



Resumen ejecutivo
Concepto técnico geocientífico, soporte para la declaratoria de la
reserva temporal en Soto Norte, Santander

Bogotá, agosto de 2024



Servicio Geológico Colombiano

Julio Fierro Morales

Director general

Juanita Sierra Salamanca

Directora Técnica de Recursos Minerales

Juan Manuel Herrera

Director Técnico de Geociencias Básicas

Hernando Alberto Camargo García

Director Técnico de Asuntos Nucleares

Angélica María Candela Soto

Director Técnico de Laboratorios

John Makario Londoño

Director Técnico de Geoamenazas

Alberto García Bolívar

Director Técnico de Gestión de la Información

Grupos de trabajo

Grupo de Trabajo de Aguas Subterráneas

Grupo de Trabajo de Evaluación de Amenaza y Riesgo Geológico

Grupo de Trabajo de Geoquímica Ambiental y Geología Médica

Grupo de Trabajo de Geoquímica y Geofísica Aplicadas

Grupo de trabajo de Potencial de Minerales e Investigación en Metalogenia

Grupo de Trabajo de Geometalurgia y Geoambiente

Revisión y compilación

Carlos Manuel Guío Blanco

Miguel Angel Cáceres Gaitán

La cuenca del río Suratá y parte alta de la cuenca del río Cachirí comprenden ecosistemas y geosistemas esenciales para el desarrollo sostenible de la región y el mantenimiento de servicios ecosistémicos, particularmente de abastecimiento y regulación de la calidad del agua para Bucaramanga, su área metropolitana y los municipios de California, Vetas, Suratá y Matanza. La situación actual de esta zona, sin embargo, genera tensiones alrededor del agua.

Las particularidades socioambientales de las cuencas de los ríos Suratá y Cachirí se deben a la presencia de actividades mineras ancestrales, artesanales y de pequeña a mediana escala que representan la fuente económica de la población de esta región; el interés y desarrollo de infraestructura y actividades de exploración de parte de empresas mineras de oro multinacionales; la llegada de numerosos mineros ilegales que aprovechan y extienden los túneles construidos y dejados por empresas mineras multinacionales; el uso de mercurio y cianuro en procesos de beneficio de oro; y el carácter -ya mencionado- de cuenca abastecedora que representa el río Suratá para las poblaciones de Bucaramanga y zonas aledañas.

Con base en información existente -propia del Servicio Geológico Colombiano (SGC) o secundaria, analizada por la entidad con fundamentos geocientíficos- se documentaron impactos y/o potenciales riesgos geoquímicos y físicos sobre el ambiente y la salud, en función de la escala de desarrollo minero (pequeña, mediana o grande).

La normativa colombiana ha definido la escala de las actividades mineras según criterios de volumen o tonelaje de material extraído (Decreto 2655 de 1988) y según el número de hectáreas otorgadas a los títulos mineros (Decreto Número 1666 de 2016). En el área de interés para protección se ha permitido el desarrollo histórico de actividad minera -de pequeña y mediana escala-, tanto por barequeo como en socavones asociados a las vetas y proyectos de exploración mineral de mayor envergadura desarrollados en galerías y perforaciones exploratorias. Existe desde hace décadas un gran interés en el desarrollo de proyectos mineros de gran escala -Angostura y Soto Norte- que se ha acompañado por actividades de exploración avanzada.

El área propuesta para la reserva temporal en Santurbán (RTS) comprende elevaciones entre los 1000 y 3000 m.s.n.m. y hace parte del Macizo de Santander, constituido por rocas afectadas por fallas de rumbo dextrales, que se cruzan de manera oblicua con la Falla de Bucaramanga -de carácter sinistral- y estructuras satélite, la cual limita la zona de interés al occidente.

En el Distrito Minero de Vetas-California (DMVC) se encuentran mineralizaciones hidrotermales con presencia de minerales ricos en oro (Au), plata (Ag), cobre (Cu), plomo (Pb) y zinc (Zn). La composición mineralógica de estos depósitos tiene implicaciones para la salud humana y ambiental. Un aspecto particular es la ocurrencia de uranio, posiblemente producidos por la disolución y oxidación de minerales primarios como uraninita, cofinita y branerita. Además, la

presencia de sulfuros enriquecidos en metales pesados, como el arsénico, el plomo y el cadmio, representa riesgos de contaminación de aguas superficiales y subterráneas. Al exponerse a la atmósfera, los procesos de oxidación y erosión sobre estos minerales pueden incrementar la acidez de los suelos y aguas, y liberar elementos tóxicos a las aguas, sedimentos, suelos y material particulado transportado en el aire.

Como se mencionó dentro de las generalidades geológicas, la zona de la reserva está dominada por rocas cristalinas, en las que la deformación estructural (fracturas) genera canales de flujo regionales para el agua subterránea. Además existen rocas y depósitos sedimentarios con porosidad primaria importante, y procesos de meteorización que según el tipo de alteración generan una mayor o menor permeabilidad. Para la zona se han identificado flujos longitudinales de tránsito corto en algunas cuchillas localizadas en el macizo de Santander, condicionados por espesores meteorizados asociados a rocas cristalinas.

Mediante el uso de isótopos ambientales se han establecido zonas de recarga en el macizo de Santander favorecidas por el fracturamiento y meteorización que presentan las rocas cristalinas aflorantes en el área. Estos flujos -regionales- identificados presentan conexión hidráulica y recargan los acuíferos superficiales y profundos del abanico de Bucaramanga, lo que sugiere que la falla de Bucaramanga presenta condiciones favorables de permeabilidad y permite la conexión entre las aguas subterráneas del macizo de Santander y los acuíferos aluviales de la depresión de Bucaramanga.

Con relación a la zona propuesta para la reserva temporal, adyacente al páramo de Santurbán-Berlín, se resalta la presencia de zonas de recarga reconocidas por la CDMB asociadas a las partes altas de la cordillera Oriental donde afloran rocas sedimentarias y sedimentos. Sin embargo, se debe destacar que la definición de zonas de recarga basada únicamente en criterios litológicos, sin considerar factores como la deformación estructural, genera una subestimación en la delimitación de estas áreas de importancia ambiental. Lo anterior es de gran relevancia porque estas zonas son de especial protección de acuerdo con los principios generales ambientales contenidos en el artículo 1 de la Ley 99 de 1993, y porque ya existen evidencias concretas de la importancia del fracturamiento para la recarga, tránsito y almacenamiento del agua subterránea en esta región del Macizo de Santander.

Impactos geoquímicos en el ambiente

Los principales impactos y riesgos que se identificaron para las cuencas estudiadas fueron la la introducción de sustancias tóxicas al ambiente -como el mercurio y el cianuro- y la acidificación del entorno natural y movilización de elementos potencialmente peligrosos (EPP) -como Cu, Pb, Cd, As y Zn- desde la roca o residuos mineros hacia al ambiente, a través de los procesos de generación de drenajes ácidos.

En el contexto nacional, se han identificado diferentes procesos para el beneficio del oro que involucran la metalurgia extractiva. Estos procesos se basan en cambios físicos y fisicoquímicos e incluyen la concentración gravimétrica, la flotación de sulfuros, la centrifugación, la amalgamación y la cianuración. Estos procesos tienen consecuencias ambientales debido al uso de mercurio para la amalgamación, el cianuro para la lixiviación del oro, la generación de residuos sólidos minerales y de aguas residuales con concentraciones tóxicas de metales pesados y cianuro, así como niveles de turbiedad que pueden afectar los ecosistemas acuáticos donde se realizan los vertimientos. A pesar de la prohibición de mercurio (Ley 1658 de 2013) los estudios del SGC han encontrado concentraciones por encima de los valores máximos permisibles en aguas y de valores de referencia para sedimentos.

La formación de drenaje ácido de mina (DAM) resulta de la interacción entre minerales y elementos químicos del ambiente. Se origina a partir de la exposición de material (mineralizado y/o estéril) al oxígeno atmosférico, por remoción o por descenso del nivel freático producto de las actividades mineras, y al contacto con el agua lluvia y la humedad del ambiente, generando la oxidación de minerales portadores de azufre. El DAM acelera la descomposición de los minerales primarios, con la consecuente acidificación del medio y liberación de sus componentes, entre ellos, EPP. Estos drenajes fluyen a través de los suelos, hacia las fuentes hídricas más cercanas y/o hasta alcanzar las aguas subterráneas. Dicho fenómeno es constante siempre y cuando haya mineral sulfurado expuesto al oxígeno y al agua, por lo que persiste después del cierre de los proyectos mineros.

Estudios realizados por el SGC en la cuenca del río Suratá y específicamente en la subcuenca de la quebrada La Baja y por otras entidades en zonas aledañas, han evidenciado cómo la minería genera impactos negativos en las aguas superficiales por un incremento en la ocurrencia de EPP como arsénico, níquel, plomo, cadmio, y otros que, si bien cumplen funciones esenciales en el organismo, también pueden ser peligrosos si se presentan en exceso, tales como cobre, zinc y cromo. La magnitud de este impacto se cuantificó con base en las concentraciones que superen los valores máximos de referencia en agua y consumo humano según la Resolución 2115 de 2007 (Minsalud y Minambiente), para uso doméstico y agrícola según el Decreto 1076 de 2015 (MADS), para sustancias de interés sanitario en los vertimientos según la Resolución 0631 de 2015 (MADS) y para el valor de referencia para sedimentos según del Atlas Geoquímico de Colombia del SGC.

La alta presencia de minerales del grupo de los sulfuros (potenciales generadores de acidez) y los bajos contenidos de minerales con carbonatos (potenciales neutralizadores) indican que en este sistema existe potencialidad de generación del fenómeno: la pirita aportando la gran mayoría de azufre (cerca de 97 %) mientras que los sulfuros asociados al cobre corresponden aproximadamente al 2,5 %. Los estudios realizados por el SGC en la zona de interés identificaron anomalías de pH en cursos de agua superficial conectados a drenajes de aguas

mineras. Estos valores de pH, fuertemente ácidos a extremadamente ácidos, se encontraron en las microcuencas de la quebrada Angosturas y de la quebrada La Baja. En comparación, otras zonas alejadas de los proyectos mineros presentan valores de pH cercanos a la neutralidad. Adicionalmente, se observó que las aguas drenadas por las excavaciones subterráneas presentaron un pH ácido, con valores que oscilaban entre 3,1 y 5,6, incumpliendo así los límites establecidos en la normativa colombiana.

Uno de los principales riesgos para la generación de DAM es la disposición de residuos minerales. De acuerdo a los valores consignados en el estudio de impacto ambiental de MINESA, refieren una capacidad para los depósitos de desechos de roca o botaderos, de 2 Mt, correspondiente a excavación de los túneles. A partir del análisis mineralógico y composicional de las rocas que darían origen a estos residuos se identificó que: en los neis se identificaron sulfuros -generadores potenciales de acidez- como pirita en concentraciones que varían entre 0,7 y 4,7 % y calcopirita (0,06 %). Del grupo de carbonatos -neutralizadores- solo se detectó ankerita en muy bajas concentraciones (0,7 %). Las anfíbolitas exhiben pirita (1,3 %) y calcopirita (0,03 %) y los minerales carbonatados calcita (2 %) y dolomita (1,2 %). Para los intrusivos no se detectaron carbonatos y el único sulfuro lo constituye la pirita (1 %). En consecuencia, la mayoría de las rocas que serían desechadas en botaderos presentan un alto potencial de generación de acidez.

Por otro lado, en relación a los relaves del proceso de beneficio: si bien el mismo estudio de Minesa indica un potencial bajo de generación de ácido -aunque con incertidumbres debido a las muestras reportadas-, debido a la elevada recuperación de sulfuros en los concentrados mediante flotación, un análisis del proceso permite entender que en los relaves que se generarían se concentrarían sulfosales. De acuerdo a los estudios del SGC en las mineralizaciones de la zona se encuentran sulfosales de arsénico y antimonio.

Los relaves asociados a la pequeña y mediana minería constituyen también un problema. Los resultados del monitoreo de mercurio realizado por el SGC en algunos relaves encontraron valores de mercurio entre 1 y 3 mg/kg, que se consideran críticos y representan un alto riesgo toxicológico para la vegetación. Los relaves de las plantas La Milagrosita, La Laguna, La Oquenda y San Marcos muestran concentraciones de mercurio dentro de este rango, lo que sugiere la necesidad urgente de implementar medidas de control y mitigación para reducir el impacto ambiental y proteger la salud de los ecosistemas locales. Adicionalmente, el SGC y la Corporación Autónoma Regional para la Defensa de la Meseta de Bucaramanga encontraron concentraciones de cianuro por encima de la norma en la estación de monitoreo denominada Loma Redonda (La Baja).

Impactos geoquímicos en la salud

La evaluación de los impactos ambientales y de salud asociados a la contaminación por presencia de elementos químicos en altas concentraciones en una zona determinada tiene como referencia para su estudio, tanto los factores geológicos naturales como aquellos derivados de la actividad humana. Es por esto que se hace necesario identificar los mecanismos de transporte y acumulación de estos elementos desde su origen, hasta su interacción con los organismos vivos.

El SGC ha realizado diferentes estudios para la identificación de EPP en la cuenca del río Suratá. Es así como conocemos de la presencia de los minerales radiactivos en zonas específicas del distrito minero Vetás-California, pero no conocemos su migración y dispersión en las aguas para consumo humano. También, y a partir de un diagnóstico geoquímico ambiental de la cuenca del río Suratá se pudieron identificar concentraciones anómalas de elementos potencialmente peligrosos (mercurio, arsénico, níquel, plomo, cadmio y cianuro, y de elementos esenciales como cobre, cinc y cromo) en aguas y sedimento en concentraciones que podrían generar riesgos para la salud de las personas.

Los impactos de la minería en la salud humana se reflejan en efectos adversos que pueden surgir de forma directa o indirecta. Los efectos directos ocurren cuando los trabajadores se exponen a diversos químicos durante sus labores, o cuando las comunidades cercanas a las zonas mineras están expuestas a contaminación en el aire, agua o suelo.

Los materiales radiactivos de origen natural comprende los radionúclidos asociados a la cadena de decaimiento de uranio (^{238}U), torio (^{232}Th) y potasio (^{40}K). La distribución de los radionúclidos depende principalmente del tipo de roca y su acumulación posterior depende de procesos secundarios de la geodinámica externa e interna y a actividades antrópicas. La Comisión Internacional de Protección Radiológica (ICRP) recomienda un límite de dosis efectiva anual para el público en general de 1 milisievert (mSv). Si se superan los valores de exposición "normales" a la radiación gamma proveniente de NORM, pueden surgir efectos adversos a la salud humana, cuya gravedad depende de la dosis y duración de la exposición. A largo plazo, incluso exposiciones bajas pero prolongadas pueden aumentar el riesgo de desarrollar cáncer, cataratas y enfermedades cardiovasculares. Grupos vulnerables como niños, mujeres embarazadas y fetos son especialmente susceptibles.

En la RTS predomina la radiación gamma debido a uranio y potasio, sobre el Granito de Pescadero mientras que los aportes a la radiación gamma en superficie, debido a torio se dan sobre las unidades sedimentarias subyacentes al municipio de Suratá y sobre el Neis de Bucaramanga, en el sector de las lagunas de Páez, en los extremos suroeste y noreste. Los valores registrados oscilan en su mayoría entre 0,2 y 0,5 mSv/a, sin embargo, en los socavones

los valores registrados son más elevados: en factores de 10^4 a 10^6 , particularmente en la población de La Baja, especialmente hacia la mina Azul.

Los efectos específicos del mercurio en la salud de los habitantes de la zona de interés aún no son concluyentes. Se sabe que ocurre una exposición significativa al mercurio en trabajadores involucrados en la extracción artesanal de oro: con concentraciones considerablemente más altas de mercurio en sangre (7,03 $\mu\text{g/L}$ vs. 2,46 $\mu\text{g/L}$), orina (3,96 $\mu\text{g/g}$ de creatinina vs. 1,48 $\mu\text{g/g}$ de creatinina) y cabello (0,79 $\mu\text{g/g}$ vs. 0,39 $\mu\text{g/g}$), en comparación con un grupo de control. Esto, sin embargo, no implica el desarrollo de patologías, pues se ha evidenciado que el polimorfismo genético puede influir en el metabolismo de este elemento y modular la patogénesis. Esto puede explicar en parte el hecho de que los mineros de la zona, a pesar de mostrar niveles significativamente altos de mercurio, no presentan alteraciones renales.

El entendimiento más reciente sobre la asociación entre las actividades mineras y la disminución de la función renal considera que ésta es más compleja de lo que se pensaba inicialmente. Se ha propuesto que los efectos combinados de varios metales pesados, como el berilio, cadmio y plomo, pueden ser más dañinos para los riñones que la exposición a un solo metal. Estos hallazgos sugieren que la sinergia entre diferentes elementos químicos puede aumentar el riesgo de daño renal en poblaciones expuestas a la minería.

Impactos físicos en el ambiente

La remoción física de grandes volúmenes de elementos geoambientales que configuran el suelo y el subsuelo -y son la base material de los ecosistemas- es uno de los principales impactos de la minería, especialmente la de gran escala. Esta remoción o sustracción física de rocas, depósitos, suelos y agua, puede llegar a considerarse un daño ambiental de acuerdo con el artículo 42 de la Ley 99 de 1993, ya que involucra elementos que no son renovables y cuya afectación es irreversible, dada la imposibilidad de recrear las condiciones ambientales pasadas -y los largos tiempos de formación, en escala geológica- que les dieron origen.

La sustracción de la base física del subsuelo implica, desde un punto de vista hidrogeológico, la pérdida de grandes volúmenes de materiales que almacenan y transmiten el agua subterránea (los acuíferos), o que cumplen un papel fundamental para su protección (los acuitardos). Esto deriva también en impactos sobre la oferta y disponibilidad de agua, pues se pierde capacidad de almacenamiento en el subsuelo y se generan fenómenos como el abatimiento del nivel del agua subterránea.

La relación entre el material que no tiene valor económico y el mineral de interés es muy alta, por lo que la minería genera enormes cantidades de desechos mineros. Estos desechos se disponen en superficie o como retrolleado de tajos abiertos y galerías de túneles. La práctica de disponer botaderos o relaves en superficie es común e implica el sepultamiento de otros

elementos geoambientales. El sepultamiento bajo grandes volúmenes de desechos, constituye un impacto que altera el paisaje y múltiples dinámicas naturales como la infiltración del agua.

A partir de la descripción de proyectos potenciales de gran minería como “Soto Norte” y “Angostura” (a cielo abierto y subterráneo) se estima que el impacto de remoción de materiales geológicos para la gran minería podría estar en el orden de decenas a centenares de millones de metros cúbicos. Para la pequeña minería, bajo un escenario hipotético sustentado en los criterios del Decreto 1666 de 2016, se estima un volumen en el orden de cientos de miles de metros cúbicos. Es decir un proyecto hipotético de pequeña minería podría remover un volumen entre 10 y 1000 veces más bajo que un proyecto típico de gran minería, con lo cual se configura un impacto menor, pero no despreciable.

Retomando estos valores y a pesar de que no se tienen datos reales de la porosidad eficaz o rendimiento específico de los macizos fracturados que afloran en el área propuesta para la reserva, a partir de simulaciones preliminares de redes de fractura sustentadas en datos estructurales sistemáticos recolectados en campo por el SGC, se considera que un valor de porosidad eficaz de 1 % puede ser conservador para la zona.

Con esto, se puede estimar que la pérdida de capacidad de almacenamiento de agua para la gran minería estaría en el orden de cientos de miles a millones de metros cúbicos. Para el proyecto hipotético de pequeña minería considerado, la pérdida estaría en el orden de miles de metros cúbicos, siendo cientos o miles de veces mas bajo que lo obtenido para proyectos representativos de la gran minería, lo cual tampoco puede considerarse despreciable.

En cuanto al sepultamiento de materiales geológicos con desechos mineros, específicamente relaves, los proyectos representativos de la gran minería podrían implicar la afectación de un área que se encuentra entre las decenas y centenares de hectáreas. Se identificó que una de las alternativas de disposición de relaves del proyecto de gran minería “Angostura” (subterráneo) se ubica sobre zonas de recarga delimitadas por la autoridad ambiental. Más allá de este hecho particular, se resalta la vulnerabilidad especial de ciertas zonas al impacto por sepultamiento con desechos mineros. En el caso de la pequeña minería no se disponen volúmenes de relaves que requieran su ubicación en presas o grandes depósitos.

Como resultado de las excavaciones de la minería, generalmente se intercepta el nivel del agua subterránea en profundidad. Esto genera el influjo de aguas subterráneas dentro de las excavaciones, que funcionan como sumideros que atraen el flujo de agua subterránea. La exfiltración de agua tiene como efecto la modificación de las condiciones naturales de flujo y el abatimiento o descenso del nivel del agua subterránea en un área alrededor de la excavación minera. A su vez, esto puede implicar la desaparición permanente o afectación significativa del flujo base hacia manantiales o cuerpos de agua superficial relacionados con el agua subterránea, tales como quebradas, ríos, lagunas o humedales.

Las características estructurales y de deformación que afectan a las rocas cristalinas aflorantes en el área de estudio favorecen la infiltración y tránsito del agua subterránea a través de redes de fractura con alta intensidad y conectividad, así como a lo largo de espacios dilatantes relacionados con los movimientos de las fallas principales. Estas zonas de porosidad primaria baja o nula, pero alto fracturamiento, se relacionan espacialmente con la presencia de manantiales. Así mismo, el agua subterránea aporta significativamente para la oferta superficial de las corrientes superficiales.

Estas características configuran una vulnerabilidad del área a verse afectada por los impactos del abatimiento de agua subterránea. Se cuenta con evidencias concretas de volúmenes de agua en el orden de litros o decenas de litros por segundo saliendo por los túneles de minería ya presentes en la zona. Los estudios del SGC pudieron determinar, además, que el agua que exfiltra por algunos de estos túneles fue recargada en el páramo, lo cual constituye un impacto evidente en la disponibilidad y oferta hídrica.

Con el fin de aproximar y acercarse a posibles contrastes en la magnitud del impacto de la salida de aguas subterráneas entre la pequeña y gran minería por efecto de los túneles, se utilizaron múltiples simplificaciones que permiten establecer que, en un mismo contexto hidrogeológico y dadas las magnitudes típicas de los túneles mineros de acceso presentes o proyectados en la zona, un solo túnel de la gran minería podría extraer volúmenes de agua de 10 a 100 veces mayores que uno típico de la pequeña minería.

Por otra parte, como producto de las excavaciones de la minería se generan cambios en las condiciones de esfuerzo y deformación de las rocas. La creación de cavidades y vacíos puede incidir en procesos de inestabilidad relacionados con el colapso o subsidencia del material del subsuelo. Aunque la minería subterránea podría implicar menores alteraciones en la superficie, no está exenta de generar alteraciones significativas en el relieve. Por tanto, este tipo de minería también tiene el potencial de generar modificaciones permanentes y de gran magnitud en el paisaje, lo que de acuerdo con el artículo 42 de la Ley 99 de 1993 podría llegar a conceptualizarse como un daño social. Adicionalmente, las actividades asociadas con los procesos de extracción, pueden aumentar la frecuencia y magnitud de los movimientos en masa debido a los cambios de cobertura, en las condiciones hidrogeológicas y en las sollicitaciones a las que se encuentran sometidas las laderas naturales.

Para las cuencas de la quebrada Vetás, La Baja y el río Charta se logró establecer una correlación positiva entre la presencia de intervenciones mineras y la ocurrencia de movimientos en masa. Los resultados mostraron que en áreas 2000 metros a la redonda de zonas mineras hay una mayor concentración de puntos asociados a movimientos en masa. La metodología y la información disponible no permitieron distinguir entre escalas de la actividad minera, por lo cual en este caso no se obtuvieron análisis diferenciales.

Los depósitos de relaves representan un riesgo dado que ante un posible colapso de la estructura pueden afectar la calidad del agua de fuentes abastecedoras así como destruir o afectar en algún grado poblaciones cercanas con el eventual involucramiento de pérdida de vidas humanas. La ubicación de las presas de relaves condiciona en gran medida su estabilidad, en cuanto tiene una influencia directa en la magnitud de los principales factores detonantes de fallas de materiales naturales y antrópicos, como lo son la lluvia y las sollicitaciones sísmicas.

Se determinó que un valor de precipitación de 120 mm es el valor mínimo de agua necesario para saturar los relaves. Además, se observa que en la zona de estudio se tiene una probabilidad del 50 % de que se presenten precipitaciones acumuladas iguales o mayores a este valor entre 2 y 3,5 días, de acuerdo con las estaciones hidrometeorológicas. Debido a que en el sector se encuentran varias fallas geológicas, las sollicitaciones requeridas para garantizar su estabilidad son mayores que en otras zonas donde se han ubicado este tipo de estructuras. Lo anterior permite concluir que la disposición de relaves en grandes volúmenes, propios de la mediana y la gran minería, es una práctica que genera tal cantidad de efectos en cuanto a riesgo para vidas humanas y para la afectación ambiental no puede ser permitida.

Se realizó un análisis del efecto del colapso parcial de la presa de relaves del proyecto Soto Norte, encontrando que la extensión de la afectación y la distancia de viaje de los relaves se encuentra entre 10,4 km hasta 34 km aguas abajo de la presa. El flujo afectaría la disponibilidad y calidad del agua sobre el río Suratá donde se encuentran 4 concesiones de agua para su uso por parte de la población. También se verían afectados los centros poblados de Suratá y Matanza. Si bien es un análisis de un proyecto puntual a partir de información secundaria, los resultados dan una idea de las posibles consecuencias y riesgos de proyectar este tipo de infraestructura - asociada a la mediana o gran minería - en la zona de la reserva.

Conclusiones y recomendaciones

El área propuesta para la declaratoria de la reserva temporal de recursos naturales cumple con varios de los criterios consignados en el artículo 2 del Decreto 044 de 2024. En primer lugar, a partir de la documentación de impactos ambientales ya identificados de la actividad minera artesanal, o de pequeña y mediana escala, es evidente la existencia de procesos de degradación ambiental que amenazan la integridad ecológica y los servicios ecosistémicos de la región. A esto se suma el interés de parte de empresas multinacionales en la implementación de proyectos de gran minería, algunos de los cuales han llegado hasta etapas de exploración avanzada.

El análisis y documentación de impactos de la minería, en relación con algunas características particulares de esta región, evidencia que la remoción de materiales geológicos, el cambio en las direcciones de flujo de agua subterránea, el descenso del nivel freático, la afectación del

flujo base hacia cuerpos de agua superficial, la generación de drenaje ácido de mina, la dispersión de elementos potencialmente peligrosos, las afectaciones a la salud, la generación de condiciones de inestabilidad geotécnica, los riesgos físicos por la disposición de desechos mineros, entre otros, son efectos potenciales de la actividad minera en la zona.

En cuanto a los impactos diferenciales de la pequeña minería respecto a la gran minería, se presentan elementos que sugieren la existencia de impactos comunes a cualquier actividad minera, pero que se pueden magnificar con la escala. La gran minería implica la remoción de volúmenes de materiales geológicos mucho más significativos, amplificando la magnitud de otros impactos. Por ejemplo, la mediana y gran minería requiere la disposición de grandes volúmenes de desechos, lo cual constituye un riesgo adicional en términos de contaminación y posibilidad de fallas o colapso. Los impactos diferenciales de los procesos de beneficio son mucho más difíciles de establecer por la coexistencia de condiciones de informalidad minera en la región, pero se anticipa que en todas las escalas e, incluso, en operaciones efectuadas bajo permisos ambientales y mineros, pueden utilizarse sustancias peligrosas desde el punto de vista toxicológico como las sustancias cianuradas.

Las condiciones de degradación ambiental asociadas a los impactos ya identificados de la minería en la zona y los potenciales impactos derivados del desarrollo de nuevos proyectos de gran minería van en contravía de escenarios tendenciales como los identificados por la Corporación Autónoma Regional para la Defensa de la Meseta de Bucaramanga, los cuales señalan la necesidad de intervención intencionada para conservar o mejorar las condiciones de las cuencas que conforman la reserva temporal propuesta.

Aunque se requiere generar mayor conocimiento geoambiental para llegar a cuantificar y delinear de mejor manera los valores de este territorio y su vulnerabilidad ante la ejecución de ciertas actividades antrópicas, los elementos planteados aquí ilustran la existencia de zonas ambientalmente importantes desde el punto de vista del ciclo del agua, como acuíferos fracturados, zonas de recarga, manantiales y ríos que se ven alimentados por el agua subterránea. Se debe resaltar además la condición de zona abastecedora que tienen cuencas como la del río Suratá para el suministro de agua hacia Bucaramanga y áreas metropolitanas.

El establecimiento de esta reserva podría mitigar los impactos de algunas actividades antrópicas mediante la implementación de medidas de protección de ecosistemas estratégicos. Además, proporcionaría un marco regulatorio para el control de las actividades mineras y la preservación de la calidad y cantidad del agua, garantizando un suministro sostenible para las comunidades y la biodiversidad.