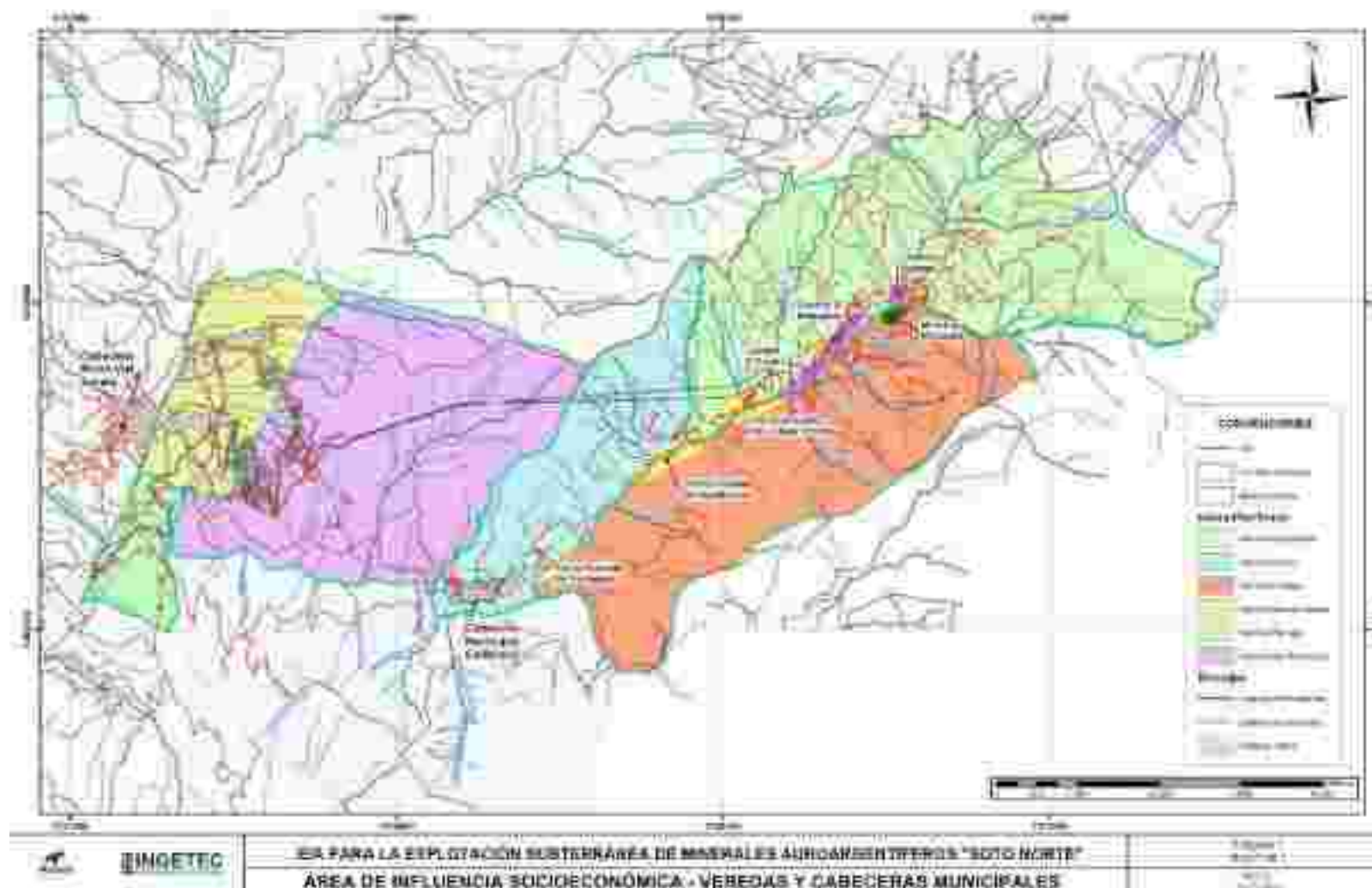


Figura 4-28 Área de Influencia Socioeconómica. Unidades Territoriales según EOT
Fuente: EOT municipios de California (2014) y de Suratá (2002)

En la zona de California la actividad minera, ha configurado patrones de relacionamiento en torno suyo, con un acercamiento sociocultural; entre tanto, en Suratá se presentan relaciones a partir de lazos de vecindad y familiares alrededor de las actividades agrícolas y pecuarias.

Condición de los municipios y unidades territoriales

Ordenamiento territorial y límites sociales

Los municipios con zonas en el área de influencia de acuerdo con el ordenamiento territorial, están divididos en unidades que corresponden a sus respectivas cabeceras municipales, veredas y en el caso de Suratá una parte del territorio está dividido en corregimientos, los cuales no hacen parte del AI. Además y a partir del trabajo con comunidad, en el encuentro participativo dos de socialización e información, en el cual se realiza el taller de diagnóstico y caracterización del territorio, se establece que en el caso de California, al ordenamiento territorial se superpone el ordenamiento social y en el caso de Suratá en el área de influencia los límites espaciales que establece el ordenamiento territorial, son reinterpretados por la comunidad.

Municipio de California

El municipio de California está constituido por 6 veredas: Angosturas, La Baja, Centro, Pantanos, Santa Úrsula y Cerrillos (EOT, de acuerdo con Decreto Municipal 41 del 8 de octubre de 2014). Las tres primeras son de vocación minera, además en la vereda Centro también se encuentra algo de actividad agropecuaria, pero en muy baja escala.

Además California presenta otra condición que se superpone al ordenamiento territorial oficial, y es el ordenamiento social, que implica la conformación de sectores que puede darse en la mayoría de casos a partir de centros poblados que integran zonas de dos veredas (ver *Figura 4-29*).

Es el caso del sector Tronadora a partir del centro poblado del mismo nombre, localizado a escasos 8 minutos de la cabecera municipal de California con rumbo a la laguna de Páez y que integra áreas de la vereda Centro y de la Vereda La Baja.

El sector Agualimpia se integra a partir del centro poblado del mismo nombre, sobre la vía a la laguna e integra igualmente áreas de las veredas Centro y La Baja.

El sector de la Baja-El Pocito se establece a partir del centro poblado del mismo nombre, allí también se localiza el sitio denominado “El Pocito”, que corresponde al nombre que se le da al Santuario de San Antonio de Padua, este sector se localiza sobre la misma vía, e integra áreas de las veredas de Angosturas y de La Baja.

Por último, está el sector de Angosturas, que a diferencia de los anteriores, no se integra a partir de centros poblados, en esta zona se tienen los caseríos de El Cuatro, El Emboque y La Bodega, que están localizados sobre la misma vía a la laguna de Páez. Además de integrar zonas de la vereda Angosturas, cobija un área de la vereda La Baja en donde se localiza la Mina Las Mercedes.

En las demás veredas del municipio (Cerrillo, Pantano y Santa Úrsula), las cuales no hacen parte de AI del proyecto, no existen asentamientos, la distribución habitacional es de orden disperso, asociado a la actividad económica agropecuaria de subsistencia.

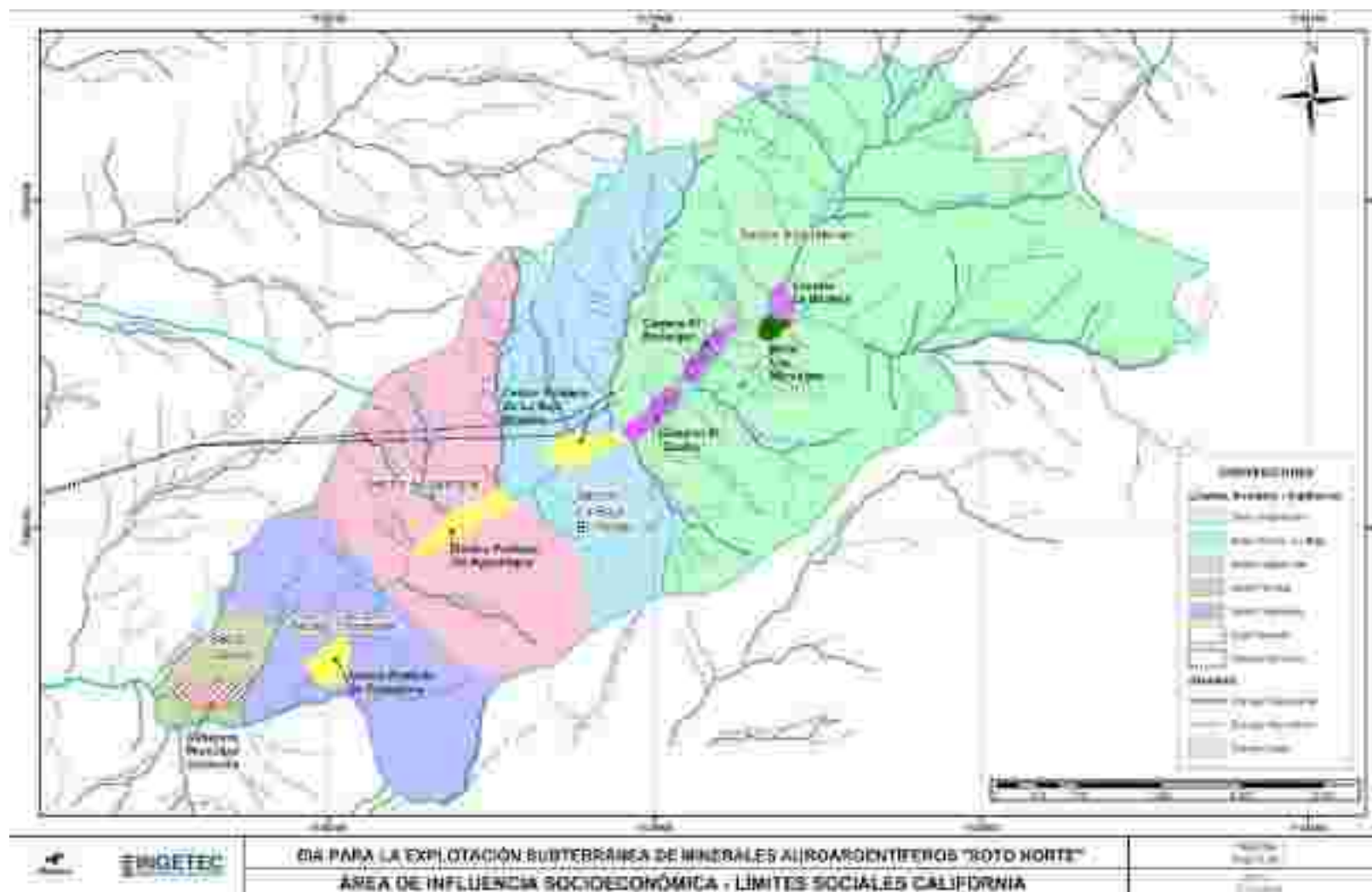


Figura 4-29 Área de Influencia Socioeconómica. Límites Sociales en el AI en California
Fuente Cartografía Social. Encuentro de PARTICIPACIÓN 2 año 2017 y Elaboración INGETEC 2018

Municipio de Suratá

El municipio de Suratá está dividido administrativamente en 25 veredas, el casco urbano y tres corregimientos (Cachirí, Turbay y Mohán), cada uno de estos corregimientos tienen un centro poblado con infraestructura socioeconómica (iglesia, centro educativo e inspección de policía (esto según el EOT, establecido mediante el Acuerdo 29 del 7 de noviembre de 2002). Toda el área municipal es de vocación agrícola y pecuaria.

En particular en las unidades territoriales establecidas como área de influencia (Nueva Vereda, San Francisco y Pánaga) se presenta una condición adicional al ordenamiento territorial, que corresponde a un ordenamiento social, que consiste en una interpretación de los límites de las unidades espaciales (Ver *Figura 4-30*), es el caso del límite entre las veredas Nueva Vereda y San Francisco, el EOT establece que es a media ladera del cerro Padilla en su vertiente occidental, mientras que para la comunidad de las dos veredas es la parte alta del cerro, en el cambio de aguas. Igual sucede con el límite entre las vereda Nueva Vereda y El Palchal, en el EOT es el río Arcabuco, para la comunidad es la quebrada Caneyes.

En el caso de los corregimientos, su conformación se remonta a la época de la colonización, dado que los centros poblados de éstos, se constituían como sitios estratégicos de conexión con el actual municipio de Pamplona, en Norte de Santander; actualmente, su configuración en cuanto a la movilidad social y económica, ocurre a partir del intercambio o venta de productos agropecuarios, mismos que realizan con los cascos urbanos cercanos de Norte de Santander.

Cabeceras municipales

La condición demográfica en el municipio de California, de acuerdo con las proyecciones de población establecidas a partir del Censo de 2005 indican que para el año 2018, el municipio tiene 2037 personas, de las cuales 1039 son Hombres (51%) y 998 Mujeres (49%). En la Tabla 4.24 se presentan los grupos poblacionales por actividad económica que se encuentran en el área de California y la actividad que ejecutan, y en la Tabla 4.25 se puntualiza la información de los grupos dedicados a la minería.

Para el caso del municipio de Suratá, la información demográfica, de acuerdo con las proyecciones de población establecidas a partir del Censo de 2005, indican que para el año 2018 son 3.196 personas (de las cuales el 52,8% de la población son hombres y el 47,3% mujeres).

Datos de Población

Tabla 4.24 Los Grupos Poblacionales que se encuentran en el Área de California y Actividad

Grupo	Actividad	N.º
Mineros	Realizan la explotación de material auroargentífero principalmente de oro en pequeña escala o volumen. Representan la minería local que se realiza mediante la figura de empresa a partir de asociaciones familiares con contratación de obreros del área rural del mismo municipio (formal es decir disponen de un título minero y son propietarios o dan razón del predio; o informal, caso en que son dueños de la tierra pero no tienen título minero) y con un patrón de relacionamiento denominado compadrazgo. En California, el tipo de producción es subterránea.	344 Categorización mineros California
Galafardos	Denominación local dada a las personas independientes o en pequeños grupos, que realizan labores en minas en donde hay o no hay título. Lo importante acá, es que son propiedad de otros o están localizadas en áreas cuyos propietarios no autorizan el ingreso, o en algunos casos pueden hacerlo con condiciones. Esta actividad surgió por crisis económicas en la región o en otras regiones, con la finalidad de conseguir el sostenimiento diario personal o familiar.	
Barequeros	Personas dedicadas a la minería de subsistencia y con reconocimiento de la autoridad local, mediante registro. Realiza la labor de manera particular en las aguas abajo de donde se realiza la minería formal, informal o galafardeos.	
Galafardo Foráneo	Corresponde a la persona independiente o que en sociedad realiza labores en minas, pero su particularidad es que no pertenecen al territorio Californiano y no conoce bien la práctica minera adquirida en	-

Grupo	Actividad	N.º
	California o en otras regiones del país, y llega atraída a este territorio ante el llamado de algún auge minero y se instala inicialmente en minas abandonadas que se encuentran en títulos que no tienen actividad o ingresan a minas con actividad de manera no autorizada.	
Grupo de independientes y comerciantes	Personas no empleadas dedicadas a negocios, oficios varios, incluso asociados a la minería o asociados a actividades de la minería, que incluyen la obra civil.	186
Los empleados, técnicos y profesionales	Personas que cuentan con un empleo o dependen de la labor de una empresa minera, o entidad administrativa pública, entre ellas las del sector educativo.	126
Productores pequeños agropecuarios y ganaderos	De acuerdo con la información del censo realizado por la Administración Municipal de California, durante el año 2014, son un pequeño grupo de personas cabeza de hogar de California que representan el grupo poblacional agropecuario. Es de destacar que la actividad agropecuaria de subsistencia se desarrolla de manera alterna a las actividades de minería con la finalidad de apoyar el autoconsumo familiar. De manera particular, las veredas Cerrillos, Pantanos y Santa Úrsula que no hacen parte del AI del proyecto, son agropecuarias en un 90%. (U. Rosario, 2017).	49
Desempleados	Población con formación primaria, bachiller, técnica y profesional con dedicación a un oficio, en especial asociado a la actividad minera de las empresas o contratistas, o la labor de la administración pública, que se encuentran cesantes o disponibles para laborar.	21

Fuente: INGETEC, 2017

Es posible agrupar la minería californiana, de acuerdo a quienes ejercen la actividad y como la realizan tal y como se describe en la siguiente Tabla 4.25.

Tabla 4.25 Grupos de Mineros en California

Tipo de mineros	Subgrupo	Descripción
Tradicional	Empresas o Unidades productivas menores UPM. Mineros Formales	Son un grupo de empresas mineras que cumplen todos los requisitos ambientales y de la Agencia Nacional de Minería para su operación. Estas empresas tienen título minero y derechos sobre servidumbre corresponden al tipo de minería formal.
	Propietarios de terreno sin título minero Informales	Grupo de personas o empresas dedicadas a la extracción minera en sus predios; pero no tienen el título minero corresponde al tipo de minería informal (que está en proceso de formalización de requisitos)..
Subsistencia	Barequeros	Carnetizados: Personas independientes reconocidas ante la autoridad municipal, por realizar lavado de material de río para extracción de oro con prácticas y sitios supervisados (tienen carnet). El producido generado es para subsistencia. En general son personas residentes en el municipio de California y en algunos casos en Suratá.
		No carnetizados: Grupo de personas de California y otros municipios aledaños, con o sin nexos familiares o de amistad con personas residentes de California, que realizan labores de lavado de material de río para extraer oro.
Galafardos		Personas que trabajan de forma independiente o en grupo extrayendo material asociado al oro en labores que se realizan de forma subterránea. Estas personas no tienen título y tampoco poseen derechos de uso o servidumbre, y menos ejercen propiedad del terreno que explotan. Pueden o no sostener un vínculo con los residentes de California.

Fuente: Informe de avance del programa de coexistencia minera, caracterización del sector minero municipio de California Santander. 2017 (Universidad del Rosario, 2017).

Complementario a la información de la tabla anterior, las Unidades de Producción Mineras (UPM) relacionadas con la extracción de oro, son pequeñas empresas, de tipo familiar o unipersonal, que cuentan con un título y/o propiedad de tierras, además de permisos ambientales otorgados o en trámite por parte de la Corporación Autónoma Regional para la Defensa de la Meseta de Bucaramanga.

Además de los grupos relacionados con actividades mineras en el Municipio de California, se encuentra un grupo de mineros de material aluvial ubicados en la confluencia del río Vetás y Suratá en el Municipio de Suratá (límite del área de influencia del Proyecto Soto Norte). Se identifican 16 “areneros” que utilizan playas formadas en inmediaciones del área de confluencia.

Análisis veredal

Como ya se mencionó, en el territorio de influencia y en general de California y Suratá, no existe la configuración de grupos socioculturales. A continuación, se describirán los elementos más significativos de la población asentada en el área veredal de California y Suratá.

Grupos poblacionales área veredal de influencia California y Suratá

A partir del censo municipal de California para el año 2014 se reconocen los grupos poblacionales presentes en las veredas del área de influencia, asociados a la dinámica económica desarrollada en este municipio. Por otra parte, los grupos poblacionales en Suratá se identifican a partir de la información primaria de las actividades de caracterización socioeconómica del año 2017.

Estructura poblacional área de influencia veredal

La información de estructura poblacional del área de influencia veredal tiene como principal fuente de información demográfica, el consolidado de las fichas territoriales del trabajo de campo de las consultoras (MCS 2016 e INGETEC 2017). Además, en el caso de la vereda La Baja, la información poblacional tiene la fuente SISBEN 2016, debido a que la información primaria solo da cuenta del sector de esta vereda denominados La Baja –El Pocito, que comparte con la vereda Angosturas y del sector Agualimpia que a su vez comparte con la vereda Centro.

Debe tenerse en cuenta que las metodologías SISBEN y MCS son diferentes, siendo estos los datos disponibles y las sumatorias obtenidas responden a estas cifras, pero se aclara que no corresponden a totales conciliados sino a estimaciones soportadas en las dos fuentes de información disponibles, para el total de la población de la Baja (con parte de áreas de las veredas Centro y de Angosturas) y por ende el total de la población del área de influencia.

Veredas California

- Vereda La Baja-Vereda Angosturas Sector La Baja-El Pocito.

De acuerdo con los registros poblacionales del SISBEN 2016 en la vereda La Baja se cuenta con 367 personas, planteando un número casi equitativo entre la población masculina y femenina.

- Vereda La Baja-Vereda Centro Sector Agualimpia

De acuerdo con la información de la ficha territorial del sector Agualimpia de la vereda La Baja y de la vereda Centro, esta comunidad cuenta con 160 habitantes, mostrando una relación casi equivalente entre la población femenina y masculina en los diferentes grupos etáreos. La distribución poblacional por sexo evidenciada en el sector Agualimpia, indica que la mayor proporción poblacional residente está concentrada en el rango de edad 18 a 65 años, en donde está contenida la fuerza laboral que reside en el mismo sitio de trabajo.

- Vereda Angosturas

La poblacional de la vereda Angosturas es de 315 habitantes con concentración poblacional prevaleciente en el grupo de 18 a 65 años.

- Vereda Centro-Vereda la Baja Sector Tronadora

En el sector Tronadora de la vereda La Baja habitan 114 personas aproximadamente, se encuentra una distribución poblacional por sexos y por grupos etareos, casi equitativa.

De acuerdo con lo informado por la comunidad durante las actividades de caracterización, la inestabilidad laboral, así como los factores de limitación en el aprovisionamiento de servicios sociales en este sector, son limitantes en la conformación de hogares de este sector.

Veredas Suratá

- Nueva Vereda

En la vereda Nueva Vereda hay una población aproximada de 185 personas, destaca la similitud poblacional entre hombres y mujeres, así como también la disminución poblacional en los grupos de 0 a 5 años y el mayor es de 65 años. Se identifica que el menor grupo de habitantes corresponde a la edad de 0 a 5 años; al respecto, se puede relacionar las condiciones de vida favorables para la constitución de nuevos hogares en este territorio, asociadas a las bajas oportunidades laborales y la baja oferta de servicios sociales.

- Vereda Pánaga

En Pánaga se tiene una población aproximada de 115 personas de acuerdo con información primaria consignada en la ficha territorial de 2016.

- San Francisco

En la vereda San Francisco se observa que el total de poblacional para el años 2016 corresponde a 142 habitantes, concentrándose con mayor volumen el de rango 18-65 años, asociadoa sitios de trabajo en actividad pecuaria, principalmente.

En cuanto a la tipología familiar en el área rural de Suratá se puede encontrar familias nucleares o uniparentales o extensas. Esto se asocia con el número de personas por hogar que se indica en la Tabla 4.26.

Tabla 4.26 Hogares y Personas Área Veredal de Influencia Suratá

Unidad territorial	Hogares 2016
Pánaga	26
Nueva Vereda	44
San Francisco	17

Fuente: SISBEN Suratá 2016 corte a diciembre de 2016.

De acuerdo con el comportamiento demográfico del área rural en Suratá, se reconoce que un hogar promedio está constituido por tres personas, lo que marca una tendencia uniparental o a incorporar antiguos miembros en familias extensas.

Las familias del área de influencia veredal en Suratá en general viven en su propiedad, en la cual desarrollan actividades agrícolas y pecuarias de subsistencia. Adicionalmente, se identifican

familias que son encargadas o arrendatarios de predios con largos o cortos periodos de permanencia. Particularmente en la vereda Pánaga se identifica hogares con periodos cortos de permanencia.

Para California, la consolidación de datos con relación a hogares, personas por hogar, se presenta de acuerdo con la información primaria disponible en la siguiente tabla.

Tabla 4.27 Relación de hogares en el área de influencia veredal de California

Unidad territorial	Hogares 2014
Vereda Angosturas	48
Vereda Angosturas Vereda La Baja Sector La Baja- El Pocito y Vereda La Centro-Vereda La Baja Sector Aqualimpia	102
Vereda Centro Vereda La Baja Sector Tronadora)	31

Fuente: Censo administración municipal de California año 2014.

A su vez los hogares del área rural de influencia en California están compuestos en promedio por tres personas, según lo previsto en la sistematización de datos del Sisben 2016. El conocimiento en el territorio permitió visualizar que en California existen familias extensas o reconstituidas, como un rasgo de alta dependencia económica de la cabeza de hogar en los grupos de población más vulnerable. Al respecto, en las veredas de influencia en California es común y socialmente aceptable el interrelacionamiento afectivo de las parejas y la rápida sustitución de compañero(a).

Por otra parte, en el área veredal de influencia en California se reconoce un grupo poblacional en edad de trabajo, como se presenta en la siguiente tabla;

Tabla 4.28 Población en Edad de Trabajar PET en Área de Influencia Veredal California y Surata.

Municipio	Unidad territorial	PET (10 años en adelante)
California	Vereda Angosturas	169
	Vereda La Baja- Vereda Angosturas (incluido sectores La Baja El Pocito) Vereda Centro – Vereda La Baja Sector Aqualimpia	262
	Vereda centro Vereda La Baja (Sector Tronadora)	62
Suratá	Vereda Pánaga	70
	Vereda Nueva Vereda	110
	Vereda San Francisco	40
Aproximado de PET en área de influencia veredal		713

Fuente: SISBEN 2016

Dinámica de Poblamiento área de influencia veredal del Proyecto

Tabla 4.29 Relación de Unidades Territoriales, tipo de Asentamiento y N° de Viviendas California Suratá.

Municipio	Unidad Territorial	Tipo de asentamiento	N° de viviendas
California	Casco urbano California	Nucleado	120
	Angosturas	3 Caseríos/ rural disperso	70
	Vereda La Baja Vereda Angosturas	Sector a partir de Centro Poblado / rural disperso	209*
	Vereda La Baja Vereda Centro sector Aqualimpia	Sector a partir de Centro Poblado / rural disperso	54
	Vereda Centro Vereda La Baja sector Tronadora	Sector a partir de Centro Poblado /	36
Suratá	Casco urbano Suratá	Nucleado	600
	Vereda San Francisco	Disperso	45
	Vereda Nueva Vereda	Disperso / sectores nucleados	48
	Vereda Pánaga	Dispersas/sector nucleado	33
Total			1215

Fuente: información primaria talleres de caracterización social/ ficha territorial/tipo de vivienda (casa o apartamento) SISBEN 2016*.

4.3.3 Componente espacial

La información contenida en este componente aborda el reconocimiento del entorno social del área de influencia del Proyecto Soto Norte; es así como las cabeceras municipales de los municipios de California y de Suratá y tres unidades territoriales de cada municipio que hacen parte del área rural, constituyen el foco de estudio indispensable para ahondar en la comprensión del área de influencia.

En las siguientes tablas se presenta el consolidado de la información sobre servicios públicos, tanto para las cabeceras municipales de California y Suratá (Tabla 4.30 y Tabla 4.31), como para sus veredas de influencia (Tabla 4.32)

Tabla 4.30 Consolidado Servicios Públicos Cabecera Municipal California.

Acueducto	100%	Media	Si bien para el Plan de Desarrollo Municipal 2016-2019 existe 100% de cobertura, la base de datos del SISBEN 2016 indica que existe 5% de déficit en la cobertura de este servicio. De acuerdo con lo enunciado por los funcionarios de planeación municipal, el acueducto requiere de un tanque de almacenamiento adicional y adecuaciones, pues durante las ferias del pueblo las reservas se hacen escasas. Con respecto a la calidad del agua dispuesta y tratada	892
------------------	------	-------	---	-----

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL -EIA- PROYECTO DE EXPLOTACIÓN SUBTERRÁNEA DE
MINERALES AUROARGENTÍFEROS “SOTO NORTE”

			en la planta de tratamiento, una vez al año algunos funcionarios externos visitan esta para hacer mediciones, a partir de las cuales estiman la dosificación de químicos para el tratamiento del agua.	
Alcantarillado	95%	Media	Actualmente el canal de agua de lluvia no funciona y se encuentra combinado con el de aguas residuales; con respecto a la planta de tratamiento, se conoció que durante ferias, que es cuando más población asiste al municipio, el sistema funciona muy bien. Adicionalmente se conoció que durante el período de lluvias es cuando el sistema se satura y, al existir combinación de aguas residuales con lluvias, rebosan las rejillas de tratamiento. Si bien el Plan de Desarrollo Municipal 2016-2019 indica una cobertura del 100%. La base de datos del SISBEN 2016 reporta 44 usuarios sin conexión al sistema de alcantarillado.	848
Recolección residuos sólidos	98,5%	Media	En la cabecera municipal de California se realiza la recolección de los residuos en un carro recolector que le pertenece al municipio y su disposición final es en el relleno sanitario de Bucaramanga. La recolección se realiza cada 8 días en la cabecera municipal y cada 15 días en los centros poblados de Tronadora, Agualimpia y La Baja. Actualmente Minesa adelanta un programa de guardiana que realiza el barrido de la cabecera .	879
Energía eléctrica	100%	Alta	De acuerdo con el plan de desarrollo de California, el servicio lo presta la ESSA y existe una cobertura de energía eléctrica y alumbrado del 100%.	892
Gas Natural	0%*	NA	No hay servicio, solo gas propano	NA
	90%**	Media	Durante 2014 finalizó la instalación de las acometidas externas de gas en la cabecera municipal que provienen del Municipio de Vetás y desde el año 2018 se ha puesto en funcionamiento el abastecimiento de gas natural. Actualmente en la cabecera municipal el porcentaje que no tiene cobertura de gas natural utiliza gas propano y leña.	108 Vivendas

Fuente: Plan de Desarrollo Municipal 2016-2019 de California, talleres de caracterización 2017, SISBEN 2016.

*De acuerdo con Sisben 2016 no hay servicio de gas natural

** De acuerdo con Visita Julio 2018 a la zona

Tabla 4.31 Consolidado Servicios Públicos Cabecera Municipal Suratá.

Servicio	Cobertura %	Calidad	Observaciones	Usuarios aprox.
Acueducto	94.9%	media	Cuenta con acueducto para abastecer a la población actual de la cabecera municipal. De acuerdo con la valoración realizada por la Superintendencia de Servicios Públicos en 2013, no se presentaron observaciones con respecto a la calidad del agua; también el trabajo de campo de 2017 permitió conocer que la planta de tratamiento se encuentra en funcionamiento.	870
Alcantarillado	94,8	media	La administración municipal reporta una cobertura total, según SISBEN 2016. La problemática está en que no hay sistema distinto para la recolección de aguas lluvias, de manera que se encuentra combinado con el de aguas residuales. La PTAR que hace el tratamiento respectivo, fue objeto de recuperación, mantenimiento y puesta en operación por parte de la CDMB en	869

**ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL -EIA- PROYECTO DE EXPLOTACIÓN SUBTERRÁNEA DE
MINERALES AUROARGENTÍFEROS “SOTO NORTE”**

Servicio	Cobertura %	Calidad	Observaciones	Usuarios aprox.
			2015.	
Recolección residuos sólidos	95,6	Baja	Existe un remanente de servicio de recolección de basura del 0,7%. El servicio de recolección se realiza por una volqueta que no permiten una completa recolección, finalmente se lleva al relleno sanitario regional Durante las actividades de caracterización la comunidad expresó que el servicio es insuficiente, pues solo es hábil algunos días en la semana y no logra contener la totalidad de los residuos sólidos generados.	876
Energía eléctrica	100	Media	La cabecera municipal no cuenta con servicio de alumbrado público completo para algunas calles.	892
Gas	0%	NA	La cabecera municipal cuenta con acometida de gas domiciliario desde hace dos años; sin embargo, no cuenta con conexión de gas habilitada. En este sentido, en su mayoría, la comunidad se abastece de combustible mediante gas propano y madera.	NA

Fuente: PDM Surata 2016-2019, talleres de caracterización 2017, SISBEN 2016.

Tabla 4.32 Consolidado servicios públicos veredas de influencia California.

Unidades territoriales de influencia	Servicio	Cobertura	Calidad (alta, media, baja, NA)	Observaciones	Usuarios Aproximados
Vereda Angosturas	Acueducto	9.1%	Baja	Tiene sistema de acueducto sin planta de tratamiento con capacidad de suministro para toda la comunidad. Es relevante la toma de agua directa del medio. La estructura actual del acueducto está deteriorada y el paso para acceder a las instalaciones está restringido. Se conoció que cuando llueve, el agua sale turbia o con sabor a sedimentos, además se bloquea el paso de agua, quedando sin el servicio.	19
	Alcantarillado	0%	NA	Disposición directa al medio, principalmente a la quebrada La Baja.	0
	Recolección residuos sólidos	7.6%	Baja	La recolección de residuos sólidos solo atiende a las viviendas aledañas a la vía. La comunidad no tiene claridad en cuanto a los horarios de recolección. Prevalece en un 55.6% el manejo por quema de residuos sólidos.	16
	Energía eléctrica	98.07%	Media	No cuentan con servicio de alumbrado público. Existe un remanente de 4 predios sin servicio de energía. La comunidad no generó comentarios con respecto a insuficiencia o deficiencias en el servicio.	204
	Gas	0%	NA	Las viviendas aledañas a la vía cuentan con acometida de gas principal, no obstante, no existe acometida interna en las viviendas. Prevalece el uso de leña 55.7% y gas propano 42.7%.	0
Vereda La Baja	Acueducto	29,7%	NA	Prevalece la conexión directa de mangueras en las fuentes de agua. Se tiene una exposición del sistema de abastecimiento a contaminantes, en	20



**ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL -EIA- PROYECTO DE EXPLOTACIÓN SUBTERRÁNEA DE
MINERALES AUROARGENTÍFEROS "SOTO NORTE"**

Unidades territoriales de influencia	Servicio	Cobertura	Calidad (alta, media, baja, NA)	Observaciones	Usuarios Aproximados
				todo el recorrido de la infraestructura de abastecimiento. No tienen planta de tratamiento de agua. En la medida en que gran parte de la comunidad se abastece de manera directa de agua, se considera que el agua está en condiciones de consumo de la fuente directa; no obstante, la disposición de aguas domésticas e industriales (minería local) en las fuentes disponibles de manera directa, pone en duda la calidad de esta agua para el consumo humano.	
	Alcantarillado	0%	NA	Disposición directa al medio, principalmente a la quebrada la Baja.	0
	Recolección residuos sólidos	25.8%	Baja	El 52.2% de los registros del SISBEN 2016 indican que prevalece la práctica de quema de residuos sólidos. La recolección la realizan a nivel del centro poblado Pocito. La recolección de basura no abarca separación en la fuente así como tampoco en su disposición final.	54
	Energía eléctrica	98%	Alta	La base de datos del SISBEN reporta que no tiene servicio 4 viviendas. No se conocen comentarios con relación a insuficiencia o cortes en el suministro del servicio.	342
	Gas	0%	NA	Las viviendas aledañas a la vía cuentan con acometida de gas principal, no obstante, no existe acometida interna en las viviendas. La comunidad se aprovisiona de combustible por medio de pipetas o de madera.	0
Vereda La Baja sector Agualimpia	Acueducto	0%	NA	La comunidad reportó que no cuenta con sistema de abastecimiento de agua o acueducto. Se abastecen con mangueras de manera directa del medio. SISBEN 2016 reporta 6 usuarios con sistema de abastecimiento de agua asociado a tanques piscícolas. En este sentido se pone en cuestionamiento la calidad del agua que es de consumo directo para la comunidad dado que estas mismas fuentes bien sean superficiales o en la montaña comparten disposición de aguas residuales domésticas y de la actividad minera.	0
	Alcantarillado	0%	NA	Disposición directa al medio, principalmente a la quebrada la Baja.	0
	Recolección residuos sólidos	65.6%	Baja	Las viviendas aledañas a la vía hacen uso del camión recolector de basura. Este servicio solo lo prestan algunos días de la semana, adicionalmente no realizan separación en la fuente ni en la disposición final en el camión.	42
	Energía eléctrica	90,6%	media	EL SISBEN reporta sin conexión 6 registros. La comunidad no informó con	58

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL -EIA- PROYECTO DE EXPLOTACIÓN SUBTERRÁNEA DE
MINERALES AUROARGENTÍFEROS “SOTO NORTE”

Unidades territoriales de influencia	Servicio	Cobertura	Calidad (alta, media, baja, NA)	Observaciones	Usuarios Aproximados
				respecto a afectaciones o dificultades en el suministro de energía.	
	Gas	0%	NA	Las viviendas aledañas a la vía cuentan con acometida de gas principal, no obstante no existe acometida interna en las viviendas.	0
Vereda Centro sector Tronadora	Acueducto	60%	Baja	El suministro de agua del sistema de abastecimiento no llega a todas las viviendas. El sistema no cuenta con planta de tratamiento, este colapsa en días de lluvia fuerte, además la fuente de abastecimiento se encuentra expuesta a agentes contaminantes.	38
	Alcantarillado	0%	NA	Disposición directa al medio, principalmente a la quebrada la Baja.	0
	Recolección residuos sólidos	70%	Baja	El servicio de recolección de basura lo utilizan las viviendas aledañas a la vía que conduce a la cabecera de California. Seguido del manejo por quema, que se alterna con la recolección de basura.	26
	Energía eléctrica	100%	Alta	Carecen de alumbrado público.	36
	Gas	0%	NA	Las viviendas aledañas a la vía cuentan con acometida de gas, no obstante no existe acometida interna en las viviendas.	0

Fuente: PDM California 2016-2019, talleres de caracterización INGETEC 2017, SISBEN 2016.

Tabla 4.33 Consolidado Servicios Públicos Veredas de Influencia Suratá.

Unidades territoriales de influencia	Servicio	Cobertura %	Calidad	Observaciones	Usuarios-Viviendas aprox.
San Francisco	Acueducto	20	Media	El sistema de acueducto tiene suministro constante de agua. La estructura se encuentra en buenas condiciones.	25
	Alcantarillado	55	NA	El manejo de aguas residuales se realiza a través de pozos sépticos, según cobertura indicada; el resto de propietarios vierte de manera directa al suelo las aguas residuales.	25
	Recolección residuos sólidos	2	Media	El servicio de recolección principalmente es utilizado por las viviendas aledañas a la vía que conduce de California a Suratá; sin embargo, las cifras oficiales (SISBEN 2016) indican que solo una vivienda cuenta con este servicio.	1
	Energía eléctrica	87,5	Buena	No tienen alumbrado público.	42
	Gas	0	NA	De acuerdo con el SISBEN 2016, prevalece el uso de leña 93,8%) seguido por gas propano (6.2%).	0
Nueva Vereda	Acueducto de los 48 predios	100	Buena	Reciente se han realizado actividades de mantenimiento y modificaciones al sistema de distribución con el aporte de la	48

**ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL -EIA- PROYECTO DE EXPLOTACIÓN SUBTERRÁNEA DE
MINERALES AUROARGENTÍFEROS "SOTO NORTE"**

Unidades territoriales de influencia	Servicio	Cobertura %	Calidad	Observaciones	Usuarios-Viviendas aprox.
				empresa MINESA S.A. No cuenta con junta administradora, el funcionamiento cuenta con el soporte técnico y administrativo de la Junta de Acción Comunal de la vereda, particularmente de los usuarios. La Resolución No. 000798 18 Ago. 2015 de la CDMB otorga a la J.A.C. de la vereda Nueva Vereda la concesión de agua superficial para 48 predios con destino doméstico, pecuario y riego, en total la concesión es de 1,3337 l/s.	
	Acueducto de Bochalema	33,3%	Buena	Es un acueducto antiguo para un sector de la vereda que beneficia a 16 predios, pero su suministro previsto para todos los días las 24 horas, en ciertas épocas no cuenta con suficientes recursos. Tiene un pago anual de 100.000 pesos y el uso del agua está destinado para consumo humano, riego y abrevaderos.	16
	Acueducto de Cafeteros	33,3%	Buena	Acueducto Federación de Cafeteros que beneficia a un sector de Nueva Vereda en límite con la vereda de El Palchal. Atiende los requerimientos de los predios (doméstico, pecuario y riego). Capta en la parte alta de la quebrada Arcabuco en predio del Señor Efraín García. De allí se conduce mediante un sistema de gravedad por una tubería de 3 pulgadas, que se reduce a 2", a un tanque localizado cerca del camino de herradura que conduce desde Uña de Gato a Peña de Oro en predios del señor Lucio Suarez, y desde allí se distribuye en los dos costados del cerro en mención.	16
	Acueducto	16,6%	Baja	Se cuenta con cuatro sistemas de abastecimiento de agua. Bochalema, cafeteros (Caneyes), sistema de riego (Laguna de Monsalve donde nace el río Arcabuco y el acueducto de los 48 predio (con concesión). El uso es básicamente doméstico, agrícola y ganadero. Los predios que no tienen acceso a acueducto utilizan nacederos disponibles en la zona. De los nacederos de las quebradas Caneyes y Bochalema se tiene usuarios a lo largo de su recorrido; otras quebradas en la zona correspondiente a La Loma y Padilla se encuentran totalmente secas sin vestigio alguno de uso.	8
	Sistema de riego	68,75%	Buena	Forma parte del sistema de riego El Palchal y Nueva Vereda. En la vereda Nueva Vereda está destinado a la actividad agrícola y pecuaria, beneficia a usuarios de la zona media y baja de las veredas Nueva Vereda y Pánaga. Actualmente en la zona ha disminuido la	35



ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL -EIA- PROYECTO DE EXPLOTACIÓN SUBTERRÁNEA DE
MINERALES AUROARGENTÍFEROS “SOTO NORTE”

Unidades territoriales de influencia	Servicio	Cobertura %	Calidad	Observaciones	Usuarios-Viviendas aprox.
				actividad agrícola, que se servía del sistema de riego, razón por la cual está atendiendo el requerimiento de 25 usuarios. El sistema capta de la quebrada El Cedral que nace en la laguna de Monsalve, en la parte alta de la vereda El Palchal, también en el municipio de Suratá, precisamente en el Páramo del mismo nombre. Se conduce por gravedad.	
	Alcantarillado	68,75%	NA	De acuerdo con lo reportado por la comunidad, el 85% de viviendas tiene pozo séptico para el tratamiento de aguas residuales, y el 15% dispone en campo abierto.	35
	Recolección residuos sólidos	0	NA	Prevalece la quema de residuos sólidos en 78 viviendas; el resto los entierra o tiran a cuerpos de agua o campo abierto.	0
	Energía eléctrica	98,5	Buena	De acuerdo con la información de SISBEN 2016, se identifica un remanente sin conexión del 1%.	136
	Gas	0	NA	Actualmente el abastecimiento de gas o combustible lo realizan mediante p leña (86,9%).	0
Pánaqa	Acueducto	38,4	Buena	El acueducto es de uso para el consumo humano y para riego, y en la parte baja de la quebrada Chumbula es utilizado para recreación y abastecimiento directo en predios. El sistema de riego para la agricultura hace parte de la actividad de la asociación de riego de la parte alta de la quebrada Chumbula, ASOBULCARE. De acuerdo con lo informado por la Junta de Acción Comunal, a partir de enero de 2017 lograron separar el acueducto veredal del sistema de riego para cultivos mediante una construcción financiada por la administración municipal.	30
	Alcantarillado	0	NA	La disposición de aguas residuales en general la realizan de manera directa sobre el río Suratá, por medio de mangueras.	0
	Recolección residuos sólidos	0	NA	El 60,3% quema los residuos sólidos, el porcentaje remanente los entierra o disponen en cuerpos de agua o campo abierto.	0
	Energía eléctrica	75,6	Buena	Por parte de la comunidad informaron que aproximadamente el 10% de viviendas no cuenta con el servicio de energía; no obstante, la información de SISBEN, 2016 indica que el 24.3% de viviendas no tiene servicio de energía.	59
	Gas	0	NA	El 80.7% hace uso de leña como combustible, el porcentaje restante utiliza gas propano.	0
Municipios de	Antena de la	100	Buena	En la zona de Padilla está localizada la	4.250

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL -EIA- PROYECTO DE EXPLOTACIÓN SUBTERRÁNEA DE
MINERALES AUROARGENTÍFEROS “SOTO NORTE”

Unidades territoriales de influencia	Servicio	Cobertura %	Calidad	Observaciones	Usuarios-Viviendas aprox.
Vetas, California, Suratá y Matanza.	Agencia del Estado RTVC			antena y desde allí se emite la señal de 3 canales de televisión (Canal 1, Señal Institucional, Señal Colombia) y de Radio, el Sistema de Señal Radio Colombia.	

Fuente: Plan de Desarrollo Municipal 2016-2019 de California, talleres de caracterización INGETEC 2017, SISBEN 2016.

Tabla 4.34 Consolidado Servicios Sociales Cabecera Municipal California.

Servicio	Cobertura	Calidad	Observaciones
Educación	66%	Baja	La valoración de calidad se contrasta con las pruebas saber 11 en matemáticas en las que obtuvo un nivel de 43,7, inferior al promedio departamental de 52.3. Por otra parte, se considera significativo el estado de hacinamiento en las instalaciones del colegio integrado San Antonio, que pueden incidir en la cobertura y calidad educativa ofrecida por esta institución.
Salud	85.6%	Baja	La cobertura está relacionada con los usuarios registrados en la base de datos SISBEN 2016. La comunidad indicó que prefiere la atención del hospital de Matanza o de Bucaramanga, según lo conocido por la comunidad durante los talleres de caracterización año 2017 se considera baja la calidad de este servicio.
Recreación	100%	Bueno	De acuerdo con lo observado durante las actividades de campo con respecto a espacios culturales y recreativos, se identificó que la población de la cabecera municipal y que habita en los centros poblados de Tronadora, Agualimpia, La Baja-El Pocito cuentan con espacios recreativos y culturales en buen estado, que atienden a la comunidad urbana y rural del municipio.
Vivienda	85.5%	Baja	Acorde con lo referido en el déficit cualitativo de vivienda del 49.9% para el municipio se asume que en la cabecera municipal al igual que en el área veredal de California existe déficit cualitativo de vivienda. ⁴

Fuente; PDM Suratá 2016-2019, talleres de caracterización 2017, SISBEN 2016, DNP 2017.

⁴ <https://terridata.dnp.gov.co/#/perfiles>.

Tabla 4.35 Consolidado servicios sociales cabecera municipal de Suratá

Servicio	Cobertura	Calidad	Observaciones
Educación Media	43,9% 60%	Baja	La oferta educativa en Suratá la ofrece tres instituciones educativas de carácter público y una privada. Del sector público se encuentran el Colegio Integrado Camacho Carreño, el Colegio Francisco San Juan y el Instituto San Isidro Cachiri, y del sector privado se encuentra la Fundación Instituto Cristiano de Promoción Campesina (ICPROC). Actualmente el casco urbano de Suratá no cuenta con la sede A del Colegio Camacho Carreño en funcionamiento, el estado actual de la población estudiantil de bachillerato y de primaria en el casco urbano de Suratá, es de hacinamiento en las aulas escolares. (INGETEC, 2017).
Salud	60%	Buena	El hospital es de primer nivel de atención, La ESE Hospital San Sebastián cuenta con personal médico y paramédico que adicionalmente ejecuta el trabajo extramural: campañas de promoción y prevención adecuadas para dar cumplimiento con el primer nivel de atención en Salud. No obstante, dadas las costumbres y condiciones de los usuarios no consideran la salud desde el enfoque de prevención sino desde el enfoque curativo. Con respecto a la calidad en el servicio, la comunidad durante los talleres de caracterización consideró que la calidad en el servicio de salud es buena pues cuentan con médicos titulados con experiencia, además del servicio de ambulancia.
Recreación	70%	Media	La infraestructura de recreación y deporte en Suratá se encuentra sin mantenimiento, solo se encuentran activas las canchas múltiples en la zona rural, y en el casco urbano solo se encuentra en buenas condiciones el coliseo municipal y la plaza de Toros. Actividades culturales, sostenibles y con capacidad humana y de infraestructura están disponibles para el adulto mayor. Actualmente las actividades culturales y deportivas no cubren en su totalidad a las poblaciones infantil y juvenil.
Vivienda	3%	Baja	De acuerdo con el DNP, para el año 2005, Suratá contaba con un déficit cualitativo de vivienda del 64,2% mayor al indicador departamental del 20,6%; el déficit cuantitativo de vivienda es considerablemente menor al departamental con un 3% y el departamental con un 12%. Según los registros del SISBN 2016, el área urbana de Suratá, se evidenció que 433 registros reportan como tipo de unidad habitacional una habitación, lo que representa que casi la mitad de personas registradas viviendo en habitaciones con sus núcleos familiares. De otra parte, la base del SISBN de Suratá registra para el año 2016 que el 70.6% de la población vive en viviendas con pisos de cemento o gravilla y un 9,2% de la población vive en pisos en tierra o arena, lo cual evidencia que desde el año 2005 a la fecha sostiene un déficit cualitativo de vivienda.

Fuente: PDM Suratá 2016-2019, talleres de caracterización 2017, SISBN 2016, DNP 2017.

Tabla 4.36 Consolidado Servicios Sociales Área de Influencia veredal California.

Unidades territoriales de influencia	Servicio	Cobertura	Calidad	Observaciones
Vereda Angosturas	Educación	67,6%	Baja	El dato de cobertura está determinado para toda la primaria del área urbana y rural de California de acuerdo con la información de la secretaria de educación departamental 2017. La baja calidad del indicador final está asociada con las pruebas saber para el año 2016 del DNP 2017.
	Salud	83.65%	Baja	La cobertura está asociada a los beneficiarios del sistema de seguridad social (contributivo y subsidiado). Con respecto a la calidad, está relacionada con las preferencias de la comunidad de acceder a la atención del hospital de Matanza o de Bucaramanga y a que los programas de prevención y atención están concentrados en la cabecera municipal pero no en el área rural, lo cual estima baja calidad en el servicio de salud.
	Recreación	30%	NA	Se desplazan a La Baja- Centro sector Angostura. a realizar actividades deportivas, así como también a la cabecera municipal para acceder al parque y a la casa cultural.
	Vivienda	29,8%	Baja	El déficit o cobertura en vivienda se toma de la variable habitación u otro tipo de unidad vivienda. En calidad se toma el tipo de piso en tierra o arena del 36.06% y las paredes de la vivienda en tapia pisada 75%. Además, el indicador general de déficit en la calidad de vivienda general del municipio del 49,9%.
Vereda Centro-Vereda La Baja Sector La Baja El Pocito	Educación	70,6%	Baja	El dato de cobertura está determinado para toda la primaria del área urbana y rural de California de acuerdo con la información de la Secretaría de Educación departamental 2017. La baja calidad del indicador final está asociada con las pruebas saber para el año 2016 del DNP 2017.
	Salud	85,3%	Baja	El centro de salud de la cabecera municipal no funciona en pleno. La comunidad indicó que prefiere la atención del hospital de Matanza o de Bucaramanga. Los programas de prevención y atención están concentrados en la cabecera municipal.
	Recreación	70%	Baja	Las actividades recreativas se concentran en el sector Agua Limpia, cancha múltiple.
	Vivienda	56,9%	Media	El déficit en vivienda se toma de la variable habitación u otro tipo de unidad vivienda. En calidad se toma el tipo de piso en tierra o arena del 23,9% asociado a un déficit de vivienda cualitativo, medio.
Vereda Centro Vereda La Baja sector Aguallimpia	Educación	67,6%	Baja	El dato de cobertura está determinado para toda la primaria del área urbana y rural de California de acuerdo con la información de la Secretaría de Educación departamental 2017. La baja calidad del indicador final está asociada con las pruebas saber para el año 2016 del DNP 2017.
	Salud	79,6%	Baja	El centro de salud de la cabecera municipal no funciona en pleno, no cuentan con servicio de ambulancia, los médicos no son profesionales. No hay despacho de medicamentos. La comunidad prefiere la atención del hospital de Matanza o de Bucaramanga. Los programas de prevención y atención están concentrados en la cabecera municipal.

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL -EIA- PROYECTO DE EXPLOTACIÓN SUBTERRÁNEA DE
MINERALES AUROARGENTÍFEROS “SOTO NORTE”

Unidades territoriales de influencia	Servicio	Cobertura	Calidad	Observaciones
	Recreación	70%	Medio	Las actividades recreativas se concentran en el sector Agua Limpia, cancha múltiple. Por la cercanía a la cabecera municipal, se vinculan a actividades que allí se desarrollan.
	Vivienda	85,7%	Medio	El déficit en vivienda se toma de la variable habitación u otro tipo de unidad vivienda. En calidad se toma el tipo de piso en tierra o arena del 36% asociado a un déficit cualitativo de vivienda medio.
Vereda Centro sector Tronadora	Educación	67,6%	Baja	El dato de cobertura está determinado para toda la primaria del área urbana y rural de California de acuerdo con la información de la Secretaría de Educación departamental 2017. La baja calidad del indicador final está asociada con las pruebas saber para el año 2016 del DNP 2017.
	Salud	Sin información	Baja	La comunidad prefiere la atención del hospital de Matanza o de Bucaramanga. Los programas de prevención y atención están concentrados en la cabecera municipal.
	Recreación	NA	NA	No cuentan con instalaciones recreativas, por su cercanía acuden a la cabecera municipal de California.
	Vivienda	100%	Media	El 80% de las viviendas reportan paredes en ladrillo. Por otra parte, el indicador general de déficit en la calidad de vivienda general del municipio es del 49,9%, correspondiente a bajo; no obstante, lo observado en campo, se identificó que en su mayoría las viviendas cuentan con buena estructura física.

Fuente: PDM Surata 2016-2019, talleres de caracterización 2017, SISBEN 2016, DNP 2017.

Tabla 4.37 Consolidado servicios sociales área de influencia veredal Suratá.

Unidades territoriales de influencia	Servicio	Cobertura	Calidad	Observaciones
San Francisco	Educación	100%	Media	En cuanto a calidad en la formación académica de los estudiantes se pudo conocer por parte de la comunidad de influencia que la escuela es catalogada como un centro educativo con educación aceptable o buena, a la que asisten estudiantes de sectores de California como Tronadora.
	Salud	95%	Media	De acuerdo con las complicaciones menores en salud, por cercanía acuden al centro médico del casco urbano de California, o en otros casos, principalmente en caso de partos acuden al centro médico del casco urbano de Matanza. Por parte de la comunidad de San Francisco, se conoció que la atención del hospital de Suratá es catalogada como buena, no obstante, mencionan preferencia con el centro de salud de Matanza.
	Recreación	0%	NA	No tienen instalaciones deportivas ni acceso a los programas deportivos de Suratá. Principalmente utilizan las instalaciones de deportivas del casco urbano de California.
	Vivienda	3%	Baja	El déficit en la calidad de vivienda en la vereda se asocia al reconocimiento del 40,4% de pisos en tierra.
Nueva Vereda	Educación	100%	Media	De acuerdo a lo conversado con la docente de la institución educativa de Nueva Vereda, el centro educativo sostiene una metodología académica tradicional que trata de empalmarse con la metodología educativa contemporánea determinada por el Ministerio de Educación. Esto ha garantizado la educación de calidad para los estudiantes, así mismo se refirió a que los padres que han inscrito a sus hijos en esta escuela consideran que el espacio educativo de pocos estudiantes favorece su actividad cognitiva. Esta institución educativa atiende a 7 estudiantes de la vereda Palchal y Nueva Vereda. En general la población en edad escolar de preescolar y primaria acude a la cabecera municipal.
	Salud	86,3%	Media	En Nueva Vereda existe la infraestructura de un puesto de salud que no se encuentra en funcionamiento. Acuden a la atención de primer nivel en casco urbano de Suratá y de segundo nivel en Matanza.
	Recreación	10%	Baja	Cuentan con una cancha polideportiva, que está en buenas condiciones. No obstante, esta cancha es utilizada por los estudiantes de la escuela.
	Vivienda	3%	Baja	La cobertura de vivienda se relaciona con la tomada para todo el municipio, la calidad se toma a partir de los tipos de piso de arena y tierra de un 44,2%, evidenciando amplio déficit en la calidad de vivienda. Asociado al déficit de vivienda se encuentra un 56,5% de población que vive en habitaciones.
Pánaga	Educación	100%	Media	Durante el año 2016 la escuela rural Camacho Carreño sede C matriculó 17 estudiantes de preescolar a quinto; para el año 2017 tienen matriculados 13 estudiantes. De acuerdo con lo reportado por la docente Rosadela Arias, en los últimos 3 años no ha habido deserción escolar. Los estudiantes son de la vereda y del casco urbano del municipio. De acuerdo con lo informado por parte de la comunidad la educación de la escuela es buena, e incluso indicaron que de la cabecera

Unidades territoriales de influencia	Servicio	Cobertura	Calidad	Observaciones
				municipal atienden a algunos estudiantes.
	Salud	84.6%	Baja	Hacen uso del centro de salud de primer nivel en el casco urbano de Suratá. En esta comunidad consideran que el centro de salud no logra llenar las expectativas de la comunidad debido a que prestan un mal servicio sobre todo en el despacho de medicamentos. Existe registro de 12 personas que no cuentan con ninguna afiliación a los servicios de salud.
	Recreación	70%	Media	Cuentan con una cancha polideportiva en las instalaciones de la escuela con regular estructura, así como también hacen uso de la quebrada Chumbula, para recreación.
	Vivienda	3%	Baja	Se toma el déficit de vivienda municipal del municipio del 3%. El déficit de calidad de vivienda se asocia a un 32% de pisos de vivienda en tierra o arena.

4.3.4 Componente económico

En las siguientes líneas se exponen los principales hallazgos encontrados en el área de influencia del proyecto para componente económico.

California

La actividad económica principal de los pobladores del municipio está constituida por la explotación de minas auroargentíferas ubicadas en las veredas Angosturas y La Baja. La minería ha sido parte primordial de la cultura y la economía al interior de los hogares. Las labores dentro de las pequeñas empresas mineras son realizadas principalmente por los socios que en la mayoría de los casos son familiares con aporte de mano de obra contratada. Para un hogar dependiente de la minería los ingresos rondan desde un salario mínimo legal vigente hasta 1.800.000 pesos. La cadena de comercialización de la producción de oro generalmente es vendida a pequeños compradores informales de California o Vetas cuando estas son de menor cuantía y si se trata de producciones significativas las transacciones se realizan en la ciudad de Bucaramanga.

En relación la actividad agropecuaria en el municipio esta se mantiene como tradición, sin embargo, tiene una baja producción. Caso que se acentúa en las veredas que hacen parte del área de influencia del proyecto donde el total de hectáreas de producción de estas veredas se acerca a las 11,4 ha. Estas producciones son principalmente para autoconsumo y no para abastecer los mercados locales aun cuando se debe destacar las producciones dedicadas a los frutales como la feijoa y la mora que aunque son pequeñas áreas de cultivo su producción es constante y representan un flujo de dinero para estas familias.

En relación con el mercado laboral, este se caracteriza por tener poca fuerza laboral disponible, en la cual la tasa global de participación es del 42,7%, esto sumado a la tasa de desocupación del 37% que se considera alta sugiere que la población se enfrenta a un escenario crítico, ya que la poca fuerza laboral disponible no consigue emplearse.

En relación con lo expuesto anteriormente se puede decir que la economía de California se tipifica como una economía de enclave, en donde el entorno local tiene una alta dependencia del sector

minero desde su dinámica económica. Muestra de esto es que los dinamizadores del mercado laboral son las empresas mineras, entre las que destaca MINESA que en el momento provee 512 empleos. Así mismo, se han generado empresas de prestación de bienes y servicios que van desde la vigilancia hasta la perforación; la mayoría dependientes de la actividad minera.

Suratá

En el caso de Suratá la principal actividad del municipio es la explotación de ganado multipropósito mientras que las actividades agrícolas predominantes son los cultivos tradicionales como el café, el maíz, la cebolla y el frijol. Para las veredas del área de influencia como Pánaga, San Francisco y Nueva Vereda los cultivos se realizan en áreas no mayores a una hectárea dedicadas en mayor proporción a huertas caseras con excepción de cultivos de tomate y café que cuentan con producciones más significativas donde la cadena de valor está destinada en principio a la ciudad de Bucaramanga y en proporción menor al municipio esto en razón a que Suratá no cuenta con un centro de acopio o plaza de mercado. La mano de obra vinculada a la actividad agropecuaria es principalmente familiar y se contratan jornales extras exclusivamente para actividades específicas como la recolección de la cosecha. Dicho jornal tiene un valor de 35.000 pesos diarios. Sin que este sea el principal ingreso de los hogares rurales, el cual es complementado con la producción de la actividad minera que ha cobrado fuerza en veredas como San Francisco y Nueva Vereda desde la entrada de las grandes empresas mineras, que aparte de los empleos ofrecidos por la administración municipal en torno a obras, se convierte una alternativa viable.

En este municipio también se encuentra un grupo de areneros (6) que explotan playas en el área de la confluencia del río Vetás y Suratá. Esta actividad no representa un renglón importante de la economía del municipio.

Al igual que en el municipio de California, la ocupación de Suratá presenta un comportamiento semejante, en el cual la tasa global de participación es de 34,7% y la tasa de desocupación del 25%. Donde las pocas plazas laborales existentes están en la cabecera municipal y el resto de empleos se da en áreas rurales y en especial en las áreas mineras de California.

La economía del municipio acorde con lo anterior indica que es poco diversificada caracterizada por sistemas productivos con pocas innovaciones tecnológicas y dirigidas hacia la subsistencia y con muy baja inserción desde el punto de vista del mercado laboral.

4.3.5 Componente cultural

A continuación, se exponen los principales hallazgos desde el punto de vista cultural para el área de influencia centrándose fundamentalmente en características generales de los municipios de Suratá y California sin profundizar en sus veredas.

Para el proceso de reconocimiento cultural del Proyecto Soto Norte, las evidencias que se descubrieron en campo detallan diferencias entre los municipios de Suratá y California, en donde, para el primero, se mantienen particularidades propias del saber campesino mientras que en California la balanza se inclina hacia una cultura arraigada en la minería.

La cultura minera se instaló en los pobladores de las zonas cercanas a Páramo Rico, Vetás, La Montuosa Alta y Baja, estas dos últimas en lo que son hoy las veredas de La Baja y Angosturas en el municipio de California desde la época de la colonia. A partir de ese momento se dio inicio a una

economía de enclave que poco a poco desplazó otras actividades económicas como las agropecuarias.

En el municipio de California la minería se puede categorizar en los siguientes grupos, el de minería legal, cuya principal característica es la pequeña producción minera que además tiene título minero y propiedad del área de trabajo, es en este grupo donde caben las pequeñas empresas mineras creadas por familias locales. El segundo grupo es el de la minería informal categoría que incluye a los mineros que tienen áreas propias de trabajo, pero no tienen título minero. Posteriormente se tiene los mineros de subsistencia que corresponde a los “Barequeros”, inscritos o no en la Alcaldía y que desarrollan su actividad en los cuerpos de agua de la región. Por último se encuentran los galafardos, que adelantan labores en áreas en donde no tienen títulos ni son dueños de los predios o no tienen permiso de ellos para ingresar, es decir, actúan sin la intermediación de una empresa y sin la existencia de un título minero. Es en parte a la actividad minera sobre la que se han construido y construyen muchas de las relaciones entre los habitantes, así como con el territorio.

Para el caso del municipio de Suratá y el área de influencia del proyecto la cultura rural agropecuaria es la que cuenta con mayor peso. Tanto los paisajes como muchas de sus costumbres evocan al campesino y su forma de vida. Sin embargo, los habitantes rurales del municipio tienen problemas relacionados con la falta de protección y reconocimiento de su función social a través de programas en el marco de la política pública, el reconocimiento de sus capacidades productivas y el respeto mismo por su forma de producir. Lo que ha generado como fenómeno, que, cuando aparecen opciones en lo rural distintas al trabajo agropecuario, el campesino opte por cambiar su actividad. En Suratá esto sucede con el costo de oportunidad entre las tareas agropecuarias y las tareas mineras. De las cuales las segundas proporcionan mayores ingresos. Hecho que ha generado presiones y cambios en el territorio del municipio en donde hay pocos incentivos para el campo.

Por otro lado, el conflicto armado ocupa un lugar relevante en el imaginario social de la población de California y Suratá. Debido a su posición geoestratégica los dos municipios fueron parte de un corredor para los intereses de grupo armados como FARC-EP, ELN y el paramilitarismo con expresiones particulares sobre el territorio.

La historia reciente de Suratá y California está permeada por dos hitos importantes sobre todo en el caso de California; el primer hito es el retorno y nuevo intento por establecer gran minería en la zona y el segundo hito hace referencia a la delimitación de la línea de Páramo. Como se verá en el capítulo correspondiente, son elementos que han suscitado diferentes debates a nivel local, departamental y nacional y a su vez han incido en cambios y dinámicas culturales en el área de influencia del proyecto.

Entre las versiones de la historia de tradición oral que se cuentan y expuestas durante los diálogos con la comunidad, está aquella que indica que la llegada de San Antonio de Padua a La Baja se debe a un español durante el siglo XVIII, quien había venido a América a buscar fortuna en la minería sin nunca encontrarla, tanto es así que con el paso de los días sus recursos se agotaron y no tenía como regresar a España. En aquel momento el español recordó que en tiempos de malaventuras había un santo llamado San Antonio de Padua al que se le reconocía por ser el patrono de las causas perdidas y que las plegarias que en su nombre se hacían solían ser concedidas. Ante la situación por la cual estaba pasando el español este decide realizar su plegaria a San Antonio de Padua solicitando ayuda para encontrar los recursos que le permitieran regresar a España y dando como ofrenda al Santo, que en retribución traería de vuelta una imagen de San Antonio de Padua para que las personas de la región se convirtieran en sus devotos.

La devoción hacia San Antonio de Padua, así como a las propiedades milagrosas asignadas al agua, se expresan en la construcción inicial de una gruta en uno de los pasos de agua dedicada a San Antonio de Padua como intercesor que posteriormente será convertida en capilla. Según los habitantes consultados y que han permanecido en el sector, estos señalan que *“antes todo era natural y la peregrinación giraba alrededor de tres puntos de agua que brotaron cuando se halló a la figura de San Antonio”*. Hoy en día estos puntos de agua se evocan en el paisaje construido y diseñado como Santuario y corresponden a un punto en la capilla debajo de la gruta de San Antonio de Padua, un paso intermedio donde se encuentra una pila y un pozo. En referencia a la capilla, se indica que la primera capilla se estableció hace aproximadamente 38 años.

4.3.6 Componente arqueológico

El área de intervención por el Proyecto Soto Norte, ofreció la oportunidad de ampliar el panorama arqueológico de la zona al resolver en gran parte los interrogantes planteados para la investigación. Dichas cuestiones se enfocaron en primera medida en la presencia o no de comunidades antiguas y su cambio en el tiempo y espacio. Por otro lado, se focalizaron en las estrategias de ocupación de estas comunidades en una zona considerada de difícil acceso, debido a una topografía caracterizada por pendientes pronunciadas.

Pues bien, las comunidades que habitaron estas montañas se inscribieron, según el análisis de las evidencias cerámicas (78% de tipología Chitarero Temprano, 15% de tipología Chitarero Tardío, 2% a tipologías foráneas y el 5% restante en materiales asociados a épocas post-contacto), entre los pueblos denominados como Chitareros. De igual forma se logró confirmar que para la zona de estudio en cuestión, los criterios utilizados y las inferencias a las que llegó González (1993) acerca de las dinámicas de ocupación temporal de estas comunidades, aplicaron; demostrando en primera medida una aparición y un aumento insipiente de la producción cerámica asociada al periodo temprano, para luego presentar un abrupto corte en su pico más alto, justo cuando se logra ver una coexistencia o transición en el estilo cerámico del periodo temprano al tardío.

En cuanto a las estrategias de ocupación, según los resultados obtenidos, consistieron en una predilección y en un aprovechamiento de aquellas variaciones naturales en las geoformas predominantes en el paisaje montañoso de la región, las cuales ofrecieron porciones limitadas de áreas planas o con pendientes leves que no superaban los 20° de inclinación como se vio en el respectivo análisis paisajístico. Fue en estos espacios en los que el emplazamiento y el desarrollo de varias actividades, decantaron en procesos de desecho, evidentes en el registro del material recolectado en campo.

De esta manera, es posible concluir que la zona enmarcada para el desarrollo e implementación del Proyecto Soto Norte, corresponde a un área en la que se identifican contextos arqueológicos con evidencias de dinámicas y procesos de ocupación, así como de encuentro e interacción entre culturas diferentes quienes tuvieron sus propias adaptaciones para el aprovechamiento, tanto del paisaje para su ocupación, como de los recursos naturales y minerales para su explotación.

4.3.7 Componente político-organizativo

Las características principales en los municipios y las veredas que conforman el área de influencia desde el punto de vista político organizativo tienen que ver con su condición de ser municipios categoría 6 según la Resolución No. 593 del 28 de noviembre de 2017 de la Contaduría General de la Nación, que determina esta situación para el año 2018 por la condición que presentan estos municipios. Tanto en California como en Suratá los partidos políticos no tienen el peso que

requieren como influenciadores. Y los partidos se utilizan como organizaciones a través de los cuales se obtiene un aval, sin necesariamente mostrar un ideario de partido. Adicionalmente, fue posible notar en los municipios una tendencia a la existencia de familias dedicadas a la política que podría interpretarse como un comportamiento con tendencias al nepotismo. Ambos municipios tienen una alta participación electoral, muestra de ello es que en las últimas elecciones en los dos municipios más del 80% de las personas dentro del censo ejercieron su derecho al voto.

En relación con la existencia de organizaciones comunitarias, se puede considerar baja, en cuanto a número. Siendo la JAC la organización social más difundida tanto en barrios como en veredas. La creación de organizaciones de base en los municipios de Suratá y California, responde en general a la defensa de actividades productivas tradicionales ya sean mineras o agropecuarias y cuyas acciones son limitadas. Se puede decir que las organizaciones son una respuesta a resolver necesidades inmediatas y no a una visión para pensar e incidir en el desarrollo local o desde un ejercicio claro y consciente de ciudadanía. Ejemplo de ello son Ecominoro quienes agrupan a “barequeros” y “galafardos” a quienes su actividad se reconoce como minería de subsistencia, está Asomical que es la asociación de mineros de California que agrupa a los dueños de pequeñas empresas mineras con título minero, y finalmente Asopromisoto que agrupa a aquellos mineros con predios de tradición minera, pero sin título minero. Organizaciones creadas en el marco de la defensa de los mineros y la pequeña minería.

La baja cantidad de organizaciones de base distintas de las JAC, puede indicar las razones por las cuales el voto, entendido como la delegación del poder, es alto; en alguna medida quiere decir que la confianza en los líderes garantiza la permanencia de las condiciones locales sin mayores cambios. Los líderes electos por voto juegan un rol importante, que le resta valor a la participación directa y la creación de organizaciones.

4.3.8 Tendencias del desarrollo

En el presente numeral se presentan las tendencias del desarrollo del Área de Influencia del proyecto Soto Norte desde los puntos de vista demográfico, espacial, político organizativo y económico.

Tendencias del Desarrollo en el escenario “sin proyecto”

El Área de Influencia del Proyecto Soto Norte, en el escenario “sin proyecto” y de acuerdo con los resultados de caracterización de los estudios sociales en los aspectos demográficos, espaciales, político administrativo y económico, muestra las siguientes tendencias relevantes:

El proceso de poblamiento de las áreas rurales y urbanas de California y Suratá y de la provincia de Soto Norte, está directamente relacionado con la disponibilidad de los recursos naturales renovables y no renovables, y con las posibilidades de acceso al uso, intercambio y apropiación de estos recursos.

Los pobladores actuales de las áreas rurales y de las cabeceras son en su mayoría campesinos y mineros, mestizos y blancos, con expresiones culturales propias de la cultura tradicional santandereana y aspectos de identidad ligada al ejercicio de sus oficios o actividades económicas, principalmente a la actividad minera en California y a la actividad agropecuaria en Suratá. En el escenario sin proyecto no se prevén, en términos de tendencias, cambios en la composición general de los grupos socioculturales.

En términos demográficos es clara la continuidad en la tendencia de un marcado decrecimiento poblacional en las zonas rurales de los municipios y de crecimientos mínimos en las cabeceras.

La estructura poblacional de California tiende a ser relativamente estable, aunque con tasas de crecimiento mínimas mientras que Suratá muestra aspectos de una población estancada, con tasas de natalidad y mortalidad en proceso lento de reducción.

Las tendencias demográficas predominantes en el Área de Influencia del Proyecto Soto Norte, de estancamiento y de decrecimiento poblacional, se suman, de manera interrelacionada, a las tendencias espaciales de continuidad en las bajas coberturas rurales de los servicios públicos y sociales, el deterioro de la infraestructura física y las dificultades de calidad y de mantenimiento en las vías.

En los aspectos Político – administrativas se prevé, de acuerdo con la información disponible, la continuidad en la baja capacidad de gestión, en las limitaciones presupuestales y en la falta de correspondencia del ordenamiento territorial con las realidades sociales y ambientales de los municipios.

Las tendencias económicas hacen presuponer una continuidad de la actual estructura agraria de subsistencia, con el mantenimiento de la concentración de la propiedad de la tierra, bajos porcentajes de áreas sembradas, bajos rendimientos, mantenimiento improductivo del suelo, ausencia de cadenas productivas, dependencia de la actividad minera que presentará mayores restricciones y aumento de los niveles de desempleo.

Con las tendencias demográficas (de estancamiento, de decrecimiento y envejecimiento poblacional) y las falencias de los servicios evaluados (problemas de cobertura, deterioro progresivo de la calidad de la infraestructura y de los servicios públicos y sociales) aunado al escaso desarrollo económico agropecuario y a la baja inversión social de los municipios, es probable que en los próximos años (en el escenario “sin proyecto”) los niveles de pobreza de la zona rural dispersa de California tiendan a mantenerse en niveles medios con riesgo a alcanzar el nivel del 33%, mientras que en Suratá es probable que el nivel de pobreza, tienda a agudizarse y profundizarse.

Tendencias del Desarrollo en el escenario “con proyecto”

Las necesarias e inevitables relaciones e interacciones del Proyecto Soto Norte con los medios social, biótico y físico del área de influencia, hacen que las actividades e intervenciones previstas, para su emplazamiento y operación, incidan, de manera directa e indirecta, a corto, mediano y largo plazo, en las tendencias del desarrollo de los municipios de California y Suratá y, en general, de la cuenca del río Suatá y en la Provincia Soto Norte. De igual modo, las tendencias descritas inciden, como determinantes socioeconómicos y ambientales, en la planeación del Proyecto en la búsqueda de su adecuación sostenible a las condiciones planteadas por el territorio. El Proyecto Soto Norte, al constituirse como una fuente importante y muy significativa de empleos formales y estables, incidirá en las tendencias demográficas y socioeconómicas de los municipios de California y Suratá y de la provincia Soto Norte contribuyendo a la estabilización demográfica y económica de la población y disuadiendo a algunas franjas poblaciones, principalmente a las franjas de los jóvenes, de las posibles intenciones de emigración, reteniendo a éstos en la región y motivando, de manera indirecta, a crear un clima social y cultural favorable para los emprendimientos individuales, familiares y comunitarios; promoviendo la conformación de familias que permitirían restaurar el arraigo al territorio y deteniendo la tendencia existente en la actualidad de un marcado decrecimiento poblacional en las zonas rurales de los municipios y de crecimiento mínimo en las cabeceras.

Una vez licenciado el Proyecto Soto Norte los planes de manejo ambiental, las contribuciones del Plan de Inversión del 1%, el pago de impuestos y regalías y las acciones voluntarias propias del Plan de Responsabilidad Social Corporativa de MINESA, contribuirán, de manera efectiva, a fortalecer las finanzas municipales y a adelantar actividades directas que repercutirán en el mejoramiento de las coberturas rurales de los servicios públicos y sociales, en el mejoramiento y ampliación de la infraestructura física de estos servicios y en el mejoramiento, ampliación y mantenimiento de la red vial local.

En los aspectos político – administrativos es importante destacar que en general, durante el ciclo del Proyecto Soto Norte, incluida la etapa de cierre, los Esquemas de Ordenamiento Territorial y el POMCA de la cuenca del río Suratá van a presentar, de manera periódica, necesidades de actualización y modificación, bien sea de tipo parcial o total para ajustarse a las condiciones dinámicas del territorio.

MINESA como actor empresarial relevante y con presencia efectiva en la cuenca del río Suratá y en los territorios municipales de California y Surata, en razón al Contrato de Concesión Minera celebrado con el Estado colombiano, y de acuerdo con las normas ambientales vigentes, de ordenamiento territorial⁵ y de gestión del riesgo⁶, tiene el imperativo de participar, de manera activa, en los procesos de modificación y/o de actualización de los EOTS y del POMCA, en los momentos en que las autoridades administrativas y ambientales así lo determinen. En este sentido, el Proyecto Soto Norte contribuirá, a mejorar, a través de la entrega de toda la información disponible relacionada con el conocimiento del medio ambiente y contribuirá a buscar, de manera concertada y conjunta con los municipios y las autoridades ambientales regionales, la gestión adecuada y el uso sostenible, del territorio, acorde con las realidades sociales y ambientales de los municipios y de la cuenca del río Suratá.

En los aspectos económicos los planes de manejo socioambiental del Proyecto Soto Norte buscan, de manera prioritaria, evitar la dependencia económica y laboral de los municipios de California y Suratá de la actividad minera (principalmente de California), para lo cual se plantean iniciativas específicas que promueven la reactivación planificada de las actividades agropecuarias propias de la zona, por medio del establecimiento de cadenas de valor y de cadenas productivas, ligadas al sector agropecuario, lo cual incidirá en la modificación positiva de las tendencias de la actual estructura agraria de los municipios de California y Suratá.

Se prevé que, en general, la incidencia combinada del Proyecto Soto Norte, a través de los factores descritos, contribuirá a generar sinergias que incidirán, a su vez, en las tendencias actuales de los niveles de pobreza de la zona rural dispersa y de las cabeceras de California y Suratá, aportando, a mediano y largo plazo, apoyos concretos y oportunidades para su efectiva disminución.

⁵ Ley 388 de 1997 de Ordenamiento Territorial y Decreto 1640 de 2012, mediante el cual se reglamentan los POMCAS, entre otros.

⁶ Ley 1523 de 2012 por la cual se adopta la política nacional de gestión del riesgo de desastre; Decreto 2157 de diciembre de 2017 por medio del cual se adoptan directrices generales para la elaboración del plan de gestión del riesgo de desastre.

4.3.9 Información sobre población a reasentar

Para el emplazamiento y localización de las infraestructuras y áreas de explotación del Proyecto Soto Norte, MINESA analizó, de manera previa la zona, con el objetivo de generar el menor impacto posible sobre el medio ambiente y las comunidades rurales residentes del área. No obstante este propósito y por las características intrínsecas del proyecto, resulta inevitable el traslape del proyecto con áreas habitadas, con infraestructura comunitaria y con usos productivos, principalmente pecuarios, lo cual se expresa en el impacto del traslado involuntario de población, la relocalización de la infraestructura pública y comunitaria, y la afectación de las actividades económicas de las unidades sociales residentes y de las personas no residentes que mantienen vínculos laborales o económicos con los predios por intervenir.

En total las áreas del proyecto definidas como la “huella”, el entorno próximo de la “huella” y el entorno distante o “mediato” de la “huella” del proyecto están conformadas por un conjunto de 176 predios en los que están proyectadas las distintas obras e intervenciones, superficiales y subterráneas del emplazamiento auroargentífero⁷. La mayor cantidad de predios se localiza en el municipio de Suratá con el 63,6% y el restante 36,4% en California. La distribución de estos predios, a nivel veredal, se concentra principalmente en las veredas de Nueva Vereda del municipio de Suratá (55 predios, el 31,3%), la vereda San Francisco, también de Suratá (41 predios, el 23,3%), la vereda Angosturas del municipio de California (40 predios, el 22,7%) y la vereda La Baja, de California (21 predios, el 11,9%). Dentro de este polígono predial, se identificaron, a partir de información censal, 110 viviendas⁸ (74 ocupadas y 36 desocupadas), 74 Unidades Sociales Residentes, 245 personas residentes habituales⁹ y 60 personas no residentes; estas últimas constituyen el grupo de personas que, sin ser residentes habituales, mantienen algún tipo de vínculo (económico, laboral y /o jurídico) con el predio.

No todas las viviendas, unidades sociales residentes y personas residente localizadas en “huella”, en el entorno próximo de la “huella” y el entorno distante o mediato de la “huella” se afectarían, de manera directa, por intervenciones del proyecto y, por lo tanto, no todas serían objeto o sujeto de traslado involuntario o de desplazamiento económico. El conjunto de viviendas, USR y personas a trasladar se presenta en la Tabla 4.38 y Tabla 4.39 siguientes.

Tabla 4.38 Número de Viviendas, USR y Personas Residentes Habituales en “Huella” y el Entorno de la “Huella” del Proyecto a Trasladar.

Municipio	Vereda	Viviendas ocupadas a Trasladar	USR por trasladar	Personas a trasladar
California	Angosturas	16	16	38
	Centro	0	0	0
	La Baja	1	1	3
Subtotal		17	17	41
Suratá	Nueva Vereda	15	15	51
	Pánaga	8	8	25

⁷ A lo largo del presente capítulo entiéndase, si no se hace la precisión respectiva, que “el entorno de la huella del Proyecto” se refiere e incluye tanto los predios localizados en el entorno próximo o inmediato como los predios localizados en el entorno distante o mediato; todos estos predios dentro del universo conformado por los 176 predios del área de análisis del Proyecto. Los predios localizados en los entornos próximo y distante de la huella tienen en común que NO son objeto de requerimiento de áreas físicas y superficiales por parte del Proyecto.

⁸ En 118 predios de los 176 no existen viviendas

⁹ Es la persona que vive permanentemente o la mayor parte del tiempo en una vivienda. (DANE 2007)

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL -EIA- PROYECTO DE EXPLOTACIÓN SUBTERRÁNEA DE
MINERALES AUROARGENTÍFEROS “SOTO NORTE”

Municipio	Vereda	Viviendas ocupadas a Trasladar	USR por trasladar	Personas a trasladar
	San Francisco	10	10	33
Subtotal		33	33	109
Total general		50	50	150

Fuente: Censo socioeconómico de población Proyecto Explotación Subterránea de Minerales Auroargentíferos “Soto Norte”, Marzo de 2017.

De acuerdo con la información suministrada por el censo socioeconómico¹⁰, realizado por INGETEC, el número de Unidades Sociales Residentes por vivienda, en los casos por trasladar, es de 1,0. Predomina un hogar por vivienda. El tamaño predominante de estas Unidades Sociales, es de 3 personas, aunque en la vereda de Angosturas, del municipio de California, este tamaño tiende a ser todavía menor al promedio e igual a dos personas por Unidad Social Residente.

En cuanto al número de hijos por Unidad Social residente, este tiende también a ser pequeño e igual a uno. En el tamaño promedio de las Unidades Sociales residentes influye la presencia de unidades unipersonales (cuatro que corresponden al 8% de las USR) y sin hijos (dos que corresponden al 4%%) que existen dentro de este grupo de unidades potencialmente afectadas por el traslado poblacional involuntario ocasionado por el proyecto Soto Norte.

La mayoría de las Unidades Sociales por trasladar corresponden a familias nucleares biparentales (36%). También en los hogares por trasladar, son representativas las familias monoparentales (el 14%), las familias extensas (14%) y las familias unipersonales (personas solas, el 8%).

Al efectuar una distinción general *ad hoc*, de los cuatro principales grupos de edad más representativos que conforman la población a reasentar por el proyecto Soto Norte, (niños, jóvenes, adultos y adultos mayores) se obtiene los siguientes resultados: La población infantil entre 0 y 11 años, constituye el 22%; la población joven, entre 12 y 23 años, alcanza el 18%; la población adulta, entre 24 y 64 años corresponde al 46% y la población de adultos mayores al 14%. En el primer grupo etéreo, conformado por población infantil, el 5,3% está constituido por niños preescolares entre uno y cuatro años y el 16,7% por escolares de cinco a 11 años. En la población joven, los adolescentes de 12 a 18 años representan el 13,3% y los jóvenes, propiamente dichos, entre 19 y 23 años, el 4,7%. En el grupo de los adultos el 10% lo integran adultos jóvenes de 24 a 30 años, el 36% adultos entre 31 y 64 años y el 14% adultos mayores de 64 y más años.

Existe un fuerte desequilibrio atípico entre hombres y mujeres (54,7% de hombres y 45% de mujeres), el cual es muy notorio en la cohorte de edad joven y más fértil comprendida de entre 15 y 34 años y la población de adultos de entre 40 y 64 años.(Figura 4-39).

¹⁰ Esta información corresponde a 50 USR localizadas en 34 predios de los 176 predios que constituyen la “huella” y el entorno de la “huella” del proyecto.

Tabla 4.39 Grupos Predominantes de Población por Sexo y por Edad.

Grupos de edad		Hombre	Mujer	Total	%		
Niños	Infantes menores de un año	0	0	0	0	22%	40%
	Preescolares de 1 a 4 años	5	3	8	5,3		
	Escolares de 5 a 11 años	12	13	25	16,7		
Jóvenes	Adolescentes de 12 a 18 años	13	7	20	13,3	18%	
	Jóvenes de 19 a 23 años	4	3	7	4,7		
Adultos	Adultos Jóvenes de 24 a 30 años	8	7	15	10	46%	60%
	Adultos de 31 a 64 años	25	29	54	36		
Adulto Mayor	Adulto Mayores de 64 años	15	6	21	14	14%	
Total general		82	68	150	100		
%		54,7	45,3	100			

Fuente: Censo socioeconómico de población Proyecto Explotación Subterránea de Minerales Auroargentíferos "Soto Norte", marzo de 2017.

Al efectuar la comparación de la cantidad de habitantes por reasentar por vereda, con la población total de cada una de estas unidades territoriales, es posible observar que los porcentajes de afectación poblacional por vereda son significativos, en especial en el caso de la vereda Nueva Vereda (con la afectación del 27,6% de la población total). De igual modo, son importantes las afectaciones poblacionales en las vereda San Francisco (con el 23,2%) y Pánaga (con el 21,7%). La afectación poblacional de la vereda Angosturas es del 12,1% mientras que la vereda que presenta una menor afectación en términos poblacionales es La Baja con el 0,8%¹¹ (ver Figura 4-40)

Tabla 4.40 Porcentaje de Población a Trasladar por vereda

Municipio	Vereda	Obras o intervenciones del Proyecto	Población		
			Total de habitantes en la vereda (#)	Población por trasladar (#)	Porcentaje de la población a trasladar (%)
California	Angosturas	Ducto de ventilación Portal El Emboque Vías Portal El Cuatro Terraza de operaciones	315	38	12,1
	La Baja	Acopio temporal de suelo y capa vegetal Ducto de ventilación Vía	367	3	0,8

11 El Área de Influencia Directa, AID, del Proyecto Explotación Subterránea de Minerales Auroargentíferos Soto Norte, se estableció de acuerdo con la información oficial y la división político administrativa de las veredas incluida en los Esquemas de Ordenamiento Territorial, EOT, de los municipios. Los porcentajes de población hacen referencia a esta distribución territorial oficial.

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL -EIA- PROYECTO DE EXPLOTACIÓN SUBTERRÁNEA DE
MINERALES AUROARGENTÍFEROS “SOTO NORTE”

Municipio	Vereda	Obras o intervenciones del Proyecto	Población		
			Total de habitantes en la vereda (#)	Población por trasladar (#)	Porcentaje de la población a trasladar (%)
Subtotal			682	41	6,0
Suratá	Nueva Vereda	Acopio temporal de suelo y capa vegetal. Piscina de recolección Sistema de drenaje. Depósito de relaves secos - DRS Caneyes Dique Estación de bombeo Piscina de sedimentación del DRS Caneyes Obra de captación de agua. Vías	185	51	27,6
	Pánaga	Sistema de drenaje. Vías	115	25	21,7
	San Francisco	Acopio temporal de suelo y capa vegetal Bodega Campamento permanente Parqueadero de camiones Planta de beneficio Pila de Mena Sistemas de drenaje Vías Zona de campamentos Zona recreativa Báscula de camiones Campamento de Construcción Cocina Edificio administrativo y primeros auxilios Parqueadero Planta de tratamiento de agua ARD Zona de maniobras para la báscula Zona deportiva Zona de control Depósito de relaves secos - DRS Caneyes Otras zonas de la vía Planta de beneficio Terraza de operaciones	142	33	23,2
Subtotal			442	109	24,7
Total general			1.124	150	13,3

Fuente: Censo Socioeconómico de Población Proyecto Explotación Subterránea de Minerales Auroargentíferos Soto Norte, marzo de 2017.

En cuanto a la afectación por familias o Unidades Sociales Residentes, USR, se estima que en las cinco veredas del área de influencia del Proyecto en las que es necesario efectuar traslados involuntarios habitan 340 USR, de las cuales 50, el 14,7%, se trasladarían. La mayor cantidad de traslados de USR, con relación al total veredal, se realizaría en Nueva Vereda, en la cual se

afectaría el 26,8% de las USR. Es importante precisar que en la vereda Pánaga la mayoría de los traslados de USR se efectuaría como consecuencia de la construcción de las vías proyectadas.

Tabla 4.41. Porcentaje de Unidades Sociales Residentes por trasladar por vereda.

Municipio	Vereda	Obras o intervenciones del Proyecto	Unidades Sociales Residentes		
			Total USR en la vereda	USR a trasladar	Porcentaje de USR a trasladar
California	Angosturas	Ducto de ventilación Portal El Emboque Vías Portal El Cuatro Terraza de operaciones	95	16	16,8
	La Baja	Acopio temporal de suelo y capa vegetal Ducto de ventilación Vía	111	1	0,9
Subtotal			206	17	8,3
Suratá	Nueva Vereda	Acopio temporal de suelo y capa vegetal. Piscina de recolección Sistema de drenaje. Depósito de relaves secos - DRS Caneyes Dique. Estación de bombeo. Piscina de sedimentación del DRS Caneys Obra de captación de agua. Vías	56	15	26,8
	Pánaga	Sistema de drenaje. Vías	35	8	22,9
	San Francisco	Acopio temporal de suelo y capa vegetal Bodega Campamento permanente Parqueadero de camiones Planta de beneficio Pila de Mena Sistemas de drenaje Vías Zona de campamentos Zona recreativa Báscula de camiones Campamento de Construcción Cocina Edificio administrativo y primeros auxilios Parqueadero Planta de tratamiento de agua ARD Zona de maniobras para la báscula Zona deportiva Zona de control Depósito de relaves secos - DRS Caneyes Otras zonas de la vía Planta de beneficio Terraza de operaciones	43	10	23,3

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL -EIA- PROYECTO DE EXPLOTACIÓN SUBTERRÁNEA DE
MINERALES AUROARGENTÍFEROS “SOTO NORTE”

Municipio	Vereda	Obras o intervenciones del Proyecto	Unidades Sociales Residentes		
			Total USR en la vereda	USR a trasladar	Porcentaje de USR a trasladar
Subtotal			134	33	24,6
Total general			340	50	14,7

Fuente: Censo Socioeconómico de Población Proyecto Explotación Subterránea de Minerales Auroargentíferos Soto Norte, marzo de 2017.

Si bien el traslado involuntario de población constituye un impacto significativo, este tiende a aminorarse y atenuarse en el caso del Proyecto Explotación Subterránea de Minerales Auroargentíferos “Soto Norte” (con respecto a otros proyectos mineros)¹² como consecuencia de la baja densidad poblacional rural de las zonas intervenidas, el patrón de poblamiento predominantemente disperso, el carácter ausentista de los propietarios de predios y la falta de coincidencia de las zonas a intervenir con zonas de uso intensivo agrícola y/o con núcleos poblados o caseríos consolidados.

En cuanto a la población total *no residente* vinculada económicamente con los predios del área de estudio asciende a 60 personas, y se distribuyen en 35 predios de los 120 predios censados.

De acuerdo con la información aportada por el censo socioeconómico INGETEC 2017, la mayoría de las personas no residentes reportan ser propietarios (68,3%), seguidos del 5%, que reportaron ser administradores de los predios. De igual modo, el 5% de los predios censados reportó que están vinculados como trabajadores o jornaleros, y en menor proporción (1,7%), afirmaron estar vinculados a los predios como arrendatarios, poseedores o que realizan usufructo de él. Es de aclarar que del 16,7% restante de las personas, no se tiene información del tipo de vinculación con el predio

En cuanto a las Unidades Sociales Productivas, USP, en el área de la huella y del entorno de la huella del proyecto, por ser una zona predominantemente rural no registra una presencia alta o significativa de establecimientos del sector terciario (comercial o de servicios) o del sector secundario de la economía (industrias de manufacturas). De igual modo, la escasa presencia de cultivos permanentes de tipo comercial se expresa también en la ausencia de establecimientos agroindustriales. Por tratarse la zona del proyecto de una zona de vocación principalmente minera, en ella hacen presencia grandes y medianos establecimientos o entables mineros organizados en Sociedades Mineras (5) como la Sociedad Minera El Cuatro, La Sociedad Minera San Francisco, ECO ORO MINERALS CORP y la Sociedad Minera El Tierrero además de otra sociedad minera particular sin razón social definida.

Los establecimientos comerciales se limitan a pequeños negocios como tiendas de víveres (7), kioscos de ventas caseras (1) y restaurantes (1). Solo existen dos establecimientos relacionados con el sector agropecuario y correspondiente a una industria avícola de 1000 aves, y una procesadora de pulpa de feijoa. A pesar de la predominancia del uso del suelo en pastos y la presencia de vocación pecuaria de ganado mayor bovino y ganado menor caprino y ovino, no se identificaron (con excepción de la comercialización de leche) establecimientos o empresas de transformación y comercialización de subproductos lácteos y cárnicos. Es de indicar que de las 12

¹² 350 familias en el caso del Proyecto Minero Gramalote, municipio de San Roque, en el Nordeste antioqueño.



USP identificadas dentro de “huella” y el entorno de la “huella” del proyecto siete (el 58%) corresponden a USP que es necesario trasladar.

Además de las USR, las USP y la población No Residente, en la zona de la huella y el entorno de la huella del proyecto existe presencia de infraestructura comunitaria¹³ y está constituida principalmente por dos escuelas¹⁴ con sus instalaciones recreativas anexas. Las demás estructuras son instalaciones rudimentarias y/o en avanzado estado de deterioro.

En cuanto a las actividades más relevantes y frecuentes que realiza la USR a trasladar estas están relacionadas con la combinación de las actividades agrícolas y pecuarias (17 casos el 34%) y las actividades pecuarias (7 casos, el 14%). Ver Tabla 4.42.

Tabla 4.42 Actividades Económicas que se realizan en los Predios de las USR a Trasladar.

Municipio	Vereda	Agrícola	Agrícola, pecuaria	Agrícola, comercial, forestal	Agricultura, minería	Pecuaria	Pecuaria, comercial	Minería	Restaurante	Tienda	Ninguna	Sin información	Total general
California	Angosturas				1	1		1	1	1	6	5	16
	La Baja		1										1
Suratá	Nueva Vereda	3	8			3					1		15
	Pánaga		5				1				2		8
	San Francisco		3	1		3					3		10
Total general		3	17	1	1	7	1	1	1	1	12	5	50
%		6	34	2	2	14	2	2	2	2	24	10	100

Fuente: Censo socioeconómico de población Proyecto Explotación Subterránea de Minerales Auroargentíferos “Soto Norte”, Marzo de 2017 Base económica de la población a reasentar.

En lo concerniente a la estructura agraria (tamaño, tenencia y uso) el tamaño promedio de los 176 predios que conforman el polígono y el entorno de la huella del proyecto es de 14, 53 hectáreas, es decir, un tamaño próximo al promedio de la UAF.

Como se anotó en párrafos anteriores, no en todos los 176 predios que conforman el polígono de la huella del proyecto y el entorno de la huella del proyecto existen viviendas ocupadas y USR a trasladar. Las USR se localizan en 34 predios del total de los 176 predios identificados. El tamaño de los predios en los cuales se localizan familias a trasladar es de 9,91 hectáreas en promedio.

¹³La infraestructura comunitaria afectada será objeto de reposición. Ver Programa No: SOC-07: Programa de reposición de infraestructura comunitaria afectada por el proyecto.

¹⁴El requerimiento de predios afectaría a dos escuelas la escuela Nueva Vereda sede F y la Escuela Rural Angosturas Sede D, las cuales sería necesario reponer de manera concertada con las comunidades y las autoridades municipales.

Este tamaño promedio está por debajo del límite inferior de la UAF establecida para los municipios de Suratá y California (De 12 a 19 hectáreas) y de la UAF promedio (15 hectáreas).

Si se aplican criterios de análisis ad hoc para establecer categorías de tamaño y, teniendo en cuenta las características de la zona a intervenir por el proyecto, es posible clasificar los predios menores a una UAF como lotes o casalotes, microfundios y minifundios; los predios con tamaños desde una UAF hasta dos UAF (12 a 38 hectáreas) como pequeñas propiedades; los predios de más de dos UAF hasta cuatro UAF (38,1 hasta 76 hectáreas) como medianas propiedades y los predios con más de cuatro UAF (es decir, más de 76 hectáreas) como grandes propiedades.

De acuerdo con la clasificación anotada es posible caracterizar los 34 predios en los que se encuentran las unidades de producción agropecuaria de las familias a trasladar por el proyecto minero, de los municipios de Suratá y California, como principalmente pertenecientes a las categorías de minifundio (el 64,7%) y pequeña propiedad (29,4%), con presencia de algunos lotes y casa lotes (2,9%) y de una mediana propiedad (2,9%). En este conjunto de predios no existe, de acuerdo con estos criterios, predios con tamaños que puedan considerarse como grandes propiedades (ver Tabla 4.43).

Tabla 4.43 Distribución por Vereda y por Tamaño de los Predios con USR a Trasladar de Acuerdo con la UAF.

Municipio	Vereda	Clasificación de los predios con USR a trasladar por tamaño				
		Casa Lote	Minifundio	Pequeña propiedad	Mediana propiedad	Total general
California	Angosturas		5	2		7
	La Baja			1		1
	Nueva Vereda	1	8	4		13
Suratá	Pánaga		6	1		7
	San Francisco		3	2	1	6
Total general		1	22	10	1	34
%		2,9	64,7	29,4	2,9	100

Fuente: Censo socioeconómico de población Proyecto Explotación Subterránea de Minerales Auroargentíferos “Soto Norte”, marzo de 2017.

En cuanto a las formas de tenencia de los predios, y de acuerdo con la información aportada por el censo socioeconómico, la mayoría de los predios con Unidades Sociales Residentes a trasladar son propiedades con título (32% propietarios con escritura y 10% propietarios con proceso de sucesión). De igual modo el 10% de los jefes de Unidades Sociales censados se reportó como familiar del propietario¹⁵ y 12% como poseedor, lo cual supone algún tipo de relación con la propiedad del predio. De acuerdo con estos datos es posible plantear que por lo menos el 64% de los predios son presumibles como propiedades. Los predios restantes están en manos de arrendatarios (6%), administradores (6%) y cuidanderos (6%). De siete USR a trasladar (el 14%) no se cuenta con información sobre la relación de tenencia del jefe con el predio.

¹⁵ Los jefes de las USR que declararon en el censo la situación de tenencia como “familiar del propietario” son asimilables a Unidades Sociales que pueden resultar elegibles, previa verificación, bajo los conceptos de propietarios, poseedores.

Los tipos de tenencias reportadas en el censo socioeconómico son las que se presentan en la Tabla 4.44

Tabla 4.44 Relación de Tenencia del Jefe de la USR a Trasladar con el Predio en el que Habita.

Municipio	Vereda	Relación de tenencia del Jefe de la USR con el predio										Total general
		Administrador	Arrendatario	Cuidadero	Familiar del Propietario	Mejoritario	Partijero	Propietario con escritura	Poseedor	Propietario en sucesión	Sin información	
California	Angosturas		1	1				3	5	1	5	16
	La Baja							1				1
Suratá	Nueva Vereda	2	1	1	2	1		5	1	2		15
	Pánaga	1	1				1	2		2	1	8
	San Francisco			1	3			5			1	10
Total general		3	3	3	5	1	1	16	6	5	7	50
%		6	6	6	10	2	2	32	12	10	14	100

Fuente: Censo socioeconómico de población Proyecto Explotación Subterránea de Minerales Auroargentíferos "Soto Norte", Marzo de 2017.

Ahora bien, teniendo en cuenta la información reportada en el censo socioeconómico, los usos predominantes en los predios con Unidades Sociales Residentes a trasladar (ver Tabla 4.45) corresponden a los usos en pastos o forrajes (38,1%) y a malezas, rastrojos bajos y altos (34%). Del total del área de los 34 predios con USR a trasladar (337 hectáreas), las áreas reportadas en uso agrícola son mínimas, apenas 23,2 hectáreas de las cuales 12,1 hectáreas están en cultivos permanentes (aguacate, café, caña, palos de naranja y plátano) y 10,3 hectáreas en cultivos transitorios (cultivos principalmente maíz) lo cual indica una ausencia de vocación agrícola en los predios con Unidades Sociales Residentes a trasladar.

En cuanto a las especies pecuarias mayormente reportadas en el censo socioeconómico y con presencia en los predios con Unidades Sociales a trasladar se destacan los bovinos de carne (111 cabezas) y leche (146 cabezas) y las especies de ganado menor ovino y caprino (cabras productoras de leche -18 cabezas- y cabras y ovejas productoras de carne -16 y 80 cabezas, respectivamente). De igual modo, se destaca la cría y levante de pollos de engorde (151 ejemplares), aves de postura (1.160 ejemplares) y las gallinas de traspatio (335 ejemplares). En muy pocas fincas se mantienen cerdos y en solo en un caso se reportó cría de peces (2.000 ejemplares).

Tabla 4.45 Superficie de los Predios Dedicados a los Diferentes Usos.

Vereda	Cultivos Transitorios	Cultivos permanentes	Huerta casera	Pastos o forrajes	Piscicultura	Descanso	Bosques plantados	Malezas, rastrojos bajos y altos	Cuerpos de Agua	Otros Usos	Eriales y afloramientos	Total	%
Angosturas	0,0	0	0	1,5	0	0	2	1	0	0,3072	0	4,8	1,4
La Baja	0,005	0	0	2	0	0	1	1	0	0	0	4,0	1,2
Nueva Vereda	1,8	8,1	0,25	69,2	0	0,25	0,5	7,5	3	5	0	95,6	28,4
Pánaga	4,5	4,03	0,4911	43	0,0093	5	4,27	5,7	0,04	0	0,25	67,3	20,0
San Francisco	4,0	0,01	0	12,5	0	10,5	4,0	99,50	0	27,32	7,5	165,3	49,1
Total general	10,3	12,1	0,7	128,3	0,0093	15,7	11,8	114,7	3,0	32,6	7,8	337,0	100,0
%	3,05	3,60	0,22	38,06	0,003	4,67	3,49	34,03	0,90	9,68	2,30	100,00	

Fuente: Censo socioeconómico de población Proyecto Explotación Subterránea de Minerales Auroargentíferos "Soto Norte", Marzo de 2017.

En lo referente a los indicadores laborales de la población a reasentar y de acuerdo con los datos de ocupación y empleo obtenidos a partir de los resultados del censo socioeconómico es posible establecer que la población menor de 10 años, potencialmente afectada por el impacto de traslado involuntario, asciende a 24 personas (15 hombres y nueve mujeres). La población mayor o igual a 10 años de este grupo de afectados, que equivale a la población en edad para trabajar, PET, está constituida por un total de 126 personas (67 hombres y 59 mujeres). A su vez, la Población Económicamente Activa, PEA, está integrada por 51 personas (42 hombres y nueve mujeres), la Población Económicamente Inactiva, PEI, por 75 personas (25 hombres y 50 mujeres). De acuerdo con estos mismos datos sólo tres personas (un hombre y dos mujeres) de las registradas en el censo se consideran desempleadas (Ver Tabla 4.46).

Tabla 4.46 Datos de Ocupación y empleo de la población a trasladar.

Indicador	Notación	Descripción	Datos			%
			Hombres	Mujeres	Total	
Población total	PT	Es el total de las personas integrantes de las USR a trasladar	82	68	150	100
Población entre 0 y 9 años		Es la población infantil dependiente	15	9	24	16
Población en edad para trabajar	PET	Es la Población de 10 años y más en la parte rural	67	59	126	84
Población en edad para trabajar	PET	Sin actividad	2	2	4	2,7
		Trabajando	41	7	48	38,1
		Buscando trabajo	1	2	3	2,4
		Estudiando	16	15	31	24,6
		Oficios del hogar	3	32	35	27,8

Indicador	Notación	Descripción	Datos			%
			Hombres	Mujeres	Total	
		Rentista	1	0	1	0,8
		Jubilado, pensionado	0	0	0	0,0
		Discapacitado	3	1	4	3,2
			67	59	126	100,0
Población económicamente inactiva	PEI	Sin actividad	2	2	4	5,3
		Estudiando	16	15	31	41,3
		Oficios del hogar	3	32	35	46,7
		Rentista	1	0	1	1,3
		Jubilado, pensionado	0	0	0	0,0
		Discapacitado	3	1	4	5,3
			25	50	75	100,0
Población económicamente activa	PEA	Trabajando	41	7	48	94,1
		Buscando trabajo	1	2	3	5,9
			42	9	51	100,0

Fuente: Censo socioeconómico de población Proyecto Explotación Subterránea de Minerales Auroargentíferos “Soto Norte”, marzo de 2017.

A manera de síntesis de la caracterización de la población a reasentar, y con base en los resultados del censo socioeconómico, en la Tabla 4.47 y Tabla 4.48, se presenta el perfil típico del poblador a trasladar y de las viviendas a restablecer en el Proyecto Soto Norte.

Tabla 4.47 Perfil Típico del Poblador Sujeto de Traslado Involuntario

No.	Variable	Descripción
1	Origen (lugar de nacimiento)	Origen Local - Predomina como lugar de origen o nacimiento los municipios del área de influencia del proyecto (50,6 %). La población originaria de Surata es el 29,3 % y la de California el 21,3%. No obstante, un porcentaje alto (el 49,4%) tiene origen foráneo. El 9,3 % de la población nació en otro departamento.
2	Tiempo de residencia (Antigüedad)	Predominan los pobladores con más de 20 años de antigüedad en la zona (40 %). El 52% de los Jefes de Hogar mantiene una antigüedad mayor a 12 años en el sitio de residencia.
3	Tipo de residencia	Pobladores permanentes. El tipo de residencia predominante es permanente. El 74 % de los censados se mantiene en la zona entre 9 y 12 meses al año.
4	Movilidad	La movilidad es escasa. El 64 % de los censados no ha cambiado su lugar de residencia en los últimos cinco años.
5	Arraigo e identidad	Alto arraigo, adaptación e identidad. Por la alta antigüedad, la condición de poblador residente permanente de la zona presupone un alto nivel de arraigo, configuración estrecha de relaciones de vecindad y de parentesco y alta identificación y adaptación al medio natural y comunitario.

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL -EIA- PROYECTO DE EXPLOTACIÓN SUBTERRÁNEA DE
MINERALES AUROARGENTÍFEROS “SOTO NORTE”

No.	Variable	Descripción
6	Sexo predominante	Predominan los hombres (54,7 %) sobre las mujeres (45,3 %). El índice de Masculinidad es de 120,6; es decir, en la población a reasentar hay 120 hombres por cada 100 mujeres.
7	Edad predominante	Predomina la población adulta de 24 a 64 años de edad, representado un 46 % del total. La población joven de 12 a 23 años representa el 18% del total y los niños de 0 a 11 años el 22%. Los adultos mayores representan el 14% de la población total.
8	Estado civil predominante	Predomina la población en unión libre (20,7%); sin embargo, la diferencia entre esta y la población soltera y casada es mínima, con un 23,3 % y 24% respectivamente.
9	Nivel educativo	Predominan el nivel educativo de primaria incompleta (31,3%), y secundaria incompleta (21,3 %).
10	Oficio o actividad económica predominante	En la actividad económica predomina la combinación entre agricultura y ganadería con un 34 %. El 14% de los jefes de las USR se dedica a actividades pecuarias.
11	Modelo económico en el que participan	Los pobladores del municipio de California están estrechamente relacionados con la actividad minera. Los pobladores del municipio de Suratá mantienen algunos rasgos de la cultura campesina, aunque las actividades agropecuarias no son representativas.
12	Ingreso promedio mensual	Predominan ingresos bajos, es decir, inferiores a un s.m.m.l.v. en promedio, por actividades principales y complementarias.
13	Tipo de familia a la que pertenecen	Predomina la pertenencia a familias nucleares biparentales (el 36% de los casos a reasentar). De igual modo son importantes las familias monoparentales y extensas con el 14% de los casos cada una.
14	Número de hijos en promedio	Dos hijos en promedio.
15	Promedio de personas que dependen del jefe de hogar	En promedio dos personas dependen del jefe de hogar
16	Motivos que tienen los pobladores para permanecer en el lugar en el que habitan	No encontrar un lugar con condiciones similares y por afecto a lo vivido, son los motivos más importantes para quedarse en el actual lugar de residencia.
17	Expectativas de traslado	La mayoría de los pobladores (72 %) no han pensado en trasladarse del lugar actualmente habitado.
18	Motivos potenciales de traslado	El motivo principal por el cual los pobladores cambiarían de lugar de residencia es para mejorar la calidad de vida.
19	Principales dificultades que ha enfrentado la comunidad	Las principales dificultades que han enfrentado los pobladores como comunidad han sido económicas (63 %)

No.	Variable	Descripción
20	Participación de los pobladores en organizaciones comunitarias	La vinculación a organizaciones de los miembros de los hogares a reasentar es relativamente baja (24 %). Los grupos organizativos en los que participan están relacionados con intereses comunitarios, los cuales se gestionan a través de las Juntas de Acción Comunal (JAC). Estas mismas unidades sociales se encuentran vinculadas a otro tipo de organizaciones (religiosas, cooperativas, entre otras), a razón de uno en cada una, lo que evidentemente corresponde a sus intereses particulares.
21	Sitios naturales que consideran sagrados o espirituales y otros lugares identificados con valor simbólico	Los lugares identificados por los pobladores con mayor valor simbólico son El Pocito, Llano Redondo en el sector Tronadora de la vereda Centro de California, La Virgen del Perpetuo Socorro, El Molino, La Parroquia de San Antonio de Padua (California), Parroquia del Santo Ecce Homo (Suratá).
22	Grado de importancia de los sitios naturales y de los lugares simbólicos	Los sitios naturales y lugares simbólicos son considerados por los pobladores como “muy importantes”.
23	Sitios de recreación identificados por los pobladores	Los sitios de recreación más importantes de los pobladores se ubican dentro de la vereda donde residen (34,7 %) o en la zona urbana del municipio (19,5 %).

Fuente: Censo socioeconómico de población Proyecto Explotación Subterránea de Minerales Auroargentíferos “Soto Norte”, Marzo de 2017.

Tabla 4.48 Perfil de las Viviendas a Restablecer.

Ítem	Variable	Descripción
1	Tipo de asentamiento	Predomina el asentamiento disperso
2	Tipo de vivienda	Casa en mampostería
3	Forma de tenencia	Vivienda propia con título
4	Número de familias por vivienda	Una familia por vivienda
5	Número de personas por vivienda	3,0 personas por vivienda
6	Antigüedad	20 años o más
7	Tipo de planta	Planta rectangular
8	Número de plantas o pisos	Una planta o piso
9	Área construida (m ²)	Área promedio 95 m ²
10	Calidad de la vivienda	Tipo B2 (Casa de un piso en mampostería)
11	Material de las paredes	Paredes de ladrillos
12	Material del piso	Predominan los pisos en cemento
13	Material del techo	Techo en teja de asbesto “Eternit”
14	Sistema de alumbrado	Energía eléctrica

Ítem	Variable	Descripción
15	Número de alcobas	Dos alcobas en promedio
16	Otros cuartos y espacios	Una cocina
		Un baño
		Una sala – comedor
		Un patio
		Sin garaje
17	Ubicación de la cocina	Cocina en cuarto aparte
18	Combustible para cocinar	Se cocina con leña (52 %) y con gas (36 %)
19	Sistema de eliminación de excretas	Inodoro conectado a pozo séptico
20	Sistema de abastecimiento de agua	Acueducto rudimentario de agua sin tratamiento, que se conduce por tuberías y mangueras.
21	Sistema de disposición final de basuras	Queman los residuos sólidos

Por último, para el análisis y evaluación de las condiciones Vulnerabilidad Social de las Unidades Sociales Residentes se diseñó una metodología de análisis de vulnerabilidad social “ad hoc”¹⁶ fundamentada, en sus aspectos procedimentales, en la metodología de Proceso de Análisis Jerárquico, desarrollado por Thomas L. Saaty¹⁷.

La metodología consistió en un análisis multicriterio de tipo discreto y de priorización que incluyó un procedimiento cuantitativo de evaluación y clasificación simple con base en indicadores; de igual modo se recurrió a un modelo de puntuación empleando ponderaciones. A partir de este procedimiento se determinó un puntaje único por Unidad Social Residente a través de una función de agregación de dichos puntajes.

Para efectuar el proceso de calificación de los componentes a involucrar en el análisis y evaluación del nivel de vulnerabilidad de cada una de las familias a reasentar se definieron 33 indicadores básicos que expresan las condiciones de vulnerabilidad o de desventaja individual, económica, social, sociopolítica y cultural más evidentes de las familias del área de influencia puntual del proyecto.

Durante el proceso de jerarquización u ordenamiento de los componentes se otorgó mayor importancia o valor a las situaciones en las cuales los jefes de familia se constituyen en sujetos con impedimentos reales para tomar decisiones de manera libre, efectiva y ventajosa de acuerdo con sus intereses personales, familiares y comunitarios. Las situaciones más evidentes, que actúan como limitantes de los jefes de familia para actuar en igualdad de condiciones con respecto a otros sujetos o agentes, son las relacionadas con las situaciones de discapacidad, física y/o mental, las situaciones de edad avanzada del cabeza de familia (edad mayor a 64 años) las situaciones de

¹⁶ Metodología concebida y diseñada por Ingetec para el caso específico del Proyecto de explotación subterránea de minerales auroargentíferos Soto Norte – MINESA

¹⁷Ver Thomas L. Saaty, The Analytic Hierarchy Process, 1980 y Toskano Hurtado, Gérard Bruno. “El Proceso de análisis jerárquico (AHP) como herramienta para la toma de decisiones”. Universidad Nacional Mayor de San Marcos. Facultad de Ciencias Matemáticas. EAP. Investigación Operativa, 2005. Lima, 2005.

analfabetismo o la sobre carga de responsabilidades en la manutención de la familia (número de personas que dependen económicamente del jefe y los casos de familias monoparentales o incompletas).

Los indicadores definidos para evaluar las condiciones de vulnerabilidad de los hogares a reasentar y el resultado de la jerarquización de los componentes de acuerdo con el panel de expertos y la Escala de Saaty se presentan en la Tabla 4.49.

Tabla 4.49 Jerarquización de Componentes y los Indicadores de acuerdo con el Grado de Importancia para la Evaluación de la Vulnerabilidad.

Ítem	Componentes	Indicadores de vulnerabilidad asociados	Grado de importancia
1	Individuales	Edad Avanzada	9
		Enfermedad terminal del Jefe de Hogar	
		Enfermedad terminal de uno de los miembros del hogar distinto del Jefe	
		Discapacidad física o mental	
		Analfabetismo del Jefe de Hogar	
		Dependencia de un único oficio o actividad económica	
2	Económicos	Desempleo, subempleo o empleo precario	7
		Sin acceso a la propiedad de la tierra	
		Tamaño de finca menor a una UAF	
		Carencia de infraestructura productiva, maquinaria o equipos	
		Alta Dependencia de los recursos naturales	
		Dependencia de una actividad económica riesgosa	
		Bajos ingresos	
		Alto número de personas a cargo	
		Posesión mínima o precaria de activos	
3	Sociopolíticos	Condición de desplazamiento forzado	6
		Desvinculación a organizaciones sociales y/o comunitarias	
4	Sociales	Sin vivienda propia o con vivienda precaria	5
		Vivienda con servicios sanitarios inadecuados	
		Vivienda sin Energía Eléctrica.	
		Combustible para cocinar contaminante	
		Hacinamiento crítico	
		Familia monoparental	
		Jefatura femenina de hogar	
		Mortalidad infantil	
		Sin afiliación apensiones	
		Sin afiliación al Sistema de Salud	
		Inasistencia escolar	

Ítem	Componentes	Indicadores de vulnerabilidad asociados	Grado de importancia
		Sin años de escolaridad completos	
5	Culturales	Alto Arraigo	5
		Origen local	
		Baja movilidad	
		Residente permanente	
		Pertenencia a un Grupo étnico	

Fuente: Producción propia, INGETEC 2017.

La suma total de todos los puntajes obtenidos se constituyó, así, en el puntaje ponderado final a asignar a cada una de las Unidades Sociales Residentes afectadas por desplazamiento involuntario de población, lo cual permitió agrupar y clasificar la población en distintos niveles de vulnerabilidad.

Para la clasificación de las Unidades Sociales Residentes, de acuerdo con el puntaje ponderado obtenido, se establecieron los intervalos y los conceptos escalares correspondientes, a partir de los cuales se determinó un umbral de vulnerabilidad con un límite inferior de partida del 11% del total de los puntos obtenibles (es decir más de 10 puntos ponderados del total de los 100 puntos ponderados posibles). La clasificación de niveles de Vulnerabilidad de las USR de nivel uno (menor nivel de vulnerabilidad) a Nivel 5 (mayor vulnerabilidad) definieron la prioridad a tener en cuenta en la verificación de las condiciones y la prioridad en la toma de decisión es en cuanto la modalidad o la forma de inclusión final de la USR en el Programa de Restablecimiento Integral de las Condiciones de Vida. La escala para la toma de decisión es referida estableció un gradiente de mayor prioridad a menor prioridad teniendo en cuenta que la mayor prioridad es la Prioridad 1 y la menor prioridad la Prioridad 5.

Los resultados obtenidos para cada una de las Unidades Sociales Residentes, de acuerdo con la medición de los indicadores de vulnerabilidad, a partir de la información censal, permiten establecer (con base en la metodología aplicada), que 42 casos de las Unidades Sociales Residentes con información censal (de 44 casos) presentan algún grado de vulnerabilidad ponderado. Dos casos (5%) presentan el nivel 5, considerado el nivel máximo de vulnerabilidad, 16 casos (36%) el nivel 4; 13 casos (el 30 %) el Nivel 3, ocho casos (18 %) el nivel 2 y tres casos (7%) el nivel 1. Dos casos (el 5%) están por debajo del umbral de vulnerabilidad y por lo tanto se consideran NO Vulnerables.

Los resultados de los niveles de vulnerabilidad, de acuerdo con la suma ponderada de indicadores, aplicada caso a caso a las Unidades Sociales Residentes a trasladar por el proyecto se presenta en la Tabla 4.50.

Tabla 4.50 Unidades Sociales Residentes por Nivel de Vulnerabilidad.

Vulnerable	Puntaje	Conceptos Escalares	Número de USR	Porcentaje de casos	Prioridad en la verificación de las condiciones e inclusión final en el Programa de Restablecimiento Integral de las Condiciones de Vida
	Mayor o igual a 35,01 Puntos	Nivel 5 de vulnerabilidad	2	5%	Prioridad 1a
	25,01 - 35 Puntos	Nivel 4 de vulnerabilidad	16	36%	Prioridad 1
	20,01 - 25 Puntos	Nivel 3 de vulnerabilidad	13	30%	Prioridad 2
	15,01 -20 Puntos	Nivel 2 de vulnerabilidad	8	18%	Prioridad 3
	10,01 - 15 Puntos	Nivel 1 de vulnerabilidad	3	7%	Prioridad 4
UMBRAL DE VULNERABILIDAD					
No vulnerable	0-10 Puntos	No vulnerable	2	5%	Prioridad 5
Sin información			6		
Total			50		

Fuente: Censo socioeconómico de población Proyecto Explotación Subterránea de Minerales Auroargentíferos “Soto Norte”, marzo de 2017.

4.4 SERVICIOS ECOSISTÉMICOS – SSEE

Para la definición de los ecosistemas presentes en el área influencia biótica se tuvo en cuenta el mapa y la metodología planteada en Ecosistemas Continentales, Costeros y Marinos de Colombia (IDEAM et al. 2007). Posteriormente, dicha información se cruzó con el mapa de cobertura de la tierra (Nivel 5), elaborado a través de la interpretación visual de una ortofoto (fotomosaico 2016), para determinar los ecosistemas por cada bioma. Una vez se contó con esta información, se realizó una revisión bibliográfica detallada para identificar cuales SSEE potencialmente se pueden presentar en el área de estudio y, del mismo modo, asociar cada SSEE con las coberturas de la tierra que potencialmente pueden proveerlos.

Los SSEE identificados se asocian con las coberturas encontradas en el área de estudio se muestra en la Tabla 4.51 Relación de los SSEE con las coberturas identificadas

Tabla 4.51 Relación de los SSEE con las coberturas identificadas

SSEE	Descripción	Cobertura
Cultivos agrícolas	Productos agrícolas cultivados para consumo humano o animal.	Cultivos anuales o transitorios del orobioma subandino altoandino, Áreas agrícolas heterogéneas del orobioma andino altoandino y subandino altoandino, Cultivos anuales o transitorios del orobioma subandino altoandino.

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL -EIA- PROYECTO DE EXPLOTACIÓN SUBTERRÁNEA DE
MINERALES AUROARGENTÍFEROS “SOTO NORTE”

SSEE	Descripción	Cobertura
Ganadería multipropósito	Animales criados para autoconsumo o con fines comerciales.	Herbazales del orobioma andino altoandino, pastos del orobioma andino altoandino y subandino altoandino.
Pesca	Pesca de individuos en estado salvaje.	Ríos
Acuicultura	Peces, animales y plantas cultivados en encerramientos artificiales.	Cultivos anuales o transitorios del orobioma subandino altoandino.
Caza y colecta	Animales y plantas capturados/colectados del medio natural.	Bosques naturales del orobioma andino altoandino.
Madera y otras fibras vegetales (biomasa)	Madera y otras fibras vegetales colectados en el medio natural.	Bosques naturales del orobioma andino altoandino, vegetación secundaria del orobioma subandino altoandino.
Fibras y resinas	Fibras y resinas colectadas del medio natural. No contiene madera.	Bosques naturales del orobioma andino altoandino, Vegetación secundaria del orobioma andino altoandino y subandino altoandino.
Pieles procesadas	Piel procesada de ganado o reptiles, entre otros.	Bosques naturales del orobioma andino altoandino, vegetación secundaria del orobioma andino altoandino y subandino altoandino.
Agua	Cuencas hídricas y acuíferos subterráneos, entre otros.	Ríos
Minerales	Oro, plata, níquel, entre otros.	Potencialmente todos
Regulación del clima global	Influencia que un ecosistema tiene sobre el clima global y las concentraciones de GEI en la atmósfera.	Bosques naturales del orobioma andino altoandino, Vegetación secundaria del orobioma andino altoandino y subandino altoandino.
Control de la erosión	Papel de los ecosistemas en retener los depósitos de suelo y arena.	Potencialmente todos
Mitigación de riesgos naturales	Capacidad de los ecosistemas de mitigar el riesgo frente a desastres naturales como inundaciones y derrumbes, entre otros.	Bosques naturales del orobioma andino altoandino, vegetación secundaria del orobioma andino altoandino y subandino altoandino.
Recreación y ecoturismo	Valor de disfrute y recreación de los ecosistemas,	Potencialmente todos
Valor ético y espiritual (sagrados)	Valor espiritual, religioso, estético, intrínseco de existencia, y otros asociados.	Potencialmente todos

Fuente: INGETEC, 2019.

Teniendo en cuenta que durante los talleres en campo con las comunidades, no solo se identificaron los SSEE percibidos, sino que a su vez se definieron las áreas que cada comunidad

identifica como su territorio, este estudio usa estas áreas reconocidas por la comunidad (unidades socio-ecológicas) como el área de estudio para los SSEE.

En general, el proceso de análisis arrojó que para la comunidad, con respecto a el servicio ecosistémico de aprovisionamiento agua, tiene una amplia importancia que realizaron los talleres en las distintas veredas y cabeceras municipales, ya que se utiliza no solo para consumo humano, si no para consumo doméstico, y en algunos casos riego de cultivos, por lo cual este es un servicio con alta dependencia de la comunidad. Se determinó que este se obtiene principalmente de las quebradas que se encuentran en la región, y en otros casos de nacimientos propios ubicados en previos respectivos. La tendencia del recurso hacia el futuro para la mayoría de los habitantes que participaron en los talleres es que puede empeorar si no se toman medidas como reforestación, y por la acción del cambio climático.

Por otra parte los recursos arena y roca, asociados a fuentes de materiales, presentan una dependencia baja de las comunidades debido a su poca utilización y de hecho identificación, pues solo la cabecera municipal de Surata dijo ser usuaria de este servicio obtenido del río Surata, observando además por parte de esa comunidad, una tendencia a empeorar por disminución del caudal del río.

En cuanto al recurso madera, también se encontró una baja dependencia hacia este bien de abastecimiento por parte de los habitantes de las veredas, cuya utilización se da más que todo en Nueva Vereda y Pánaga, asociadas al bosque de eucalipto y pino. La tendencia de este recurso hacia el futuro es que se mantendrá estable, pero ligado a una reforestación efectiva.

En cuanto al recurso pesca, se observa que esta no se da en las veredas, pero si se encuentran en algunas de ellas actividades de acuicultura, por cultivo de truchas, mojarra y cachama, con una dependencia entre media y baja, al no depender directamente su subsistencia de este producto, y un consumo de baja frecuencia. En algunos casos se observa una tendencia a mejorar, pues la comunidad cree que con promoción y apertura de nuevos mercados, los productos tendrían más salida y crecerían este tipo de negocios.

Los SSEE priorizados y la lista de SSEE identificados con oportunidades de mejora, se muestran a continuación en la Tabla 4.52.

Tabla 4.52 Lista de SSEE priorizados y con oportunidad de mejora

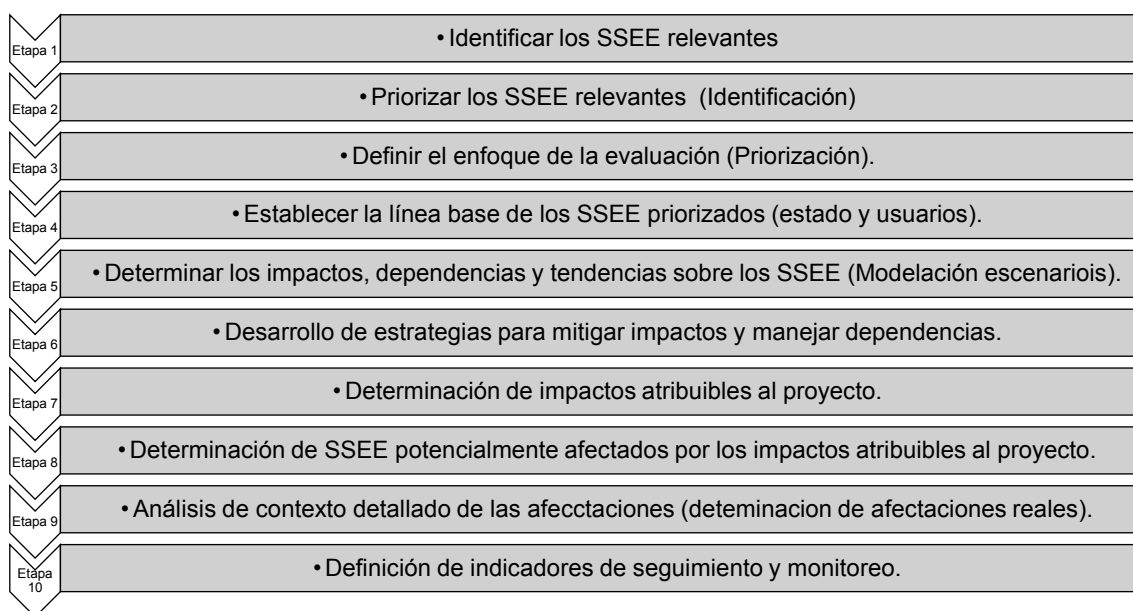
Tipo de Priorización	SSEE	Descripción
SSEE priorizado	Madera y otras fibras vegetales (biomasa)	Madera y otras fibras vegetales colectadas en el medio natural
SSEE priorizado	Agua	Cuencas hídricas y acuíferos subterráneos, entre otros.
SSEE priorizado	Minerales	Oro, plata, níquel, entre otros.
SSEE priorizado	Regulación del clima global	Influencia que un ecosistema tiene sobre el clima global y las concentraciones de GEI en la atmósfera
SSEE priorizado	Control de la erosión	Papel de los ecosistemas en retener los depósitos de suelo y arena.

Tipo de Priorización	SSEE	Descripción
SSEE priorizado	Purificación del agua y tratamiento de los residuos	Papel de los ecosistemas en purificar el agua y degradar los residuos.
SSEE priorizado	Valor ético y espiritual	Valor espiritual, religioso, estético, intrínseco de existencia, y otros asociados.
SSEE con oportunidad de mejora	Cultivos agrícolas	Productos agrícolas cultivados para consumo humano o animal
SSEE con oportunidad de mejora	Ganadería multipropósito	Animales criados para autoconsumo o con fines comerciales
SSEE con oportunidad de mejora	Mantenimiento de la calidad del aire	influencia que un ecosistema tiene sobre la calidad del aire que perciben las comunidades
SSEE con oportunidad de mejora	Regulación del clima global	influencia que un ecosistema tiene sobre el clima global y las concentraciones de GEI en la atmósfera
SSEE con oportunidad de mejora	Mitigación de las enfermedades	Influencia de los ecosistemas sobre posibles patógenos humanos.
SSEE con oportunidad de mejora	Mitigación de riesgos naturales	Capacidad de los ecosistemas de mitigar el riesgo frente a desastres naturales como inundaciones y derrumbes, entre otros.

Fuente: INGETEC, 2019.

Posteriormente se realizó una modelación de los SSEE priorizados, partiendo de las coberturas como unidad de análisis, analizando los flujos relativos de cada SSEE, para un escenario sin proyecto (escenario actual y escenario con proyecto). Los valores encontrados sugieren que solo los SSEE de agricultura y ganadería van a experimentar una reducción en los flujos de 15% y 13% respectivamente, tendiendo a su vez, un cambio negativo marginal menor al 1% para el SSEE de aire limpio. Los demás SSEE exhibieron aumentos en los flujos relativos de hasta 56%.

Finalmente, para terminar la dependencia de las comunidades y el proyecto sobre los SSEE por las comunidades y como el proyecto depende de los mismos, se implementó la revisión de servicios ecosistémicos para la evaluación de impacto desarrollada por el *World Resource Institute* – *WRI* (Hanson, Ranganathan, Iceland, & Finisdore, 2008; Landsberg et al., 2011) (Etapas 1-6). Posteriormente se determinó la relación entre los impactos identificados para la implementación del proyecto (Capítulos 8.1 y 8.2) y los SSEE priorizados, se realizó un análisis de contexto con los expertos de cada componente, para determinar de manera detallada los tipos de afectación a cada SSEE y se definieron indicadores de seguimiento para cuantificar cada una de estas afectaciones (Etapas 7-10). Dicha metodología comprende diez etapas principales para realizar la evaluación de impacto de la implementación del proyecto, las cuales se resumen a continuación:



Fuente: INGETEC, 2019.

Los resultados finales del análisis de SSEE para el proyecto SOTO NORTE, se resumen en la Tabla 4.53.

Tabla 4.53 Resumen de análisis de SSEE – Proyecto Soto Norte.

SSEE	Descripción	Valor relativo de flujo del SSEE - E1	Valor relativo de flujo del SSEE - E2	Tendencia futura de SSEE (cambio en el valor relativo de flujo con respecto al E1)	Número y tipo de usuarios *	Dependencia de la comunidad del SSEE	Dependencia del proyecto sobre el SSEE	Tendencia del SSEE	Impacto del proyecto sobre el SSEE
Aprovisionamiento	Cultivos agrícolas	9728	10174	446	5842	Alto	Bajo	Estable	Bajo
	Ganadería multipropósito	7706	6551	-1155	5842	Alto	Bajo	Estable	Bajo
	Pesca de individuos salvajes.	100	100	0	3	Bajo	Bajo	Estable	Medio

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL -EIA- PROYECTO DE EXPLOTACIÓN SUBTERRÁNEA DE
MINERALES AUROARGENTÍFEROS "SOTO NORTE"

SSEE		Descripción	Valor relativo de flujo del SSEE - E1	Valor relativo de flujo del SSEE - E2	Tendencia futura de SSEE (cambio en el valor relativo de flujo con respecto al E1)	Número y tipo de usuarios *	Dependencia de la comunidad del SSEE	Dependencia del proyecto sobre el SSEE	Tendencia del SSEE	Impacto del proyecto sobre el SSEE
	Acuicultura	Peces, animales y plantas cultivados en encerramientos artificiales.	100	100	0	5842	Bajo	Bajo	Decreciente	Bajo
	Caza y colecta (Carne y pieles)	Animales y plantas capturados/colectados del medio natural.	12950	13428	478	78	Medio	Bajo	Estable	Bajo
	Madera y otras fibras vegetales (biomasa)	Madera y otras fibras vegetales colectadas en el medio natural.	11167	11558	391	5842	Alto	Alto	Decreciente	Medio
	Fibras y resinas	Fibras y resinas colectadas del medio natural. No contiene madera.	11560	12100	540	78	Bajo	Bajo	Estable	Bajo
	Pieles procesadas	Piel procesada de ganado o reptiles, entre otros.	12950	13428	478	78	Bajo	Bajo	Estable	Bajo
	Agua	Cuencas hídricas y acuíferos subterráneos, entre otros.	9727	10174	447	5842	Alto	Alto	Decreciente	Alto
	Minerales	Oro, plata, níquel, entre otros.	1512	2351	839	5842*	Alto	Alto	Decreciente	Alto
Regulación	Mantenimiento de la calidad del aire	Influencia que un ecosistema tiene sobre la calidad del aire que perciben las comunidades.	16877	16705	-172	5842	Alto	Bajo	Estable	Bajo



**ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL -EIA- PROYECTO DE EXPLOTACIÓN SUBTERRÁNEA DE
MINERALES AUROARGENTÍFEROS "SOTO NORTE"**

SSEE		Descripción	Valor relativo de flujo del SSEE - E1	Valor relativo de flujo del SSEE - E2	Tendencia futura de SSEE (cambio en el valor relativo de flujo con respecto al E1)	Número y tipo de usuarios *	Dependencia de la comunidad del SSEE	Dependencia del proyecto sobre el SSEE	Tendencia del SSEE	Impacto del proyecto sobre el SSEE
Cultural	Regulación del clima global	Influencia que un ecosistema tiene sobre el clima global y las concentraciones de GEI en la atmósfera	537276,46	549805,7	12529,24	5842	Alto	Bajo	Estable	Bajo
	Control de la erosión	Papel de los ecosistemas en retener los depósitos de suelo y arena.	13740	14028	288	5842	Alto	Alto	Estable	Bajo
	Mitigación de riesgos naturales	Capacidad de los ecosistemas de mitigar el riesgo frente a desastres naturales como inundaciones y derrumbes, entre otros.	13740	14028	288	5842	Alto	Bajo	Estable	Bajo
	Recreación y ecoturismo	Valor de disfrute y recreación de los ecosistemas.	8601	9168	567	5842	Bajo	Bajo	Estable	Bajo
	Valor ético y espiritual	Valor espiritual, religioso, estético, intrínseco de existencia, y otros asociados.	8006	8573	567	5842	Alto	Bajo	Decreciente	Alto



5 DEMANDAS, USO, APROVECHAMIENTO Y/O AFECTACIÓN DE RECURSOS NATURALES

5.1 AGUAS SUPERFICIALES

El proyecto captará aguas superficiales para consumo humano del personal que laborara en los campamentos, esto se explica en los documentos de Soto Norte-PFS-Criterios de Diseño de ingeniería Civil, en su numeral 5.2, donde se plantea el uso de una fracción del agua de utilidad para realizar la potabilización y así ser usada en los campamentos.

Para el proyecto Soto Norte se requerirá captar un caudal de 27,5 l/s del río Suratá en las coordenadas descritas en la Tabla 5.1, el cual está en el predio El Molino, y del cual será usado en distintas actividades como son consumo humano en campamentos.

Adicionalmente el proyecto requerirá captar 2 l/s de la Quebrada San Juan con las coordenadas presentadas en la Tabla 5.1, el cual será usado también para consumo humano.

El proyecto captará 0,5 l/s de la Quebrada San Antonio con el fin de garantizar el flujo en época seca en la zona de El Pocito y específicamente lo relacionado con el Santuario de San Antonio (Santuario que hoy se provee de agua mediante una manguera que conduce agua de la parte más alta de la Quebrada San Antonio).

Finalmente el proyecto realizara la captación de 10 l/s de la Quebrada La Baja, para uso en preparación de concretos.

Los puntos de captación se presentan en la Tabla 5.1. La solicitud de esta captación se realiza mediante el “Formato Único Nacional para Permiso de Concesión de Aguas Superficiales”, el cual se encuentra en el Anexo 7.1.4 FUN.

Tabla 5.1 Ubicación Captación de Agua Superficial.

PUNTO DE CAPTACIÓN	ID	COORDENADAS		CAUDAL A CONCESIONAR (L/S)
		ESTE	NORTE	
Rio Suratá	Aguas 1	1121350,49	1307345,39	27,5
Quebrada San Juan	Aguas 2	1128686,59	1307595,23	2
Quebrada San Antonio	Aguas 3	1128015,92	1307281,99	0,5
Quebrada La Baja	Aguas 4	1129623,64	1307649,55	10

Fuente: Sociedad Minera de Santander, 2018

5.2 AGUAS SUBTERRÁNEAS

El Proyecto Soto Norte no realizará exploraciones de agua subterránea, y tampoco pozos para captación del recurso, sin embargo, en su operación el agua que por infiltración natural llegue a los túneles será recolectada mediante las obras de captación de aguas subterráneas que también son llamados sumideros, y para esto se prevé que cada nivel tendrá un cárcamo de 6,0 metros. Luego de ser captadas, una porción será bombeada hacia la quebrada La Baja o conducidas por los túneles para ser tratadas y descargadas en el río Suratá.

La otra porción, será bombeada y conducida mediante mangueras de Pead para ser usada como agua utilitaria (de aseo e higiene), apaga incendios, procesamiento mineral y otros propósitos similares, lo anterior se basa en el cumplimiento calidad del agua para cada uno de los usos. El agua de mina que sea drenada a través de los portales de “El Emboque” y “El Cuatro”, será utilizada en operaciones de perforación para voladura, mezcla de concretos y en la planta de retro-llenado”.

De acuerdo con lo anterior se realiza solicitud de captación de estas aguas en el “Formulario Único Nacional de Solicitud de Concesión de Aguas Subterráneas” que se encuentra en el Anexo 7.2.1 FUN (correspondiente al Capítulo 7. Demandas, Uso, Aprovechamiento y/o Afectación de recursos naturales).

Para la solicitud de captación de agua subterránea, en la Tabla 5.2 se presenta el punto geográfico, del sumidero principal donde se recogerán todas las aguas que han entrado en la mina por infiltración natural.

Tabla 5.2 Ubicación Geográfica de la Captación

COORDENADAS MAGNA SIRGAS ORIGEN BOGOTÁ		CAUDAL A CONCESIONAR (L/S)	TRATAMIENTO DEL AGUA
ESTE	NORTE		
1128704	1307261	294,4	Desarenación, neutralización de pH con cal, coagulación y carbón activado, sedimentación

Fuente: SOCIEDAD MINERA DE SANTANDER, 2019

El caudal máximo captado mediante lo descrito anteriormente será de 294,4 l/s en el punto máximo de construcción, del cual se tratarán 27,6 l/s y estos se verterán en el Río Surata, 1,4 l/s se emplearan en las actividades de desarrollo de la mina, finalmente 268,8 l/s serán enviados a tratamiento de neutralización y sedimentación para así ser vertidos en la Quebrada La Baja.

Para el punto máximo de operación, se captarán 145,3 l/s, del cual se empleará 3,9 l/s para desarrollo y producción de la mina, se enviarán 23,6 l/s hacia el sector Padilla para realizar el proceso de flotación; 65,1 l/s hacia El Emboque cuando sea necesario restituir el caudal ambiental a la Quebrada La Baja. El caudal restante equivalente a 134,8 l/s se dirigirá a la presa de almacenamiento para luego dar tratamiento y finalmente verter en el río Surata.

5.3 VERTIMIENTOS

En el proyecto Soto Norte se tendrán 6 puntos de vertimiento, tal como se muestra en la Tabla 5.3. En el Río Suratá se tendrán tres puntos de vertimiento: El vertimiento 1 de ARD [Aguas Residuales Domésticas] de los baños y el casino de los campamentos en Padilla, el vertimiento 2 con ARnD provenientes del influjo de túneles durante la fase de construcción y el vertimiento 3 de ARnD [Aguas Residuales no Domésticas] provenientes del Depósito de Relaves Secos (DRS) y durante la fase de operación, el influjo de los túneles y el agua de la mina subterránea.

En la Quebrada La Baja se tendrán tres puntos de vertimiento: El vertimiento 4 de ARnD provenientes de la infiltración de agua a la mina subterránea, el vertimiento 5 de ARnD corresponde a una medida de manejo cuyo objetivo es garantizar el caudal ambiental de la

quebrada La Baja, este igualmente consiste en aguas infiltradas a la mina y el vertimiento 6 de carácter de ARD que se originan en los hidro-sanitarios de la mina.

Todos los vertimientos presentados en el proyecto serán conducidos y tratados en sistemas de tratamiento adecuados a las características de cada residuo líquido (vertimientos) cumpliendo con la normatividad ambiental vigente, de conformidad a los tipos de mineral a explotar correspondiente a la Resolución 0631 de 2015 del MADS en el capítulo VI, artículo 10.

Tabla 5.3 Ubicación Vertimientos.

ID	Coordenadas Magna Sirgas Origen Bogotá		Cuerpo receptor
V1	1120981,82	1306358.57	Rio Suratá
V2	1120981,87	1306358.98	Rio Suratá
V3	1121405,89	1307448,67	Rio Suratá
V4	1129428,63	1307353,71	Quebrada La Baja
V5	1129977,75	1307930,86	Quebrada La Baja
V6	1129428,47	1307353,34	Quebrada La Baja

Fuente: Sociedad Minera de Santander, 2018

5.4 OCUPACIÓN DE CAUCES

El diseño del Proyecto Soto Norte contempla una infraestructura superficial que abarca vías internas (nuevas), obras civiles (oficinas, campamentos, plantas de tratamiento de aguas, bocatomas, cabezales de descarga, conducciones de ARD y ArnD, conducciones de agua potable), planta de beneficio y DRS, el cual describe la evaluación hidrológica e hidráulica realizada para el diseño de obras de arte en vías y obras civiles.

En este numeral se describirán los puntos donde se realizará la ocupación de cauce por las vías nuevas y otras obras civiles en el AI del proyecto, presentándose ubicación, descripción de la obra que ocupará el cauce con sus respectivos diseños, y demás información requerida.

La solicitud de ocupación se realiza para 63 puntos los cuales se presentan en la Tabla 5.4 mediante el Formulario Único Nacional de Solicitud de Ocupación de Cauces, Playas y Lechos, el cual se presenta en el Anexo 7.4.1 FUN (correspondiente al Capítulo 7. Demandas, Uso, Aprovechamiento y/o Afectación de recursos naturales).

Tabla 5.4 Puntos de Ocupación y Estructura de Ocupación.

PUNTO	ESTE	NORTE	NOMBRE DEL CUERPO DE AGUA	OBRA ASOCIADA A LA OCUPACIÓN	INFRAESTRUCTURA DEL PROYECTO ASOCIADA
1	1120364,025	1304735,546	Q.NN1	Alcantarilla 1.20 m	Vía principal de acceso
2	1121213,449	1305139,573	Río Vetas	Puente 1	Vía principal de acceso
3	1121221,441	1305469,018	Quebrada La Loma	Box 3 x 3 m	Vía principal de acceso
4	1121028,020	1305695,450	Q.NN18	Alcantarilla 1.20 m	Vía principal de acceso
5	1121486,540	1306220,768	Q.NN8	Alcantarilla 1.20 m	Vía principal de acceso

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL -EIA- PROYECTO DE EXPLOTACIÓN SUBTERRÁNEA DE
MINERALES AUROARGENTÍFEROS "SOTO NORTE"

PUNTO	ESTE	NORTE	NOMBRE DEL CUERPO DE AGUA	OBRA ASOCIADA A LA OCUPACIÓN	INFRAESTRUCTURA DEL PROYECTO ASOCIADA
6	1121682,559	1306438,719	Quebrada El Curo	Box 2 x 2 m	Vía principal de acceso
7	1121811,977	1306486,369	Quebrada El Curo	Box 2 x 2 m	Vía principal de acceso
8	1121607,922	1306627,729	Quebrada Bochalema	Alcantarilla 1.50 m	Acopio temporal de suelo y capa vegetal
9	1122037,926	1306145,789	Q.NN9	Alcantarilla 1.20 m	Vía principal de acceso
10	1122087,005	1305816,684	Quebrada La Loma	Alcantarilla 1.20 m	Sistema de drenaje (conducción agua potable)
11	1122396,642	1306929,973	Q.S.2	Box 3 x 3 m	Vía de transporte Planta - DRS
12	1121592,643	1307092,453	Alfuerite Q.S.2	Box 3 x 3 m	Sistema de drenaje (conducción agua potable)
13	1121899,983	1306874,103	Q.S.2	Box 2 x 2 m	Vía de servicio secundario
14	1121879,790	1306973,825	Afluente Q.S.2	Alcantarilla 1.50 m	Vía de servicio secundario
15	1121813,292	1307204,489	Alfuerite Q.S.2	Alcantarilla 1.50 m	Vía de servicio secundario
16	1122346,152	1306997,637	Afluente Q.S.2	Alcantarilla 1.20 m	Vía de transporte Planta - DRS
17	1122758,414	1306468,375	Quebrada Bochalema	Alcantarilla 1.50 m	Talud de la Terraza de operaciones
18	1122660,455	1306281,525	Q.NN2	Alcantarilla 1.20 m	Talud de la Terraza de Operaciones
19	1121966,448	1306526,522	Q.NN11	Alcantarilla 1.20 m	Vía principal de acceso
20	1122972,410	1306452,657	Quebrada Bochalema	Alcantarilla 1.20 m	Terraza de operaciones
21	1121682,837	1307507,394	Quebrada Caneyes	Box 3 x 3 m	Sistema de drenaje a la salida del Depósito de relaves secos - DRS Caneyes
22	1121641,455	1306330,933	Q.NN9	Box 2 x 2 m	Vía principal de acceso
23	1121858,737	1306204,420	Q.NN9	Alcantarilla 1.50 m	Vía principal de acceso
24	1128986,979	1307154,176	Q.NN10	Alcantarilla 1.20 m	Portal El Cuatro
25	1123438,183	1307103,011	Quebrada Caneyes	Alcantarilla 1.20 m	Sistema de drenaje al ingreso Depósito de relaves secos - DRS Caneyes
26	1129298,354	1307505,106	Q.NN6	Alcantarilla 1.20 m	Vía de servicio secundario
27	1129357,272	1307540,097	Q.NN4	Alcantarilla 1.20 m	Vía de servicio secundario
28	1129367,864	1307414,518	Q.NN6	Alcantarilla 1.20 m	Terraza de operación
29	1129363,842	1307532,311	Q.NN4	Alcantarilla 1.20 m	Vía de servicio secundario
30	1129432,500	1307668,454	Q.NN5	Alcantarilla 1.20 m	Vía de servicio secundario
31	1129560,368	1307584,527	Quebrada La Baja	Estación Limnimétrica	Portal El Cuatro
32	1129489,421	1307567,951	Q. NN5	Alcantarilla 1.20 m	Portal El Emboque
33	1129025,935	1307089,941	Q. NN10	Alcantarilla 1.20 m	Portal El Cuatro
34	1121575,552	1306037,642	Q.NN8	Alcantarilla 1.20 m	Acopio temporal de suelo y capa vegetal

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL -EIA- PROYECTO DE EXPLOTACIÓN SUBTERRÁNEA DE
MINERALES AUROARGENTÍFEROS "SOTO NORTE"

PUNTO	ESTE	NORTE	NOMBRE DEL CUERPO DE AGUA	OBRA ASOCIADA A LA OCUPACIÓN	INFRAESTRUCTURA DEL PROYECTO ASOCIADA
35	1122113,925	1306078,550	Q.NN9	Alcantarilla 1.20 m	Campamento de Construcción
36	1121874,942	1306705,035	Quebrada Bochalema	Box 3 x 3 m	Sistema de drenaje al ingreso Piscina de sedimentación
37	1121817,672	1306694,397	Quebrada Bochalema	Box 3 x 3 m	Sistema de drenaje a la salida Piscina de sedimentación
38	1123488,437	1307272,533	Q.NN3	Alcantarilla 1.20 m	Sistema de drenaje al ingreso Depósito de relaves secos - DRS Caneyes
39	1121350,491	1307345,387	Río Suratá	Bocatoma	Bocatoma
40	1128686,591	1307595,226	Quebrada San Juan	Bocatoma	Bocatoma
41	1128015,920	1307281,998	Quebrada San Antonio	Bocatoma	Bocatoma
42	1122140,475	1305589,972	Afluente Río Vetás	Alcantarilla 1.20 m	Vía principal de acceso
43	1122217,455	1305544,211	Afluente Río Vetás	Alcantarilla 1.20 m	Sistema de drenaje (campamento Padilla)
44	1121768,457	1307277,894	Q.S.1	Alcantarilla 1.20 m	Vía de servicio secundario
45	1121464,418	1307430,793	Quebrada Caneyes	Box 3 x 3 m	Vía de servicio secundario
46	1123274,441	1306247,926	Q.NN7	Alcantarilla 1.20 m	Pila de mena triturada y portal de tuneles gemelos
47	1122924,867	1305919,890	Q. Padilla	Alcantarilla 1.20 m	Sistema de drenaje (Planta de beneficio)
48	1122914,313	1305952,028	Q. Padilla	Alcantarilla 1.20 m	Planta de beneficio
49	1121646,454	1306963,320	Afluente Q. S.2	Alcantarilla 1.50 m	Vía principal de acceso
50	1121674,929	1306917,631	Afluente Q. S.2	Box 2 x 2 m	Vía principal de acceso
51	1121121,137	1306485,864	Quebrada El Curo	Box 2 x 2 m	Línea de conducción de vertimientos (V1)
52	1121244,253	1306599,204	Quebrada Bochalema	Box 3 x 3 m	Línea de conducción de vertimientos (V1)
53	1122057,282	1306499,987	Afluente Q. El Curo	Alcantarilla 1.20 m	Vía principal de acceso
54	1129622,594	1307648,254	Quebrada La Baja	Bocatoma	Portal El Emboque
55	1129647,123	1307706,426	Q.NN14	Alcantarilla 1.20 m	Línea de conducción de vertimientos (V5)
56	1129784,124	1307844,000	Quebrada Barrientos	Alcantarilla 1.20 m	Línea de conducción de vertimientos (V5)
57	1122458,861	1307668,566	Q.NN15	Alcantarilla 1.20 m	Sistema de drenaje al ingreso Depósito de relaves secos - DRS Caneyes
58*	1121851,092	1306696,402	Quebrada Bochalema	Area Piscina Sedimentación	Piscina de sedimentación Bochalema
59*	1122385,928	1307521,755	Quebrada Caneyes	Area Desposito de	Depósito de relaves secos

PUNTO	ESTE	NORTE	NOMBRE DEL CUERPO DE AGUA	OBRA ASOCIADA A LA OCUPACIÓN	INFRAESTRUCTURA DEL PROYECTO ASOCIADA
				relaves secos	- DRS Caneyes
V1-V2	1120981,817	1306358,572	Río Surata***	Cabezal descarga	Cabezal descarga vertimientos V1 y V2
V3	1121405,893	1307448,666	Río Surata	Cabezal descarga	Cabezal descarga vertimiento V3
V4-V6	1129428,630	1307353,713	Quebrada La Baja****	Cabezal descarga	Cabezal descarga vertimientos V4 Y V6
V5	1129977,754	1307930,861	Quebrada La Baja	Cabezal descarga	Cabezal descarga Vertimiento V5

Fuente: Sociedad Minera de Santander, 2018

5.5 APROVECHAMIENTO FORESTAL

La información recolectada para este documento fue primaria (tomada en campo) estas se adelantaron del 10 de febrero del 2017 al 21 de mayo del 2017 y en los meses de mayo, agosto, octubre y noviembre del 2018. La información recolectada se centra en la huella del proyecto que se localiza en los municipios de Surata y California (Ver Capítulo 7, numeral 7.5. Aprovechamiento Forestal), en este contexto se realizó la evaluación de cobertura de la tierra presente en esta zona, en el orobioma andino altoandino se analizaron 7 coberturas y 6 para el orobioma subandino altoandino en este último se realizó un muestreo al 100% en todas las coberturas de la huella del proyecto.

Para el cálculo del volumen se utilizó estadígrafos con el 95% de confiabilidad y 15% de error como la media del volumen por hectárea, este último para las coberturas de pastos enmalezados y plantación forestal por características diferenciadas en el orobioma andino altoandino, como también se aplicó para todas las coberturas del orobioma subandino altoandino.

Las coberturas vegetales objeto de aprovechamiento forestal para el orobioma andino altoandino representan 112,32 ha de la huella del proyecto y presentaron un volumen total aprovechable para el Bosque denso bajo de tierra firme de 78,67 m³/ha, 99,42 m³/ha para Vegetación secundaria alta, 22,97 m³/ha para Pastos arbolados, 243,33 m³/ha para Plantación forestal, 43,50 m³/ha para Pastos enmalezados y 4,88 m³/ha para Sistema cultural/natural. Para el orobioma subandino altoandino el volumen total para la cobertura de Vegetación secundaria alta fue de 37,48 m³/ha, 5,28 m³/ha para Pastos arbolados. 102,60 m³/ha para Plantación forestal, 5,77 m³/ha para Pastos enmalezados, 5,14 m³/ha para Pastos limpios y para Sistema cultural/natural 5,53 m³/ha.

El caso de la cobertura de pastos limpios es especial, ya que no presenta ningún registro fustal dentro de sus muestras para el orobioma andino altoandino, lo que indica un bajo volumen de aprovechamiento o que este es tan mínimo que puede incluirse dentro de los volúmenes máximos de las coberturas que presentan un porte arbóreo dominante.

El volumen total de madera en la huella del proyecto por hectárea es mayor en el orobioma andino altoandino (492,76 m³/ha) que en el subandino (161,79 m³/ha), con la plantación comercial y vegetación secundaria alta como las dos principales coberturas que mueven un mayor volumen en ambos orobiomas.

Las coberturas presentes en el orobioma andino altoandino presentan un valor de error menor al 15% con confiabilidad del 95%, siendo 9,5% para las coberturas incluidas dentro de los estadígrafos, esto indiciando una alta confiabilidad sobre los volúmenes obtenidos, en el caso del orobioma subandino altoandino, no se presentan un estadígrafo de error muestral, ya que por la toma de medidas árbol a árbol, no es posible ajustar un error estándar a un área de muestreo, debido a que se realizó el muestreo al 100% solo en predios con autorización obteniendo la mayor cantidad de información posible del área de estudio teniendo en cuenta las restricciones por permiso de ingreso a predios, para estas se obtuvo máximos y mínimos, como su error estándar fue comparado con las coberturas a las cuales se les pudo aplicar la totalidad de estadígrafos y con la cual se pudo concluir que eran representativas para el cálculo del volumen.

5.6 EMISIONES ATMOSFÉRICAS (AIRE Y RUIDO)

Para emisiones atmosféricas se realizó el modelo de calidad del aire como se resume en el numeral 4.1.8 del presente documento, en donde se describe de forma introductoria como se desarrolló esta modelación para el proyecto.

Paralelamente, se desarrolló la simulación (modelo) mediante el software de cálculo SOUNDPLAN de las emisiones de ruido con la finalidad de evaluar su impacto del proyecto sobre el área de influencia.

El capítulo 7, describe los resultados obtenidos en el modelo de emisión de ruido. Sin embargo, a grandes rasgos se obtuvo que en el escenario actual, el modelo de ruido generado por los aportes del tráfico vial colindante al emplazamiento del proyecto, indican que sobre las vías de acceso que comunican los centros poblados de los municipios de California y Suratá, se presentan niveles promedio en el rango de valores de 50 a 70dB(A), en distancias limitadas del orden máximo de 100m al lado y lado de la vía, durante el periodo de evaluación Diurno en días Hábiles de análisis (Lunes a Sábado). Las viviendas colindantes con los ejes viales de análisis, ubicadas en zonas rurales y distancias menores a 30m del eje vial, presentan incompatibilidad normativa con el máximo permisible de ruido de 55dB(A) para el Sector D. Zona Suburbana o Rural de tranquilidad y ruido moderado.

Las áreas del emplazamiento del proyecto, en el escenario de construcción para días hábiles de referencia en los periodos Diurno y Nocturno, presentan niveles de ruido superiores a 80 dB(A) en radios promedio menores a 100m, en áreas de ubicación de maquinaria en operación. En las zonas de construcción de la infraestructura del proyecto, ubicadas en el sector Padilla, se presentan niveles de ruido superiores a 50dB(A) en un radio total promedio de 1200 metros, para los horarios Diurno y Nocturno. La zona de acopios en Padilla y el Depósito de Relaves Secos (DRS), presentaran niveles superiores a 60dB(A) en radios promedio de 500m y 300m respectivamente, correlacionadas con las actividades de cargue, descargue y acopio de material, en los horarios de operación Diurno y Nocturno.

Los niveles obtenidos en las zonas límites del área de influencia del proyecto, bajo la operación de la maquinaria y fuentes de transporte para el escenario de construcción, presentan niveles inferiores a 45dB(A), que indican compatibilidad normativa con los usos de suelo colindantes de mayor restricción, correspondientes al Sector D. Zona Suburbana o Rural de Tranquilidad y Ruido Moderado, con un estándar máximo de ruido permisible de 45 dB(A) para el horario de operación Nocturno y con el Sector B. de Tranquilidad y Ruido Moderado para usos residenciales, con un estándar máximo permisible de 50 dB(A) para el horario Nocturno.

En la fase de operación, se observa que en las áreas de ubicación de las fuentes en el interior del emplazamiento proyectado de la mina, se presentan niveles de ruido superiores a 80 dB(A) en radios promedio de 100 metros. Las condiciones del terreno, permiten evidenciar que los aportes de ruido se concentran en los valles donde se ubican las máquinas de trabajo, en contraste con las zonas más altas del área de análisis, donde disminuyen los aportes de ruido. Teniendo en cuenta las medidas de control en fase de operación, se determina que los incrementos en los niveles sonoros obtenidos en la línea base respecto a los niveles sonoros obtenidos en el escenario de Operación sin medidas de control, presentan equivalencias que varían entre el 1 y 29% de incremento.

El capítulo 7, describe los resultados obtenidos en el modelo de emisión de ruido. PERMISO DE RECOLECCIÓN DE ESPECÍMENES DE ESPECIES SILVESTRES DE LA BIODIVERSIDAD

Con el propósito de adelantar investigaciones y muestreos relacionados con los planes de manejo ambiental y planes de seguimiento y monitoreo, MINESA solicita como parte de este Estudio de Impacto Ambiental el permiso de recolección de especímenes de especies silvestres de la biodiversidad junto con los formatos de solicitud correspondientes y la información soporte (la cual se encuentra en el Capítulo 7).

5.7 MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN

El proyecto Soto Norte consideró la opción de hacer el aprovechamiento de material pétreo o agregado grueso y que en adelante denominaremos grava. Esta provendrá directamente de las labores de exploración y explotación propias de la actividad minera, por tanto, no se hace necesaria intermediación de terceros para proveer este tipo de material de construcción de obras de infraestructura. Los frentes de trabajo que demandarán mayor consumo de materiales de construcción son en su orden:

- Planta de beneficio de minerales. Localizada en el sector Padilla. Requerirá materiales de construcción para: fundir la placa de sustento de la planta metalúrgica, así como las cimentaciones, los soportes de las estructuras metálicas, los elementos estructurales para diferentes edificaciones, cerramientos, y muros de contención de taludes y terrazas, y obras de arte para las vías internas entre las obras a ejecutar.
- Vías de acceso al proyecto: Iniciará en el sector de Pánaga con recorrido por las instalaciones del sector Padilla, la vía de transporte Planta – DRS, vías internas primarias planta y campamentos, vías de servicio secundario, la cuales demandarán materiales de construcción con recebo compactado para este tipo de vías. El recebo o afirmado, es una mezcla de materiales granulares que una vez compactado sirve como base granular que, dependiendo de los requerimientos de obra, se usa para la construcción de vías. Es 100% producto de una trituración primaria y secundaria del estéril proveniente de la mina, donde, las características principales para el uso en vías es que 95% de sus tamaños debe ser menor a 1 ½", con un índice de plasticidad inferior al 3% y un desgaste inferior al 45%.
- Emboque: Localizado en el sector La Baja, requerirá materiales de construcción para cimentaciones, construcciones y bases para el anclaje de equipos de alto peso, así como la construcción de la planta para la producción de pasta para retrollenado.
- El Cuatro: De la misma manera, el cuatro es un acceso al depósito mineral que requerirá de una infraestructura propia de estas obras, más la construcción del patio de maniobras y obras accesorias.
- Mantenimiento de vías: En general, se usará material triturado de material estéril que saldrá de los túneles gemelos en el mantenimiento de las vías propias del proyecto para el mantenimiento de las vías del proyecto.

MINESA hará uso de los equipos de cargue, transporte y reducción de tamaños propios de la operación minera, para llevar al material estéril al tamaño de partícula requerido para cada tipo de agregado. Posteriormente a la construcción de la infraestructura del proyecto minero, se llevará a cabo un programa para el mantenimiento de vías, para lo cual se aprovechará dicho material estéril proveniente de las labores de desarrollo y continuidad de la rampa dentro de la mina.

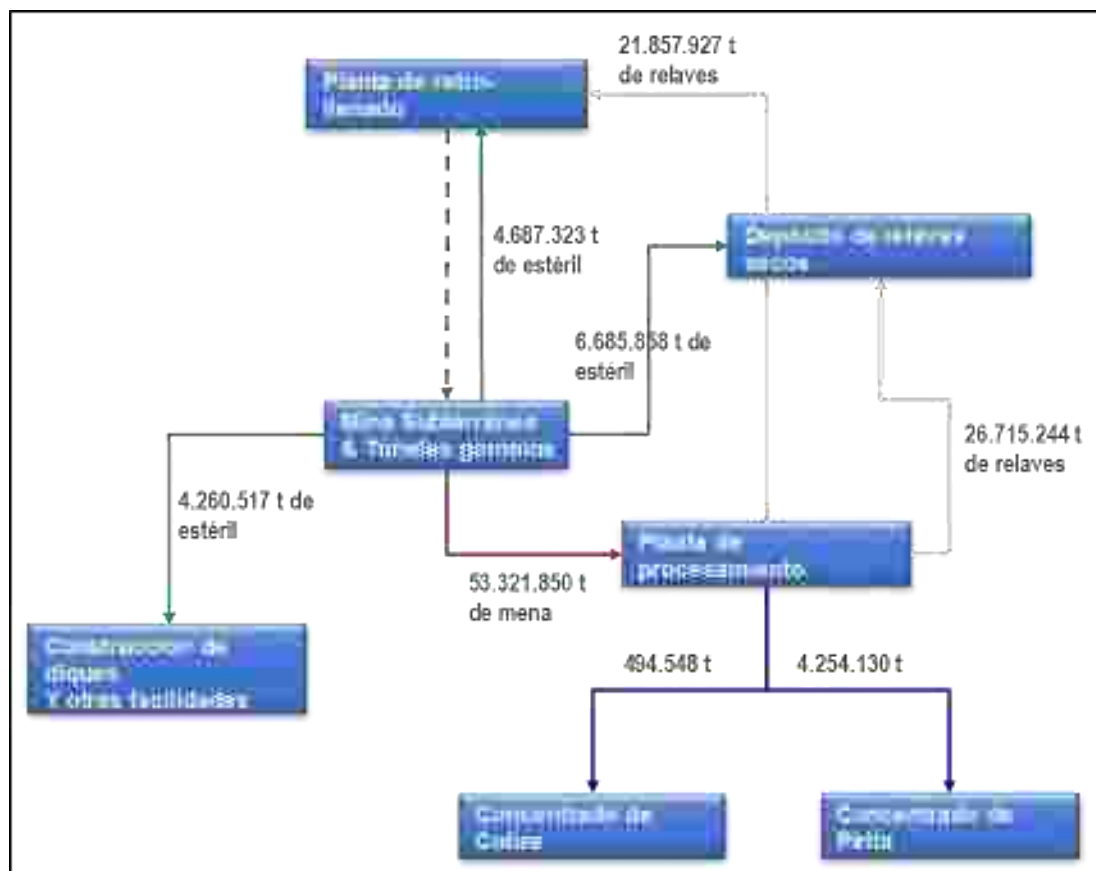


Figura 5.1 balance general de masas
Fuente: Sociedad Minera de Santander, 2018

Aunque MINESA S.A cuenta con el volumen de material estéril aprovechable (véase Figura 5.1) necesario, producto del ejercicio minero como se ha expresado en los párrafos anteriores para suplir los requerimientos de materia prima para concretos y recibos para la construcción de su propia infraestructura, se debe contar con el soporte de empresas calificadas para suministrar el material en caso que por cualquier eventualidad hallase que recurrir a este medio. Los materiales pétreos que tuviesen que ser suministrados por un proveedor ajeno a MINESA S.A., deberá contar con la Certificación de origen o RUCOM y el certificado de Registro Minero expedidos por la Agencia Nacional Minera (ANM), como también la licencia ambiental para extracción de agregados debidamente actualizado y autorizado por la CAR que en este caso sería la CDMB. Todos los documentos deben encontrarse con vigencia al día y durante el período de los trabajos deberá ir prorrogando antes de la fecha de vencimiento. En la Tabla 5.5 se presentan los materiales requeridos por el proyecto.

Tabla 5.5 Total Materiales de Construcción a Utilizar en el Proyecto Soto Norte

Construcciones y actividades	Totales					
	Grava m ³	Arena m ³	Agua m ³	Hierro t	Cemento t	Geotextil m ²
Oficinas y servicios padilla	4.225	2.677	393	387	1.690	0
Edificio de administración	359	239	35	35	151	0
Área de control de incendios, primeros auxilios y enfermería	254	168	26	24	106	0
Helipuerto	306	72	10	10	46	0
Instalaciones de residuos sólidos de padilla	342	228	34	34	144	0
Planta de tratamiento de agua potable	84	56	8	8	36	0
Cocina y comedores	32	22	3	3	14	0
Parqueaderos	560	372	54	54	234	0
Campamentos	1.047	696	102	100	439	0
Sala de logueo	144	95	14	14	60	0
Zonas de esparcimiento	579	385	56	55	243	0
Subestación eléctrica	17	11	2	2	7	0
Bascula/caseta de vigilancia	501	333	49	48	210	0
Planta de tratamiento de mineral	11.805	6.930	1.012,5	1.000,5	4.370	0
Laboratorio	85	56	8	8	36	0
Área de containers	822	548	80	80	346	0
Planta de beneficio	2.816	1.872	274	270	1.180	0
Almacén de reactivos	200	133	19	19	84	0
Taller de mantenimiento	1.196	795	116	115	501	0
Separador de colas	534	355	52	51	224	0
Planta de tratamiento de agua cruda	4.752	3.160	462	456	1.992	0
Área de trituradora	1.400	11	1,5	1,5	7	0
Infraestructura en el emboque	779	56	8	8	35	0
Infraestructura en el cuatro	518	129	19	19	82	0
Banda transportadora	258	172	26	26	108	0
Portal padilla	1.795	262	38	38	165	
Vías de acceso	45.128	984	144	142	622	0
Mantenimiento de vías	160.050	0	0	0	0	0
Tritadora subterránea	20	13	2	2	8	
Desarrollo de mina	259.513	172.493	24.865	6218	136.749	0
Retrollenado	21'857.928	0	1'092.893	0	1'967.213	0
TOTALES	22.213.098	184.554	1.119.842	8.276	2.110.786	143.020

MINESA S.A ha identificado como proveedores de estos materiales las siguientes empresas de la zona:

- 1) INGESAN (Ingeniería y Minería de Santander S.A.), con identificación tributaria (NIT): 900202967-9 quienes tienen como ejercicio profesional la exploración, la explotación, transformación, beneficio y comercialización de toda toda clase minerales con énfasis en las rocas y materiales pétreos, arenas, bases y sub-bases, como materias primas en la fabricación de elementos de concreto, morteros, pavimentos y prefabricados. Cuenta esta empresa con la comercialización de materiales de construcción mediante licencia No. ACB-112 a nombre del señor Jairo Corzo García, ubicado en los municipios de Matanza y Charta (departamento de Santander), con una extensión superficial de 87 hectáreas y 8.023 metros cuadrados distribuidos en una zona, localizada en la Plancha I.G.A.C. del P.A.: 109-IV-B. Punto Arcifinio: Confluencia del río Charta en el río Suratá, con coordenadas X: 1.297.87,82 y Y: 1.115.828,23. La licencia ambiental fue otorgada para la explotación de un yacimiento de materiales de construcción otorgado por la CDMB mediante resolución 01131 de 6 de noviembre de 2007.

- 2) Construcciones Amaya cuyo representante es el señor Jairo Jewel Amaya Laporte identificado con c.c. 91.205.007 de Bucaramanga posee licencia ambiental dada por la resolución 000789 del 30 de junio de 2010 otorgada por la CDMB en el área del título minero No. 0229-68 de Minercol, hoy ANM (Agencia Nacional Minera). También posee licencia ambiental otorgada por la CDMB mediante resolución 000484 del 17 de abril de 2012 para la ejecución del proyecto de explotación de minerales de construcción consistentes en arenas y gravas mediante el empleo de maquinaria pesada en un área de 3977.91 metros cuadrados dentro del polígono de concesión minera IIE-15491 con una duración igual al tiempo del contrato de concesión minera, en jurisdicción del municipio de Bucaramanga.

6 ZONIFICACIÓN AMBIENTAL

La zonificación ambiental comprende el estudio de la sensibilidad ambiental de los tres (3) medios y sus componentes (abiótico, biótico y socioeconómico) en el escenario sin proyecto, en el área identificada como influencia del proyecto Soto Norte. Las unidades de zonificación acogidas para la elaboración del EIA corresponden a las determinadas por la Autoridad Ambiental en los Términos de Referencia y corresponden a: áreas de exclusión minera, áreas de importancia ecológica, instrumentos de ordenamiento y planificación, áreas de recuperación ambiental, áreas de riesgo natural, áreas de inversión estatal para conservación y/o protección de microcuencas, áreas de producción económica y áreas de importancia social.

Para el caso del Proyecto Soto Norte no se identificaron áreas de exclusión minera, de instrumentos de ordenamiento y planificación que pudiesen verse modificadas, áreas de inversión estatal para conservación y/o protección de microcuencas, excluyendo los predios del Acueducto Metropolitano de Bucaramanga - AMB. El resto de unidades de zonificación fueron incorporadas como elementos de análisis a las particularidades del territorio identificado como área de influencia. Las categorías de sensibilidad consideradas correspondieron a: (i) área ambientalmente frágil (ii) área ambientalmente sensible (iii) área con potencialidad.

Los pasos que se llevaron a cabo para obtener el mapa final de zonificación ambiental consistieron en: (i) agrupación de atributos (mapas temáticos) para cada uno de los medios identificando de manera particular los elementos de análisis determinantes para cada uno de ellos (en lo abiótico, biótico y socio económico), (ii) conformación de las unidades de zonificación, a partir de la superposición utilizando el sistema de información geográfica SIG ArcGis, resultado de este cruce fue la generación de siete productos (iii) obtención de tres mapas uno por cada medio (iv) obtención del mapa final de zonificación ambiental con el uso del SIG, el cual integra los niveles de sensibilidad de cada medio y permite visualizar espacialmente la sensibilidad del territorio en el área de influencia del proyecto Soto Norte.

La mayor proporción del área de influencia se encuentra representada en potencial bajo, seguida de áreas de sensibilidad baja, como se presenta en la Tabla 6.1.

Tabla 6.1 Sensibilidades obtenidas en el mapa de Zonificación Ambiental del proyecto Soto Norte.

Sensibilidad	Área (ha)	% del Área
Potencial Alto	246,27	12,45
Potencial Medio	896,20	45,30
Potencial Bajo	595,28	30,09
Sensibilidad baja	196,46	9,93
Sensibilidad Media	38,78	1,96
Sensibilidad Alta	4,47	0,23
Fragilidad	0,68	0,03
Total	1978,15	100,00

Fuente: INGETEC, 2019

7 EVALUACIÓN AMBIENTAL

De los 32 impactos identificados en el escenario con proyecto, tres no se califican como impactos en el escenario sin proyecto, Variación en el nivel de vibraciones, Cambios en las dinámicas de las actividades turísticas y Afectación a la producción agropecuaria tradicional.

Para el escenario sin proyecto, se presentan a continuación los impactos positivos.

Impacto Sin Proyecto	Calificación
Generación de Empleo	Impacto Muy Significativo
Aumento en la demanda y oferta de bienes y servicios	Impacto Moderadamente Significativo
Cambios en las dinámicas organizativas comunitarias	Impacto Moderadamente Significativo

Fuente: INGETEC, 2019

En cuanto a los impactos de carácter negativo, a continuación, se presenta su jerarquización:

Impacto Sin Proyecto	Calificación
Cambio en las dinámicas de la minería local	Impacto Significativo
Pérdida de cobertura vegetal y hábitats terrestres	Impacto Significativo
Alteración de flora endémica y con estatus especial de conservación	Impacto Significativo
Alteración de las propiedades fisicoquímicas y biológicas del suelo	Impacto Significativo
Alteración de la fauna Silvestre endémica y con estatus especial de conservación	Impacto Significativo
Reconfiguración del relacionamiento con el territorio	Impacto Significativo
Alteración de la Fauna Silvestre	Impacto Significativo
Alteración de las comunidades hidrobiológicas	Impacto Significativo
Cambios en el uso del suelo	Impacto Significativo
Cambios en la fragmentación y alteración en la conectividad de ecosistemas	Impacto Significativo
Traslado involuntario de las unidades sociales	Impacto Significativo
Generación de expectativas y potenciación de conflictos	Impacto Moderadamente Significativo
Alteración de la calidad visual del paisaje	Impacto Moderadamente Significativo
Cambio en la calidad fisicoquímica y bacteriológica del agua superficial	Impacto Moderadamente Significativo
Cambios en la dinámica poblacional y en la demanda de servicios públicos y sociales	Impacto Moderadamente Significativo
Cambios en la gestión institucional y capacidad financiera	Impacto Moderadamente Significativo
Afectación a la infraestructura de uso comunitario	Impacto Moderadamente Significativo
Cambios en los niveles de presión sonora	Impacto Moderadamente Significativo
Cambios en las dinámicas funcionales y conectividad de las unidades territoriales veredales por su fraccionamiento y traslado de población e	Impacto Moderadamente Significativo

Impacto Sin Proyecto	Calificación
infraestructura social	
Cambio en la disponibilidad del recurso hídrico superficial (caudal de pérdida) y subterráneo por el abatimiento de los niveles	Impacto Moderadamente Significativo
Afectación a la movilidad local	Impacto Moderadamente Significativo
Alteración en el régimen de flujo del agua superficial	Impacto Moderadamente Significativo
Afectación al sitio de interés cultural Santuario de San Antonio	Impacto Moderadamente Significativo
Cambio en la disponibilidad del recurso hídrico subterráneo	Impacto Moderadamente Significativo
Cambio en la Calidad del Aire	Impacto Moderadamente Significativo
Abatimiento del nivel freático	Impacto Moderadamente Significativo

Fuente: INGETEC, 2019

Cuatro de los impactos se identificaron como indirectos, Alteración de las comunidades hidrobiológicas, Cambios en la dinámica poblacional y en la demanda de servicios públicos y sociales, Cambios en las dinámicas funcionales y conectividad de las unidades territoriales veredales, Afectación al sitio de interés cultural Santuario de San Antonio.

En 19 impactos la tendencia es a mantenerse mientras que, en 10 impactos, es probable que se presente un aumento o incremento. No se presentan impactos con tendencia a disminución.

En cuanto a la condición acumulativa esta se presenta en 24 casos, mientras que en 5 no existe, específicamente en los impactos relacionados con abatimiento del nivel freático, cambio en la disponibilidad del recurso hídrico subterráneo, en la afectación al sitio de interés cultural Santuario de San Antonio, cambios en los niveles de presión sonora y cambio en la calidad de aire.

En conclusión, en el escenario sin proyecto y ante la presencia de empresas dedicadas a actividades de exploración se han generado actividades que han dinamizado la zona específicamente en los temas de empleo y de generación de bienes y servicios. También han dinamizado las organizaciones comunitarias que se han fortalecido para mejorar sus capacidades de interlocución y negociación con los terceros que han ingresado al territorio. Las actividades de exploración y las actividades de minería han incidido en las dinámicas territoriales y la intervención al entorno. Estas determinan el escenario sin proyecto.

En cuanto a la condición con proyecto se evalúan 32 impactos; 26 se consideran de carácter negativo.

Impacto Con Proyecto	Calificación
Traslado involuntario de las unidades sociales	Impacto Muy Significativo
Cambios en la fragmentación y alteración en la conectividad de ecosistemas	Impacto Significativo
Cambios en la dinámica poblacional y en la demanda de servicios públicos y sociales	Impacto Significativo
Alteración de la calidad visual del paisaje	Impacto Significativo
Reconfiguración del relacionamiento con el territorio	Impacto Significativo

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL -EIA- PROYECTO DE EXPLOTACIÓN SUBTERRÁNEA DE
MINERALES AUROARGENTÍFEROS “SOTO NORTE”

Impacto Con Proyecto	Calificación
Afectación a la movilidad local	Impacto Significativo
Alteración de las comunidades hidrobiológicas	Impacto Significativo
Cambio en la disponibilidad del recurso hídrico superficial (caudal de pérdida) y subterráneo por el abatimiento de los niveles	Impacto Moderadamente Significativo
Generación de expectativas y potenciación de conflictos	Impacto Moderadamente Significativo
Cambio en la calidad fisicoquímica y bacteriológica del agua superficial	Impacto Moderadamente Significativo
Pérdida de cobertura vegetal y hábitats terrestres	Impacto Moderadamente Significativo
Alteración de las propiedades fisicoquímicas y biológicas del suelo	Impacto Moderadamente Significativo
Cambio en el uso del suelo	Impacto Moderadamente Significativo
Alteración de flora endémica y con estatus especial de conservación	Impacto Moderadamente Significativo
Alteración en el régimen de flujo del agua superficial	Impacto Moderadamente Significativo
Alteración de la fauna silvestre endémica y con estatus especial de conservación	Impacto Moderadamente Significativo
Alteración de la Fauna silvestre	Impacto Moderadamente Significativo
Cambio en la disponibilidad del recurso hídrico subterráneo	Impacto Moderadamente Significativo
Abatimiento del nivel freático	Impacto Moderadamente Significativo
Cambio en la Calidad del Aire	Impacto Moderadamente Significativo
Cambios en los niveles de presión sonora	Impacto Moderadamente Significativo
Afectación al sitio de interés cultural Santuario de San Antonio	Impacto Moderadamente Significativo
Cambios en las dinámicas funcionales y conectividad de las unidades territoriales veredales por su fraccionamiento y traslado de población e infraestructura social	Impacto Moderadamente Significativo
Afectación a la infraestructura de uso comunitario	Impacto Moderadamente Significativo
Variación en el nivel de vibraciones	Impacto Moderadamente Significativo
Afectación a la producción agropecuaria tradicional	Impacto Moderadamente Significativo

Fuente: INGETEC, 2019

Por otra parte, los impactos en el escenario con proyecto y con carácter positivo corresponden a seis, los cuales se presentan a continuación:

Impacto Con Proyecto	Calificación
Cambios en la gestión institucional y capacidad financiera	Impacto Muy Significativo
Cambio en las dinámicas de la minería local	Impacto Muy Significativo

Impacto Con Proyecto	Calificación
Generación de Empleo.	Impacto Muy Significativo
Aumento en la demanda y oferta de bienes y servicios	Impacto Significativo
Cambios en las dinámicas organizativas comunitarias	Impacto Significativo
Cambio en las dinámicas de las actividades turísticas	Impacto Moderadamente Significativo

Fuente: INGETEC, 2019

Como conclusión general para el escenario con proyecto, en concordancia con el análisis de las variables y la jerarquización de los impactos, se concluye que de los 32 impactos evaluados 4 son jerarquizados dentro de las calificación Muy Significativa (tres de estos impactos son de carácter positivo), 8 impactos tienen calificación Significativa (dos de estos impactos son de carácter positivo) y 20 impactos son Moderadamente Significativo. Ningún impacto recibe una calificación de Impacto Poco Significativo.

En cuanto a la condición acumulativa de los impactos estudiados, en el escenario con proyecto, se concluye que la mayoría de impactos que reciben una clasificación mayor a Moderadamente Significativa presentan hoy en el territorio una condición Acumulativa. Las actividades de exploración minera, y otras actividades o condiciones propias del territorio generan impactos similares a los que generaría el proyecto, por lo que se presenta una condición acumulativa en los respectivos medios.

Con relación a la condición de sinergia, se resalta que los impactos con calificación de Importancia Muy Significativo, presentan una condición de sinergia Alta o Muy Alta.

- Evaluación Económica Ambiental

Para el proyecto Soto Norte, se realizó el análisis económico a partir de los impactos que alcanzaron la calificación de importancia en la matriz de impactos con proyecto significativa y/o muy significativa; en total se consideraron 14 impactos relevantes, correspondientes al 43% de los impactos identificados en el escenario con proyecto.

Con la identificación de los impactos relevantes, se determinaron afectaciones en bienestar que no estaban internalizadas y debían ser valoradas, correspondiendo a pérdidas maderables, almacenamiento y captura de gases efecto invernadero, calidad visual; movilidad; reasentamiento de viviendas y calidad de hábitat. El valor de esas afectaciones fue llevado al flujo de costos para el horizonte del proyecto, definido en 25 años.

Se identificó como principal beneficio del proyecto la contratación de mano de obra no calificada, aunque existen otros beneficios como la generación de regalías (aunque no es reconocido como beneficio, acorde a la Resolución 1669 de 2017, para presentar en el flujo de caja) y el cambio en las dinámicas organizacionales; al traer a valor presente el beneficio y comparado con los costos, se determinó que el proyecto es viable desde el punto de vista económico ambiental, al obtener un valor presente neto positivo. Los resultados permiten apreciar que, aunque se disminuya el VPNE y exista sensibilidad en las variables mencionadas, este sigue arrojando un VPNE positivo y una relación Beneficio/Costo mayor a uno (1).

8 ZONIFICACIÓN DE MANEJO AMBIENTAL

El objetivo de la zonificación de manejo ambiental del Proyecto Soto Norte corresponde a la evaluación de los impactos identificados, la interacción con los servicios ecosistémicos y la sensibilidad ambiental de la zona, en función de las características técnicas del proyecto, de modo que se visualice su viabilidad ambiental. La zonificación de manejo ambiental se basa en el resultado de la zonificación ambiental.

Las unidades de zonificación identificadas corresponden a las indicadas por la Autoridad Ambiental, relacionadas con áreas de exclusión, áreas de intervención con restricciones y áreas de intervención.

En cuanto a la correspondencia entre la zonificación ambiental y la zonificación de manejo, se determinó que la categoría de fragilidad se considera como área de exclusión; las categorías de sensibilidad alta y media, a su vez se correlacionan con la intervención con restricción alta; la categoría de sensibilidad baja, se considera como zona con restricción media; por su parte las categorías de potencialidad baja y media se relacionan a la restricción media y la potencialidad alta se relaciona de manera directa con la intervención. Se aclara que en todo caso no se contemplan intervenciones sin la aplicación de medidas de manejo.

A continuación, se relacionan las áreas resultantes de la zonificación de manejo ambiental para el proyecto Soto Norte, en relación con el área de influencia (Tabla 8.1).

Tabla 8.1 Equivalencias en la Zonificación de Manejo Ambiental del proyecto Soto Norte (área de superposición).

Atributos de la zonificación ambiental que migran para zonificación de manejo	Áreas de zonificación ambiental de manejo	Área (ha)	% del Área
Potencial alto (PA)	Intervención sin restricción	246,27	12,45
Potencial medio (PM)	Intervención con Restricción Baja	1491,48	75,40
Potencial bajo (PB)			
Sensibilidad baja (SB)	Intervención con Restricción Media	196,46	9,93
Sensibilidad media (SM)	Intervención con Restricción Alta	43,25	2,19
Sensibilidad alta (SA)			
Fragilidad (FR)	Exclusión	0,68	0,03
TOTAL	Total área influencia	1978,15	100,00

Fuente: INGETEC, 2019

9 PLAN DE MANEJO AMBIENTAL

Los impactos identificados y evaluados para el proyecto Soto Norte en cada uno de los medios se presentan a continuación junto con el plan de manejo ambiental y el plan de seguimiento y monitoreo (Tabla 9.1).

Tabla 9.1 Relación Impacto con Programa de Manejo.

Programas	Subprograma y/o actividades	Impactos atendidos	Seguimiento y monitoreo
MEDIO ABIÓTICO			
PMA-ABI-01 Programa de manejo y control de las emisiones atmosféricas y la emisión de ruido.	Subprograma de ruido ambiental. Subprograma de aire	Cambios en la Calidad de Aire Cambios en los Niveles de Presión Sonora	PSM-ABI-01 Seguimiento y monitoreo al Programa de manejo y control de las emisiones atmosféricas y de los niveles de presión sonora
PMA-ABI-02 Programa de manejo de explosivos y control de vibraciones	Gestión y manejo de explosivos Control de vibraciones producto de las voladuras	Variación en el nivel de vibraciones	PSM-ABI-02 Seguimiento y monitoreo al programa de manejo de explosivos y control de vibraciones
PMA-ABI-03 Programa de Manejo de aguas	Subprograma Construcción de infraestructura hidráulica en las quebradas Bochalema y Caneyes. Subprograma Suministro e instalación de tanques de almacenamiento para usuarios localizados en las micro cuencas afectadas por la reducción del flujo base. Subprograma Suministro e instalación del sistema de bombeo desde la mina hasta quebrada La Baja. Subprograma Construcción de sistema de captación, conducción y descarga en la quebrada San Antonio Subprograma Estudios, diseño construcción de captación y conducción de agua cruda para usuarios afectados por la disminución del flujo base localizados en las Qdas San Juan, San Antonio, Chicagua, Agualimpia y San Francisco. Incluida la	Alteración en el régimen de flujo de agua superficial Cambio en la disponibilidad del recurso hídrico superficial (caudal de pérdida) y subterráneo por el abatimiento de los niveles Abatimiento del nivel freático	PMS-ABI-03 Seguimiento y monitoreo al Programa de Manejo de aguas

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL -EIA- PROYECTO DE EXPLOTACIÓN SUBTERRÁNEA DE
MINERALES AUROARGENTÍFEROS "SOTO NORTE"

Programas	Subprograma y/o actividades	Impactos atendidos	Seguimiento y monitoreo
	cabecera municipal de California. Subprograma Uso eficiente y ahorro de agua		
PMA-ABI-04 Programa de Manejo de aguas Residuales No Domésticas	Actividad 1. Operación de las plantas de tratamiento de ARnD Actividad 2: Mecanismos de control y mantenimiento.	Cambio en la calidad fisicoquímica y bacteriológica del agua superficial	PMS-ABI-04 Seguimiento y monitoreo al Programa de Manejo de aguas Residuales No Domésticas
PMA-ABI-05 Programa de Manejo de Aguas Residuales Domésticas	Actividad 1: Manejo de baños portátiles Actividad 2: Operación de Plantas de Tratamiento de ARD Actividad 3: Mecanismos de control y mantenimiento	Cambio en la calidad fisicoquímica y bacteriológica del agua superficial	PMS-ABI-05 Seguimiento y monitoreo al Programa de Manejo de Aguas Residuales Domésticas
PMA-ABI-06 Programa de Manejo de la capa orgánica de los suelos	Actividad 1: Demarcación áreas a intervenir, objeto de remoción de suelo durante la etapa de construcción. Actividad 2: Remoción y transporte de material edáfico durante el desarrollo del proyecto. Actividad 3: Almacenamiento y preservación del material edáfico. Actividad 4: Restauración de las áreas degradadas liberadas en la etapa de construcción y montaje (Cierre progresivo).	Alteración de las propiedades fisicoquímicas y biológicas del suelo Cambio en el uso del suelo Pérdida de cobertura vegetal y hábitats terrestres	PMS-ABI-06 Seguimiento y monitoreo al Programa manejo de la capa orgánica de los suelos
PMA-ABI-07 Programa para el manejo de procesos erosivos y estabilidad geotécnica	Actividad 1: Revegetalización y Empradización con biomatos Actividad 2: Estabilización de taludes con concreto y pernos o tendones de anclaje	Cambio en el uso del suelo Pérdida de cobertura vegetal y hábitats terrestres	PMS-ABI-07 Seguimiento y monitoreo al Programa manejo de procesos erosivos y estabilidad geotécnica
PMA-ABI-08 Programa de Manejo de Residuos Sólidos y Sustancias peligrosas	Subprograma de manejo de residuos no peligrosos. Subprograma de manejo de residuos peligrosos. Subprograma de manejo de sustancias peligrosas.	Alteración de las propiedades físico-químicas y biológicas del suelo	PSM-ABI-08 Seguimiento y monitoreo al Programa de Manejo de Residuos Sólidos
MEDIO BIÓTICO			
PMA-BIO-01 Programa de	Subprograma de manejo de vegetación durante las	Pérdida de cobertura vegetal y hábitats	PSM-BIO-01 Seguimiento y monitoreo al programa de Manejo



ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL -EIA- PROYECTO DE EXPLOTACIÓN SUBTERRÁNEA DE
MINERALES AUROARGENTÍFEROS "SOTO NORTE"

Programas	Subprograma y/o actividades	Impactos atendidos	Seguimiento y monitoreo
manejo de cobertura vegetal y hábitats terrestre.	actividades constructivas. Subprograma de reconfiguración de áreas intervenidas Subprograma de mejoramiento de la conectividad en zonas de área de influencia biótica	terrestres Cambios en la fragmentación y alteración de la conectividad de ecosistemas. Alteración de la calidad visual del paisaje	de cobertura vegetal y hábitats terrestres
PMA-BIO-03 Programa de conservación de especies de flora endémica y con estatus de conservación y veda.	Subprograma de manejo de especies de arbóreas, arbustivas y epifitas vasculares y no vasculares con estatus especial de conservación durante las fases del Proyecto.	Alteración de flora endémica y con estatus especial de conservación.	PSM-BIO-03 Seguimiento y monitoreo al programa de conservación de especies de flora endémica y con estatus de conservación y veda.
PMA-BIO-04 Programa de manejo de Fauna Silvestre y especies endémicas con estatus especial de conservación.	Subprograma de manejo de la fauna silvestre durante la construcción. Subprograma de manejo de la fauna silvestre durante la construcción y operación.	Alteración de la fauna silvestre Alteración de la fauna silvestre endémica y con estatus especial de conservación	PSM-BIO-04 Seguimiento y monitoreo al Programa de Fauna Silvestre y especies endémicas con estatus especial de conservación.
PMA-BIO-05 Programa de manejo de comunidades hidrobiológicas.	Subprograma de manejo de calidad de hábitats acuáticos. Subprograma para la compensación de hábitats acuáticos.	Alteración de las comunidades hidrobiológicas.	BIO-PMS-05 Seguimiento y monitoreo al programa de manejo de comunidades hidrobiológicas.
PMA-BIO-06 Manejo de la alteración de la calidad visual del paisaje.	Subprograma de manejo para la prevención de la intervención de las superficies aledañas al proyecto. Subprograma de manejo paisajístico en zonas adyacentes a infraestructura superficial.	Alteración de la calidad visual del paisaje. Cambios en la fragmentación y alteración de la conectividad de ecosistemas.	PSM-BIO-06 Seguimiento y monitoreo al programa de manejo de la alteración de la calidad visual del paisaje
MEDIO SOCIOECONÓMICO			
PMA-SOC-01 Programa de Información y relacionamiento Comunitario (Nuestro Enlace)	Subprograma de Atención a la Comunidad Subprograma de información y participación	Atiende la totalidad de impactos	PSM_SO-01 Seguimiento y monitoreo al programa de de Información y relacionamiento Comunitario
PMA-SOC-02 Programa de Restablecimiento Integral de las Condiciones de Vida (Nuestra Familia-Proyecto de Vida Integral)	Subprograma de Reasentamiento integral prioritariamente en áreas rurales de los municipios de residencia Subprograma de restablecimiento de condiciones de vida de las USP	Traslado involuntario Unidades Sociales por las actividades requeridas para el desarrollo del Proyecto. Generación de expectativas y potenciación de conflictos.	PSM_SO-02 Seguimiento y monitoreo al Programa de restablecimiento integral de las condiciones de vida



Programas	Subprograma y/o actividades	Impactos atendidos	Seguimiento y monitoreo
	Subprograma de restablecimiento de condiciones de vida de las USR en calidad de arrendatarios Subprograma de restablecimiento de condiciones de vida de las USR en calidad de cuidanderos y administradores Subprograma de atención social integral a pobladores no residentes dependientes de los predios. Subprograma de mantenimiento como mínimo de las condiciones existentes de la población receptora (Condicionado a los resultados del censo y estudio de caracterización y en caso de que apliquen) Subprograma de mantenimiento como mínimo de las condiciones existentes de la población que se queda residiendo en las zonas objeto de traslados involuntarios (Condicionado a los resultados del estudio de caracterización) Subprograma de compra de predios y pago de mejoras e infraestructuras (con asesoría y apoyo social , técnico y legal)	Variación en el nivel de vibraciones Cambio en las dinámicas funcionales y conectividad de las unidades territoriales por su fraccionamiento y traslado de población e infraestructura social	
PMA-SOC-03 Programa de Atención al Flujo Migratorio (Mi Calidad de Vida)	Subprograma de monitoreo y Seguimiento a la inmigración. Subprograma de atención psicosocial, salud sexual y reproductiva. Subprograma de seguimiento y fortalecimiento a servicios públicos y sociales.	Cambios en la dinámica poblacional y en la demanda de servicios públicos y sociales	PSM_SO-03 Seguimiento y monitoreo al programa de atención al flujo migratorio

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL -EIA- PROYECTO DE EXPLOTACIÓN SUBTERRÁNEA DE
MINERALES AUROARGENTÍFEROS "SOTO NORTE"

Programas	Subprograma y/o actividades	Impactos atendidos	Seguimiento y monitoreo
PMA-SOC-04 Programa para el manejo del empleo asociado al Proyecto (Mi empleo)	Subprograma de generación de empleo local (para la vinculación) Subprograma de preparación del nuevo escenario por pérdida de fuente de empleo al cierre del Proyecto.	Generación de Empleo. Aumento en la demanda y oferta de bienes y servicios. Generación de expectativas y potenciación de conflictos.	PSM_SO-04 Seguimiento y monitoreo al programa para el manejo del Empleo asociado al proyecto.
PMA-SOC-05 Programa de formalización y fortalecimiento de la oferta de bienes y servicios locales (Mi Empresa)	Subprograma de fortalecimiento de actividades prestadoras de bienes y servicios locales para atender requerimientos del proyecto (Proveedores MINESA). Subprograma fortalecimiento de la producción de actividades económicas alternativas.	Cambio en la demanda y oferta de bienes y servicios. Aumento del financiamiento de la gestión pública. Generación de expectativas y potenciación de conflictos. Generación de empleo. Cambio en las dinámicas de las actividades turísticas.	PSM_SO-05 Seguimiento y monitoreo al programa de formalización y fortalecimiento de la oferta de bienes y servicios locales.
PMA-SOC-06 Programa de seguridad, mantenimiento y movilidad vial. (Nuestra Seguridad en la Vía)	Subprograma para el mejoramiento, mantenimiento, señalización y seguridad vial en la vía Surata-California-Angosturas. Subprograma de sensibilización y capacitación en seguridad y movilidad vial.	Afectación a la movilidad local Generación de expectativas y potenciación de conflictos Cambios en la dinámica poblacional y en la demanda de servicios públicos y sociales	PSM_SO-06 Seguimiento y monitoreo al programa de seguridad, mantenimiento y movilidad vial.
PMA-SOC-07 Programa de reposición de infraestructura comunitaria afectada por el Proyecto. (Nuestra infraestructura a Restituir)		Generación de expectativas y potenciación de conflictos Reconfiguración del relacionamiento con el territorio Traslado involuntario de población Cambios en la dinámica poblacional y en la demanda de servicios públicos y sociales	PSM_SO-07 Seguimiento y monitoreo al programa de reposición de infraestructura comunitaria afectada por el Proyecto.
PMA-SOC-08 Programa de fortalecimiento de la participación comunitaria (Nuestra Organización)	Línea formativa de liderazgo y diagnóstico Línea organización de la sociedad civil	Generación de expectativas y potenciación de conflictos. Cambios en las dinámicas organizacionales comunitarias.	PSM_SO-08 Seguimiento y monitoreo al programa de fortalecimiento de la participación comunitaria y capacidad institucional pública local
PMA-SOC-09	Subprograma memoria e	Reconfiguración del	PSM_SO-09

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL -EIA- PROYECTO DE EXPLOTACIÓN SUBTERRÁNEA DE
MINERALES AUROARGENTÍFEROS "SOTO NORTE"

Programas	Subprograma y/o actividades	Impactos atendidos	Seguimiento y monitoreo
Programa de fortalecimiento de la tradición, valores y prácticas culturales locales (Orgullosamente Californiano y Surateño)	Identidad Subprograma comunidad rural viable y sostenible	relacionamiento con el territorio. Afectación al sitio de interés cultural del Santuario Pocito San Antonio Generación de expectativas y potenciación de conflictos Cambio en las dinámicas de las actividades turísticas Afectación a la producción agropecuaria tradicional	Seguimiento y monitoreo al programa de Fortalecimiento de la tradición, valores y prácticas culturales locales.
PMA-SOC-010 Programa de Educación Ambiental (Nuestro Ambiente)		Pérdida de cobertura vegetal y hábitats terrestres. Alteración de flora con estatus especial de conservación. Alteración de fauna silvestre. Alteración de fauna endémica y con estatus especial de conservación. Alteración de las comunidades hidrobiológicas. Cambios en la conectividad de ecosistemas y calidad visual. Cambios en la Calidad de Aire Cambios en los Niveles de Presión Sonora Alteración en el Régimen de Flujo del Agua Superficial. Abatimiento del Nivel Freático. Cambio en la calidad fisicoquímica y bacteriológica del agua superficial. Alteración de las Características fisicoquímicas y biológicas del suelo. Generación de expectativas y potenciación de conflictos.	PSM_SO-10 Seguimiento y monitoreo al programa de educación Ambiental

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL -EIA- PROYECTO DE EXPLOTACIÓN SUBTERRÁNEA DE
MINERALES AUROARGENTÍFEROS "SOTO NORTE"

Programas	Subprograma y/o actividades	Impactos atendidos	Seguimiento y monitoreo
PMA-SO-011 Programa Mi Campo (Mi Campo)	Subprograma de Apoyo a Unidades Productivas Locales Subprograma de Impulso a Cadenas de Valor y Redes de Comercialización Subprograma de Gestión para el Apoyo Interinstitucional	Afectación a la producción agropecuaria tradicional Generación de expectativas y conflictos Cambios en las dinámicas organizativas comunitarias Reconfiguración del relacionamiento con el territorio	PSM_SO-011 Seguimiento y monitoreo al programa Mi Campo
PMA_SO-012 Programa de coexistencia minera (Coexistencia Minera)		Cambio en las dinámicas económicas (minería local) Generación de expectativas y potenciación de conflictos. Cambio en las dinámicas funcionales y conectividad de las unidades territoriales por su fraccionamiento y traslado de población e infraestructura social Traslado involuntario de Población	PSM_SO-012 Seguimiento y monitoreo al Programa de coexistencia minera
PMA-SOC-013 Plan de Manejo Arqueológico (Nuestro Patrimonio Arqueológico)		Afectación al patrimonio arqueológico	
PMA-SOC-014 Plan de Manejo los nuestros (Los Nuestros)	Subprograma de atención al adulto mayor en condición de vulnerabilidad Subprograma de atención de personas con discapacidad	Cambios en la dinámica poblacional y en la demanda de servicios públicos y sociales	PSM_SO-014 Seguimiento y Monitoreo del Programa Los Nuestros
PMA-SOC-015 Plan de Manejo cuidando nuestra salud (Cuidando nuestra salud)		Cambios en la dinámica poblacional y en la demanda de servicios públicos y sociales	PSM_SO-015 Seguimiento y Monitoreo del Programa Cuidando Nuestra Salud
PMA-SOC-016 Plan de Manejo apoyo al turismo (Nuestro territorio turístico)		Cambio en las dinámicas de las actividades turísticas.	PSM_SO-016 Seguimiento y Monitoreo del Programa Mi territorio turístico
PMA-SOC-017 Plan de Manejo Compensación	Subprograma de identificación, planeamiento y diseño	Aumento en la demanda y oferta de bienes y servicios.	PSM_SO-017 Seguimiento y monitoreo del Programa Mi territorio



ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL -EIA- PROYECTO DE EXPLOTACIÓN SUBTERRÁNEA DE
MINERALES AUROARGENTÍFEROS “SOTO NORTE”

Programas	Subprograma y/o actividades	Impactos atendidos	Seguimiento y monitoreo
Social (Infraestructura para la atención a los requerimientos locales) (Mi territorio)	Subprograma de construcción y articulación interinstitucional, dotación, agenda y funcionamiento sostenible	Cambios en la dinámica poblacional y en la demanda de servicios públicos y sociales (específicamente sociales) Afectación a la infraestructura de servicio comunitario Reconfiguración del relacionamiento con el territorio Cambios en las dinámicas organizacionales comunitarias	
PMA-SOC-018 Plan de Manejo Nuestro Presente y Nuestro futuro (Nuestro Presente y Nuestro futuro)	Subprograma Formación de jóvenes líderes ambientales. Subprograma para el uso y fomento de herramientas tecnológicas aplicables al ámbito ambiental. Subprograma para la conformación de una comunidad virtual juvenil con enfoque ambiental. Subprograma estrategia comunicativa desde la perspectiva juvenil y con enfoque ambiental. Subprograma para la promoción de iniciativas productivas ambientales lideradas por los jóvenes de California y Suratá.	Pérdida de cobertura vegetal y hábitats terrestres Alteración de flora con estatus especial de conservación Alteración de fauna silvestre Alteración de fauna endémica y con estatus especial de conservación Alteración de las comunidades hidrobiológicas Cambios en la conectividad de ecosistemas y calidad visual Cambios en la calidad de aire Alteración en el régimen de flujo del agua superficial Abatimiento del nivel freático Cambio en la calidad fisicoquímica y bacteriológica del agua superficial Alteración de las características fisicoquímicas y biológicas del suelo Generación de expectativas y potenciación de conflictos Cambios en las dinámicas organizativas	PSM_SO-018 Seguimiento y monitoreo del Programa Nuestro presente y futuro



ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL -EIA- PROYECTO DE EXPLOTACIÓN SUBTERRÁNEA DE
MINERALES AUROARGENTÍFEROS "SOTO NORTE"

Programas	Subprograma y/o actividades	Impactos atendidos	Seguimiento y monitoreo
		comunitarias Reconfiguración del relacionamiento con el territorio Cambios en la dinámica poblacional y en la demanda de servicios públicos y sociales Generación de empleo Aumento en la demanda y oferta de bienes y servicios	
PMA-SOC-019 Plan de Manejo Difundiendo Nuestro Conocimiento (Difundiendo Nuestro Conocimiento)		Generación de Empleo. Aumento en la demanda y oferta de bienes y servicios. Generación de expectativas y potenciación de conflictos. Cambios en la dinámica poblacional y en la demanda de servicios públicos y sociales Reconfiguración del relacionamiento con el territorio Cambios en las dinámicas organizacionales comunitarias	PSM_SO-019 Seguimiento y monitoreo del Programa Difundiendo Nuestro conocimiento
PMA-SOC-020 Plan de Manejo Fortaleciendo Nuestro Municipio (Fortaleciendo Nuestro Municipio)	Línea 1 fortalecimiento de capacidades para la función pública. Línea 2 fortalecimiento instituciones públicas locales.	Generación de expectativas y potenciación de conflictos. Cambios en la gestión institucional y capacidad financiera Cambios en la demanda de servicios públicos y sociales	PSM_SO-020 Seguimiento y monitoreo del Programa Fortaleciendo Nuestro municipio
PMA-SOC-021 Plan de Manejo de inclusión y derechos (Nuevas relaciones nuevo Soto Norte)	Subprograma para la generación de oportunidades para las mujeres de California y Suratá Subprograma para la implementación de una política de cero tolerancia a las violencias de género en el desarrollo del Proyecto Soto Norte	Generación de expectativas y potenciación de conflictos. Cambios en la dinámica poblacional y en la demanda de servicios públicos y sociales. Cambios en las dinámicas organizativas comunitarias. Reconfiguración del relacionamiento con el territorio.	PSM_SO-021 Seguimiento y monitoreo del Programa Nuevas relaciones nuevo Soto Norte



Programas	Subprograma y/o actividades	Impactos atendidos	Seguimiento y monitoreo
		Generación de empleo. Aumento en la demanda y oferta de bienes y servicios. Cambios en las dinámicas de las actividades turísticas. Cambios en la gestión institucional y capacidad financiera.	
PMA-SOC-022 Plan de Manejo de Gestión para el Ordenamiento local (Gestión de nuestro territorio)		Cambio en el uso del suelo Reconfiguración del relacionamiento con el territorio Generación de expectativas y potenciación de conflictos Cambios en la gestión institucional y capacidad financiera	PSM_SO-022 Seguimiento y monitoreo del Programa Gestión de Nuestro Territorio

Fuente: INGETEC, 2018

Los cronogramas de ejecución y los costos estimados para la implementación de cada uno de los planes de manejo y planes de seguimiento y monitoreo se presentan en las respectivas fichas de manejo en el correspondiente capítulo (Capítulo 10.1.1 Capítulo 10.1.2).

Es de anotar que adicional a los programas de manejo y sus correspondientes medidas para el seguimiento y monitoreo de los mismos, MINESA ha establecidos tres programas orientados a analizar y establecer la incidencia en la calidad de cada uno de los tres medios, durante la ejecución del Proyecto, considerando, de manera particular el análisis del estado actual (al momento de avance del Proyecto) comparado con el estado inicial (línea base). Este análisis permitirá identificar la eficacia en la atención a los impactos y definir las acciones a seguir acorde a estos resultados.

10 OTROS PLANES Y PROGRAMAS

10.1 PLAN DE INVERSIÓN DEL 1%

La propuesta que se presenta en este estudio de impacto ambiental, referida al plan de inversión del 1% del proyecto Soto Norte, refleja la propuesta de sostenibilidad de MINESA S.A. y está de acuerdo con los lineamientos y planes de acción de la autoridad ambiental competente (CDMB) y además con las necesidades propias del territorio.

Se propone el direccionamiento de la inversión de no menos del 1% en las siguientes líneas de acción, que coinciden con la orientación de la norma vigente, en cuanto a que son destinados a la *“protección, recuperación y monitoreo del recurso hídrico”*.

- Gestión integral del recurso hídrico
- Administración integral del patrimonio ambiental
- Gestión integral de la biodiversidad y sus servicios eco-sistémicos

Con base en las anteriores líneas de acción, la propuesta del plan de inversión del 1% tiene la siguiente distribución porcentual, aclarando que es necesario llegar a acuerdos específicos con la autoridad ambiental, la destinación de los recursos, los porcentajes respectivos y el cronograma de inversión.

De acuerdo con el monto de inversión del 1% del costo estimado del proyecto Soto Norte se presenta en el Tabla 10.1 la propuesta de su distribución porcentual, según los programas a desarrollar.

Tabla 10.1 Distribución Porcentual Propuesta para el Plan de Inversión del 1%¹⁸.

Líneas de Inversión (Decreto 2099 del 22 de diciembre del 2016)		Valor (PCOL)	Participación (%)
1	Acciones de protección, conservación y preservación a través de restauración ecológica, rehabilitación y recuperación (en predios aledaños a la operación minera y preferencialmente sobre la quebrada La Baja y sus afluentes)	\$ 8.873.353.400	20
2	Desarrollo de proyectos de uso sostenible en los municipios de California y Suratá.	\$ 8.873.353.400	20
3	Acciones de recuperación a través de la construcción de interceptores y sistemas de tratamiento de aguas residuales domésticas en centros poblados aledaños a la quebrada La Baja, río Vetas y río Suratá. De igual forma se plantea el tratamiento de aguas provenientes de bocaminas clausuradas y abandonadas (ajenas a MINESA S.A.) en terrenos adquiridos por	\$ 26.620.060.320	60

¹⁸Estos porcentajes son indicativos y se ajustarán de acuerdo con los términos definidos con las autoridades ambientales en el momento de la ejecución, pero, en todo caso solo se invertirá en las líneas aquí anunciadas.

Líneas de Inversión (Decreto 2099 del 22 de diciembre del 2016)		Valor (PCOL)	Participación (%)
	MINESA cuya calidad fisicoquímica no sea aceptable y requiera ser tratada ⁽¹⁾ . Esta acción solamente podrá proponerse siempre y cuando la titularidad de las obras sea de los entes territoriales.		
TOTAL		\$ 44.366.767.200	100

Fuente: INGETEC, siguiendo lineamientos de inversión MINESA S.A. y considerando las condiciones de líneas de inversión mencionadas en el Decreto 1076 modificado por el Decreto 2099 de 2016 (Numeral 1 del Artículo 2.2.9.3.1.9 Cuando se haya adoptado el Plan de Ordenación y Manejo de la cuenca).

Notas:

Enfocado a los centros poblados para aguas residuales domésticas y a las aguas de escorrentía y drenaje de bocaminas en predios adquiridos por MINESA S.A. Se deberá priorizar la inversión de acuerdo con el contexto, necesidades identificadas y posibilidades de inversión acordadas. Para la realización de los estudios se podrá destinar hasta un 10% del valor total de esta inversión.

10.2 ESTRATEGIA DE MANEJO ESPECIAL PARA ECOSISTEMAS DE ALTA MONTAÑA.

Los ecosistemas de alta montaña proveen un alto flujo de servicios ecosistémicos a nivel local y regional, además de albergar el ecosistema de páramo, uno de los más escasos e importantes para la región y el país. El presente análisis articula los resultados relevantes del EIA (p.ej. Integridad Ecológica, Conectividad y fragmentación, regulación hídrica, coberturas, uso y vocación del suelo) donde se determina con certeza la no afectación de los ecosistemas de alta montaña a causa de la implementación del proyecto, para reconocer la importancia y articular una estrategia de manejo especial de dichos ecosistemas, en procura de recuperar aquellas áreas que se encuentran degradadas y conservar aquellas áreas que representan una alta importancia para factores ecológicos y físicos determinantes en las dinámicas de la región. El análisis plantea la identificación de áreas de alta importancia, a partir de la modelación de siete variables y propone una estrategia de acción que procura la conservación y rehabilitación de los ecosistemas, la participación, capacitación y empoderamiento por parte de las comunidades locales y la generación de nuevo conocimiento técnico y científico que mejore el manejo de los activos ambientales en referencia. La Figura 10.1, muestra un resumen del proceso metodológico. La presente estrategia responde a una voluntad expresa de Minesa, sin responder a ningún tipo de afectación generada, ya que como se establece a lo largo del EIA, las zonas de alta montaña no se verán afectadas por la implementación del proyecto.

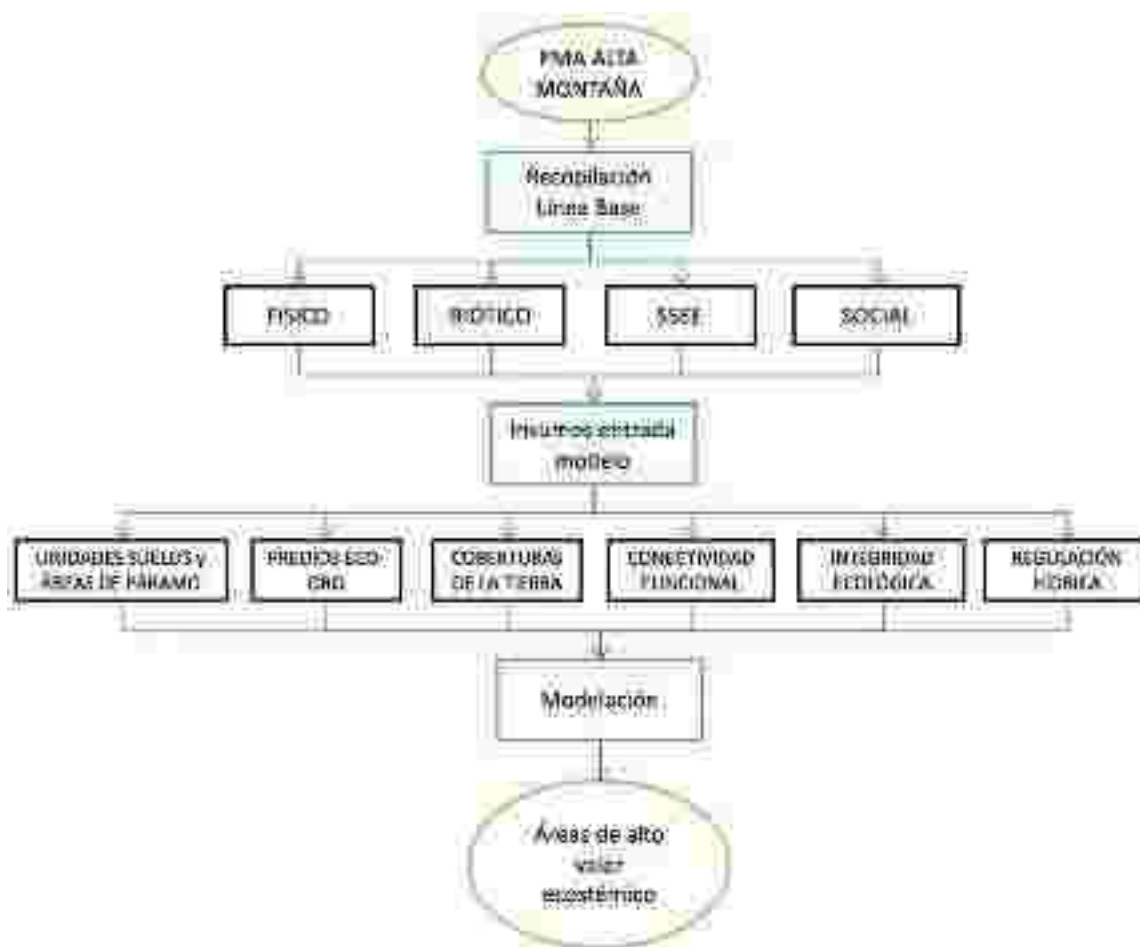


Figura 10.1 Esquema metodológico para el desarrollo de la estrategia de manejo especial para ecosistemas de alta montaña

Fuente: INGETEC, 2019

Finamente, los resultados arrojaron áreas prioritarias donde se enfocarán las acciones de manejo. Los resultados de dichas áreas se muestran en la Figura 10.2.

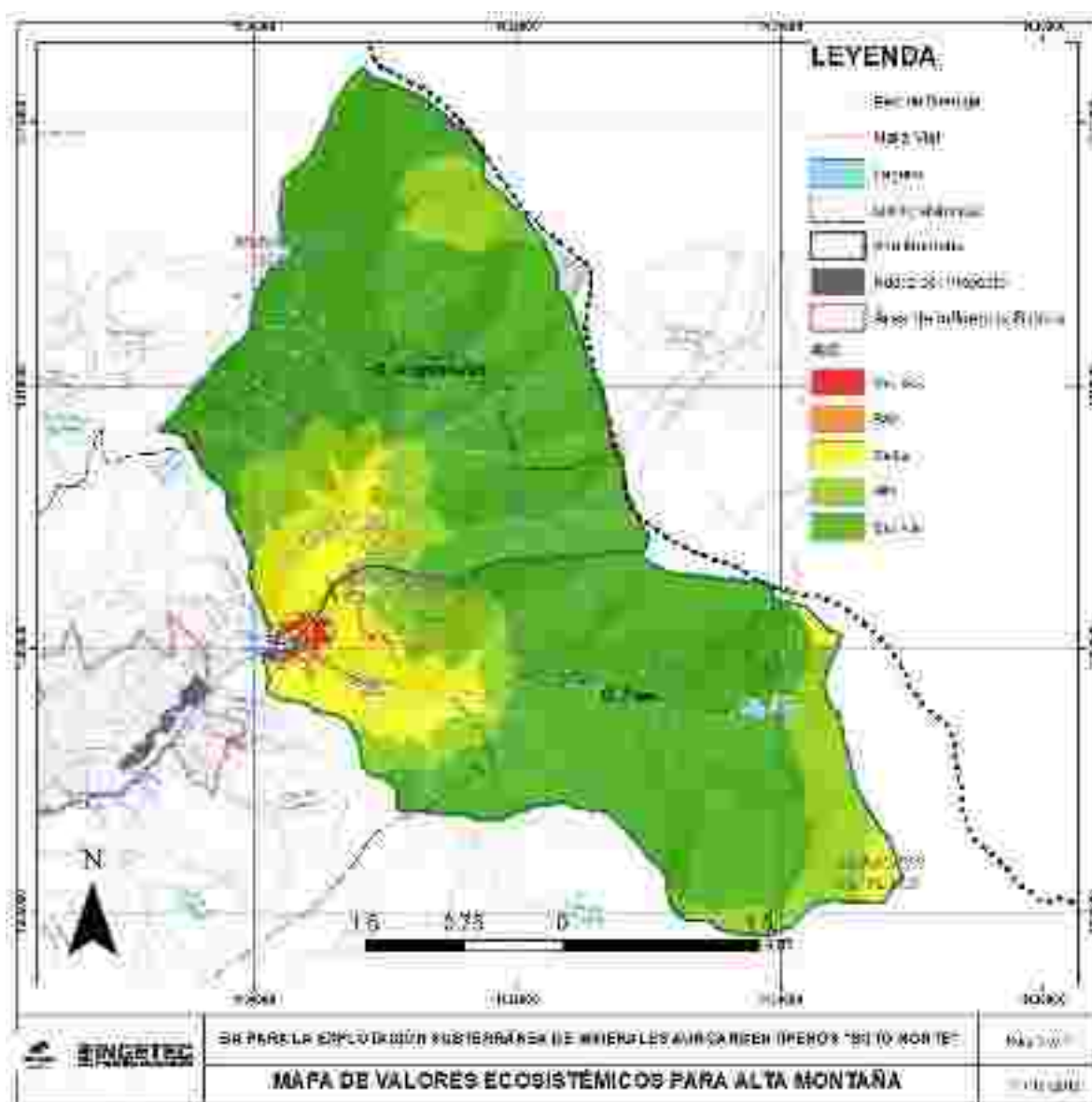


Figura 10.2 Definición de las áreas de alto valor ecosistémico, según las capas de información y clasificación de pesos y criterios ecosistémicos presentes en el área de estudio (el color verde oscuro corresponde a los valores más altos y el color rojo a los más bajos).

Fuente: INGETEC, 2019

10.3 PROGRAMA DE MANEJO ESPECIAL DE LA SARDINA *Hemibrycon sierraensis*: CONTRIBUCIÓN AL CONOCIMIENTO DE LA ECOLOGÍA POBLACIONAL, TRÓFICA Y REPRODUCTIVA DE *Hemibrycon sierraensis* EN LA CUENCA ALTA DEL RÍO SURATÁ, EN EL MUNICIPIO DE SURATÁ (SANTANDER).

De acuerdo con Castellanos-Morales et. al. (2011) en la cuenca del río Lebrija, a la que pertenece el río Suratá, se tienen reportadas tres especies del género *Hemibrycon* (*H. colombianus*, *H. dentatus* y *H. tolimae*), sin embargo específicamente para la cuenca del río Suratá no se tenían reportes de este género hasta el estudio de línea base del proyecto Soto Norte.

Dado que es un nuevo registro de una especie íctica para la zona, se desconocen aspectos básicos de su biología y ecología en esta área, por cuanto el trabajo mencionado anteriormente publicado por Ibarra-Trujillo y García-Alzate (2017) está restringido a las condiciones medioambientales de la localidad tipo y sus alrededores (rango altitudinal entre 120 y 557 m.s.n.m.). Por lo anterior, el Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt emitió un concepto técnico radicado el 5 de abril de 2018 (LAV0059-00-2017), en donde sugiere la realización de una investigación que cubra los vacíos de información biológica y ecológica de *Hemibrycon sierraensis* en el área de influencia del proyecto Soto Norte, con el objeto de poder usar esta especie como indicador biológico de calidad, ya que las especies del género *Hemibrycon* requieren de condiciones ambientales particulares como la transparencia del agua, aguas torrenciales, sustrato con rocas y gravas, alta saturación de oxígeno y cobertura vegetal en las riberas para suplir sus requerimientos alimenticios.

De acuerdo con lo anterior, el programa de manejo especial de la sardina *Hemibrycon sierraensis*, tiene como objetivo principal Caracterizar la estructura poblacional, trófica y reproductiva de dicha especie en la cuenca alta del río Suratá, en el municipio de Suratá (Santander), que permitan el manejo adecuado de ésta por parte de las autoridades ambientales competentes.

El programa está conformado por tres proyectos: el primero consiste en establecer la estructura poblacional de *H. sierraensis* en la cuenca alta del río Suratá (en zonas cercanas al área del proyecto), el segundo es la determinación de los aspectos más importantes de la ecología trófica de *H. sierraensis*, incluyendo posibles variaciones asociadas a la estacionalidad o al rango de tallas y el tercero es determinar los aspectos más relevantes de la ecología reproductiva de *H. sierraensis*, incluyendo temporada de reproducción, talla media de madurez y fecundidad.

Las siguiente actividades de estos proyectos, se desarrollarán en un periodo de cuatro años y contarán con la participación de un biólogo especialista en peces, así:

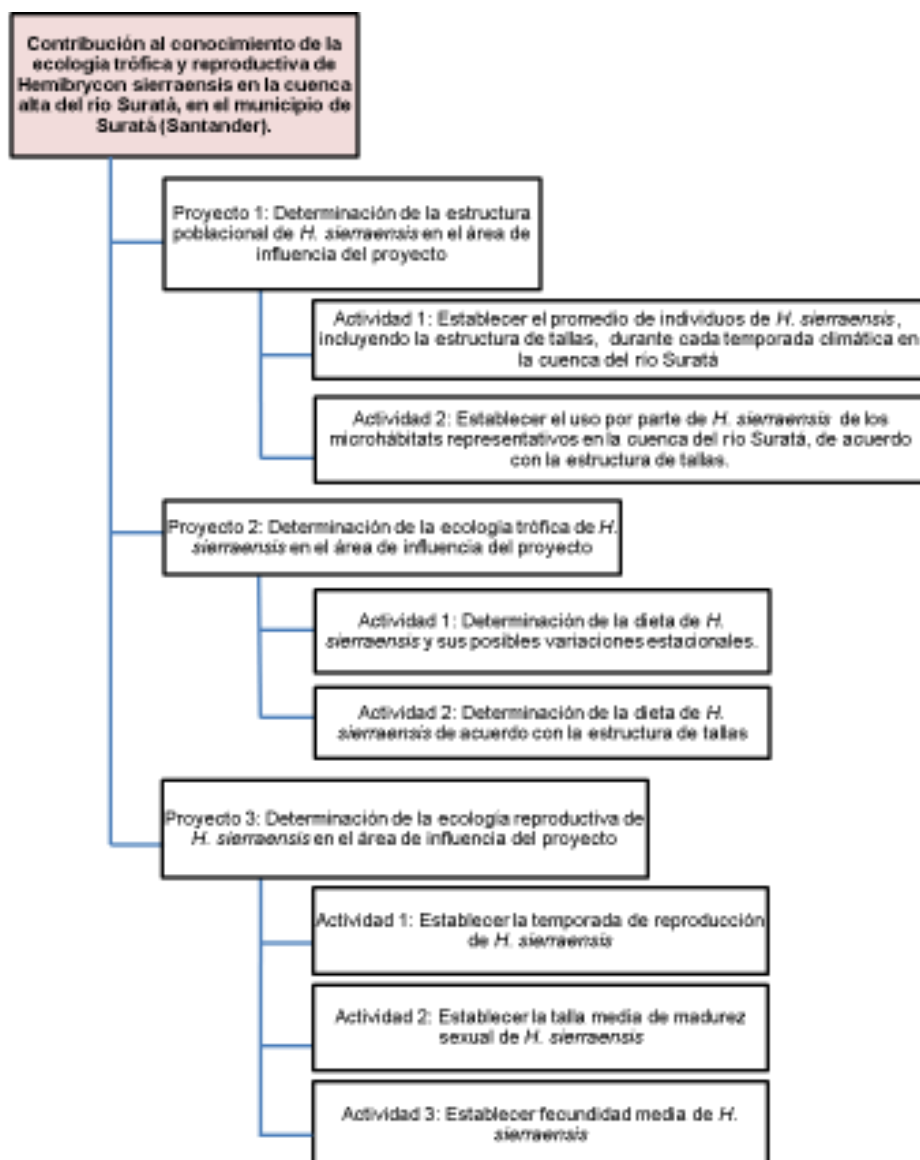


Figura 10.3 Proyectos y Actividades de la Propuesta de Investigación de la Biología y Ecología de Hemibrycon sierraensis en la Cuenca Alta del Río Suratá.

Fuente: INGETEC, 2019

Se espera que con los resultados de esta investigación, se tengan elementos para la protección y el manejo de esta especie en la cuenca alta del río Surata en donde fue registrada durante la elaboración de este estudio.

El presente programa responde a una voluntad expresa de Minesa, sin responder a ningún tipo de afectación generada por las actividades del Proyecto sobre esta especie

11 PLAN DE COMPENSACIÓN DEL MEDIO BIÓTICO (ANTES: PLAN DE COMPENSACIÓN POR PÉRDIDA DE BIODIVERSIDAD)

El Plan de Compensación del componente biótico para el proyecto Soto Norte, se realizó de acuerdo con lo establecido en el Manual de Compensaciones del Componente Biótico (MADS, 2018), el cual fue actualizado y adoptado por la Resolución 256 del 22 de febrero de 2018, el cual derogó la Resolución 1517 del 31 de agosto de 2012, enfocado en formular alternativas con el fin de resarcir los impactos o efectos negativos que no puedan ser evitados, corregidos, mitigados o sustituidos y que conlleven pérdida de biodiversidad en los ecosistemas naturales terrestres y vegetación secundaria. Los ecosistemas afectados por la huella del proyecto (161,97,42 ha) y sus diferentes tipos de infraestructura se encuentran principalmente dentro de los Biomas Orobioma Anltoandino, seguido por el Orobioma Subandino, dentro de los cuales la representación de las coberturas transformadas es mayor, sobre los pastos arbolados del Altoandino se establecerán 52,29 ha, seguido de los pastos limpios (31,02 ha) y las plantaciones forestales (22,45 ha); sin embargo la vegetación secundaria del Altoandino también se afectara 18,82 (ha) en total.

De acuerdo a los resultados, la Tabla 11.1 muestra las áreas finales a compensar y la Figura 1.1 muestra los polígonos seleccionados para llevar a cabo dicha compensación.

Tabla 11.1 Área de parches seleccionados requeridos por factor de compensación y área final.

Ecosistema	Área (FC)	Área Final
Ecosistemas Naturales	196,66	197,92
Ecosistemas Transformados	194,94	206,38
TOTAL	391.59	404,31

Fuente: INGETEC, 2019.

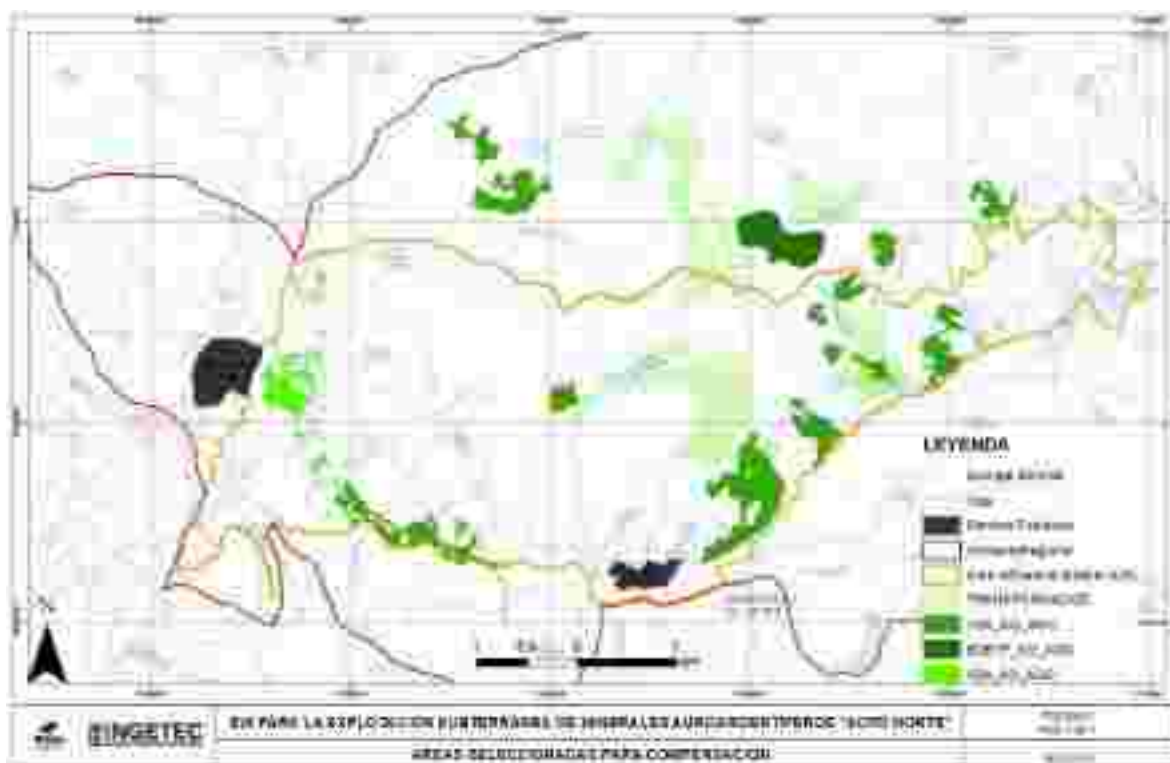


Figura 11.1 Áreas seleccionadas para compensación
Fuente: INGETEC, 2019

12 RIESGOS

La gestión integral del riesgo es el conjunto de elementos, medidas y herramientas dirigidas a la intervención de la amenaza o la vulnerabilidad, con el fin de disminuir o mitigar los riesgos existentes y futuros (Cardona, 2001, 2005a).

El objetivo de este capítulo, es analizar las posibles condiciones de riesgo que se pueden presentar en el proyecto durante la etapa constructiva y operativa. Los riesgos exógenos y endógenos que se identificaron y analizaron se mencionan a continuación:

Tabla 12.1 Riesgos exógenos y endógenos

ESCENARIOS EXÓGENOS (DEL MEDIO AL PROYECTO)	Sismos	ESCENARIOS ENDÓGENOS (DEL PROYECTO AL MEDIO)	Pérdida de contención de material en el depósito de relaves secos
	Ocurrencia de procesos de movimientos en masa		Emisión de material particulado (PM10) por encima de los límites permisibles
	Sequías o disminución de la disponibilidad del recurso hídrico por efecto del cambio climático.		Movimientos en masa en excavaciones superficiales
	Incendios Forestales		Movimientos en masa subterráneo en labores mineras (colapso y desprendimiento de rocas)
	Actos Terroristas		Atmósferas deficientes de oxígeno o explosivas en actividades subterráneas
	Hurto y o robo de piezas menores de equipos e insumos		Pérdidas de contención en el almacén de reactivos químicos
	Huelgas		Filtraciones de drenaje ácido en el depósito de Relaves Secos
	Manifestaciones		Pérdida de contención en el transporte de hidrocarburos y sustancias Nocivas
	Asonada		Incendio por ACPM, derrame en tanque de 16000gal de ACPM. almacén de suministro sector padilla
			Incendio por aceite usado
			Derrame en tanque de 3700l de aceite usado. bodega y taller de mantenimiento (sector padilla)
			Incendio aceite lubricante/ aceite hidráulico
			Derrame en tanque de 5000l de aceite lubricante e hidráulico. bodega y taller de mantenimiento (sector padilla)
			Incendio por diesel
			Derrame en tanque de 4200gal de diésel. Almacén de suministros el Emboque
			Incendio por Metil Isobutil
			Derrame de 715 gal de MIBC. almacén de reactivos químicos
			Explosiones por ANFO 50 kg, en la entrada del túnel del Sector Padilla y el Emboque.

Para cumplir con este objetivo, el proyecto Soto Norte desarrolla la gestión del riesgo a través de estrategias de desarrollo que involucran acciones entre el proyecto, la administración municipal y la comunidad. De esta manera, se ha considerado abordar y evaluar los tres (3) componentes del plan:

El conocimiento del riesgo: que se relaciona con la percepción individual y colectiva del riesgo, el conocimiento del territorio, el reconocimiento de escenarios, estudios técnicos, identificación de elementos expuestos, delimitación de áreas con amenaza, y definición de áreas de estudio detallado; la reducción del riesgo: que se relaciona con las acciones de prevención y mitigación, con la definición de los instrumentos de planificación territorial y proyección de medidas de mitigación de acuerdo con los escenarios identificados; el manejo del desastre: que se relaciona a la respuesta a emergencias.

Los resultados se precisan en cuatro análisis de riesgo: ambiental, socioeconómico, individual y social. Los dos primeros enfocan su alcance en las condiciones ambientales del territorio y sus impactos sobre las actividades productivas, recursos hídricos, vulnerabilidad en los acuíferos y poblaciones aledañas. Los dos últimos riesgos se enfocan en los resultados de la modelación de consecuencias por incendios y explosiones.

Los resultados de la evaluación indican que la gran mayoría de los riesgos se encuentran dentro de niveles aceptables definidos en los criterios de valoración, con excepción del escenario por pérdida de contención en el transporte de hidrocarburos y sustancias nocivas. Los niveles aceptables indican que los riesgos se manejan con recursos propios de la empresa y que no representan un riesgo potencial para la población aledaña y las condiciones ambientales.

Los riesgos inherentes al transporte de hidrocarburos y sustancias nocivas por pérdida de contención debe ser corresponsabilidad del transportador y MINESA S.A, en este caso los proveedores son los responsables de registrar y validar su plan de contingencia ante la autoridad ambiental local, según la Resolución 1209 de 2018 (*Por la cual se adoptan los términos de referencia únicos para la elaboración de los planes de contingencia para el transporte de hidrocarburos, derivados o sustancias nocivas que trata el artículo 2.2.3.3.4.14 del Decreto 1076 de 2015 y se toman otras determinaciones*). MINESA S.A. garantizará que el contratista cumpla con el plan detallado de contingencias, así como las recomendaciones para la operación de transporte de este tipo de mercancías y de seguridad que se encuentran consignados en las guías ambientales de almacenamiento y transporte por carretera de sustancias nocivas y residuos peligrosos.

Finalmente, el diseño del proyecto Soto Norte contempla implícitamente dentro de las características técnicas y el diseño del proyecto las medidas de reducción del riesgo. Estas medidas pueden ser de tipo físico (medidas estructurales) y no físico (medidas no estructurales), que se adoptan con antelación para reducir la amenaza, la exposición y reducir la vulnerabilidad de la infraestructura del proyecto. Así mismo, desde el diseño se plantean programas de monitoreo y seguimiento a las instalaciones con el fin de controlar cualquier eventualidad a tiempo.

A partir de los escenarios posibles de riesgo se estructura el plan de emergencia y contingencia, el cual se compone de acciones de coordinación, capacitación, equipamientos, procedimientos, entre otros.

13 COSTO DEL PROYECTO

Los costos de capital estimados para el montaje, puesta en marcha y operación de la planta de beneficio de minerales y metalurgia, son los apropiados para la producción anual promedio de 410.000 onzas de oro equivalente en concentrados polimetálicos y un procesamiento hasta de 3,0 millones de toneladas de mena. En la estimación de dichos costos, se incluyen actividades de la etapa preoperativa del proyecto como lo es el diseño de la planta. En el cálculo de costos en inversión y operación se consideran los principales centros de costos asociados a las siguientes actividades:

- Costos de capital relacionados con el beneficio, la infraestructura de planta, metalurgia, facilidades, instalaciones industriales, edificios, energía y telecomunicaciones, rechazos, protección, y costos directos, indirectos y de propietario.
- Costos de capital relacionados con el relave de mina.
- Costos de capital relacionados con materiales e insumos necesarios para la construcción de infraestructura incluyendo acceso, manejo de material, fuente de energía, instalaciones superficiales de mina, fuente de agua, costos indirectos y de propietario.
- Costos de capital relacionados con grandes rehabilitaciones, adquisición, reemplazamiento de equipos de planta, y capital de mantenimiento. Se estimó sobre la base de las demandas de maquinaria y equipos presentados. Los equipos de la planta incluyen maquinaria relacionada con: molienda y clasificación, celda de flotación primaria y limpieza, remolienda, manejo de concentrado, espesamiento y filtración de relaves.

En la tabla a continuación se presenta el resumen de costos del Proyecto Soto Norte. Los costos en este documento están presentados, para mayor comprensión, con base en cierre de año calendario.

Tabla 13.1 Resumen CAPEX del Proyecto Soto Norte.

Descripción de Centro de Costo	Antes de Producción Año Cumplido Capex (1)	Después de Producción Año cumplido (Opex & Sust Capex) (1)	Total millones US\$
Mina Capex	US\$398	Incluido en Gastos Operacionales	US\$398
Planta de Beneficios e Infraestructura Capex	US\$409	Incluido en Gastos Operacionales	US\$409
Costos Generales y Administrativos Capex	US\$33	Incluido en Gastos Operacionales	US\$33
Costos de Sostenibilidad (Sustaining Capex)	US\$38	US\$706	US\$744
Gastos Pre-Operacionales y Operacionales	US\$634	US\$4.807	US\$5.441
Total, millones US\$	US\$1.512	US\$5.513	US\$7.025

Fuente: Sociedad Minera de Santander, 2018.

14 CRONOGRAMA DEL PROYECTO

De acuerdo con la información presentada en este capítulo, el cronograma del proyecto Soto Norte se desarrollará en 3 fases, Construcción (4 años), Operación (21 años) y Cierre (12 años).

A continuación, se presenta la discriminación de actividades de cada fase y su respectiva implementación en el tiempo.





Fuente: Sociedad Minera de Santander, 2018

15 PLAN DE CIERRE

El objetivo es cumplir con la legislación vigente en el país y establecer los criterios y lineamientos técnicos, ambientales y sociales que MINESA, deberá tener en cuenta para el cierre de los componentes e instalaciones que forman parte del proyecto Soto Norte, procurando dejar la zona en una condición similar a la que tenía antes del inicio de la actividad minera, con el fin de proteger el ambiente, la salud y seguridad pública de las comunidades y los derechos colectivos, una vez finalicen las operaciones mineras que tendrán lugar en la zona.

El cierre incluye la implementación de medidas de desmantelamiento de las instalaciones, la estabilización física de los terrenos en los que se ubican los componentes del proyecto, la estabilización geoquímica para todos los tipos diferentes de minerales, el desmonte de relaves y subproductos, la rehabilitación de los suelos afectados en el proceso de minería y la rehabilitación de hábitats, la estabilización química de las aguas involucradas en las actividades y los procesos mineros y la revegetación de áreas intervenidas por el proyecto, tanto en la mina como en la planta de beneficio y demás infraestructura minera asociada al proyecto. En la Tabla 15.1 a continuación se presenta un resumen de las actividades del cierre.

Tabla 15.1 Actividades y Criterios de Cierre.

Etapas	Actividad minera	Plan de cierre
Abandono y Cierre	Desmantelamiento y demolición	• Retiro de todos los servicios de la mina y la infraestructura de valor. • Estabilidad geotécnica de la mina a largo plazo mediante retrolleado. • Inundación controlada de la mina una vez desarrollado el plan minero y de cierre progresivo. • Remoción de alcantarillas, estructuras de concreto, estructuras metálicas, equipos y maquinaria, tanques, tuberías y toda la infraestructura del sector El Cuatro y El Emboque. • Señalización de áreas abandonadas. • Desarme, retiro de equipos, retiro de escombros, descontaminación, suelos venta, traslado o donación de los equipos o partes de la planta de beneficio (procesamiento mineral) • Disposición final de sedimentos de plantas de tratamiento de aguas y de tanques de sedimentación. • Restauración morfológica, revegetación, cerramiento y señalización de accesos a trabajos subterráneos. • Eliminación de insumos químicos. • Disposición final de residuos peligrosos. • Cierre final y señalización de obras mineras, áreas de almacenamiento para material estéril, colas y desechos.

Etapas	Actividad minera	Plan de cierre
	Adecuación de construcciones (para usos posteriores)	• Morfología y restauración de suelos en áreas abandonadas. • Reforestación final y revegetación de áreas intervenidas. • Rellenado de superficies, y reconformación de taludes de terraplén. • Reperfilado de áreas intervenidas para adaptarlas a la topografía circundante. • Material de cobertura con estéril sobre cualquier depresión artificial, sumideros o estanques para minimizar la generación de polvo y la erosión. • En el sitio permanecerán las instalaciones y la infraestructura que representen o permitan un uso futuro para los pobladores de la región. Este inventario será concertado entre MINESA, las alcaldías locales y las comunidades del área de influencia
	Rehabilitación de tierras	• Restitución del suelo • Reperfilado de áreas intervenidas para adaptarla a la topografía circundante. • Revegetalización de áreas intervenidas • Restauración geomorfológica del paisaje del área intervenida. • Implementación del uso del suelo planeado.
	Adecuación del depósito de relaves secos (relave filtrado y roca estéril de mina) , acopios temporales de suelo y capa vegetal	• El cierre del depósito de relaves secos y roca estéril de túneles y mina incluye una cubierta superior impermeable y suelo orgánico para la revegetalización progresiva y la perfilación de pendientes para la estabilización a largo plazo.
	Rehabilitación de cauces, quebradas y ríos	• Reforestación final y revegetación de áreas intervenidas • Restablecimiento de patrones de drenaje originales para recuperar el sistema de drenaje natural en la medida de lo posible. Recontorno de drenaje de zanjas y sumideros de agua para estabilizar y/o tapar para minimizar la erosión de las escorrentías superficiales y la generación de material particulado por la acción del viento.

Etapa	Actividad minera	Plan de cierre
	Desvinculación del personal	• Preparar de manera temprana a las comunidades para la pérdida de fuentes de empleo y disminución de la oferta de bienes y servicios, mediante la capacitación y apalancamiento de emprendimientos alternativos que permitan diversificar las fuentes de ingreso de la población local • Controlar y hacer seguimiento de manera sistemática durante las fases del proyecto a los impactos sociales que el proyecto pueda generar, así como a la efectividad y eficiencia de las medidas de manejo para evitar la generación de pasivos sociales. • Cierre de contrataciones • Levantamiento de paz y salvos
Post- cierre	Mantenimiento y monitoreo	• Mantenimiento y monitoreo del progreso de los procesos de revegetación, reforestación y áreas recuperadas. • Mantenimiento y monitoreo de estabilidad geotécnica. • Monitoreo del medio socioeconómico. • Monitoreo de los sistemas de estabilización física y química de las aguas superficiales y subterráneas. • Monitoreo de la fauna y el hábitat acuático y terrestre. • Monitoreo y seguimiento de los programas del plan de cierre final (uso del suelo implementado).

Fuente: Sociedad Minera de Santander, 2018.