

## TABLA DE CONTENIDOS

SECCIÓN 6.0 Descripción del ambiente físico .....	6-1
SECCIÓN 6.1 Geología .....	6-1
6.0 descripción del ambiente físico .....	6.1-1
6.1 FORMACIONES GEOLÓGICAS REGIONALES .....	6.1-1
6.1.1 Tectónica del Itsmo de Panamá .....	6.1-1
6.1.2 Unidades geológicas locales .....	6.1-7
6.1.3 Caracterización geotécnica .....	6.1-12
6.1.3.1 Pruebas geotécnicas en el laboratorio .....	6.1-12
6.1.4 Geoquímica .....	6.1-16
6.1.4.1 Introducción .....	6.1-16
6.1.4.2 Metodología .....	6.1-16

## FIGURAS

Figura 6.1-1: Placas tectónicas y ubicación del bloque de Panamá.....	6.1-3
Figura 6.1-2: Mapa geológico de Panamá - sección Azuero.....	6.1-6
Figura 6.1-3: Sección estratigráfica de la Formación Río Quema.....	6.1-8
Figura 6.1-4: Unidades geológicas de la formación Río Quema .....	6.1-10

## TABLAS

Tabla 6.1-1: Resumen de las pruebas geotécnicas de laboratorio.....	6.1-14
---	--------

## FOTOGRAFÍAS

No table of figures entries found.

## SECCIÓN 6.0

# Descripción del ambiente físico

# SECCIÓN 6.1

## Geología

## 6.0 DESCRIPCIÓN DEL AMBIENTE FÍSICO

La presente sección resume la descripción del ambiente físico del área de estudio del Proyecto, donde se efectuó un reconocimiento a través de la revisión de estudios previos y trabajos de campo complementarios para la elaboración de la línea base física del Estudio de Impacto Ambiental y Social (EsIA).

### 6.1 FORMACIONES GEOLÓGICAS REGIONALES

#### 6.1.1 Tectónica del Istmo de Panamá

Tectónicamente, Panamá es considerada como un bloque, que se encuentra en la confluencia de cuatro placas tectónicas: la Placa del Caribe, la Placa Sudamericana, la Placa de Cocos y la Placa de Nazca. La microplaca de Panamá forma parte de la Placa del Caribe, aunque datos recientes indican una disociación del movimiento y convergencia relativa entre las dos placas (Trenkamp et al., 2002).

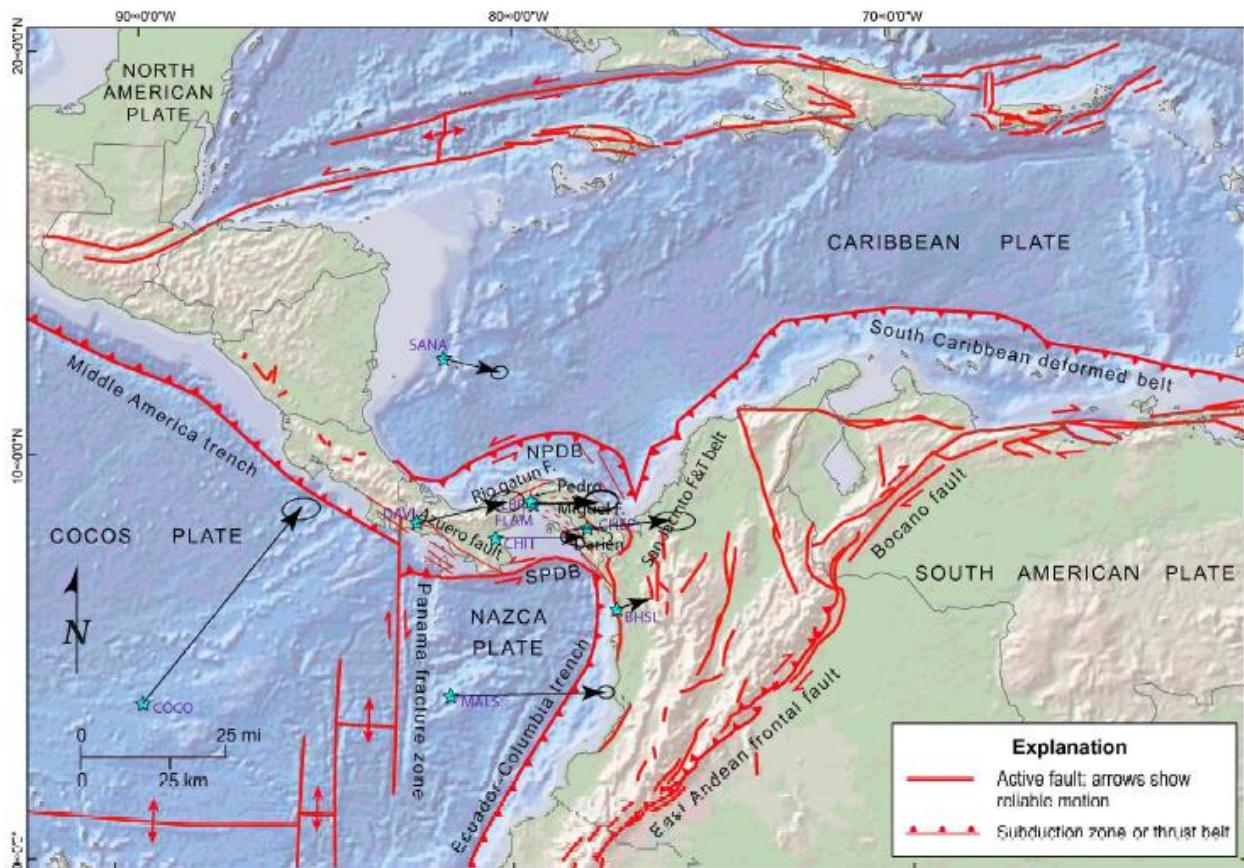
El límite Norte de la microplaca de Panamá, se define por un sistema de empuje y fallas de transformación conocido como el Cinturón Deformado de Panamá (Adamek et al., 1988 y Silver et al., 1990). Hacia el Oeste, estas fallas se desplazan hacia la Cordillera Central de Costa Rica (Marshall et al, 2003). El límite oriental con la placa continental de América del Sur, está situado en la zona de cizalla del valle del Atrato (Taboada et al, 2000 y Trenkamp et al, 2002). El borde Sur, se caracteriza por la subducción de las placas de Nazca y Cocos, debajo de la microplaca de Panamá (Mann y Corrigan, 1990 y Coates et al, 2004).

Rockwell y Col, 2010, sostienen que la microplaca de Panamá no es un bloque rígido, por el contrario, argumentan que está pasando por una deformación interna significativa, debido a la presencia de una alta tasa de deslizamiento (mayor a 5 mm por año) y a las fallas sísmicamente activas, tales como las fallas Limón y Pedro Miguel, cerca del Canal de Panamá (Rockwell et al. 2010a). En tal sentido, Rockwell y Col, 2010 proponen un modelo de bloque delimitado por las principales fallas que se adaptan a la contracción de Este a Oeste y a la desviación hacia el Norte del arco de

Panamá. Recientemente, las pruebas del modelo de Bennett et al, 2014, utilizando el Sistema de Posicionamiento Global (GPS), no pudieron reproducir las altas tasas de deslizamiento de la falla, estimadas a partir de los estudios paleo sísmicos de Rockwell et al, 2010a.

De manera general, con el análisis de las mediciones de GPS y los datos paleo sísmicos, se presentan velocidades de convergencia consistentes hacia el Este de Panamá y América del Sur (Trenkamp et al 2002). Las velocidades de placas aumentan hacia el Este con tasas de alrededor de 10 a 15 mm por año en Nicaragua, y tasas de 30 mm por año en el centro de Panamá, en las costas de Colombia y Ecuador. Sin embargo, la cantidad de flexión y deformación interna de la microplaca de Panamá sigue siendo controvertida.

En la Figura 6.1-1 se muestra la ubicación del bloque de Panamá, la relación con las placas tectónicas, las fallas activas (líneas rojas continuas), zonas de subducción (líneas rojas intercaladas con triángulos rojos) y movimientos asociados.



Fuente: Estudio de Prefactibilidad del Proyecto Cerro Quema (Pershimco, 2014).

Figura 6.1-1: Placas tectónicas y ubicación del bloque de Panamá

### Formaciones geológicas y tectónicas regionales en el área del Proyecto

El Proyecto se encuentra en la península de Azuero de Panamá, dentro de un antiguo arco magmático-volcánico, que se desarrolló durante los períodos Cretácico Paleógeno, hace 75 a 40 millones de años.

Localmente, en la Península de Azuero, se produce la subducción intra-oceánica y la evolución del arco magmático en esta zona data desde el Cretácico tardío y continuó hasta mediados del Mioceno (Buchs, 2008; Buchs et al., 2009, 2010; Wörner et al., 2009).

Los primeros estudios geológicos desarrollados por el Programa de las Naciones Unidas en 1976, en la zona de estudio, reconocieron tres unidades geológicas, las cuales se desarrollan a continuación.

**La Formación Tonosí**

Es una secuencia sedimentaria discordante, compuesta por conglomerados y calizas arrecifales asociados a calcarenitas del Eoceno medio al Oligoceno temprano, las cuales recubren el basamento basáltico al noreste de la península de Azuero.

Estudios más recientes dividieron esta formación en dos unidades litológicas: una unidad inferior, compuesta por lentes menores de carbón conglomerados, arenisca gruesa y calizas arrecifales con edades del Eoceno medio a principios del Oligoceno, hace 40 a 30 millones de años; y una unidad superior, compuesta de areniscas marinas interestratificadas, sedimentos y calcarenitas que datan desde el Oligoceno tardío al Mioceno temprano, hace 30 a 15 millones de años (Kolarsky et al., 1995; Krawinkel y Seyfried, 1994; Krawinkel et al., 1999).

La secuencia sedimentaria de la Formación Tonosí representa un evento transgresivo regional que afectó a la Península de Azuero (Kolarsky et al., 1995 y Krawinkel et al., 1999).

**La Formación Ocú-Changuinola**

Está compuesta por calizas de grano fino, con intercalaciones locales de tobas, limolitas calcáreas y arenisca de grano fino, intercaladas con flujos de lava basálticas de 1.5 m de espesor (Del Giudice y Recchi, 1969; Weyl, 1980). La Formación Ocú data del Campaniano y Maastrichtiano tardío hace 75 a 73 millones de años.

La Formación Ocú es de contexto regional. Sin embargo, estudios geológicos más recientes de Corral et al. (2011) han determinado que las rocas del distrito de Cerro Quema no corresponden con la definición de la Formación de Ocú, creando una nueva formación geológica, la Formación de Río Quema (P& E Mining Consultants, Inc. 2013).

#### El Basamento de Azuero

Se compone de lavas basálticas masivas, pillow lavas, aglomerados, diabasas, gabros y sedimentos hemipelágicos, intercalados con lavas y diques basálticos transversales, cortando las rocas descritas. La geocronología de los basaltos, indica las edades que van desde Turoniana a Santoniano (Lissinna, 2005). Ello coincide con edades que datan del Coniaciano, obtenida a partir de sedimentos intercalados conteniendo radiolarios (Kolarsky et al., 1995 y Buchs et al., 2009).

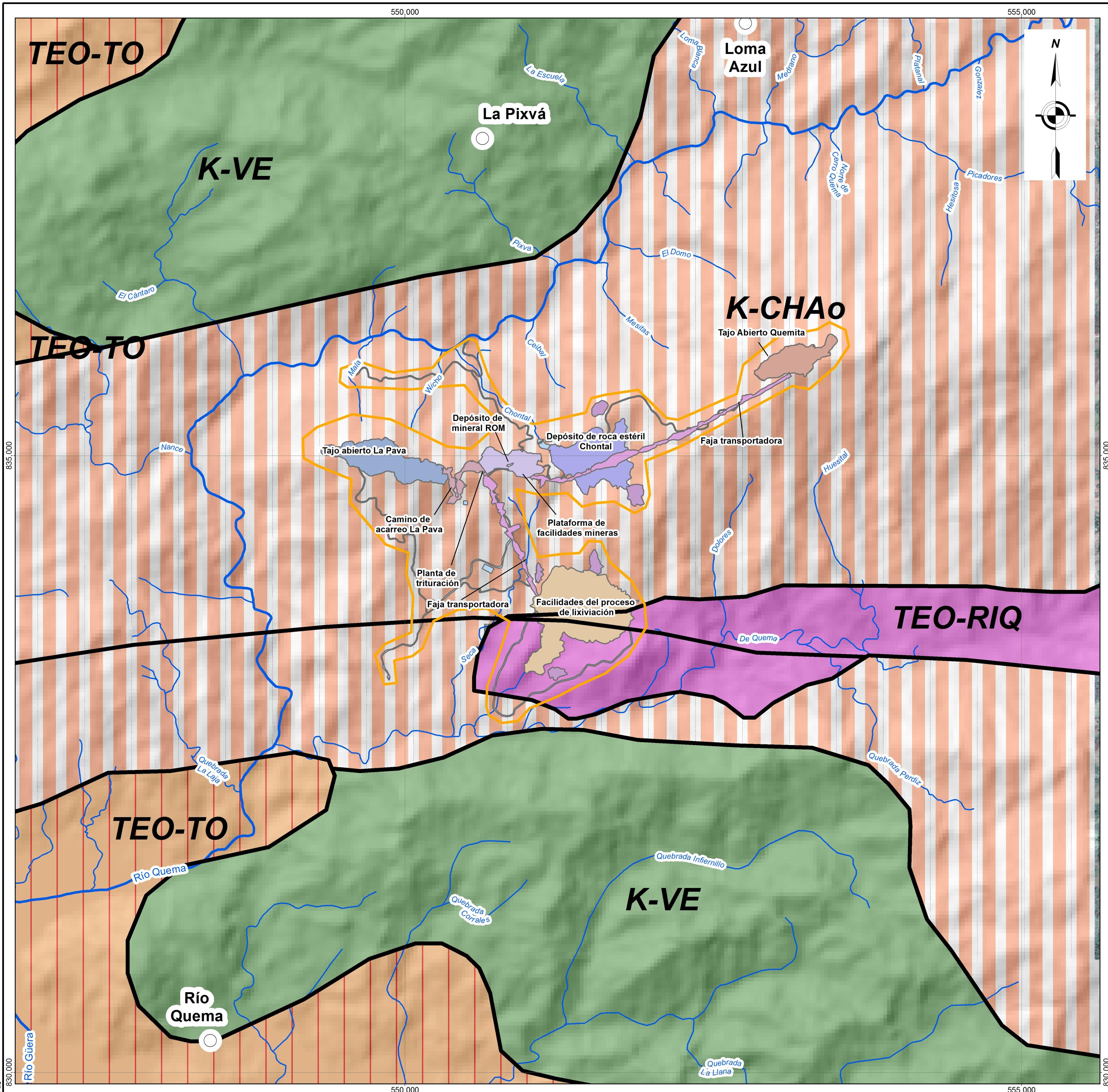
En el mapa geológico de Panamá, escala 1:250,000, publicado en el Atlas Nacional de la República de Panamá (2007), se muestra que en la región afloran las formaciones del período Secundario (Formación Tonosí, Ocú-Changuinola y Valle Riquito) y Terciario (Formación Playa Venado), las cuales se describen a continuación:

- Formación Tonosí (TEO): litológicamente está compuesta por lutitas y areniscas;
- Formación Ocú-Changuinola (K-CHAO): litológicamente comprende varios horizontes de calizas y calci-lutitas;
- Formación Valle Riquito (TEO-RIQ): compuesta por rocas cristalinas máficas como, cuarzodioritas, noritas y gabros;
- Formación Playa Venado (K-VE): conformada por basaltos y pillow lavas.

En la Figura 6.1-2 se muestran las formaciones geológicas antes indicadas.

---

**Figura 6.1-2: Mapa geológico de Panamá - sección Azuero**



## MAPA DE UBICACIÓN



### Leyenda

—	Fallas
—	Quebradas
—	Ríos
■	Huella del Proyecto Minero
■	Camino de acarreo La Pava
■	Depósito de roca estéril Chontal
■	Depósito de suelo orgánico
■	Facilidades auxiliares
■	Facilidades del proceso de lixiviación
■	Faja transportadora
■	Plataforma de facilidades mineras
■	Tajo abierto La Pava
■	Tajo abierto Quemita
■	K-Chao: Formación Changuinola-Ocú, Calizas, Tobas
■	K-VE: Formación Playa Venado, Basaltos, pillow lavas
■	TEO: Formación Tonosí, Lutitas,
■	TEO-RIQ: Formación Valle Riquito, Cuarzodioritas, noritas, gabros

MCQSA  
"Compromiso Social, Responsabilidad Ambiental"

CLIENTE: **Minera Cerro Quema S.A.**

PROYECTO: **ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL Y SOCIAL  
PROYECTO MINERO CERRO QUEMA**

TÍTULO: **MAPA DE GEOLÓGIA REGIONAL**

CÓDIGO DE PROYECTO:	I_SLP14_001	REVISIÓN:	VFOO
DIBUJO GIS	J.C.G.	FECHA	DIC 2014
RESPONSABLE	C.A.S.	FECHA	DIC 2014
APROBACIÓN	E.D.A.	FECHA	DIC 2014

REFERENCIA: - Cartografía Nacional Escala 1:50,000 - Instituto Geográfico Nacional Tommy Guardia. Fecha de publicación Junio 2002 - Datum WGS84, Zona 17 Norte

**6.1-2**

#### 6.1.2 Unidades geológicas locales

La importancia económica del área del Proyecto, motivó a nuevos estudios desarrollados por Corral et al., 2011; los cuales concluyeron, como ya se mencionó, con la propuesta de una nueva formación geológica clasificando las rocas del distrito de Cerro Quema como Formación Río Quema. En parte, la nueva clasificación obedece a que la geología del área no se enmarca dentro de la definición original de la Formación Ocú-Changuinola para algunos autores.

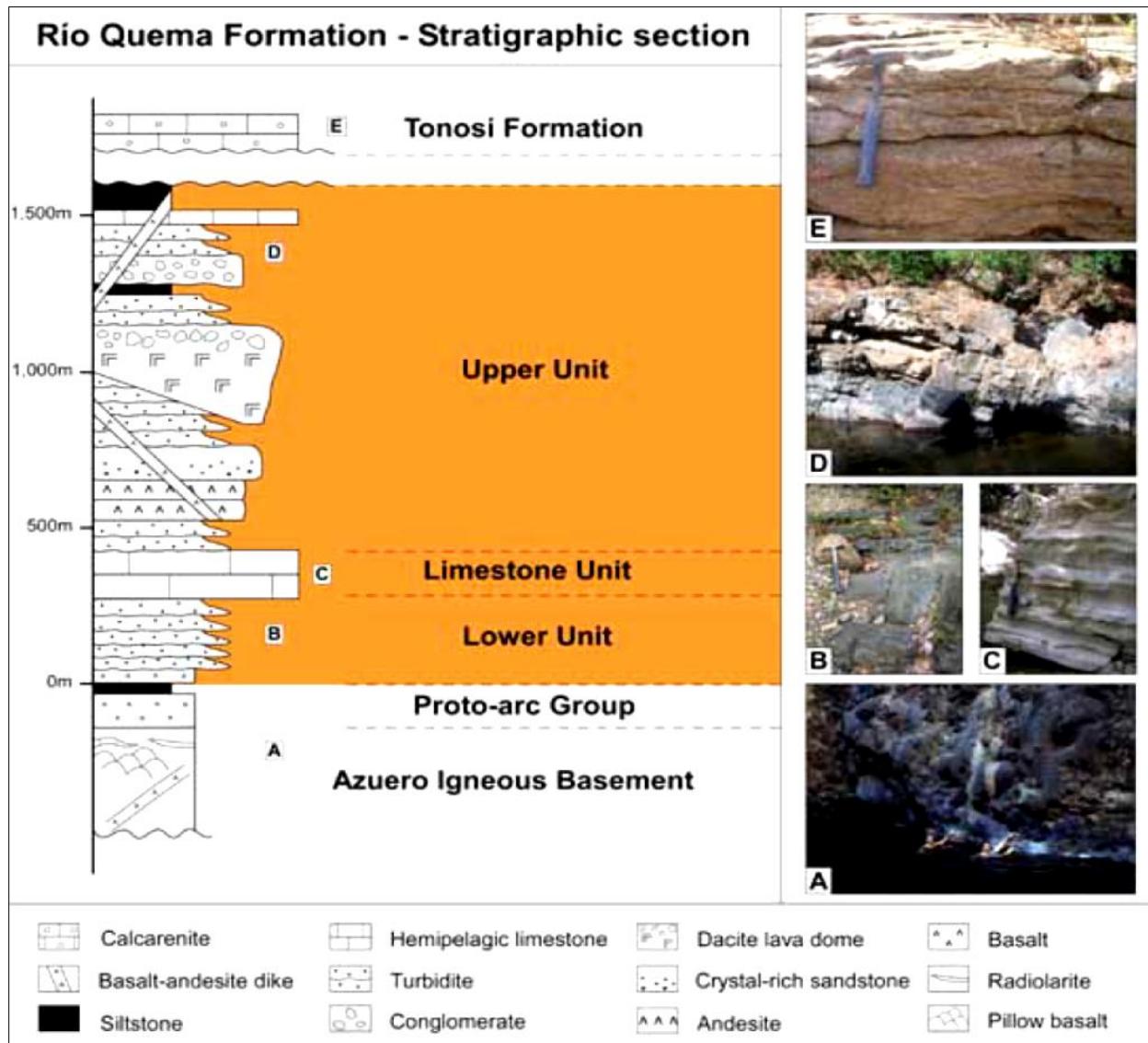
La Formación Río Quema se interpreta como la secuencia de relleno de una cuenca del arco volcánico del Cretácico-Paleógeno para la mineralización en el distrito de Cerro Quema (Corral et al., 2011).

La Formación Río Quema consiste en una secuencia volcánica y sedimentos volcanoclásticos, intercalados con calizas hemipelágicas, domos submarinos de lavas dacíticas cortados por diques andesíticos. La Formación Río Quema está integrada por cinco unidades de la Península de Azuero: el Basamento Azuero (ígneos), el Grupo Proto - arco de Azuero, la Formación Río Quema, Rocas Intrusivas y la Formación de Tonosí.

La Formación Río Quema se manifiesta como una secuencia de vulcanos sedimentados, depositada en una cuenca Ante-arco, que cubre tanto al Basamento de Azuero, así como al Grupo Proto-arco de Azuero, que se superpone localmente al Basamento Azuero ígneos. Este se compone de lava basáltica masiva y pillow lavas de espesor irregular entre 0 y 40 m, cubiertas por camadas de esquistos verdes, sílex y flujos delgados de lava basáltica.

El espesor total de la Formación Río Quema es aproximadamente de 1,700 m.

En la Figura 6.1-3 se muestra la sección estratigráfica de la Formación Río Quema.



Fuente: Corral et al. Acta Geológica, Vol 9/ No. 3-3 (2011).

**Figura 6.1-3: Sección estratigráfica de la Formación Río Quema**

En el distrito de Cerro Quema se identifican las siguientes unidades geológicas:

**Unidad inferior**

Compuesta por flujos de lava andesíticos entre 0.20 y 2 m de espesor y con una camada de arenisca cristalina, rica en turbiditas, con limolitas interestratificadas de ambiente hemipelágico. Esta unidad representa un ambiente de depósito próximo al

frente volcánico menor y presenta evidencias de sistemas de paleocorrientes con dirección O-SO con estratificación cruzada y marcas de ondulaciones.

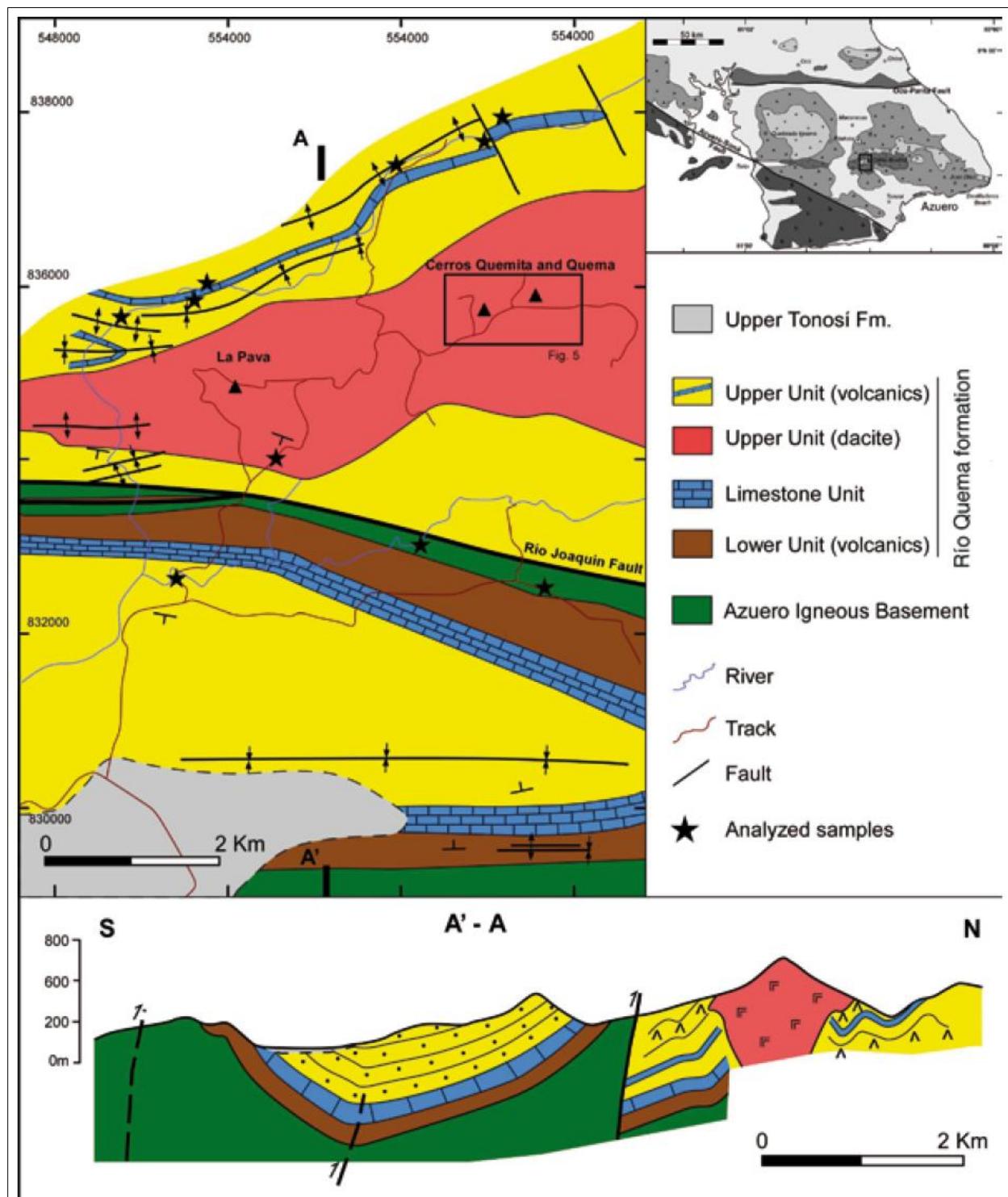
Unidad de caliza hemipelágica biomicrítica

Tiene un espesor entre 100 y 150 m, de color gris claro, intercalada con sílex, camadas de turbiditas finas y capas de cenizas. La presencia de foraminíferos planctónicos (*Globotruncana* sp, *Globotruncanita* sp, y *Globotruncanella* sp), indican una edad que data del Cretácico Tardío. Las calizas representan períodos de sedimentación intercalados en el tiempo, con la actividad volcánica.

Unidad superior

Aflora tanto en el Norte y Sur del Río Quema. Se compone de sedimentos volcanoclásticos masivos e intercalados con flujos laminationes de lavas andesíticas, de 1 a 3 m de espesor. Esta unidad contiene domos de lava dacita submarina, que eran compartidos con la cuenca antearco y actuaban como una barrera a la paleo sedimentación. La vertiente Sur de los domos de lava dacita, se caracteriza por tener una mayor proporción de sedimentos distales, incluyendo sedimentos volcanoclásticos, turbiditas, lutitas, limolitas y en menor proporción flujos de lava andesítica. La unidad intrusiva relacionada al arco se compone de; intrusiones de dioritas, cuarzodioritas; y granodioritas. Algunas de estas se encuentran expuestas como grandes batolitos en la parte central y Norte de la Península de Azuero. Sin embargo algunas intrusiones menores de cuarzodiorita se presentan al Sur de Cerro Quema. Ambas intrusiones produjeron procesos de metamorfismo en la Formación del Río Quema cerca a los batolitos. Las edades de estas rocas ígneas fluctúan entre 66 a 42 millones de años (Maury et al., 1995, Lissinna, 2005; Wörner et al., 2009; Wenger et al., 2011).

En la Figura 6.1-4 se muestra la secuencia estratigráfica de la deposición de las diversas unidades de la región determinadas por Corral (2011).



Fuente: Corral et al. Acta Geológica, vol 9/ No. 3-3 (2011)

**Figura 6.1-4: Unidades geológicas de la formación Río Quema**

---

En el Anexo 6.1-1 se presenta el detalle de la geología del yacimiento del Proyecto.

En tal sentido, se tiene lo siguiente:

- Los depósitos de La Pava, Quemita-Quema y La Mesita están compuestos por andesitas y domos de lava dacita de la Formación Río Quema, la misma que es parte de un arco volcánico (Cretácico-Paleógeno);
- Los depósitos del Proyecto se caracterizan por la presencia generalizada de alteración hidrotermal que forma halos concéntricos alrededor de la mineralización. La presencia de vuggy sílice (o sílice poroso), alunita, natro-alunita y enargita además del patrón de alteración hidrotermal, son compatibles con la mineralización que se formó de un sistema epitermal de alta sulfuración;
- La mineralización consiste en pirita diseminada, calcopirita y enargita y stockworks de cuarzo, pirita, calcopirita, y barita con trazas de galena y blenda. El oro se produce como granos microscópicos diseminados de oro nativo y como "oro invisible" dentro de la pirita, particularmente en la zona de alteración silícea. Los más altos grados de mineralización de oro se encuentran cerca de la superficie y disminuyen hacia el menor límite de la oxidación;
- La geología estructural del área del Proyecto se caracteriza por una red de fallas profundas empinadas con dirección Noroeste y Noreste. La Falla del Río Joaquín, es una estructura regional con dirección Este-Oeste, se ubica aproximadamente entre 1 y 3 km al Sur de las áreas de La Pava y Quemita, respectivamente.
- MCQSA completó satisfactoriamente los programas de perforación dentro de la huella del Proyecto. Las perforaciones en La Pava totalizan 162 pozos con un total de 16,123 m perforados y en el resto de la concesión 165 pozos totalizando 16,492 m;
- La operación de MCQSA, consistirá en minería a tajo abierto, no se ha contemplado un componente de minería subterránea, por lo tanto, todas las reservas de mineral se consideran reservas a tajo abierto;
- La estimación de recursos de acuerdo al NI 43-101 (NI por sus siglas en inglés National Instrument, este instrumento es el Estándar Nacional para divulgar

Proyectos Mineros dentro de Canadá) reporta 552,400 onzas de óxido de derivados de oro en la categoría de Reservas Medidas e Indicadas; 7,900 onzas de óxido de derivados de oro en la categoría de reservas inferidas; 326,300 onzas de sulfuro derivados de oro en las categorías de Reservas Medidas e Indicadas; y 7,000 sulfuros derivados de onzas de oro en la categoría de Reservas inferidas;

Se estima una vida del Proyecto de poco más de 5 años en base a las tasas de producción diaria de 10,000 t / día o 3,6 millones de toneladas por año.

#### 6.1.3 Caracterización geotécnica

En esta sección se describen los resultados de las diferentes pruebas geotécnicas desarrollados en el área del Proyecto.

##### 6.1.3.1 Pruebas geotécnicas en el laboratorio

La caracterización geotécnica del área del Proyecto incluye la definición de las propiedades de los suelos en base a pruebas de laboratorio.

Se hicieron pruebas geotécnicas de laboratorio de los materiales encontrados en el sitio de las facilidades del proceso de lixiviación y en la fuente propuesta de gravilla, tomando muestras representativas.

El análisis de laboratorio incluyó pruebas convencionales de composición y propiedades como son rigidez, permeabilidad y densidad. Se hicieron pruebas adicionales para caracterizar la durabilidad y rigidez intacta de la gravilla con la finalidad de evaluar su idoneidad para usarla como material de revestimiento en la construcción de las facilidades del proceso de lixiviación. Para las muestras de suelo recolectadas de los pozos de prueba, se hicieron las siguientes ensayos: Límites de Atterberg, distribución del tamaño de partículas (con hidrómetro), compactación modificada Proctor y pruebas de rigidez triaxial consolidada-sin drenar (pareada con mediciones de permeabilidad flexible, de muro).

El objetivo de los análisis indicados se describe a continuación:

- Los límites de Atterberg están relacionados con la cantidad de agua adsorbida sobre la superficie de las partículas. El área de la superficie de las partículas aumenta si el tamaño de las partículas disminuye;
- El Ensayo Próctor es una prueba de laboratorio que sirve para determinar la relación entre el contenido de humedad y el peso unitario seco de un suelo compactado;
- La Prueba de carga puntual o concentrada: Es la carga que actúa sobre un área muy pequeña o un punto muy concreto de una estructura;
- La Rigidez Triaxial: calcula las tensiones en tres direcciones a las que está sometido el macizo rocoso;
- El método de la Distancia de la partícula con Hidrómetro expresa la determinación cuantitativa de la distribución de tamaños de partículas en los suelos y la conductividad corresponde a la permeabilidad en laboratorio mediante un permeámetro de pared flexible;
- Se identificó una fuente potencial de gravilla para usarla como material de revestimiento, como agregado para el concreto y como capa de rodadura para carreteras, ubicada en el km 5.5 del camino de acceso principal a la mina. Para las muestras de la fuente de gravilla, se realizaron pruebas de carga puntual, de abrasión Los Ángeles y de reactividad álcali-sílice. Todas las pruebas se completaron en laboratorios locales.

La Tabla 6.1-1 presenta el tipo, la cantidad de pruebas y los métodos que se utilizaron para el análisis de los materiales del área destinada para las facilidades del proceso de lixiviación, el depósito de roca estéril Chontal y la posible cantera de gravilla.

**Tabla 6.1-1: Resumen de las pruebas geotécnicas de laboratorio**

Tipo de Prueba	Método de Prueba			
	Facilidades lixiviación	Depósito roca estéril Chontal	Fuente potencial de gravilla	Tipo de prueba
Índice de Plasticidad de Atterberg	11	8	-	ASTM D4318
Dist. de Tamaño de Partícula con Hidrómetro	11	8	-	ASTM D422
Conductividad Hidráulica de Muro Flexible	2	-	-	ASTM D5084
Rigidez Triaxial C/U	2	-	-	ASTM D4767
Compactación Modificada Proctor	2	-	-	ASTM D1557
Reactividad Álcali-Sílice	1	-	1	ASTM C227
Abrasión Los Ángeles	1	-	1	ASTM C131
Carga Puntual	1	-	2	ASTM D5731

Fuente: Estudio del diseño de las facilidades de lixiviación Maricela y el depósito de material estéril Chontal Arriba (Mayo, 2014).

En tal sentido, se tiene lo siguiente:

- Las capas superficiales están conformadas por suelos lateríticos y saprolíticos que recubren el lecho de roca y tienen una profundidad de 0 a 5 metros. Las rocas frescas o basamento son observables en los cursos de agua de Río Quema, Quebrada de Quema, QuebradasChontal y Quebrada Maricela;
- En el Proyecto se han diferenciado tres unidades geotécnicas que tienen propiedades de ingeniería similares: la saprolita, el lecho rocoso oxidado y el lecho rocoso no oxidado;
- Las características geotécnicas de la masa rocosa no parecen variar a lo largo del área de los tajos. Tanto el lecho oxidado como el no oxidado consisten de roca débil ( $R_2, 5 < UCS 25 \text{ MPa}$ );
- Estructuralmente, en el área de La Pava las fallas se desplazan en dirección NE y NO y tienen una pendiente empinada. En el área de Quema-Quemita las fallas se mueven típicamente en dirección E-NE y también tienen una pendiente empinada;

- Los diseños de los taludes de los tajos en todas las unidades de lechos rocosos contemplan banquetas de retención de 6.5 m de ancho en intervalos verticales de 10 m. usando ángulos de 62º para los lados de las banquetas y un ángulo de 40º de talud entre rampas;
- De las perforaciones geotécnicas y pozos de prueba realizadas por Knight Piésold (1994 y 1996) y por Tetra Tech (2008) se concluye que los suelos encontrados son saprolíticos cubiertos por la capa superficial del suelo; es decir eran remanentes del lecho rocoso de la Formación Río Quema alterados y altamente meteorizados;
- Las condiciones del subsuelo en el sitio del depósito de roca estéril Chontal son similares a las encontradas en el sitio de las facilidades del proceso de lixiviación. El mismo está conformado por suelos de limo y arcilla, con arena, gravillas, material orgánico y saporolita;
- El diseño de las facilidades del proceso de lixiviación se hizo de conformidad con los lineamientos del Código Internacional de Manejo del Cianuro para la contención ambiental;
- Las condiciones del subsuelo del sitio donde se ubicará la plataforma de facilidades del proceso de lixiviación han sido clasificadas de conformidad con las normas UCSC y ASTM;
- La revisión de datos geotécnicos existentes y la ingeniería conceptual identificaron a la Quebrada Maricela como el sitio más adecuado para la construcción de la plataforma que albergará las facilidades del proceso de lixiviación.
- Las facilidades del proceso de lixiviación tiene un área de total de 439,000 m<sup>2</sup> y una capacidad total de almacenamiento de minerales de 20 millones de toneladas.
- Se realizaron pruebas de laboratorio para establecer las propiedades y caracterizar los suelos del área de las facilidades del proceso de lixiviación (31 muestras), el depósito de roca estéril Chontal (16 muestras) y la posible fuente de gravilla (cuatro muestras).

#### 6.1.4 Geoquímica

##### 6.1.4.1 Introducción

La identificación del comportamiento geoquímico de los materiales a ser extraídos durante la operación proporciona información esencial para la determinación de la estabilidad química del sistema y permite establecer un marco base para la evaluación de otros componentes ambientales como la calidad del agua y los sedimentos.

La mayoría de minas realizan actividades de extracción de mineral en yacimientos de sulfuros metálicos. Las rocas que se encuentran cerca de los yacimientos mineros también se caracterizan por una abundancia relativa no comercializable de minerales de sulfuros. La pirita es uno de los minerales de sulfuro más común. Cuando se oxida, puede liberar acidez, sulfato y cualquier otro metal contenido dentro de la pirita.

##### 6.1.4.2 Metodología

###### 6.1.4.2.1 Revisión de la información existente

El programa de caracterización geoquímica fue ejecutado en tres oportunidades:

- Knight Piésold: Reporte de caracterización geoquímica con pruebas de roca de desmonte, pared de tajo (1993 y 1996), incluyendo los informes de análisis respectivos de los laboratorios encargados de análisis geoquímico. En el reporte de 1996, se procesaron muestras recolectadas en 1994;
- Estudio de Pre factibilidad del Proyecto Minero Cerro Quema: Elaborado por Kappes Cassiday and Associates, Golder Associates Inc. y P&E Mining Consultants Inc. (Junio del 2014; incluye en su Apéndice C, datos de informes de laboratorios de McClelland Laboratories: estudio metalúrgico, proyecto Cerro Quema (EEUU, 2013) y SGS Lakefield Research Limited: Estudio de recuperación de oro del Proyecto Cerro (Canada, 2009);
- Golder Associates (Septiembre, 2014, en ejecución): pruebas estáticas (50 muestras) y cinéticas en desmonte, colecciónado de taladros existentes, para completar la caracterización geoquímica de desmonte, y evaluar la lixiviación al corto plazo (pruebas SPLP) y largo plazo (celdas de humedad).

Adicionalmente a la información geoquímica disponible, se utilizó la siguiente información disponible en el momento de la preparación de esta sección:

- Mapas geológicos y topográficos de la zona del estudio;
- Información geológica y mineralógica del yacimiento;
- Información sobre los volúmenes de desmonte y mineral del Proyecto.

Los estudios geoquímicos considerados resumen los siguientes riesgos de generación de drenaje ácido de roca y lixiviación de metales:

- Mineral (pre lixiviación y residuo post lixiviación): El mineral de la zona de sulfuros tiene un elevado riesgo de generación de drenaje ácido, mientras en la zona de óxidos, se observa un bajo potencial de generación de acidez. En la mayoría de las rocas no se observa la presencia de un potencial de neutralización relevante. Esta ausencia puede generar, aún con concentraciones bajas de sulfuros, un riesgo de generación de drenaje ácido de rocas;
- Roca de Desmonte: La mayoría del desmonte no tiene un alto potencial de generación de drenaje ácido de roca; sin embargo, la ausencia de potencial de neutralización en la mayoría de las muestras de desmonte indica que aún con concentraciones bajas de sulfuros o cantidades menores de rocas con alto contenido de sulfuros, este tipo de roca puede generar drenaje ácido. En pruebas de tipo SPLP se observó acidez almacenada que puede catalizar el proceso de generación de drenaje ácido. También se encontró lixiviación de metales como manganeso, fierro, aluminio y cobre. En caso que se desarrollara drenaje ácido, la lixiviación de metales puede aumentar, sobrepasando los niveles como los Límites Máximos Permisibles (LMP) del Banco Mundial (IFC - International Finance Corporation – World Bank Group) o estándares de concentraciones en agua potable de Panamá.

En tal sentido, tanto las rocas mineralizadas como aquellos productos del desmonte tienen un bajo a intermedio riesgo de generación de drenaje ácido de rocas y lixiviación de metales, con una variabilidad intermedia de estos riesgos en los dos grupos.

---

En el Anexo 6.1-2 se proporcionan más detalles técnicos con relación a lo anteriormente indicado.