

## ***5.0 Análisis de Impactos Ambientales y Sociales***

---

### ***5.1 Generalidades***

El presente capítulo evalúa los efectos de las actividades del proyecto sobre los componentes físicos, biológicos, sociales, culturales y económicos considerados en la línea base. Es necesario aclarar que en este capítulo, se evalúan los impactos residuales, es decir aquellos que son previstos luego de ser ejecutadas las medidas de control y mitigación consideradas por SMCV como parte de las fases del proyecto. A continuación se mencionan las metodologías empleadas para la identificación y evaluación de impactos, así como los resultados de las mismas.

### ***5.2 Metodología de identificación de impactos***

#### ***5.2.1 Matriz de verificación y aplicación***

El primer paso para la evaluación de impactos consiste en identificar los efectos previsibles que cada fase del proyecto tendrá sobre los distintos componentes descritos en la línea base. Para poder identificar las actividades que tendrán impactos previsibles o representarán riesgos sobre cada componente específico, se ha elaborado una matriz de doble entrada para las etapas de construcción y operación del Proyecto Plataforma de Lixiviación 4B (Tablas 5.1 y 5.2). La matriz correspondiente a la etapa de construcción contiene en una de sus entradas a cada componente ambiental mientras que en la otra entrada se mencionan las actividades de construcción. De esta manera, el cuerpo de la matriz está constituido por una serie de celdas que permiten apreciar cuándo una actividad de construcción estaría ejerciendo un impacto importante o representaría un riesgo sobre un componente ambiental determinado. Para el caso de la etapa de operación, la matriz correspondiente es similar a la elaborada en el caso anterior, con la diferencia que en la entrada de la matriz correspondiente a las actividades se mencionan las actividades propias de la operación.

Cada una de las celdas que vinculan a cada actividad con cada componente ambiental y que constituyen el cuerpo de la matriz, contiene una “X” cuando se considera un impacto de la actividad sobre el componente ambiental; cuando se estima que la actividad representa un “riesgo” sobre el componente, la celda contiene una “R” y finalmente cuando no se espera impacto o riesgo por parte de la actividad hacia el componente ambiental, la celda se presenta con “0”.

En las Tablas 5.1 y 5.2 se contrastan las actividades de las etapas de construcción y operación con los componentes identificados en el área de estudio, pudiendo apreciarse qué actividades estarían ejerciendo un impacto previsible o representen un riesgo ambiental o social.

Los componentes evaluados en estas tablas son:

***Componentes del ambiente físico***

- Relieve
- Suelos
- Aire
- Ruidos y vibraciones
- Agua superficial
- Agua subterránea

***Componentes del ambiente biológico***

- Flora y vegetación
- Fauna

***Componentes del ambiente social/cultural***

- Paisaje
- Restos arqueológicos
- Percepción sobre la calidad del agua
- Percepción sobre la calidad del aire
- Expectativas de empleo
- Expectativas de desarrollo regional y local

***Componentes del ambiente económico***

- Empleo
- Pago de tributos
- Desarrollo local

Las actividades consideradas en el análisis de los impactos son:

***Construcción***

- Habilitación de vías de acceso internas
- Movimiento de tierras
- Voladuras
- Disposición de desmonte de construcción
- Obras civiles (incluye instalación de geomembrana, cimentaciones, etc.)
- Instalación de equipos electromecánicos
- Contratación de mano de obra

- Tránsito de vehículos (insumos, equipos y personal)
- Pago de tributos

### ***Operación***

- Disposición de mineral en el PAD 4B
- Proceso de lixiviación de mineral
- Manejo y transporte de soluciones
- Operación de sistemas de derivación de aguas
- Contratación de mano de obra
- Transporte de personal, materiales e insumos
- Pago de tributos

En cuanto a las actividades de cierre, por razones metodológicas, se consideraron los impactos generados durante esta etapa, como incluidos en el Capítulo 9 – Plan de Cierre Conceptual. No se consideró un análisis de impactos para esta etapa mediante las metodologías empleadas para las etapas de construcción y operación debido a que las actividades de cierre constituyen las medidas para otorgar estabilidad física y química a las estructura remanentes por lo que formarían parte del esquema de manejo ambiental del proyecto. De manera referencial se mencionan estas actividades que serán detalladas en el Capítulo 9:

- Nivelación de la superficie
- Limpieza y desmantelamiento de estructuras
- Demolición de estructuras
- Lavado del PAD 4B
- Utilización de mano de obra
- Transporte de insumos, equipos y personal y tránsito de vehículos asociado

### ***5.3 Metodología de evaluación de impactos***

Luego de realizar el ordenamiento de actividades a ser desarrolladas y componentes ambientales a través de la matriz de verificación, se aplica el método RIAM (Evaluación Rápida del Impacto Ambiental) como una herramienta que organiza, analiza y presenta los resultados integrados de la evaluación de impactos. La metodología RIAM (Pastakia, C.M.R., 1998) integra los impactos de las actividades evaluándolos sobre los componentes ambientales (físicoquímicos, biológicos, sociales/culturales y económicos). Para cada componente se determina un valor total (utilizando los criterios presentados en el Anexo N) lo que proporciona una medida del impacto esperado para este componente. Esta metodología es

un sistema de puntaje dentro de una matriz que ha sido diseñada para permitir que juicios subjetivos se conviertan en valores o registros cuantitativos, proporcionando así tanto la evaluación de la significancia de los impactos como la obtención de un registro de impactos que pueden ser reevaluados en un futuro.

### **5.3.1 Variables consideradas para la evaluación de impactos**

A continuación se mencionan las variables consideradas para la evaluación de los impactos ambientales y sociales y se presenta una definición de las mismas.

#### ***Importancia de la condición (A1)***

Expresa el grado de importancia de un determinado componente en relación con su entorno, representada en función a los límites espaciales o de interés humano. La calificación de esta relevancia está determinada cuantitativamente en un rango de valores donde la mínima puntuación es 0 y la máxima puntuación es 4. La condición del componente puede ser calificada como no importante (0), de importancia sólo local (1), importante para áreas inmediatamente fuera de la condición local (2), importante para intereses regionales o nacionales (3) o importante para intereses nacionales o internacionales (4). Es necesario indicar que la valoración de la importancia del componente se realiza previamente a cualquier evaluación de impactos, es decir es independiente de cualquier proyecto o actividad prevista a ejecutarse en el área, por lo cual no representa una valoración del impacto ambiental.

#### ***Magnitud del cambio/efecto (A2)***

La magnitud está definida como la medida de la escala de beneficio o perjuicio de determinado impacto. La calificación de la magnitud está precedida por el carácter del impacto que puede ser positivo (+), si el cambio genera efectos beneficiosos para el componente ambiental, o negativo (-), si el cambio ocasiona efectos perjudiciales para el componente ambiental.

La calificación de la magnitud del impacto está dada por una valoración cuantitativa (de -3 a +3). Se califica como (-3) si es previsible un perjuicio o cambio mayor, (-2) si es un perjuicio o cambio negativo significativo, (-1) si se genera un cambio negativo del estado actual, (0) si no ocurre un cambio del estado actual, (+1) si se genera una mejora del estado actual, (+2) si es una mejora significativa del estado actual y (+3) si es previsible un beneficio positivo mayor.

***Permanencia (B1)***

La permanencia define si la condición es temporal o permanente y se utiliza solamente como una medida de estado temporal de la condición. La calificación de la condición varía entre 1 y 3, siendo (1) cuando no hay cambio o no es aplicable, (2) cuando el cambio es temporal y (3) cuando el cambio es permanente.

***Reversibilidad (B2)***

La reversibilidad es la capacidad que tiene un componente para retornar a sus características originales o similares a las originales, luego de ser afectado por un determinado impacto causado por alguna actividad. Dependiendo de la naturaleza del impacto, los efectos que éstos puedan causar en el medio pueden ser calificados como (1) cuando no hay cambio o no es aplicable, (2) cuando el cambio es reversible y (3) cuando el cambio es irreversible.

***Acumulatividad (B3)***

El grado de acumulatividad es una medida que considera si el efecto tendrá un impacto directo simple o si habrá un efecto acumulativo sobre el tiempo, o un efecto sinérgico con otras condiciones. De acuerdo con este parámetro, un impacto se califica como (1) cuando no hay cambio o no es aplicable, (2) cuando es un impacto simple o no acumulativo y (3) cuando el impacto es acumulativo o sinérgico.

***Evaluación final (ES)***

El cálculo del impacto total se realiza mediante la fórmula de la matriz RIAM (Pastakia, C.M.R., 1998), explicada en el Anexo N pero presentada en forma resumida a continuación. La evaluación final se realizó utilizando los resultados de dos grupos de elementos principales:

- Grupo (A): Formado por la importancia de la condición (A1) y magnitud del cambio/efecto (A2).
- Grupo (B): Formado por la permanencia (B1), reversibilidad (B2) y acumulatividad (B3).

El sistema de puntaje requiere la multiplicación de los puntajes dados para cada uno de los criterios en el grupo (A). El uso del multiplicador para el grupo (A) es importante debido a que asegura que la ponderación de cada puntaje esté expresada, considerando que una simple suma de los puntajes podría proveer resultados idénticos para condiciones diferentes.

Los puntajes para el valor del criterio en el grupo B son sumados conjuntamente para proveer una suma simple. Esto asegura que los valores de los puntajes individuales no puedan influenciar el puntaje total, pero que la importancia colectiva de todos los valores del grupo B sean considerados en su totalidad.

La suma de los puntajes del grupo (B) luego son multiplicados por el resultado del puntaje del grupo (A) para proveer un puntaje de evaluación final (ES) para la condición. El proceso puede ser expresado:

- $(a1) \times (a2) \times (a3) \times \dots \times (aN) = aT$
- $(b1) + (b2) + (b3) + \dots + (bN) = bT$
- $(aT) \times (bT) = ES$

Donde:

- $(a1) \dots (aN)$  son los puntajes de criterio individuales para el grupo (A)
- $(b1) \dots (bN)$  son los puntajes de criterio individuales para el grupo (B)
- $aT$  es el resultado de la multiplicación de todos los puntajes del grupo (A)
- $bT$  es el resultado de la suma de todos los puntajes del grupo (B)
- $ES$  es el puntaje de evaluación para la condición y se califica de acuerdo con la pertenencia del valor final a una serie de rangos establecidos en el Anexo N.

En el Anexo O se presenta los puntajes asignados para cada uno de los componentes ambientales, socio-culturales y económicos.

### **5.3.2 Áreas de influencia del proyecto**

Para poder evaluar el potencial o riesgo de ocurrencia de impactos, es necesario determinar las áreas geográficas en las cuales éstos podrían producirse. Se han considerado dos tipos de área de influencia: el área de influencia directa y el área de influencia indirecta.

El Área de Influencia Directa (AID) se define como el espacio en el cual ocurrirían los impactos de las obras y actividades del proyecto sobre los distintos componentes ambientales y que podrían alterar significativamente las condiciones ambientales iniciales (línea base).

El Área de Influencia Indirecta (AII) es definida como el espacio en el cual se perciben efectos en menor intensidad y por lo tanto no alterarían significativamente las condiciones iniciales (línea base). Los efectos de las actividades propias del proyecto sobre algunos

componentes ambientales son muy localizados y no generarán impactos de mayor alcance tanto en el tiempo como en el espacio, por lo que sólo se considera un Área de Influencia Directa.

La cobertura de las áreas de influencia está en función de cada componente evaluado, motivo por el cual no es posible presentar un área de influencia común para todos los componentes ambientales. La integración de las áreas de influencia de los diferentes componentes ambientales en una sola área, puede inducir a error de sobreestimar el efecto de las actividades sobre dichos componentes.

Las áreas de influencia han sido identificadas considerando el efecto de las medidas de mitigación previstas para contrarrestar los efectos de los impactos ambientales previsibles. Las medidas de mitigación identificadas para cada componente analizado se describen en el Capítulo 6.

A continuación se definen las áreas de influencia, por cada componente ambiental:

### ***Relieve***

El AID está conformado por las superficies que serán intervenidas como consecuencia del emplazamiento directo de la Plataforma de Lixiviación 4B y los depósitos de material excedente (Figura 5.1). El resto de infraestructura no representa una modificación del relieve dada su naturaleza y tipo de impacto derivado. Los impactos sobre el relieve se consideran sólo si la infraestructura genera un cambio en las geoformas. Dadas las características de este componente, no presenta un AII.

### ***Suelos***

El AID está conformado por las superficies que serán intervenidas como consecuencia del emplazamiento de la infraestructura (huella), tales como la Plataforma de Lixiviación 4B, las pozas de colección, la subestación eléctrica, la infraestructura anexa y caminos de acceso (Figura 5.1). Dadas las características de este componente, no presenta un AII.

### ***Aire***

El AID se define para este componente como el área comprendida entre las fuentes de emisión y la isólinea que representa un aporte de material particulado de aproximadamente el 10% del menor valor de línea base. Sin embargo, tal como los modelamientos de dispersión indican, el efecto en la calidad del aire producto del desarrollo del proyecto es bastante local, con las isólineas de aporte significativo dentro de los límites del proyecto. En base a estos

resultados se considera que el AID se restringe a la huella del proyecto (Figura 5.2). Asimismo, por las razones antes planteadas, el proyecto no presenta un AII.

### ***Ruido***

El AID para ruidos se encuentra comprendido entre las fuentes de emisión sonora significativas de las actividades como movimiento de tierras y voladuras puntuales durante la fase de construcción y la isolínea de aquellos lugares donde la situación basal sea alterada significativamente. Considerando el modelamiento de niveles de ruidos y las recomendaciones de la Guía Ambiental para el Manejo de Problemas de Ruido en la Industria Minera del Ministerio de Energía y Minas del Perú, se delimitó como AID de impactos por ruidos generados por las operaciones y voladuras a aquella comprendida entre los focos de emisión y aproximadamente 2 km a la redonda (Figura 5.3). De acuerdo con esta guía, los niveles de ruido que exceden los 90 dB pueden producir un incremento en las reacciones entre los mamíferos (reacciones de escape, etc.) mientras niveles de ruido más bajos ocasionan un número mucho menor de reacciones. De modo conservador, debido a la presencia de guanacos, se tomó como isolínea de referencia a 60 dB(A).

Debido a la rápida atenuación de los ruidos generados por las voladuras y a la naturaleza instantánea de las mismas, no existe AII.

### ***Agua superficial***

A pesar de no existir agua superficial permanente en la quebrada Huayrondo, durante altas precipitaciones inusuales se forma escorrentía. Al emplazarse la infraestructura del proyecto en la parte alta de la quebrada, se disminuirá el área de captación de la cuenca. El área comprendida por esta zona forma el AID. Por motivos prácticos se asume que la presa Huayrondo es el límite norte de esta AID debido a los impactos esperados de reducción de caudales esporádicos (punto de interés 1 del estudio de línea base – Capítulo 3). El AII (Figura 5.4) está formada por el área ocupada por potenciales escorrentías aguas abajo de la infraestructura hasta la confluencia con el río Chili (punto de interés 2 de la línea base). Es necesario indicar que esta AII únicamente obedece a la disminución del potencial erosivo de estas aguas superficiales ocasionales que no tienen uso directo. Asimismo existen otros aportes importantes al caudal de escorrentías ocasionales desde otros sectores de la cuenca que no serán intervenidas por la infraestructura.

### ***Agua subterránea***

El AID, al igual que en el caso del agua superficial, corresponde a la huella de las actividades, en la cabecera de la quebrada Huayrondo (Figura 5.5). Esta AID se encuentra limitada al área



de captación de precipitaciones pluviales que infiltrarían al subsuelo y se extiende hasta la Presa Huayrondo de colección de filtraciones.

Se considera como AII la quebrada Huayrondo, aguas abajo de la Presa Huayrondo, hasta la confluencia de la quebrada con el río Chili.

### ***Flora y vegetación***

El AID está conformada por las zonas que serán intervenidas como consecuencia del emplazamiento de la infraestructura (Figura 5.1). Debido a la interdependencia de *Weberbauerocereus weberbaueri* “cactus de Weberbauer” y la especie *Platylina genovensium* “murciélago longirostro peruano” que la poliniza, el AII para la flora se restringe a las laderas cercanas al área de operaciones. Se considera como efecto indirecto a la alteración de la polinización debido a que la perturbación de poblaciones del murciélago generaría cambios en la dispersión de polen de la cactácea a nivel local.

### ***Fauna***

El AID está conformada por las zonas que serán intervenidas como consecuencia del emplazamiento de la infraestructura (PAD 4B e infraestructura anexa, ver Figura 5.6). Se consideran estas áreas como de influencia directa debido a la pérdida de hábitat de alimentación y refugio para la fauna.

Para la delimitación del AII se tomó en cuenta la ubicación de indicios directos e indirectos de la presencia del guanaco, ya que esta especie tiene alta movilidad y los impactos a las demás especies abarcan una menor área. Como se observa en la Figura 5.6, el PAD 4B actuará como un obstáculo de paso para los guanacos que utilizan el área al noreste de las instalaciones actuales de SMCV (donde se encontraron indicios de la presencia del guanaco). La fragmentación de hábitat puede llevar a los grupos de guanacos a movilizarse por nuevas rutas y utilizar nuevos espacios.

En base a los criterios mencionados los límites del AII son los siguientes:

- Por el oeste, hasta el límite del área de evaluación de la línea base de la quebrada Huayrondo.
- Por el norte, a 3,5 Km aproximadamente del límite norte de la ubicación del PAD 4B, donde se encontró el indicio más lejano de la presencia de guanacos en la quebrada Huayrondo.

- Por el este hasta el límite del área de evaluación de la línea base de la quebrada Huayrondo.
- Por el sur siguiendo el límite del área evaluada en la línea base.

Es importante destacar que, el AII tiene límites imprecisos considerando la alta movilidad del guanaco.

### ***Paisaje***

El AID está conformado por las zonas intervenidas por los componentes del proyecto (emplazamiento directo) y por las áreas críticas de accesibilidad visual con un alcance de aproximadamente 2 000 m a partir de la infraestructura (Figura 5.7). Dentro del AID se pueden observar los detalles del proyecto, los elementos del paisaje y la interrelación entre ellos. El AID comprende la cuenca visual directa limitada por las barreras visuales constituidas por las cumbres de los cerros Llorón, San Ignacio, Negro, Grande y Tiabaya; los cuales forman la divisoria de cuenca de la quebrada Huayrondo. Asimismo el cambio de curso de la quebrada Huayrondo en las cercanías del cerro San Ignacio genera que no sea accesible el área del proyecto desde la desembocadura. Si bien es cierto no existe un AII debido a la presencia de barreras visuales de origen natural hacia las zonas pobladas, existe cierta accesibilidad parcial desde algunas partes altas de la periferia de Arequipa. Estas zonas fueron incluidas en el análisis de impacto correspondiente de modo referencial.

### ***Restos arqueológicos***

No se considera un área de influencia para este componente debido a que previamente a la etapa de construcción se realizará el rescate de los restos arqueológicos encontrados, descritos en la línea base. El CIRA (Certificado de Inexistencia de Restos Arqueológicos) del área de actividades está actualmente (a la fecha de elaboración del presente documento), en trámite.

### ***Componente social y económico***

La determinación del área de estudio socioeconómico se basó en la premisa que las operaciones de lixiviación no afectarán a las poblaciones más cercanas al área del proyecto. Asimismo, tomando en consideración estos aspectos y otros criterios como la inexistencia de poblaciones dentro de la propiedad de SMCV, el tránsito de vehículos, las áreas en las que SMCV desarrolla las actividades sociales propuestas en los Planes de Relaciones Comunitarias vigentes, el canon minero y una posible percepción de riesgo ante la presencia del PAD 4B, se determinaron las áreas de estudio que se detallan a continuación y que se muestran en la Figura 5.8.

- Área de Influencia Indirecta: Correspondiente al Área de Estudio General (AEG), descrita en la línea base socioambiental (Capítulo 3) y conformada por los distritos de Tiabaya, Uchumayo, Yarabamba y Jacobo Hunter.
- Área de Influencia Directa: Correspondiente al Área de Estudio en Detalle (AED), descrita en la línea base socioambiental (Capítulo 3) y conformada por la Unidad Agropecuaria Chusicani y los pobladores de la margen izquierda del río Chili, en la zona de quebrada Huayrondo, ambos ubicados en el distrito de Tiabaya.

## **5.4 Análisis de impactos**

### **5.4.1 Componentes físicos**

#### **5.4.1.1 Relieve**

##### **Resumen de línea base**

En la quebrada Huayrondo se identificaron cuatro unidades geomorfológicas principales: Montañoso (Mc), Colinas (Co), Laderas (L) y Valles o Quebradas Aluviales (A).

La unidad geomorfológica Montañoso se presenta en el límite este y norte del área estudiada en la línea base y se distribuye aproximadamente en el 20% del área. Se caracteriza por representar zonas de cadenas montañosas de aspecto agreste y afloramientos rocosos compuestos por granodioritas de Tiabaya. Presenta una topografía accidentada, resaltando en la sucesión de montañas los cerros: Cerro Verde, Cerro Negro y Llorón. Las pendientes de las laderas varían entre 20° y 30°, en algunos sectores llegan a 45° y se presentan estables.

La unidad Colinas es de amplia distribución en el área, representando aproximadamente el 70% de extensión. Se caracteriza por presentar morfología algo ondulada, de colinas y cerros de poca altura, de forma alargada, ovalada y disectada por numerosas quebradas de drenaje dendrítico rectangular. Las laderas son estables y de pendiente media a baja con taludes que varían entre 10° y 25°.

En la unidad Laderas han diferenciado sub-unidades: Laderas coluviales (Lco), Laderas eólicas (Le) y Laderas deluviales (Lde). Son de poca extensión y no presentan indicios de deslizamientos, reptación de suelos ni de socavación.

La unidad Valles o Quebradas Aluviales (A) comprende el cauce superior y los tributarios, de la quebrada Huayrondo, cuya distribución representa el 5% del área de estudio. Los cauces aluviales en el área del proyecto, son numerosos de drenaje dendrítico y rectangular, se presentan generalmente estrechos, con gradientes variables entre 2° y 10°, tienen la forma local de “V” abierta.

### ***Metodología específica***

La metodología empleada para la determinación de impactos sobre el relieve incluyó las siguientes actividades:

- Recopilación de la información obtenida en la línea base (Capítulo 3), que incluye la descripción detallada del relieve local.
- Mapeo del relieve y de las características topográficas evaluadas en la línea base.
- Descripción de actividades de construcción y operación.
- Mapeo de las áreas previstas a ser impactadas por las actividades (Figura 5.1).

### ***Actividades que generan el impacto***

Las actividades de construcción y operación que generarán impactos sobre el relieve se mencionan a continuación:

#### Construcción

- Movimiento de tierras
- Disposición de desmonte de construcción

#### Operación

- Disposición de mineral en el PAD 4B

### ***Impactos residuales***

A continuación se mencionan los impactos residuales que generarán las actividades sobre el relieve. Asimismo se presentan los resultados del análisis final del impacto.

#### Construcción

- Modificación del relieve como consecuencia del movimiento de tierras
- Modificación del relieve como consecuencia de la disposición de desmonte de construcción

La calificación del componente ambiental (Tabla 5.3) como de *importancia local* estuvo en función de la poca singularidad del relieve, al ser mayoritariamente un relieve de colinas. El relieve de colinas es común en la vertiente occidental de los Andes, siguiendo una continuidad a lo largo del territorio nacional por lo que se considera como una formación muy poco singular. El relieve montañoso (16% del área afectada), al igual que el relieve de colinas, es común en el territorio nacional. Debido a esto, se califica al componente ambiental como de importancia local.

En la Tabla 5.3 se muestran los resultados de la matriz RIAM para este componente ambiental. Las alteraciones topográficas involucran modificaciones menores, al rellenar localmente el fondo de quebrada para la habilitación del área de emplazamiento del PAD 4B.

La geomorfología local se verá afectada como consecuencia de las actividades de nivelación, corte y relleno durante la preparación del terreno. Estas modificaciones del relieve se realizarán en sectores de escarpas y fondo quebrada de la cabecera de la quebrada Huayrondo para los caminos de acceso, depósitos de desmonte y el área de emplazamiento del PAD 4B propiamente dicha.

Estas afectaciones localizadas del relieve presentan una magnitud calificada como *cambio negativo* de acuerdo con la denominación de la metodología RIAM en función de la situación actual. Dichos efectos no se consideran reversibles ni recuperables debido a que representan modificaciones que no pueden ser revertidas considerando las condiciones de línea base. Debido a que el proyecto se ubica adyacente a otras áreas donde el relieve ha sido modificado por las actividades de SMCV, se califica al impacto de la Plataforma de lixiviación 4B (PAD 4B), como un efecto *acumulativo*. La modificación del relieve será *permanente* debido a la naturaleza de las actividades y a que el PAD 4B será una estructura remanente al término de su vida útil.

Luego de la ponderación con la importancia del componente ambiental, los resultados muestran un impacto calificado como *leve negativo*.

#### *Operación*

- Modificación del relieve como consecuencia de la disposición de material en el PAD 4B

La calificación del componente ambiental (Tabla 5.4) como de *importancia local* estuvo en función de la poca singularidad del relieve, al ser mayoritariamente un relieve de colinas. Es necesario resaltar que el relieve presentó modificaciones en la etapa de construcción, por lo que durante la etapa de operación los efectos tienen un carácter *acumulativo* adicional al ejercido por otras operaciones de SMCV en zonas aledañas.

En la Tabla 5.4 se muestran los resultados de la matriz RIAM para este componente ambiental. Las alteraciones topográficas involucran modificaciones mayores que las ejercidas durante la etapa de construcción. La geomorfología local se verá afectada solo como consecuencia de las actividades de disposición de material en el PAD 4B. Durante esta etapa

los efectos presentan una calificación de *cambio negativo significativo*, lo cual implica cambios de mayor magnitud. Dicha calificación está basada en el cambio del relieve original de fondo de quebrada, por una geoforma artificial semejante a una colina trunca como consecuencia de la disposición de mineral en el PAD 4B. Esta afectación presenta, al igual que en la etapa de construcción, un carácter *permanente, irreversible y acumulativo*.

Luego de la ponderación del componente ambiental, los resultados muestran un cambio calificado como *impacto negativo* de acuerdo con la escala RIAM.

#### **5.4.1.2 Suelos**

##### **Resumen de línea base**

Los suelos del área evaluada corresponden a formaciones edáficas muy poco desarrolladas y superficiales con escaso contenido de materia orgánica y abundante pedregosidad alternadas con elementos no edáficos como afloramientos rocosos.

Con respecto a la capacidad de uso mayor de las tierras, en la quebrada Huayrondo y desembocadura de la misma en el río Chili se encontraron tres categorías, tierras aptas para pastos, aquellas que no reúnen las condiciones edáficas, topográficas y ecológicas mínimas requeridas para cultivos intensivos o permanentes, pero sí para el sostenimiento de pasturas, tierras aptas para cultivo en limpio, aquellas que presenta las mejores características edáficas, topográficas y climáticas para establecer una agricultura de tipo intensivo y tierras de protección que agrupa a las tierras que no presentan las condiciones edáficas, topográficas y climáticas mínimas necesarias para la explotación agropecuaria y/o forestal.

De acuerdo con la clasificación del uso actual de la tierra del UGI, se identificaron las siguientes categorías: segunda categoría, referida a los cultivos de hortalizas; tercera categoría, correspondiente a los cultivos perennes; cuarta categoría, que se refieren a cultivos extensivos; y novena categoría, que se refiere áreas sin uso y/o improductivas, esta última correspondiente al área de emplazamiento directo del PAD 4B.

##### **Metodología específica**

La metodología empleada para la determinación de impactos sobre el suelo incluyó las siguientes actividades:

- Recopilación de la información obtenida en la línea base (Capítulo 3), que incluye la descripción detallada de los suelos locales.
- Mapeo del relieve y de las características topográficas evaluadas en la línea base.

- Mapeo de pendientes evaluadas en la línea base.
- Mapeo de suelos, tipos, usos actuales y potenciales de línea base.
- Descripción de actividades de construcción y operación.
- Mapeo de las áreas previstas a ser impactadas por las actividades (Figura 5.1).
- Integración de mapas temáticos con áreas afectadas por las actividades del proyecto.
- Cálculo de áreas afectadas por tipo de suelos.

### ***Actividades que generan el impacto***

Las actividades de construcción y operación que generarán impactos sobre el relieve se mencionan a continuación:

#### Construcción

- Habilitación de vías de acceso internas
- Movimiento de tierras
- Disposición de desmonte de construcción

#### Operación

- No se esperan impactos adicionales durante esta fase sobre este componente ambiental

### ***Impactos residuales***

A continuación se mencionan los impactos residuales esperados de las actividades sobre el suelo local.

#### Construcción

- Pérdida de suelos como consecuencia de la habilitación de vías de acceso internas.
- Pérdida de suelos como consecuencia del movimiento de tierras.
- Pérdida de suelos como consecuencia de la disposición de desmonte de construcción.

La calificación del suelo como de *importancia local* (Tabla 5.3), estuvo en función de la poca singularidad a nivel local y nacional de los suelos. La naturaleza edáfica del área está representada muy bien en las inmediaciones, tanto en términos de tipos de suelo como en potencialidad de uso. Asimismo, en el resto de la región andina y estribaciones andinas del Perú, existen suelos bastante similares. En cuanto a la importancia relativa del suelo en función del resto de componentes ambientales, se considera que el rol de los suelos en el área es significativo debido a que posibilita la existencia de una vegetación diferenciada, además de proveer sustrato para el crecimiento de alimento para la fauna local. La mayor parte de la infraestructura ocupa tierras de protección (53%).

Los cambios involucran únicamente la pérdida total de suelos (con capacidad para otros usos muy limitada) en el área de emplazamiento directo de la infraestructura y presentan una magnitud del efecto calificada como *gran cambio negativo* debido al grado de perturbación del componente ambiental. Es necesario aclarar que existen cambios totales sobre estas áreas, lo cual califica al impacto de *permanente, irreversible y acumulativo*.

La pérdida de suelos será ejercida principalmente por el movimiento de tierras durante la preparación del terreno, ya sea para los caminos de acceso, depósitos de desmonte de construcción o el área de emplazamiento directo del PAD 4B. Como fue mencionado con anterioridad, esta pérdida de suelos será permanente debido al tiempo de vida útil del PAD 4B y sus instalaciones auxiliares. No se registran efectos relacionados al cambio de uso del suelo, ya que toda el área sufrirá la pérdida total del suelo.

A continuación se presentan los tipos de suelo afectados por el proyecto. Asimismo, se presentan las clases de suelo por capacidad de uso mayor y uso actual afectadas. En los Gráficos 5.1 y 5.2 se muestra la información presentada en términos porcentuales. Gran parte del PAD 4B se encuentra en suelos considerados como tierras de protección (X) sin capacidad de uso para otros fines económicos como el ganadero, forestal o agrícola debido a sus limitaciones edáficas y climáticas. Este tipo de suelos representa el 53% de toda el área del proyecto (Gráfico 5.1). En cuanto a otros suelos con potencial de uso, solo el 47% del área de emplazamiento del PAD 4B corresponde a suelos calificados como aptos para pastos. Es necesario indicar que esta aptitud se relaciona con pastos estacionales ligados principalmente a fauna silvestre, sin embargo este impacto se evalúa en el componente biológico del análisis. En el Gráfico 5.2, se muestra que el 82% de los suelos no tienen vegetación, mientras el 18% restante corresponde a matorral.

Luego de la ponderación de los efectos ambientales relacionados con la pérdida de suelos con la significancia o importancia de los suelos locales, se obtuvo una calificación final denominada *impacto negativo moderado*.

#### Operación

No se esperan impactos sobre el suelo en esta etapa, ya que en la etapa de construcción se pierde la totalidad de suelos dentro de la huella del proyecto.



### **5.4.1.3 Aire**

#### **Resumen de línea base**

Se analizaron los registros de la estación de monitoreo permanente de Huayrondo y adicionalmente se llevaron a cabo muestreos de calidad de aire. Los parámetros cuantificados durante estos muestreos fueron: material particulado respirable de diámetro menor a 10 micras (PM<sub>10</sub>) y su contenido metálico, monóxido de carbono (CO), dióxido de nitrógeno (NO<sub>2</sub>) y dióxido de azufre (SO<sub>2</sub>).

Los registros de la estación de Huayrondo durante el año 2007 muestran una concentración promedio de 86,2 µg/m<sup>3</sup>. Este valor se relaciona con las emisiones de la actividad minera aledaña. Sin embargo, existe un gradiente de concentración que muestra una influencia mínima de las operaciones mineras luego de unos kilómetros a sotavento del asiento minero, tal como lo muestran los resultados en los puntos adicionales de muestreo de 43 µg/m<sup>3</sup> y 37 µg/m<sup>3</sup> en promedio. Así, se visualiza cómo las concentraciones de PM<sub>10</sub> van disminuyendo conforme los puntos se encuentran más alejados del área de operaciones de la mina. Estos resultados son un indicador de la influencia que tienen las operaciones de SMCV principalmente sobre su entorno cercano es decir en áreas como la quebrada Huayrondo. Esto se debe principalmente a la capacidad de dispersión de material particulado en el área (gran turbulencia térmica durante el día) y las barreras naturales que conforman el Cerro Llorón, Cerro Negro y montañas y colinas adyacentes.

Por otro lado, de acuerdo con las mediciones realizadas, todas las concentraciones de gases (monóxido de carbono, dióxido de nitrógeno y dióxido de azufre) se compararon de manera referencial con los estándares respectivos, encontrándose muy por debajo de los mismos.

#### **Metodología específica**

Para estimar los impactos respecto al aire, se realizaron las siguientes actividades:

- Recopilación de la información, generada durante la línea base, sobre la calidad de aire actual (gases y PM<sub>10</sub>) en las zonas aledañas al proyecto.
- Recopilación de características topográficas y meteorológicas del área.
- Descripción de actividades de construcción y operación.
- Estimación de la concentración de PM<sub>10</sub> en el aire del área del proyecto y de las zonas aledañas para las etapas de construcción y operación. Esta estimación fue realizada utilizando el modelo AERMOD (AMS/EPA Regulatory Model), modelo aceptado por el Ministerio de Energía y Minas, y recomendado por la Agencia de Protección

Ambiental de los Estados Unidos (USEPA) por presentar los resultados más cercanos a la realidad dentro del grupo de modelos con similares características.

### ***Actividades que generan el impacto***

Las actividades que generarán impactos, sobre la calidad del aire se mencionan a continuación:

#### Construcción

- Habilitación de vías de acceso internas
- Movimiento de tierras
- Voladuras
- Disposición de desmonte de construcción
- Tránsito de vehículos

#### Operación

- Tránsito de vehículos

### ***Impactos residuales***

A continuación se mencionan los impactos residuales esperados de las actividades sobre la calidad del aire.

#### Construcción

- Incremento en la concentración de gases por el empleo de maquinaria durante el corte y relleno de la superficie, construcción de los accesos superiores a la plataforma de lixiviación, operación de la maquinaria empleada para el desarrollo de las obras civiles durante el proceso de construcción de la plataforma de lixiviación y pozas de procesos y flujo de vehículos para el transporte de materiales, equipos y personal.
- Incremento en la concentración de material particulado por el movimiento de material durante las actividades de corte y relleno, remoción de material inadecuado para la construcción de la plataforma de lixiviación y pozas de procesos, obras civiles y flujo de vehículos para el transporte de materiales, equipos y personal.

La calificación del componente aire (Tabla 5.3) como de *importancia local y alrededores* obedece principalmente a las características basales y naturales de este componente encontradas en la región de Arequipa en general. De una manera natural, es común que se presenten concentraciones de material particulado en la mayoría de casos por encima del estándar nacional de calidad de aire.

La variación en la concentración de material particulado será originada principalmente por las diversas actividades de construcción de la plataforma de lixiviación e instalaciones del proyecto (Figuras 5.9 y 5.10). En el Anexo P se incluyen el resultado y los detalles del inventario de emisiones de PM<sub>10</sub> durante la etapa de construcción. Dicho inventario señala como la fuente principal de emisión de PM<sub>10</sub> al acarreo de material y movimiento de tierras necesarios para la construcción de la plataforma de lixiviación 4B.

Para esta etapa del proyecto, se realizó un modelamiento de dispersión de PM<sub>10</sub> (Anexo P). Para ello se utilizó el modelo AERMOD, el cual emplea técnicas numéricas y matemáticas para simular los procesos físicos y químicos que afectan a las partículas en el aire al dispersarse y reaccionar con la atmósfera. El modelo se basa en información meteorológica y topográfica, las cuales funcionan como datos de entrada al modelo, así como en información sobre las fuentes de emisión. El modelo utilizado está diseñado para caracterizar el traslado y dispersión de las partículas liberadas directamente hacia la atmósfera.

De acuerdo con los resultados del modelamiento, como consecuencia de la etapa de construcción del proyecto, se espera una contribución solamente en las cercanías inmediatas del proyecto (Figura 5.10). Asimismo, se establece que no se afectará la calidad del aire de ningún centro poblado en los alrededores cercanos.

La variación en la concentración de gases se deberá principalmente al funcionamiento de la maquinaria durante las diversas actividades de construcción, así como al flujo de vehículos para el transporte de materiales, equipos y personas que se requieran. Los efectos derivados de las emisiones de gases de combustión se estiman como muy bajos, debido a que se prevén contribuciones escasas. Si adicionalmente se considera el uso de maquinaria y vehículos en buen estado y el mantenimiento continuo de la misma, se determina que esta variación no representará un impacto. Asimismo, las características del aire como receptor ambiental y la buena calidad que presenta actualmente con respecto a la concentración de gases, aun con las operaciones actuales, demuestran que las actividades proyectadas generarán impactos leves.

La magnitud del efecto sobre la calidad del aire ha sido calificada como *cambio negativo* debido principalmente a la importancia de la condición. Asimismo, el impacto fue calificado como *temporal*, *reversible* y *acumulativo*. Finalmente, la afectación a la calidad del aire durante la etapa de construcción ha sido calificada como *impacto negativo*, de acuerdo con los resultados de la matriz RIAM.

### Operación

- Incremento en la concentración de gases debido a la actividad de la maquinaria empleada para la disposición del mineral en la plataforma de lixiviación.
- Incremento en la concentración de gases como consecuencia del tránsito de vehículos (transporte de personal, mantenimiento).
- Incremento en la concentración de material particulado como consecuencia de la disposición del mineral en la plataforma de lixiviación.
- Incremento en la concentración de material particulado como consecuencia del tránsito de vehículos (transporte personal, mantenimiento).

En esta etapa, de manera similar a la etapa de construcción, la variación de gases es producto del funcionamiento de la maquinaria así como del tránsito de vehículos de supervisión y mantenimiento. Debido a la limitada operación de la maquinaria se considera que no habrá afectación a la calidad del aire en lo referente a la concentración de gases.

La variación en la concentración de PM<sub>10</sub> será originada principalmente por las actividades involucradas en la disposición del mineral sobre la plataforma de lixiviación (Figuras 5.11 y 5.12). En el Anexo P se incluye el resultado y los detalles del inventario de emisiones de PM<sub>10</sub> durante la etapa de operación.

De acuerdo con los resultados del modelamiento, como consecuencia de la etapa de operación del proyecto, no se espera un aporte significativo en el área circundante al proyecto. Asimismo, se establece que no se afectará la calidad del aire de ningún centro poblado en los alrededores cercanos.

De acuerdo con los resultados del modelamiento de dispersión (AERMOD), la magnitud del efecto durante la etapa de operación del proyecto sobre la calidad del aire por emisión de PM<sub>10</sub>, es prácticamente nulo, por lo que se considera que *no hay impacto* (Tabla 5.4). Esto es debido principalmente a los bajos niveles de emisión de PM<sub>10</sub> producto de las actividades de operación.

#### **5.4.1.4 Ruidos y vibraciones**

##### **Resumen de línea base**

Se realizó una evaluación de los niveles de ruido y vibraciones en zonas pobladas cercanas al área de emplazamiento del PAD 4B. Las mediciones se llevaron a cabo en tres puntos: Viviendas sector El Molino Chusicani en Tiabaya, Plaza principal de Tingo Grande y Viviendas de La Pampa en Socabaya. Los resultados obtenidos se compararon de modo referencial con estándares

nacionales e internacionales y muestran que tanto los niveles de ruidos como de vibraciones se encuentran por debajo de los valores establecidos por la legislación nacional vigente.

### ***Metodología específica***

La metodología específica de modelación de ruidos se basa en la normativa de propagación del campo sonoro ISO 9613, la cual utiliza los principios de atenuación divergente junto a atenuación extra introducida por obstáculos y atenuación por aire. El software utilizado corresponde a SoundPLAN v.6.3, el cual incorpora todas las variables físicas de geomorfología y forma de las fuentes sonoras.

Para flujo de camiones, el cálculo de emisión se basa en la metodología recomendada por la Unión Europea, según la Guide du bruit (GdB) de Francia.

Para predecir las vibraciones producidas por voladuras se calculó la Velocidad Vertical de Partícula (VVP) mediante el empleo del modelo matemático de Devine, utilizado con frecuencia en minería (Anexo Q).

### ***Actividades que generan el impacto***

Las actividades que generan impacto proceden de fuentes móviles y fijas durante las etapas de construcción (fase 1 y fase última) y operación. Estas actividades se mencionan a continuación:

#### Construcción

- Habilitación de vías de acceso internas.
- Movimiento de tierras.
- Voladuras.
- Disposición de desmonte de construcción.
- Obras civiles.
- Instalación de equipos electromecánicos.
- Tránsito de vehículos (insumos, equipos y personal).

#### Operación

- Disposición del mineral.
- Tránsito de vehículos (insumos, equipos y personal).

### ***Impactos residuales***

A continuación se mencionan los impactos previsibles de ruido y vibración que se originarán en el área del proyecto:

#### Construcción

- Generación de ruidos y vibraciones durante la habilitación de vías de acceso internas
- Generación de ruidos y vibraciones durante el movimiento de tierras
- Generación de ruidos y vibraciones durante las voladuras
- Generación de ruidos y vibraciones durante la disposición de desmonte de construcción
- Generación de ruidos y vibraciones durante la instalación de equipos electromecánicos
- Generación de ruidos y vibraciones por el tránsito de vehículos (insumos, equipos y personal)

#### Operación

- Generación de ruidos y vibraciones durante la disposición de mineral en el PAD 4B
- Generación de ruidos y vibraciones por el transporte de personal, materiales e insumos

Los datos de entrada del modelo fueron elaborados a partir de la información de necesidades de maquinarias y equipos para las fuentes fijas y vehículos para las fuentes móviles. El escenario de voladura fue calculado en forma independiente.

A continuación se presentan los valores de potencia sonora utilizados para la modelación de ruido de fuentes fijas.

**Cuadro 5.1**  
**Niveles de potencia sonora de fuentes fijas consideradas para el modelo**  
**(dB(A) por bandas de octava)**

Fuente de ruido	Frecuencia central [Hz]								Total
	63	125	250	500	1k	2k	4k	8k	
Bulldozer	76.0	100.0	103.0	106.0	107.0	107.0	102.0	96.0	113.0
Tractor	66,9	82.0	99,5	104,9	103,1	104,3	99,1	97.0	110.0
Motoniveladora	69,2	84,3	91,8	102,2	105,4	106,6	91,4	89,3	110.0
Camión Tolva	82.0	92.0	96,5	102.0	106,5	104,2	96,7	91,5	110.0
Camión grúa	87.0	97.0	101,5	107.0	111,5	109,2	101,7	96,5	115.0
Rodillo Liso	92,2	95,2	100,2	104,2	105,2	103,2	96,2	86,2	110.0
Martillo Hidráulico	48,7	63,8	76,3	91,7	94,9	96,1	90,9	78,8	100.0
Cargador frontal	84,7	90,7	97,4	100,7	105,4	105,4	100,2	88,2	110.0
Minibus	75,2	76,4	76,6	82,3	85,4	84,2	79,2	70,7	90.0
Camioneta	67,8	69,8	75,5	84,5	86,8	81,8	74,3	71,5	90.0

Asimismo, en el siguiente cuadro se presentan los niveles de potencia Sonora empleados para el modelamiento del escenario de voladura.

**Cuadro 5.2**  
**Niveles de potencia sonora de fuentes fijas consideradas para**  
**escenario de voladuras (dB(A) por bandas de octava)**

Fuente de ruido	Frecuencia central [Hz]								Total
	63	125	250	500	1k	2k	4k	8k	
Voladura	118,6	121,3	124,6	126,1	123,9	117,8	111,6	109,2	130,9

Los resultados se presentan mediante mapas de ruido para los escenarios de construcción y operación, ambos bajo condiciones desfavorables en cuanto a emisión sonora de las fuentes de ruido, donde las curvas de nivel representan el aporte exclusivo de nivel de ruido debido a la emisión de las fuentes de ruido consideradas.

Para las fuentes móviles (vehículos) se calculó la emisión sonora por metro lineal (Lw/m) para un vehículo en el lapso de una hora. Los resultados muestran que para la fase 1 y última del proyecto se obtienen valores de 75,9 y 69,9 dBA Lw/m respectivamente. La emisión sonora por metro lineal de ruta para la fase operación será de 67,9 dBA Lw/m.

En la Figura 5.13 se presenta los resultados de la dispersión de ruidos para la fase de construcción del proyecto (fase 1 y última), mientras que en la Figura 5.14 se presenta los resultados de la fase de operación. En la Figura 5.13 se presentan los resultados de la dispersión de ruidos en el escenario de una voladura típica en el área de construcción.

Para la evaluación de ruido se utilizó en forma referencial el Reglamento de Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Ruido – Decreto Supremo N°085-2003-PCM, el cual establece las políticas nacionales para el manejo y gestión del control de ruido.

En los cuadros siguientes se presentan los resultados de la modelación de dispersión de ruidos en los puntos evaluados en la línea base: Punto 1 (Chusicani), Punto 2 (Tingo Grande) y Punto 3 (Anexo La Pampa). Se emplearon estos puntos debido a que representan áreas pobladas en las inmediaciones del área evaluada.

**Cuadro 5.3**  
**Evaluación de los resultados de la modelación para el escenario de construcción fase 1 – Diurno/Nocturno**

<b>Punto</b>	<b>Nivel modelado [dB(A)]</b>	<b>D.S. N° 085-2003 Diurno/Nocturno</b>	<b>Evaluación referencial</b>
1	12.7	60/50	Cumple
2	13.5	60/50	Cumple
3	16.8	60/50	Cumple

**Cuadro 5.4**  
**Evaluación de los resultados de la modelación para el escenario de construcción fase última – Diurno/Nocturno**

<b>Punto</b>	<b>Nivel modelado [dB(A)]</b>	<b>D.S. N° 085-2003 Diurno/Nocturno</b>	<b>Evaluación referencial</b>
1	No influye	60/50	Cumple
2	No influye	60/50	Cumple
3	No influye	60/50	Cumple

**Cuadro 5.5**  
**Evaluación de los resultados de la modelación para el escenario de construcción evento de voladura – Diurno/Nocturno**

<b>Punto</b>	<b>Nivel modelado [dB(A)]</b>	<b>D.S. N° 085-2003 Diurno/Nocturno</b>	<b>Evaluación referencial</b>
1	39,3	60/50	Cumple
2	39,8	60/50	Cumple
3	41,9	60/50	Cumple



**Cuadro 5.6**  
**Evaluación de los resultados de la modelación para el escenario de operación –**  
**Diurno/Nocturno**

<b>Punto</b>	<b>Nivel modelado [dB(A)]</b>	<b>D.S. N° 085-2003 Diurno/Nocturno</b>	<b>Evaluación referencial</b>
1	No influye	60/50	Cumple
2	No influye	60/50	Cumple
3	No influye	60/50	Cumple

Tomando como base estos resultados, los niveles modelados cumplen referencialmente con la normativa. Las distancias entre los receptores (poblados más cercanos) y la fuente de emisión de ruido, superan los 5 km, por lo tanto, la atenuación por distancia (divergencia geométrica) produce contribuciones sonoras despreciables.

En cuanto a los resultados de estimaciones de vibración, en el Gráfico 5.3 se presentan los valores de VVP para distancias hasta 20 km, a partir de un evento de voladura durante la fase de construcción. En forma adicional, se muestra el valor máximo límite para sitios históricos y edificios sensibles según la norma alemana DIN 4150:1979, constituyendo así el cuadro de comparación al caso más exigente.

El punto sensible más cercano al sitio de voladuras está a más de 5 km de distancia por lo tanto el nivel de velocidad VVP estará muy por debajo de 2,4 mm/s que es el valor límite propuesto por la Norma DIN 4159-79 para construcciones sensibles. Es altamente probable que las voladuras utilicen cargas mucho menores por cada tiro a las modeladas en esta curva de propagación, lo que establece un escenario en extremo conservador.

De acuerdo con la evaluación de impactos de ruido y vibraciones se esperan impactos *temporales* debido principalmente a la naturaleza esporádica y puntual de las voladuras para la habilitación del terreno. Estos impactos son también *locales*, *reversibles* y *no acumulativos* debido a que no existen otras fuentes de emisión en las zonas evaluadas y la contribución de ruidos por el PAD 4B no es aditiva. Finalmente, el balance del impacto se califica como *leve negativo*, considerando que el efecto será ejercido sobre áreas despobladas.

#### **5.4.1.5 Agua Superficial**

##### **Resumen de línea base**

Las cuencas hidrográficas que se encuentran dentro del área de influencia del Proyecto Plataforma de lixiviación 4B corresponden a la quebrada Huayrondo, donde el agua

superficial en el área del PAD 4B es esporádica. Esta quebrada es tributaria del río Chili y finalmente drena al Océano Pacífico.

La quebrada Huayrondo se caracteriza por permanecer seca en su durante la mayor parte del año, presentando escorrentías o descargas efímeras y de muy bajo caudal, sólo durante fuertes lluvias.

La caracterización fisiográfica de las cuencas dentro del área del proyecto se realizó separando la cuenca de la quebrada Huayrondo en dos secciones: desde la cabecera de la quebrada hasta el punto de interés 1 (Presa Huayrondo) y hasta el punto de interés 2 (confluencia con el río Chili). Hasta el punto de interés 1, la cuenca de la quebrada Huayrondo tiene un área de 8,09 km<sup>2</sup> y una pendiente media de 27,82%. Hasta el punto de interés 2, tiene un área de 26,52 km<sup>2</sup> y una pendiente media de 36,21%.

Para los cálculos del régimen de tormentas, se adoptó como estación de referencia a la estación Socabaya (2 242 m de altitud), donde se tiene que la precipitación media anual asciende a 66,7 mm. Durante la época húmeda (enero-marzo) precipitan 60,8 mm y durante la época seca (abril – diciembre) precipitan 5,8 mm. Asimismo, en la época húmeda la precipitación media mensual asciende a 20,3 mm y durante la época seca a 0,6 mm. Las mayores descargas ocurren entre los meses de enero a marzo mientras que las menores descargas ocurren entre los meses de abril a diciembre.

La evapotranspiración total anual es mayor que la precipitación total anual, reflejando condiciones de intermitencia de caudales. Los caudales máximos instantáneos para el período de retorno de 100 años en los puntos de interés 1 y 2, ascienden a 18,22 y 36,62 m<sup>3</sup>/s respectivamente.

Dependiendo del volumen retenido por la Presa Huayrondo, es probable que las avenidas de pequeña magnitud (2 años de período de retorno) sean retenidas dentro del almacenamiento, sin embargo avenidas de mayor magnitud provocarán escorrentías por el vertedero de demasías.

### ***Metodología específica***

La metodología empleada para la determinación de impactos sobre el agua superficial en el área de la Plataforma de lixiviación 4B (PAD 4B) incluyó las siguientes actividades:

- Recopilación de la información obtenida en la línea base ambiental (Capítulo 3).

- Descripción de actividades de construcción y operación (Capítulo 4).

Fundamentalmente, la estimación de los impactos de la implementación del PAD 4B en las descargas líquidas de la quebrada Huayrondo, se realizó estimando el régimen de descargas de la quebrada Huayrondo en dos puntos de interés para dos escenarios: estado basal, sin presencia del PAD 4B y estado modificado, con presencia del PAD 4B. Las descargas obtenidas para cada escenario se compararon y los impactos se estimaron como porcentajes de los valores.

La estimación de descargas líquidas en el área del PAD 4B se efectuó mediante la aplicación del Modelo Hidrológico HEC-HMS del Cuerpo de Ingenieros de los Estados Unidos. El modelo simula el movimiento y almacenamiento del agua a través de la cobertura de la cuenca, la superficie del suelo y los diferentes estratos de terreno que contribuyen con la escorrentía (Anexo R).

El modelo emplea el algoritmo de pérdida SMA (Soil Moisture Accounting) que está basado en el modelo PRMS (Precipitation-Runoff Modeling System, Leavesley et al. 1983) y representa la cuenca como una serie de capas de almacenamiento, cuyas tasas de ingreso, salida y capacidades de almacenamiento determinan los volúmenes de agua perdidos o adicionados a cada uno de estos componentes. La cantidad de agua almacenada en cada una de las capas varía continuamente a lo largo de la simulación.

El modelo de pérdida SMA es incorporado a un método de transformación a escorrentía (Hidrograma Unitario del Soil Conservation Service – SCS) y a un modelo de flujo base (Baseflow – Linear reservoir).

### ***Actividades que generan el impacto***

Las actividades que generarán impactos, sobre la cantidad de agua se mencionan a continuación:

#### Construcción

- No se espera que ninguna actividad de construcción genere impactos sobre las aguas superficiales esporádicas

#### Operación

- Disposición de mineral en el PAD 4B
- Operación de sistemas de derivación de aguas

### ***Impactos residuales***

A continuación se mencionan los impactos residuales que generarán las actividades sobre el agua superficial. Asimismo se presentan los resultados del análisis final del impacto.

#### Construcción

No se esperan impactos sobre el agua superficial en esta etapa, debido a que no se esperan cambios en las redes de drenaje como consecuencia de las actividades de remoción superficial del terreno y no se esperan impactos sobre las aguas superficiales esporádicas debido al relativamente corto tiempo de duración de las actividades (Tabla 5.3).

#### Operación

- Modificación de la red de drenaje como consecuencia de la disposición de mineral en el PAD 4B
- Modificación de la red de drenaje como consecuencia de la operación de sistemas de derivación de aguas

La calificación del agua superficial como de *importancia local* (Tabla 5.4), estuvo en función de la poca singularidad a nivel local y nacional de las redes de drenaje en el área de la Plataforma de lixiviación 4B (PAD 4B). Esto se debe a la presencia casi nula de agua superficial en el área de emplazamiento del PAD 4B. Asimismo, a lo largo de las vertientes occidentales de los Andes existen numerosas quebradas de régimen de aguas superficiales similar al de la quebrada Huayrondo, es decir con presencia de agua únicamente bajo precipitaciones inusuales altas. Esta calificación también está en torno a la escasa importancia de la quebrada Huayrondo como tributaria de la cuenca del Chili.

Los cambios involucran el cambio de la red de drenaje y la disminución de las descargas, presentando una magnitud del efecto calificada como *cambio negativo* con respecto a la situación basal debido al grado de perturbación del componente ambiental. Es necesario aclarar que existen cambios sobre la red de drenaje debido a la operación de los sistemas de derivación de aguas, lo cual califica al impacto de *permanente, irreversible y acumulativo*.

La modificación de la red de drenaje será ejercida principalmente por la disposición de mineral en el PAD 4B y por la operación de sistemas de derivación de aguas. Como fue mencionado con anterioridad, esta modificación será permanente debido al tiempo de vida útil del PAD 4B y sus instalaciones auxiliares. La modificación de la red de drenaje y la disminución del área de captación se manifestaría en la reducción del flujo inusual de aguas superficiales presentes en la zona (bajo condiciones de alta precipitación).

Del modelo hidrológico se obtuvieron estimaciones de caudal medio anual, caudal medio en época húmeda y caudal medio en época de estiaje para las condiciones en estado natural y con el PAD 4B, en los escenarios de año medio, seco y húmedo. Los resultados de las simulaciones se presentan en los Cuadros 5.7, 5.8 y 5.9. Estos caudales fueron estimados a partir de la precipitación diaria correspondiente a la estación de Socabaya. Es necesario indicar que los puntos 1 y 2 corresponden a los puntos de interés presentados en los estudios de línea base (Presa Huayrondo y confluencia de la quebrada con el río Chili respectivamente).

**Cuadro 5.7**

**Descargas medias, anuales, en época húmeda y en época seca para los escenarios sin y con PAD 4B o para un año promedio**

Punto	Ubicación	Escenario natural			Escenario con proyecto		
		Promedio anual	Época húmeda	Época de estiaje	Promedio anual	Época húmeda	Época de estiaje
		(l/s)	(l/s)	(l/s)	(l/s)	(l/s)	(l/s)
1	Qda. Huayrondo hasta punto de interés 1	0,83	2,63	0,23	0,55	1,88	0,10
2	Qda. Huayrondo hasta punto de interés 2	2,85	8,65	0,92	2,62	8,00	0,83

**Cuadro 5.8**

**Descargas medias, anuales, en época de avenidas y en época de estiaje para los escenarios sin y con PAD 4B para un año seco**

Punto	Ubicación	Escenario natural			Escenario con proyecto		
		Medio anual	Época húmeda	Época de estiaje	Medio anual	Época húmeda	Época de estiaje
		(l/s)	(l/s)	(l/s)	(l/s)	(l/s)	(l/s)
1	Qda. Huayrondo hasta punto de interés 1	0,43	1,39	0,12	0,28	1,02	0,03
2	Qda. Huayrondo hasta punto de interés 2	1,62	4,98	0,50	1,50	4,58	0,48

**Cuadro 5.9**  
**Descargas medias, anuales, en época de avenidas y en época de estiaje para los escenarios sin y con PAD 4B para un año húmedo**

Punto	Ubicación	Escenario natural			Escenario con proyecto		
		Medio anual (l/s)	Época húmeda (l/s)	Época de estiaje (l/s)	Medio anual (l/s)	Época húmeda (l/s)	Época de estiaje (l/s)
1	Qda. Huayrondo hasta punto de interés 1	5,82	2,20	0,70	4,28	15,60	0,51
2	Qda. Huayrondo hasta punto de interés 2	19,26	69,70	2,45	17,67	64,04	2,21

En el Cuadro 5.10 se resume la información de los Cuadros 5.7, 5.8 y 5.9 en términos de porcentajes de disminución de caudales con respecto a la situación sin PAD 4B.

**Cuadro 5.10**  
**Porcentajes de disminución de caudales en puntos de interés 1 y 2 por efecto del PAD 4B**

Tipo de año	Año medio (%)		Año seco (%)		Año húmedo (%)	
	1	2	1	2	1	2
<b>Puntos / Temporada</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>1</b>	<b>2</b>
<b>Media anual</b>	34,1	8,1	35,8	7,3	26,5	8,3
<b>Media de húmeda</b>	28,5	7,5	26,5	8,0	26,4	8,1
<b>Media de estiaje</b>	55,4	9,8	72,4	4,9	26,9	9,6

En la simulación para un año medio (Cuadro 5.10), con la implementación del PAD 4B, los caudales en el punto 1 disminuirán hasta un 55,4% (aproximadamente 0,13 l/s) en relación al escenario sin PAD 4B. En el punto 2, la disminución de los caudales es menor, estando entre 7,5% y 9,8% (entre 0,09 y 0,65 l/s). De igual manera, para un año seco (Cuadro 5.10), con la implementación del proyecto, los caudales en el punto 1, disminuirán un máximo de 72,4% (aproximadamente 0,09 l/s). En el punto 2, los caudales disminuirán un máximo de 8,0% (0,4 l/s). Asimismo, para un año húmedo (Cuadro 5.10), los caudales en el punto 1, disminuirán alrededor de 27% (aproximadamente 0,19 l/s). En el punto 2, los caudales disminuirán un máximo de 9,6% (0,24 l/s).

Luego de la ponderación de los efectos ambientales relacionados con la modificación de la red de drenaje, se obtuvo una calificación final de *impacto leve negativo*.

#### **5.4.1.6 Agua subterránea**

##### **Resumen de línea base**

Las operaciones mineras históricas en Cerro Verde causaron cambios en el modelo de flujos del agua subterránea. Sin embargo, esto no se ha reflejado en un impacto significativo en el régimen de flujo subterráneo en la cabecera de la quebrada Huayrondo. Las operaciones de las plataformas de lixiviación y sus pozas, así como las de la Planta SX-EW, han generado áreas localizadas de recarga por debajo de dichas instalaciones.

La calidad de las aguas subterráneas de la parte alta cabecera de la quebrada Huayrondo manifiesta una degradación por la presencia de elementos químicos de origen antropogénico. Éstos incluyen los metales pesados, altas concentraciones de  $\text{SO}_4$  y STD, y pH entre 3 y 5. Esta afectación se registra hasta las inmediaciones de la Presa Huayrondo. El origen del deterioro está asociado a las filtraciones de las plataformas de lixiviación y sus respectivas pozas de procesos, así como la Planta SX-EW desde la época de Minero Perú (década de los 70) y Cyprus (década de los 90).

Los resultados del monitoreo muestran que aguas abajo de la presa, en las inmediaciones del pozo MA-41, el contenido químico de las aguas subterráneas es similar al de condiciones hidrogeológicas naturales. Asimismo, en las inmediaciones de la desembocadura de la quebrada Huayrondo con el río Chili, las condiciones del agua subterránea también presentan características naturales (MAS-102).

##### **Metodología específica**

Para estimar los impactos sobre el agua subterránea se realizaron dos estudios: el Análisis de Impacto PAD 4B (Reporte Final) preparado por Vector Perú (Anexo S) y el Modelo Hidrogeológico de la Cuenca de Huayrondo preparado por Water Management Consultants (WMC) (Anexo G). El primero estima la cantidad de filtración que se podría producir en la plataforma de lixiviación 4B y el transporte de la filtración desde la plataforma de lixiviación 4B hasta 800m aguas abajo de la presa de Huayrondo. En el segundo estudio se evalúa toda la cuenca de Huayrondo y la eficiencia del sistema de control de soluciones industriales en la cabecera de la misma (Presa Huayrondo); adicionalmente, se evalúan los potenciales impactos de la operación de la pila de lixiviación 4B.

Para los estudios se utilizó información proveniente de los registros que SMCV mantiene como parte de su programa de monitoreo, y muestreos adicionales. Asimismo, se realizaron ensayos de permeabilidad con muestras del mineral, el material de grava para drenaje, y el material de revestimiento de baja permeabilidad.

Vector empleó el modelo MODFLOW-SURFACT calibrado que fue utilizado para determinar la distribución de la carga hidráulica en la plataforma de lixiviación y simular el transporte y destino de una potencial filtración del PAD 4B.

Por otro lado, WMC utilizó el modelo FEFLOW (Finite Element Subsurface Flow & Transport Simulation System) para desarrollar un modelo numérico hidrogeológico calibrado de la cuenca de la quebrada Huayrondo (Anexo G), incluyendo todos los procesos, tanto naturales como operaciones de la mina. El dominio del modelo abarcó toda la cuenca hidrológica de la quebrada Huayrondo desde su zona superior, aguas arriba de la ubicación del PAD 4A y los tajos Cerro Verde y Santa Rosa, hasta la confluencia con el Río Chili. Para la calibración del modelo se emplearon los datos de pozos de control, cuya ubicación se presenta en el Anexo G.

Basándose en la geología de la zona este modelo considera cinco capas de sustrato detalladas a continuación:

- Capa 1: representa el estrato de relleno aluvial presente en el cauce principal y quebradas laterales, el cual se ha asumido de un espesor constante de 5 m.
- Capa 2: representa a la roca meteorizada que se ubica bajo el relleno aluvial, la cual se ha caracterizado con un espesor medio de 27 m. Esta unidad ha sido representada como una unidad independiente ya que se estima presenta mayores permeabilidades que la roca fresca subyacente a esta unidad.
- Capa 3: representa el basamento rocoso que presenta al menos una permeabilidad secundaria que si bien es muy baja, permite el flujo de agua a una tasa muy lenta. La base de la capa 3 fue definida 150 m por debajo del nivel del terreno.
- Capa 4: representa a la roca de caja, prácticamente impermeable en todo el dominio del modelo, a excepción de la zona de los tajos, en donde representa a la porción inferior del intrusivo mineralizado. El fondo de esta capa fue definido en la cota de 2370 m en la zona de los tajos y en el resto como un promedio entre el fondo de la capa 3 y el fondo de la capa 5 para entregar una mayor definición en la distribución vertical de niveles piezométricos.
- Capa 5: corresponde a la roca de caja, prácticamente impermeable en todo el dominio del modelo, la cual se incluye como unidad inferior hasta una profundidad constante ubicada en la cota de 1900 m. Debido a la baja permeabilidad de esta capa, la elevación del fondo de esta capa no afecta en los resultados de calibración ni de operación del modelo.



Asimismo, las condiciones de recarga identificados en el sistema se mencionan a continuación:

- Infiltración de precipitaciones: se estima que debido a la escasa precipitación y alta evaporación, solo durante eventos extremos de precipitación se genera recarga real al sistema de aguas subterráneas.
- Infiltración desde las plataformas de lixiviación: El proceso de lixiviación ha generado un flujo de percolación proveniente de las Plataformas de Lixiviación 1, 2 y 3 y 4A.
- Infiltración desde la Planta SX-EW: El presente modelo también supone que existe una pérdida de soluciones desde la Planta SX-EW ubicada en el sector oeste de la cuenca.

En cuanto a las descargas estimadas del sistema, el modelo consideró a las siguientes:

- Caudal de desagüe en los tajos Cerro Verde y Santa Rosa, el cual ha sido representado a través de condiciones de borde.
- Caudal que aflora en la quebrada Huayrondo, caracterizado en la línea base
- Caudal interceptado por el muro cortafuga de la Presa Huayrondo
- Caudal subterráneo saliente por el extremo norte del modelo

Adicionalmente, con el objeto de evaluar la eficiencia geoquímica del muro corta fuga que controla las infiltraciones de soluciones industriales en la quebrada Huayrondo, se realizó un modelo de balance de masas y mezcla de aguas utilizando el programa computacional PHREEQC. Los detalles de las metodologías empleadas se presentan en los Anexos S y G.

Por otro lado, para caracterizar geoquímicamente el material de baja permeabilidad (ripios) a emplearse durante la fase de construcción de la plataforma de lixiviación, se realizaron las siguientes pruebas:

#### Balance Ácido Base (ABA)

El objetivo del ensayo ABA es determinar el balance entre ácido que se genera y ácido que se consume en un material. La prueba comprende dos medidas distintas: la determinación del potencial de neutralización (PN), y el cálculo del potencial de acidez (MPA). La diferencia entre los dos valores, es el potencial de neutralización neta (PNN), lo que permite la clasificación de la muestra como potencial consumidor o generador de ácido.

#### Celdas de humedad

Es una prueba cinética a pequeña escala, normalmente usada para predecir el potencial de lixiviación de metales y dar una aproximación de la tasa de reacción bajo condiciones aeróbicas. Los datos resultantes permiten obtener una proporción del metal lixiviado, generación ácida y capacidad de neutralización.

#### Procedimiento de lixiviación por precipitación sintética SPLP

El ensayo Synthetic Precipitation Leaching Procedure (SPLP) o de lixiviación corta busca proporcionar un indicador de los metales que podrían ser liberados, de un material cuando es expuesto a una fuente de precipitación.

#### ***Actividades que generan el impacto***

Las actividades de construcción y operación que generarán impactos sobre las aguas subterráneas se mencionan a continuación:

#### Construcción

- No se espera que las actividades de construcción generen impactos sobre las aguas subterráneas.

#### Operación

- No se esperan impactos como consecuencia de las actividades de operación, sin embargo, existe un bajo riesgo de infiltraciones provenientes del PAD 4B.

#### ***Impactos residuales***

A pesar que solo se considera un riesgo ambiental a las probables infiltraciones provenientes de las futuras operaciones de lixiviación, a continuación se presenta los estudios que respaldan esta calificación. Es necesario indicar que para este análisis se han considerado todas las medidas de prevención diseñadas para el proyecto. Estas medidas comprenden el sistema de subdrenaje, sistema de impermeabilización (suelo de baja permeabilidad y geomembrana) y la presencia de la Presa Huayrondo, la cual fue mejorada en el año 2007.

#### Construcción

A pesar que las actividades de preparación del terreno modificarán levemente la superficie del mismo, no se espera que se afecte la recarga de aguas subterráneas, debido a que esta recarga como consecuencia de las precipitaciones se estima despreciable durante el período de la fase construcción.

Debido a que no se esperan cambios en las aguas subterráneas como consecuencia de las actividades de construcción de la plataforma de lixiviación, el impacto se considera nulo.

### Operación

- Riesgo de cambio en la calidad de las aguas subterráneas por potenciales filtraciones desde la Plataforma de Lixiviación 4B (aguas arriba de la Presa Huayrondo).
- Probables cambios mínimos en los niveles de agua subterránea de la quebrada Huayrondo, los cuales se manifestarían mayormente como afloramientos en la zona cercana al muro cortafugas (Presa Huayrondo).

A continuación se presentan los resultados de los estudios llevados a cabo para evaluar los riesgos estimados sobre el agua subterránea como consecuencia de la operación del PAD 4B. Las herramientas utilizadas para la predicción de impactos potenciales forman parte de los anexos adjuntos al presente documento y se mencionan en la siguiente lista.

- Análisis de Impactos Hidrogeológicos PAD 4B (Anexo S)
- Modelo de eficiencia de la Presa Huayrondo (en Modelo Hidrogeológico de la Cuenca de Huayrondo, Anexo G)
- Evaluación Geoquímica del Soil Liner (Anexo T)

### ***Modelo de infiltraciones del PAD 4B***

Para el cálculo de las infiltraciones potenciales provenientes del PAD 4B, se empleó el modelo MODFLOW-SURFACT, el cual consideró un rectángulo de 1,6 km de oeste a este y de 19 km de norte a sur (Anexo S). El modelo considera los diferentes materiales que conforman el PAD 4B, así como las etapas de operación y cierre del proyecto. Para fines prácticos se dividió el material en capas, empleando una capa del modelo (6,7 m grosor) por cada capa de mineral y una capa del modelo por cada capa de grava de drenaje (1,0 m de grosor). La base del modelo corresponde al revestimiento de geomembrana.

Para asignar los valores de permeabilidad de los materiales que conformarán la plataforma de lixiviación, se llevó a cabo ensayos de permeabilidad con muestras del mineral, el material de grava para drenaje, y el material de revestimiento de baja permeabilidad. En el caso del mineral se tomaron dos muestras, las cuales fueron sometidas a pruebas de baja y alta permeabilidad, por lo que para efectos del modelo se usó el promedio de permeabilidad de las dos muestras (como una función de la profundidad). Los resultados de los ensayos se presentan en el Anexo S.

Para la construcción del modelo se asignaron valores de permeabilidad para cada capa de mineral basados en el promedio de profundidad de las capas de la plataforma de lixiviación. Se asumió que la permeabilidad permanecería constante en todas las direcciones (isótropo), aunque es posible que la permeabilidad lateral sea mayor que la indicada en los datos de los ensayos del laboratorio.

Se asumió una permeabilidad constante de 0,0502 cm/s para la capa de grava de drenaje.

Con los datos de permeabilidad se elaboró el modelo tridimensional para determinar la distribución de la carga hidráulica en la plataforma de lixiviación, incluyendo la capa de drenaje que se encuentra por encima del revestimiento de geomembrana.

Posteriormente, se evaluó las filtraciones a través del revestimiento (geomembrana) considerando posibles fallas del mismo pues en condiciones de operación normal no existirían filtraciones. El cálculo de la tasa de filtración se estimó en base a ecuaciones empíricas desarrolladas para revestimientos de geomembrana y revestimientos compuestos y en base a valores recomendados para la frecuencia y el tamaño de las fallas. Se tomaron en cuenta, tanto buenas condiciones de construcción y condiciones promedio. Para el caso de buenas condiciones de construcción se asumió un defecto por cada 4 000 m<sup>2</sup>, con un factor de calidad de contacto (para el contacto de la geomembrana y el revestimiento de baja permeabilidad) de 0,21. Para el caso de condiciones de construcción promedio, se asumió un defecto por cada 1 000 m<sup>2</sup>, con un factor de calidad de contacto de 0,42. Se asumió, además, que los defectos serían circulares con un diámetro de 2 mm.

La filtración se calculó para cada modelo de celda, mediante el uso de la presión hidrostática ejercida sobre el revestimiento, en cada celda. Las tasas de filtración totales calculadas se presentan en el siguiente cuadro.

**Cuadro 5.11**  
**Tasas de filtración a través del revestimiento**

Fase	Infiltración a través del revestimiento compuesto			
	Buena construcción		Construcción promedio	
	(l/s)	(m <sup>3</sup> /d)	(l/s)	(m <sup>3</sup> /d)
<b>Mineral de baja permeabilidad</b>				
1	0,001	0,083	0,0077	0,666
11	0,0018	0,151	0,014	1,211
20	0,0011	0,097	0,009	0,776
Después del cierre	0,0002	0,019	0,0018	0,154
<b>Mineral de alta permeabilidad</b>				
1	0,001	0,083	0,0077	0,666
11	0,0017	0,147	0,0136	1,175
20	0,0016	0,138	0,0128	1,107
Después del cierre	0,0002	0,019	0,0018	0,154

De los resultados se observa que en general, la filtración prevista para el PAD 4B es muy baja, con una tasa que varía entre 0,15 m<sup>3</sup>/d (revestimiento con buena construcción) y 1,2 m<sup>3</sup>/d (revestimiento con construcción promedio). Las tasas de filtración parecen incrementar rápidamente a medida que la plataforma de lixiviación se expande, para luego disminuir ligeramente debido a la reducción en la permeabilidad del mineral, a medida que la plataforma de lixiviación aumenta de altura.

***Modelo de eficiencia de la Presa Huayrondo***

De acuerdo con la descripción presentada en el Capítulo 2 (Antecedentes) y el Capítulo 3 (Línea Base Socioambiental) las operaciones desarrolladas en Cerro Verde generaron una recarga inducida con el consecuente flujo hacia la quebrada Huayrondo. Esta recarga inducida proveniente principalmente de las plataformas de lixiviación y planta industrial, generó la alteración de la calidad del agua subterránea. Por esta razón, se construyó una presa de intercepción y control de las infiltraciones en la quebrada Huayrondo (Presa Huayrondo) aguas abajo de esta zona, la que permitió interceptar cualquier flujo subterráneo que puesto en superficie, permite el bombeo del agua de regreso al circuito operativo.

Para estimar los efectos de eventuales filtraciones en el futuro PAD 4B hacia el flujo subterráneo de la cuenca Huayrondo, se efectuó una simulación en régimen estacionario agregando recarga estimada de 9 l/s para representar infiltraciones. Este caudal corresponde a la mejor estimación de infiltraciones efectivas del actual PAD 4A y es muy conservadora para

el caso de PAD 4B considerando su efectivo diseño de control de infiltraciones. Cabe resaltar, que según las simulaciones del análisis de infiltraciones del PAD 4B, las estimaciones de infiltraciones son despreciables, siendo del orden de 0,15 a 1,2 m<sup>3</sup>/d (0,002 a 0,01 l/s).

Los niveles simulados, con una recarga adicional de 9 l/s no muestran variaciones perceptibles respecto a los niveles en el caso sin recarga desde el PAD 4B. La proximidad del muro a la zona donde se ha definido la recarga proveniente del PAD 4B, determina que existe un mayor potencial de afloramiento inmediatamente aguas arriba del muro. El Cuadro 5.12 muestra el cálculo del flujo pasante en la zona del muro y se puede apreciar un incremento pequeño del flujo del orden 0,03 l/s, para el caso de 9 l/s de recarga respecto a la condición sin PAD 4B. De esta forma se estima que la mayor parte de las posibles filtraciones proveniente del PAD 4B se manifestarían como afloramientos en el extremo norte y serían captadas por el sistema de recuperación operativo de la Presa Huayrondo.

A continuación se presentan los resultados del modelamiento de flujos pasantes de infiltraciones provenientes de la recarga inducida por las operaciones mineras históricas considerando los siguientes escenarios:

- Escenario anterior a la implementación de la Presa Huayrondo
- Eficiencia de la Presa Huayrondo sin mejoras
- Eficiencia de la Presa Huayrondo considerando las mejoras
- Eficiencia de la Presa en el escenario de operación del PAD 4B (bajo un escenario de recarga conservador de 9 l/s)

En el Cuadro 5.12 se presentan los resultados de los flujos pasantes considerando los escenarios mencionados.

**Cuadro 5.12**  
**Eficiencia de la presa Huayrondo para contener filtraciones**

Geología	Modelo	Flujo pasante (l/s)			
		Sin presencia de la Presa Huayrondo	Eficiencia de la presa Huayrondo		
			Sin mejoras	Con mejoras	Con mejoras y operación del PAD 4B (recarga de 9 l/s)
Aluvial	Capa 1	0,98	0,81	0,07	0,075
Roca meteorizada	Capa 2	1,76	1,48	0,26	0,27
Roca fresca	Capa 3	0,02	0,04	0,14	0,15
<b>Todas</b>		<b>2,76</b>	<b>2,33</b>	<b>0,47</b>	<b>0,495</b>

De acuerdo con estos resultados, el flujo pasante en la zona sin considerar la existencia del muro cortafuga alcanza los 2,76 l/s de los cuales un 64% ocurre en la roca meteorizada de la capa 2 (Anexo G). Un 35,5% del total fluye a través de los depósitos aluviales de la capa 1 y un porcentaje mínimo de 0,5% ocurre en la capa 3 del modelo. El flujo pasante con la presencia del muro en las condiciones previas al mejoramiento asciende a 2,33 l/s que evidencian una reducción del 16% respecto al escenario sin muro.

Respecto a las condiciones en el escenario considerando las mejoras en el muro, la reducción en el flujo pasante corresponde a un 79,6% en comparación a las condiciones originales de construcción del muro, y a un 82,8% respecto del escenario sin muro.

Para la realización del modelo de balance de masas y mezcla de aguas mediante el programa computacional PHREEQC, se evaluaron los resultados con respecto al sulfato (SO<sub>4</sub>) como soluto, considerado para este caso como un buen indicador, conservativo y característico, de los procesos geoquímicos que podrían estar ocurriendo dentro del área contenida por la Presa Huayrondo (Anexo G).

Los resultados de este modelo sugieren que aunque la precipitación y la ad/absorción juegan un rol en el proceso de atenuación, que ocurre al interior y directamente aguas abajo del muro cortafuga, son insuficientes para explicar este proceso en su totalidad.

Estos resultados indican que probablemente las reacciones de intercambio catiónico son las que controlan significativamente el resto de la atenuación natural. Estos procesos pueden ser investigados con mayor detalle en relación a la información específica concerniente a las

propiedades de los materiales que conforman la Presa Huayrondo y al medio que conforma el sistema del flujo de agua subterránea.

Finalmente, los resultados del modelo FEFLOW indican que una posible filtración desde la Presa Huayrondo podría alcanzar al río Chili en un plazo de orden de 20 años. Sin embargo, los antecedentes indican que fenómenos similares de filtración han ocurrido en la quebrada Huayrondo durante un periodo de 30 años pese a lo cual no se han registrado impactos en el pozo MA-41 (ubicado aproximadamente 360 m aguas abajo de la presa). Esto indicaría que otros procesos termodinámicos diferentes a la advección, dispersión y ad/absorción de solutos deben estar ocurriendo adicionalmente en la quebrada Huayrondo. Dichos procesos corresponden a intercambio catiónico, precipitación y disolución de mineral y ad/absorción en superficies. Todos ellos actuarían de manera significativa atenuando las infiltraciones.

### ***Evaluación geoquímica del soil liner del PAD 4B***

De acuerdo con la descripción del proyecto (Capítulo 4), para la habilitación del área de emplazamiento del PAD 4B, sobre el relleno estructural, se prevé la colocación de una capa de suelo de baja permeabilidad o soil liner, el cual consistirá en suelos que garanticen una permeabilidad menor a  $1 \times 10^{-6}$  cm/s. Debido a que no existen fuentes de préstamo de materiales arcillosos en áreas cercanas al asiento minero, el material a utilizarse como suelo de baja permeabilidad consistirá en ripios o mineral lixiviado del PAD 3. Dicho material cumple con los requerimientos técnicos necesarios para ser utilizados como suelo de baja permeabilidad. SMCV realizó la caracterización desde el punto de vista geoquímico del material con la finalidad de analizar las implicancias ambientales de su colocación.

El estudio de evaluación del soil liner del PAD 4B tiene por objetivo principal conocer el comportamiento geoquímico de este material bajo circunstancias de operación del proyecto, es decir, la aplicación de una fuerza gravitacional generada por la carga de mineral distribuido sobre el revestimiento del PAD 4B que induciría a posibles filtraciones a través del subsuelo hacia los cuerpos de aguas subterráneas.

Para caracterizar este material se realizó un muestreo sistemático en dos sectores del PAD 3, fuente identificada de ripios óptimos para los fines constructivos del proyecto. Las muestras fueron representativas y se tuvo en cuenta zonas de diferente mineralización. Asimismo, sobre la base del conocimiento mineralógico de los tajos, se dio preferencia a las muestras provenientes de los principales sulfuros secundarios y tipos de alteración hidrotermal. Las pruebas geoquímicas realizadas comprendieron análisis ABA, SPLP y Celdas de Humedad y los resultados de las mismas se muestran en el Anexo T.



De acuerdo con los resultados del análisis ABA, se observa que el pH en pasta oscila en rangos de 3,5 y 3,9, lo cual indica que los constituyentes de las muestras se encuentran completamente oxidados, asimismo, los valores de MPA (Potencial de Acidez) sugieren que todo el azufre presente en la muestra proviene del mineral pirita. Los resultados también muestran que no existe suficiente capacidad neutralizadora del material.

En cuanto al potencial de liberación de metales (pruebas SPLP), se observó que el material analizado tiene una elevada concentración de Ca, seguido de Mg y Al, Cu y Fe y Zn, mientras que los demás metales disueltos se encuentran a manera de traza.

En cuanto a los resultados de las Celdas de Humedad, a la fecha se obtuvo que los valores de pH fueron bajos, sin embargo no decrecen significativamente en el tiempo y, se mantienen prácticamente constantes. La concentración de sulfatos se siguió una tendencia creciente en las dos primeras semanas para luego decrecer y mantenerse constante. Estos resultados sugieren que entre al inicio de la prueba se produjo la mayor parte del consumo total de sulfuros, pero al mismo tiempo un mayor lavado de los mismos, demostrando que la muestra posee un alto contenido de solutos acumulados por oxidación durante su exposición al ambiente o intemperización, desde que abandonaron el tratamiento por lixiviación. La conductividad eléctrica presentó el mismo comportamiento que la curva de sulfatos. En cuanto al contenido metálico, se observó un incremento de las concentraciones hasta llegar a un nivel constante con excepción del Cu que mantiene una tendencia creciente.

Las conclusiones del estudio sugieren que los rипios a utilizar no generarán gran cantidad de ácido, pero sí una gran cantidad de metales disueltos en particular el Cu. En tal sentido, la solución que posiblemente pueda infiltrarse en caso se produzca una fuga en la geomembrana, tendría metales disueltos en particular Cu, sin embargo al existir escasez de lluvias debido a la aridez de la zona, los volúmenes de solución infiltrada serían muy limitados, en particular en las condiciones de cierre y post-cierre de la plataforma de lixiviación. Asimismo, a medida que se asienten los rипios disminuirá su permeabilidad y las posibles precipitaciones de hidróxidos y jarositas puede también contribuir a su disminución.

Debido a que los potenciales cambios en el agua subterránea como consecuencia de la construcción y operación del PAD 4B son considerados solo como riesgos ambientales, no se califican en la matriz RIAM, sin embargo, los resultados de la evaluación (*no hay impacto*) se muestran de modo referencial en la Tabla 5.4.

## **5.4.2 Componentes biológicos**

### **5.4.2.1 Flora y vegetación**

#### **Resumen de línea base**

Los resultados muestran una riqueza florística de 85 especies, agrupadas en 71 géneros y 33 familias botánicas. En el área de evaluación, resaltaron en las laderas pedregosas las cactáceas de porte alto (columnar), las cuales en época húmeda se encontraron acompañadas por parches de plantas efímeras (herbáceas). Asimismo, se registraron parches irregulares de vegetación compuestos fundamentalmente por especies arbustivas. En estos grupos de vegetación, las familias botánicas Asteraceae, Cactaceae, Fabaceae y Solanaceae, fueron las más diversificadas.

Entre las especies de interés se registró a *Weberbauerocereus weberbaueri* (cactus de Weberbauer). Esta especie es importante desde el punto de vista ecológico, ya que puede sostener poblaciones de diferentes animales que se alimentan de la misma. En condiciones de extrema sequía, animales como los guanacos aprovechan sus frutos e inclusive sus filocladios o tallos para conseguir agua y forraje. De igual manera *Platalina genovensium* aprovecha las flores para conseguir su alimento. Adicionalmente es necesario mencionar que en la zona media de la quebrada existe una mayor densidad de *Weberbauerocereus weberbaueri* (136,5 ind/ha), seguida por la zona baja (110 ind/ha), mientras que en la zona alta se registró una menor densidad (67,22 ind/ha), siendo esta misma especie la que representó una mayor cobertura en la quebrada Huayrondo.

En cuanto a las formaciones vegetales presentes en la quebrada Huayrondo, se han identificado tres en el área evaluada: la vegetación de cauce de quebrada, la vegetación freatofita y la vegetación de ladera, tanto en la zona alta, media y baja de la quebrada Huayrondo.

La vegetación que se desarrolla sobre las laderas de la quebrada Huayrondo está típicamente compuesta por cactáceas columnares, en donde el elemento más conspicuo es el cactus de Weberbauer. Este tipo de vegetación se encontró cubriendo la mayor extensión de la quebrada, desde el borde del cauce hasta la divisoria de aguas.

La vegetación de cauce de quebrada crece fundamentalmente sobre un sustrato de textura arenosa y está compuesta de especies arbustivas, herbáceas y suculentas. Estas especies tienen distribución variable, dependiendo de la altitud ofreciendo especies vegetales “estructurales” para el refugio de la avifauna.

En general la vegetación freatofita se encontró puntualmente en zonas de quebrada un poco más amplias y llanas (de sustrato arenoso). Esta vegetación se observó a manera de franjas de distribución irregular sobre el terreno, encontrándose en la parte media y alta de la quebrada Huayrondo, este tipo de vegetación se registró fuera del área del emplazamiento del PAD 4B.

Según el D.S. N° 043-2006-AG, *Senecio yurensis* y *Ephedra breana* se consideran como Críticamente Amenazado (CR); *Prosopis chilensis* y *Krameria lappacea*; como En Peligro (EN); *Browningia candelaris*, *Corryocactus brevistylus*, *Cumulopuntia sphaerica*, *Tecoma arequipensis*, *Jatropha macrantha* y *Prosopis pallida*; como Vulnerable (VU) y *Ephedra americana* como Casi Amenazado (NT). La IUCN considera a *Weberbauerocereus weberbaueri* como Casi Amenazado (NT). Dentro del Apéndice II del CITES: *Browningia candelaris*, *Corryocactus aureus*, *Corryocactus brevistylus*, *Cumulopuntia sphaerica*, *Haageocereus pluriflorus*, *Oreocereus hempelianus*, *Neoraimondia arequipensis* y *Weberbauerocereus weberbaueri*.

Se registraron las especies *Senecio yurensis*, *Tiquila elongata* y *Eloysia spathulata*, consideradas especies endémicas del Perú.

### ***Metodología específica***

La metodología empleada para la determinación de impactos sobre la flora y vegetación incluyó las siguientes actividades:

- Recopilación de la información obtenida en la línea base (Capítulo 3), que incluye la descripción detallada de las características de la flora y vegetación local.
- Mapeo de las formaciones vegetales (Capítulo 3).
- Revisión de las características de la flora presente en función de su pertenencia a alguna categoría especial de conservación y endemismo (Capítulo 3).
- Revisión de la descripción de actividades de construcción y operación.
- Mapeo de las áreas previstas a ser impactadas por las actividades de acuerdo con las características del proyecto (Figura 5.1).

### ***Actividades que generan el impacto***

Las actividades que generarán impactos, sobre la flora y vegetación se mencionan a continuación:

### Construcción

- Habilitación de vías de acceso internas
- Movimiento de tierras
- Disposición de desmonte de construcción

### Operación

No se esperan impactos adicionales en la etapa de operación.

## ***Impactos residuales***

### Construcción

En la matriz RIAM (Tabla 5.3) se presenta la calificación del impacto generado como consecuencia del emplazamiento del PAD 4B sobre este componente ambiental. La calificación de la vegetación como de *importancia regional* (Tabla 5.3), estuvo en función de la importancia ecológica de las especies de flora en este ecosistema árido. Si bien es cierto no es una formación singular a lo largo de ecosistemas áridos y de estribaciones andinas, los estudios de línea base mostraron la importancia funcional de las formaciones vegetales en el área dadas las interrelaciones existentes entre la oferta de alimento provista por las plantas y la presencia de fauna de interés biológico. Asimismo se registraron especies de flora bajo estatus de protección.

Los impactos sobre este componente están asociados a la pérdida de cobertura vegetal por el movimiento de tierras con la finalidad de preparar la superficie destinada a la construcción del PAD 4B, depósitos de material de construcción y habilitación de las vías de acceso internas. A continuación se describen los impactos residuales.

- *Pérdida de cobertura vegetal:* Las actividades provocarán la pérdida de cobertura vegetal y consecuentemente la pérdida de hábitat disponible para especies de flora y fauna. Este impacto considera la pérdida de vegetación como consecuencia directa del movimiento de tierras.
- *Pérdida de especímenes en algún estado de conservación:* Durante las actividades de desbroce es probable que ocurra la remoción de especies catalogadas como endémicas o que se encuentran dentro de alguna categoría de conservación.
- *Modificación de la dinámica de procesos ecológicos:* Este impacto involucra la inducción de formación de parches de vegetación como consecuencia del emplazamiento de la infraestructura en forma acumulativa con otras actividades mineras en el área. Es decir, si bien es cierto el emplazamiento del PAD 4B no constituye un elemento fragmentador por sí solo, considerando el resto de

infraestructura y en forma acumulativa puede constituir un elemento inductor de la creación de parches. Este proceso considera también el efecto borde generado principalmente por la interacción de la cactácea columnar *Weberbauerocereus weberbaueri* y la infraestructura con las consecuentes alteraciones de las dinámicas ecológicas que incluyen la dispersión de semillas, polinización, rangos de tolerancia a las nuevas condiciones físicas, etc.

En cuanto a la pérdida de cobertura vegetal, se estima que el 94% del material vegetal que será removido pertenece a vegetación de ladera, establecidas en 212,9 ha. (1,25% de cobertura con respecto al suelo desnudo (Gráfico 5.4). En esta formación vegetal la especie *Weberbauerocereus weberbaueri*, será la más afectada. En el estudio de línea base se calculó una densidad promedio de 67,22 individuos de *Weberbauerocereus weberbaueri* por hectárea ubicados en la vegetación de ladera (zona alta de la quebrada Huayrondo, lugar del emplazamiento de infraestructura). Según estos datos, el emplazamiento de la infraestructura ocasionará la pérdida de aproximadamente 14 300 individuos de *Weberbauerocereus weberbaueri*, que serán removidos por actividades de la construcción del PAD 4B, depósitos de material e infraestructura anexa. Esto implica también una pérdida de hábitat para especies de fauna importantes como el guanaco y *Platylina genovensium*, que se alimentan de esta especie vegetal.

Asimismo, se estima que 3,87% del material vegetal que será removido pertenece a vegetación de cauce de quebrada, establecidas en 8,74 ha. (2,31% de cobertura con respecto al suelo desnudo). Las especies botánicas consideradas con mayor cobertura que se afectarán son *Ambrosia fruticosa* y *Ephedra americana* (estrato bajo). En relación al estrato alto, es posible que se afecten algunos árboles del genero *Prosopis* ubicados próximos a las futuras pozas de procesos (al norte de la plataforma de lixiviación propuesta). Otra especie arbórea que será afectada es el “molle” *Schinus molle*. Estas especies forman parte del grupo “estructurales” por brindar refugio y alimento para la fauna.

De acuerdo con los resultados de línea base del área evaluada existen especies que se encuentran en algún estado de conservación nacional e internacional y especies endémicas. De este grupo, trece especies se encuentran registradas en el área del emplazamiento de la infraestructura. Asimismo, algunas de estas especies se encuentran incluidas en más de una lista de conservación y/o endemismo.

La especie *Weberbauerocereus weberbaueri* clasificada como Casi Amenazada (NT) según la IUCN, será mayormente afectada por el emplazamiento de la infraestructura, debido al número de individuos registrados en el área, como ya se mencionó anteriormente. Esta especie también está incluida en el Apéndice II de CITES.

También serán afectados algunos individuos de las siguientes cactáceas: *Browningia candelaris*, *Corryocactus aureus*, *Corryocactus brevistylus*, *Cumulopuntia sphaerica*, *Haageocereus pluriflorus* y *Oreocereus hempelianus*, incluidas dentro del Apéndice II del CITES, donde figuran especies que no están necesariamente amenazadas de extinción pero, que podrían llegar a estarlo a menos que se controle estrictamente su comercio.

Asimismo, dentro del estatus de conservación nacional, y de acuerdo con el Decreto Supremo N° 043-2006-AG, también serán afectados algunos individuos de la especie *Senecio yurensis* considerada como Críticamente Amenazado (CR); *Prosopis chilensis* categorizada En Peligro (EN); *Browningia candelaris*, *Corryocactus brevistylus*, *Cumulopuntia sphaerica* (estas tres últimas también incluidas en CITES) *Jatropha macrantha* y *Prosopis pallida*; como Vulnerable (VU) y *Ephedra americana* como Casi Amenazado (NT),

Asimismo, algunos individuos pertenecientes a las especies endémicas *Senecio yurensis* (también incluida en estatus de conservación nacional) y *Tiquila elongata* serán afectados por el emplazamiento de la infraestructura.

Como fue detallado líneas arriba, las actividades de la etapa de construcción serían parte de un proceso de fragmentación del hábitat y modificación de procesos ecológicos relacionados con la vegetación.

La fragmentación es uno de los conceptos más difundidos en ecología del paisaje. La fragmentación se caracteriza por una disminución de la superficie total de un hábitat y su ruptura en fragmentos o islotes (Burel y Baudry, 2002). De acuerdo con estos mismos autores, la fragmentación es más que una pérdida de hábitat, es una modificación de la calidad del hábitat, que lleva consigo: disminución y aislamiento de los parches y aumento del efecto borde.

La fragmentación del hábitat, que se producirá en la parte alta de la quebrada Huayrondo ocasionará cambios en las comunidades de plantas, animales y el ambiente físico, afectando la interacción entre ellos, siendo los más afectados la cactácea *Weberbauerocereus weberbaueri* y el murciélago longirostro peruano, que es un sistema especializado de planta-

polinizador, el que presenta una alta sensibilidad a cualquier tipo de perturbación (Herrerías y Benites.2006). De esta manera el proceso de polinización de cactáceas, podría desequilibrarse localmente en los bordes por una disminución en la frecuencia de visitas, debido a los cambios de la distribución de los recursos florales. Asimismo, debido a la fragmentación se espera una disminución de la biomasa cerca al borde, la que se atribuye a la pérdida de especies de gran porte, (específicamente de la cactácea columnar *Weberbauerocereus weberbaueri*).

Las actividades de construcción generarían un *impacto negativo moderado*, debido a la pérdida de aproximadamente 221 ha de terrenos con vegetación de escasa cobertura y que está representada en varias quebradas en los alrededores del asiento minero.

En las Tablas 5.3 y 5.4 se muestran los resultados de la matriz RIAM para los impactos de este componente ambiental.

Los impactos descritos sobre la vegetación y flora se consideran también como impactos *acumulativos*, debido los cambios producidos por otras operaciones que SMCV viene desarrollando en áreas vecinas a la futura área del emplazamiento del PAD 4B (parte alta de la quebrada Huayrondo): Sulfuros Primarios, que emplazó su infraestructura en la cabecera y la parte media de la cuenca de la quebrada Enlozada y el Desarrollo del tajo Cerro Negro, que incluye el tajo Cerro Negro (norte y sur) y el brazo norte de la quebrada Siete Vueltas. Adicionalmente se consideran con infraestructura que genera fragmentación del hábitat a la relacionada con las operaciones históricas de lixiviación.

Asimismo, en el presente Proyecto PAD 4B se perderán aproximadamente 221 ha con vegetación entre 1,25% y 30% de cobertura con respecto al suelo desnudo. Estas pérdidas consecutivas de cobertura, inducen localmente a la fragmentación del hábitat.

#### **5.4.2.2 Fauna**

##### **Resumen de línea base**

El número total de especies reportadas hasta la fecha para la quebrada Huayrondo (considerando el presente estudio y estudios previos), es de 62 especies, distribuidas en 47 especies de aves, 10 especies de mamíferos, 4 especies de reptiles y 1 de anfibio.

En total se reportaron 47 especies de aves que se agrupan en 20 familias y 11 órdenes. Ninguna de las especies de aves reportadas durante la evaluación se encuentra incluida en alguno de los estados de conservación considerados por el Decreto Supremo N°034-2004-AG

o por la IUCN. El convenio CITES registra en su lista a 10 especies de aves, incluidas en el Apéndice II, entre ellas se encuentra *Athene cunicularia*, *Buteo polyosoma*, *Rhodopis vesper* y *Patagona gigas*.

Se registró un total de 10 especies de mamíferos. Estas especies fueron: *Lycalopex culpaeus* “zorro andino”, *Lama guanicoe* “guanaco”, *Puma concolor* “puma”, *Platalina genovensium* “murciélago longirostro peruano”, *Lagidium peruanum* “vizcacha”, *Phyllotis limatus* “ratón orejón limeño”, *Thylamys pallidior* “comadreja marsupial común”, *Canis lupus f. familiaris* “perro doméstico”, *Equus assinus* “asno silvestre” y *Oncifelis colocolo* “gato de las pampas”. Según el Decreto Supremo N°034-2004-AG, *Platalina genovensium* “murciélago longirostro peruano” se encuentra clasificada En Peligro Crítico (CR), *Lama guanicoe*, “guanaco” En Peligro (EN) y *Puma concolor* “puma” Casi Amenazado (NT). IUCN considera a *Platalina genovensium* en situación Vulnerable (VU), mientras que al *Puma concolor* lo cataloga como Casi Amenazado (NT). En relación a *Lama guanicoe*, la IUCN la cataloga como una especie en bajo riesgo (LR), y en el Apéndice II Según el CITES, donde también figuran, *Puma concolor*, *Oncifelis colocolo* y *Lycalopex culpaeus*.

Una especial consideración merece el guanaco (*Lama guanicoe*), debido a que se observaron indicios de la presencia de esta especie a lo largo de toda la quebrada, siendo las partes alta y media las más frecuentadas. Las quebradas aledañas que desembocan en Huayrondo también presentaron rastros que evidencian de presencia del guanaco en esas zonas. Esta especie se alimenta de arbustos, herbáceas y cactáceas, entre ellas *Weberbauerocereus weberbaueri*.

Otra especie importante es *Platalina genovensium*, considerada como endémica y en situación de Peligro Crítico en el Perú. Se encontraron refugios en la parte media de la quebrada Huayrondo y se capturaron individuos tanto en esta parte de la quebrada como en la parte alta de la misma. Esta especie depende de *Weberbauerocereus weberbaueri* como su principal fuente de alimento.

Se registraron dos especies de reptiles: *Microlophus cf. peruvianus* (Tropiduridae) y *Phyllodactylus gerrhopygus* “geko” (Gekkonidae). Asimismo, en estudios previos, se registraron a *Liolaemus insolitus* (Knight Piésold/AICED 1995-1997) y *Microlophus cf. tigris* (Walsh, 2007). Adicionalmente Knight Piésold/AICED (1997), reportó a la especie *Bufo arequipensis* como único representante de los anfibios en la parte alta de la quebrada Huayrondo; cabe resaltar que esta especie no se ha vuelto a encontrar en esta zona debido a que la quebrada se ha secado con el paso de los años. De la herpetofauna reportada para la



quebrada Huayrondo, la única especie que se encuentra protegida según el D.S. N°034-2004-AG es *Microlophus tigris* y está considerada como Casi Amenazada (NT).

### ***Metodología específica***

La metodología empleada para la determinación de impactos sobre la fauna incluyó las siguientes actividades:

- Recopilación de la información obtenida en la línea base (Capítulo 3), que incluye la descripción detallada de las características de la fauna local.
- Revisión de las características de la fauna presente en función de su pertenencia a alguna categoría especial de conservación, sensibilidad, prioridad de investigación u otra.
- Revisión de la descripción de actividades de construcción y operación.
- Recopilación de información de impactos sobre los componentes físicos importantes para la fauna, como agua, aire, suelos, ruido y flora y vegetación.
- Mapeo de las áreas previstas a ser alteradas por las actividades de acuerdo con las características del proyecto.
- Mapeo de evidencia de la presencia de hábitats potenciales para el guanaco y el murciélago longirostro peruano (i.e. mapeo de zona de acicalamiento de guanacos (revolcaderos), refugios para *Platalina genovensium*).

### ***Actividades que generan el impacto***

Las actividades de construcción que generarán impactos sobre la fauna se mencionan a continuación:

- Habilitación de vías de acceso internas
- Movimiento de tierras
- Voladuras
- Disposición de desmonte de construcción
- Obras civiles (incluye instalación de liner, cimentaciones, etc.)
- Instalación de equipos electromecánicos
- Tránsito de vehículos (insumos, equipos y personal)

### ***Impactos residuales***

A continuación se mencionan los impactos residuales que generarán las actividades sobre la fauna. Asimismo se presentan los resultados del análisis final del impacto.

Construcción

- La pérdida de hábitat para la fauna por la construcción y habilitación de las vías de acceso y de la superficie destinada al PAD 4B y depósitos de material
- Perturbación de individuos de fauna silvestre y/o interrupción del tránsito de animales (en especial de guanacos) debido a la fragmentación e intervención del hábitat. En este impacto se consideran tanto los efectos de la reducción y pérdida de conectividad entre los parches de una determinada formación vegetal, como los efectos indirectos, generados por el borde de los parches.
- Perturbación y/o alejamiento de la fauna por presencia humana, y por incremento de los niveles de ruido, especialmente generados por las voladuras para la habilitación del área de emplazamiento del PAD 4B. Este impacto involucra el ahuyentamiento de animales como consecuencia de la generación de ruidos y presencia humana a partir de un foco representado por el área física de desarrollo de las actividades.
- Posible pérdida de especímenes de fauna por incremento del riesgo de accidentes (colisiones con animales) debido al aumento de la frecuencia de tránsito vehicular.
- Posible pérdida de especímenes de fauna como consecuencia directa del emplazamiento de la infraestructura. Este impacto puede englobar especies de menor movilidad que no se ahuyentarán como consecuencia de las actividades de construcción del PAD 4B.
- Pérdida de nidos y áreas de anidamiento para algunas especies de avifauna.
- Pérdida de áreas de acicalamiento (revolcaderos) para los guanacos.

En la Tabla 5.3 se muestran los resultados de la matriz RIAM para los impactos de este componente ambiental. La calificación de una *importancia regional* de la condición obedece a la presencia de especies de importancia ecológica y consideradas bajo estatus especial de conservación como el guanaco y el murciélago longirostro peruano. La calificación también obedece a la movilidad del guanaco en las quebradas y laderas adenañas. Las actividades de construcción generarán un impacto calificado como *negativo moderado*. El impacto más significativo durante la construcción del PAD 4B y depósitos de material de construcción es la pérdida de hábitat para el guanaco, el murciélago longirostro peruano (*Platalina genovensium*) y algunas especies de avifauna, provocada por la remoción de la cobertura de *Weberbauerocereus weberbaueri* que incluye un área de aproximadamente 212,9 ha de ladera. Esta eliminación local de cobertura constituye en particular la pérdida de recursos alimenticios y refugio para las especies de fauna mencionadas.

A continuación se describen los impactos provocados a las especies más importantes:

***Platalina genovensium* “Murciélago longirostro peruano”**

Es la única especie nectarívora presente a elevaciones medias y altas en el sudoeste del Perú y el único murciélago polinizador y dispersor de semillas de las cactáceas columnares de esta región (Sahley y Baraybar, 1996). Esta especie es altamente especialista y de acuerdo con algunos estudios, su alimentación se basa casi exclusivamente en el néctar y polen de *Weberbauerocereus weberbaueri*, principalmente en épocas de sequía, pues esta planta produce flores y frutos durante la mayor parte del año. Durante la sequía de los años 1992 - 93, la población de *Platalina genovensium* disminuyó drásticamente y los individuos que sobrevivieron lo hicieron casi exclusivamente gracias a *Weberbauerocereus weberbaueri* (Sahley, 1996). Asimismo *Platalina genovensium* es un polinizador importante para los cactus de Weberbauer (*Weberbauerocereus weberbaueri*) incluso más que los picaflores, insectos o la autopolinización llegando a representar hasta el 70% de los agentes polinizadores de *Weberbauerocereus weberbaueri* (Sahley, 1996). La pérdida de 212,9 ha de ladera con una densidad significativa de *Weberbauerocereus weberbaueri*, no solo constituye la pérdida de recursos alimenticios sino también la inducción de la fragmentación del hábitat para *Platalina genovensium* con el consecuente efecto de borde con la infraestructura. La construcción del PAD 4B, los depósitos de material excedente y la habilitación de vías de acceso producirán una pérdida del hábitat para *Platalina genovensium*. Asimismo, las zonas que se encuentran en el límite vegetación/infraestructura están expuestas a la influencia de agentes externos. En el caso de *Platalina genovensium*, los agentes más importantes que afectarán negativamente a la población de esta especie son: la disminución de la densidad de especies vegetales de las que se alimenta, específicamente *Weberbauerocereus weberbaueri*, el incremento del ruido y la presencia humana.

La distribución de los refugios de *Platalina genovensium* está condicionada a la presencia de especies de las cuales se alimenta. En un estudio realizado al sur de la ciudad de Arequipa, Sahley y Baraybar (1996) encontraron que los refugios de *Platalina genovensium* se ubicaban entre los 2 200 y 2 600 metros de altitud y siempre dentro de hábitats de *Weberbauerocereus weberbaueri*. En el estudio de línea base se encontraron socavones abandonados que sirven como refugios para *Platalina genovensium* ubicados en la parte media de la quebrada Huayrondo (Knight Piésold, 2008). Sin embargo, los refugios no serán afectados debido a que se encuentran fuera del radio de acción (a unos 3,25 Km. aproximadamente) de cualquier actividad o infraestructura generada por la construcción del PAD 4B y de los depósitos de material.

Aunque no se tiene información sobre el radio de desplazamiento de la especie *Platalina genovensium*, la quebrada Huayrondo constituye la zona de alimentación más cercana a los refugios encontrados. Existe una densidad significativa de *Weberbauerocereus weberbaueri* en las laderas de toda la quebrada Huayrondo, siendo mayor en la parte media y baja. En la parte alta, donde se ubicará el PAD 4B, se registró la menor densidad de *Weberbauerocereus weberbaueri* (67,22 individuos/ha de ladera). Estos individuos son recursos alimenticios potenciales para *Platalina genovensium*. Esta alta densidad y las observaciones de flores con indicios de haber sido visitadas por *Platalina genovensium* son un indicador de que esta especie está utilizando esta área como parte de su rango de forrajeo.

Sahley y Baraybar (1996) calcularon, para un área al sur de la ciudad de Arequipa, que una densidad promedio de 75 individuos adultos de *Weberbauerocereus weberbaueri*/ha podría soportar una capacidad de carga de 0,53 a 4,93 individuos adultos no reproductivos de *Platalina genovensium*/ha. Comparando estos datos con los datos de densidad de *Weberbauerocereus weberbaueri* obtenidos en la evaluación de línea base de la quebrada Huayrondo (Capítulo 3), se calculó que las 212,9 ha de ladera con una cobertura significativa de *Weberbauerocereus weberbaueri* a ser afectadas por el proyecto podrían soportar una carga de entre 78 y 737 individuos de *Platalina genovensium*. Estos números fueron hallados considerando la densidad promedio de individuos adultos de *Weberbauerocereus weberbaueri* en el área y los requerimientos nutricionales de *Platalina genovensium*, según Sahley y Baraybar (1996). Asimismo, Sahley y Baraybar estimaron, para fines de 1991, que en un radio de 20 Km de la ciudad de Arequipa la población de *Platalina genovensium* presentes en túneles y minas era de 87 individuos. De acuerdo con estos datos y debido a los escasos refugios encontrados en los alrededores de la quebrada Huayrondo, se puede inferir que la población de esta especie de murciélago en el área a ser afectada es muy pequeña. Los datos de capacidad de carga de Sahley y Baraybar (1996) muestran la cantidad de recursos alimenticios potenciales que se perderán para el murciélago longirostro por la construcción del PAD 4B y de los depósitos de material excedente.

### ***Lama guanicoe* “Guanaco”**

El guanaco habita en las vertientes occidentales andinas y algunos valles secos interandinos, se mueve desde el nivel del mar hasta los 3 500 a 3 800 metros de altitud. Su hábitat son las lomas costeras, las vertientes occidentales andinas y algunos valles secos interandinos pudiendo desplazarse entre éstos en busca de alimento. Es una especie generalista que se alimenta mayormente de especies arbustivas y de cactáceas, no consumen mucha agua pudiendo soportar hasta cinco días sin requerirla (Zúñiga, 2004).

En la evaluación de línea base se avistaron individuos de guanaco alimentándose de *Weberbauerocereus weberbaueri* y se avistaron individuos consumiendo los frutos de esta cactácea. Además se encontraron cortezas de estas cactáceas que mostraban huellas de haber sido mordidas parcialmente. En la parte alta de la quebrada Huayrondo no existen fuentes de agua naturales que puedan ser utilizadas por los guanacos, y al parecer obtienen el agua que necesitan de la vegetación, sobre todo de especies suculentas como *Corryocactus brevistylus* y *Weberbauerocereus weberbaueri*. La pérdida de cobertura de ambas cactáceas, sobre todo de *Weberbauerocereus weberbaueri* en el área estaría afectando la disponibilidad de alimento para esta especie.

Asimismo, se han observado individuos de guanaco alimentándose de las especies *Tiquila elongata* y *Corryocactus brevistylus*. (Knight Piésold, 2004). Estas especies se encuentran en el área a ser afectada por el emplazamiento de las infraestructuras. Sin embargo, en comparación con *Weberbauerocereus weberbaueri* estas especies se presentan en menores densidades en la parte alta de la quebrada Huayrondo.

Los guanacos son animales con radio de desplazamiento amplio, cuyas migraciones están relacionadas con las características eco-topográficas del hábitat de los grupos familiares. Los grupos ajustan sus radios de acción en respuesta a la disponibilidad de alimento, disminuyendo su tamaño cuando el mismo es escaso, concentrándose en zonas con mayor oferta de alimento (Ratto, 2003). En diversos estudios realizados por Knight Piésold (2004, 2007 y 2008), AICED/Knight Piésold (1995-1997), el Museo de Historia Natural de la Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa (MHN-UNSAA 2006) y Walsh (2007), se encontraron indicios de la presencia del guanaco en varias zonas cercanas al área al proyecto. La quebrada Huayrondo es considerada como parte de una continuidad de hábitat para el guanaco que incluye la quebrada Siete Vueltas y Cerro Negro como punto de entrada, pues dicha quebrada comunica con la pampa de Yarabamba, quebrada Enlozada, parte alta de las quebradas Tinajones y San José y la quebrada Linga (Knight Piesold, 2004).

La mayor cantidad de evidencias directas e indirectas de la presencia de guanaco fueron registradas en la parte alta de la quebrada Huayrondo. El área de emplazamiento del PAD 4B propiciará la pérdida de dos revolcaderos de guanacos activos, uno antiguo y un bosteadero. El comportamiento natural de la especie es tener una alta movilidad, comportamiento que vendría siendo afectado localmente por la construcción de diferentes infraestructuras como: la planta concentradora y depósito de relaves de la quebrada Enlozada y las obras que se vienen ejecutando como consecuencia del desarrollo del Tajo Cerro Negro.

Estas infraestructuras existentes y proyectadas limitan cada vez más la movilidad de los grupos de guanacos registrados en la zona. La construcción del PAD 4B conllevará a la disminución de la conectividad entre las dos zonas con mayor cantidad de indicios de la presencia de guanacos. Como se observa en la Figura 5.6, esta área constituye la conexión actual entre estas zonas; el PAD 4B actuará como un obstáculo que dificultaría el tránsito de guanacos. Esto podría tener como consecuencia la búsqueda y utilización de otras rutas de desplazamiento o la variación del radio de acción de los grupos presentes en áreas cercanas al proyecto.

La construcción del PAD 4B, los depósitos de material excedente y la habilitación de vías de acceso producirá una pérdida e inducción de la fragmentación del hábitat para el guanaco, remoción de tres revolvederos y un bosteadero.

#### Especies de avifauna

En la evaluación de línea base no se registraron especies de sensibilidad alta; entre las especies encontradas se tiene un total de 64,4% de especies de avifauna de sensibilidad baja, 31,1% de especies de sensibilidad media y 4,5% de especies que no presentaron datos de sensibilidad, por lo que no se esperan fuertes impactos en las poblaciones de aves encontradas. Sin embargo, algunas especies sufrirán impacto por pérdida de hábitat de alimentación y refugio.

Los canasteros, *Asthenes sp.* construyen sus nidos en cactáceas columnares como *Weberbauerocereus weberbaueri*; aprovechando sus filocladios acopian ramas de arbustos y espinas para elaborar sus característicos nidos en forma de canastas. También construyen sus nidos en árboles o arbustos como los del género *Prosopis*. El canastero de los cactus (*Asthenes cactorum*) es endémico del Perú habita en zonas áridas, donde la vegetación predominante son los cactus. Se le documenta desde el nivel del mar hasta los 2 400 metros de altitud. En la zona del proyecto, esta especie ha sido registrada hasta 2 600 metros de altitud, ampliando en esta zona su rango de altitud, debido posiblemente a la oferta de hábitat (especialmente de cactáceas) en la quebrada Huayrondo. La construcción del PAD 4B y depósitos de material, producirá la pérdida de hábitat para estas especies de avifauna.

La bandurrita, *Upucerthia albigula*, tiene hábitos similares a los canasteros, se refugia en las cactáceas columnares de grandes dimensiones y pasa la mayor parte del día en el suelo buscando los insectos de los que se alimentan. Los tijerales *Leptasthenura striata*, frecuentan arbustos y árboles del cauce de quebrada y partes bajas de las laderas, por lo general buscan

su alimento en parejas pero pueden llegar a formar grupos pequeños. Ambas especies se encuentran consideradas como endémicas para la EBA 052 (área para endemismo de aves).

Los picaflores como *Patagona gigas* y *Rhodopis vesper* (ambas citadas en el apéndice II del CITES) se alimentan del néctar de las flores de la especie *Weberbauerocereus weberbaueri*. La construcción del PAD 4B y de los depósitos de material causará la pérdida de lugares de anidamiento y de refugio así como también de recursos alimenticios para estas especies. Las especies de rapaces o cazadoras *Geranoaetus melanoleucus* y *Buteo polyosoma* (ambas consideradas en el apéndice II del CITES) tienen preferencia por este tipo de hábitat, debido a la abundancia de alimento. La construcción del PAD 4B provocará la disminución de la cantidad de presas para estas especies.

#### Otras especies

Las especies de carnívoros registradas (*Puma concolor*, *Oncifelis colocolo* y *Lycalopex culpaeus*) que se encuentran incluidas en el apéndice II del CITES, sufrirán la pérdida de lugares de alimentación. Sin embargo dada el gran radio de acción de estos felinos, no se esperan impactos importantes. La abundancia de presas que consumen estos animales, principalmente ratones (*Phyllotis limatus*), comadreja (*Thylamys pallidior*) y vizcachas, disminuirán por la pérdida de hábitat.

Los reptiles también sufrirán una pérdida de su hábitat. La lagartija *Microlophus cf. tigris*, considerada como Casi Amenazada (NT) según el D.S. N°034-2004-AG, prefiere lugares rocosos y pedregosos en donde busca a los insectos de los cuales se alimenta. Esta especie no fue registrada en todas las evaluaciones de campo realizadas en la quebrada Huayrondo, lo cual indica que es una especie rara en la zona.

#### Operación

No se esperan impactos adicionales a la pérdida de hábitat generada durante la fase de construcción durante las actividades de operación. Sin embargo, existe un riesgo de accidentes (colisiones con especies como el guanaco, el zorro y la vizcacha) debido al aumento de la frecuencia de tránsito vehicular. Es importante destacar que, se considera que los impactos por pérdida y fragmentación de hábitat para la fauna descritos en la fase de construcción, permanecen durante la fase de operaciones.

### **5.4.3 Componentes del ambiente social cultural**

#### **5.4.3.1 Paisaje**

##### **Resumen de línea base**

Para caracterizar el paisaje en el área de estudio, se realizó el análisis desde el enfoque visual (paisaje visual), cuya consideración corresponde al enfoque de la estética o de la percepción e involucra una descripción de los componentes paisajísticos (elementos físicos, biológicos y culturales), así como la interacción espacial de estos elementos y las principales dinámicas que tengan dimensión paisajística. De modo complementario, y teniendo en cuenta las operaciones contempladas en el área, se realizó un análisis de calidad visual y un análisis de fragilidad y capacidad de absorción del paisaje.

Debido a que se registraron algunas diferencias paisajísticas en el área de estudio, y que para la aplicación del análisis visual se requieren unidades relativamente homogéneas (BLM, 1980), se procedió a una zonificación basada en criterios morfológicos y biológicos. A continuación se presenta la nomenclatura utilizada para tal zonificación y los lugares de evaluación que incluyen.

- Parte alta de quebrada Huayrondo (Cauce principal)
- Parte alta de quebrada Huayrondo (Cauce oeste)
- Parte baja de la quebrada Huayrondo
- Valle del río Chili

Para realizar el análisis de calidad visual del paisaje se empleó el método de valoración aplicado por el United States Department of Agricultura (USDA) Forest Service y el Bureau of Land Management (BLM) de Estados Unidos de Norteamérica. De acuerdo con este procedimiento, el monte ribereño del Chili presenta una calidad alta del paisaje, debido al contraste generado por las laderas áridas y la vegetación del monte ribereño. En cuanto a la red de drenaje oeste y la parte alta de la quebrada Huayrondo presenta una calidad media afectada por las operaciones actuales (infraestructura). La parte baja de la quebrada Huayrondo presenta una calidad media debido al menor contraste de la vegetación y a las perturbaciones humanas.

Para determinar la fragilidad de cada una de las zonas evaluadas; es decir, el grado de deterioro que el paisaje experimentaría ante la ejecución de un plan, se empleó la metodología para la evaluación de la Capacidad de Absorción Visual (CAV Yeomans, 1986). De acuerdo con el análisis presentado, las partes alta y baja de la quebrada Huayrondo presentan una fragilidad media debido principalmente a la presencia de pendientes elevadas y vegetación de



laderas compuesta por cactáceas columnares de baja capacidad de regeneración por su lento crecimiento. El valle del río Chili presenta un paisaje poco frágil debido a las bajas pendientes, vegetación con buena capacidad de regeneración y grado de antropización.

Para la descripción de la accesibilidad visual a la plataforma de lixiviación de Huayrondo se tomaron como puntos de observación miradores de importancia paisajística en Arequipa. Este análisis desde la mayor parte del casco urbano de Arequipa no se tiene accesibilidad visual al área de operaciones actuales ni al área de las proyectadas. Desde algunos puntos de la periferia se tiene accesibilidad visual a la infraestructura del asiento minero, en particular a las plataformas de lixiviación y parte de los botaderos, sin embargo debido a la gran distancia existente es muy difícil distinguirlos.

### ***Metodología específica***

La metodología empleada para la determinación de impactos sobre el paisaje incluyó las siguientes actividades:

- Recopilación de la información obtenida en la línea base (Capítulo 3), que incluye la descripción detallada del paisaje, el cálculo de parámetros de calidad visual y fragilidad del paisaje.
- Análisis de accesibilidad visual mediante la elaboración de cuencas visuales empleando el método automático de rayos (programa Viewshed 3D Analyst).
- Generación de escenarios de visualización mediante distintos puntos del observador (Figura 5.15).
- Descripción de actividades de construcción y operación.
- Mapeo de las áreas previstas a ser impactadas por las actividades.
- Integración de resultados del modelamiento sobre fotografías panorámicas considerando distintos puntos de observación.

### ***Actividades que generan el impacto***

Las actividades de construcción y operación que generarán impactos sobre el paisaje se mencionan a continuación:

#### Construcción

- Movimiento de tierras
- Habilitación de caminos de acceso
- Disposición de desmonte de construcción
- Obras civiles (incluye instalación de liner, cimentaciones, etc.)

- Instalación de equipos electromecánicos
- Tránsito de vehículos (insumos, equipos y personal)

#### Operación

- Disposición de mineral en el PAD 4B

#### ***Impactos residuales***

A continuación se mencionan los impactos residuales que generan las actividades sobre el paisaje. Asimismo se presentan los resultados del análisis final del impacto.

#### Construcción

- Alteración del paisaje por la remoción de suelo/cobertura para la habilitación de infraestructura de la plataforma de lixiviación 4B, pozas de procesos y caminos internos.
- Alteración del paisaje como consecuencia de la disposición del material excedente.
- Alteración del paisaje como consecuencia de instalación de equipos electromecánicos y presencia de vehículos.

En la Tabla 5.3 se muestran los resultados de la matriz RIAM para este componente de interés humano. Las alteraciones del paisaje involucran principalmente modificaciones por la remoción de suelos y el relleno del fondo de quebrada para la habilitación del proyecto. La importancia *local y alrededores* asignada al paisaje se fundamenta en la escasa accesibilidad visual al área que permita definir elementos. Si bien es cierto existe accesibilidad visual desde algunos puntos altos al norte de la ciudad de Arequipa, la presencia de barreras visuales (cadenas de cerros), la lejanía, las condiciones basales alteradas y la naturaleza del proyecto, imposibilitan la distinción de elementos de dimensión paisajística con detalle desde estos puntos de observación.

El paisaje se verá afectado por las diversas actividades a desarrollarse para preparar el terreno. El proyecto se ubica en la parte alta de la quebrada Huayrondo (cuce principal), la cual tiene una calidad paisajística media, debido a su cercanía con áreas donde el entorno ha sido modificado por las actividades de SMCV S.A.

Estas afectaciones del paisaje presentan una magnitud calificada como *cambio negativo* de acuerdo con la denominación de la metodología RIAM en función de la situación actual. Dichos efectos se consideran *irreversibles* y no recuperables debido a que se modificarán las condiciones de línea base. Entre estas modificaciones destaca la acentuación del contraste

debido a que las laderas tendrán notoriamente un grano mayor que el material que servirá para la fundación de la infraestructura que será de grano más fino. El impacto es calificado como un efecto *acumulativo*, por ubicarse en las inmediaciones de las instalaciones actuales de SMCV y la alteración significará en la adición de elementos antropogénicos (infraestructura de lixiviación) similares a los existentes. La modificación del paisaje será *permanente* debido a la naturaleza de las actividades y a que el PAD 4B será una estructura remanente al término de su vida útil. El balance final muestra una calificación de *impacto negativo* sobre este componente durante la fase de construcción.

### Operación

- Alteración del paisaje por la disposición del mineral en la plataforma de lixiviación.

Las actividades de operación generarán un impacto calificado como *negativo*, considerándose un cambio mayor que el ejercido en la etapa de construcción, debido a la modificación de un área de 170 ha aproximadamente que será destinada a la plataforma de lixiviación, la cual tendrá aproximadamente 144 metros de altura. Esta modificación está basada en el cambio de un paisaje de fondo de quebrada (Figura 5.16), por un paisaje antrópico dominado por un elemento que se asemeja a una colina trunca artificial, como consecuencia de la disposición de mineral en el PAD 4B. Esta afectación presenta un carácter *permanente, irreversible y acumulativo*.

La calidad del paisaje se mantendrá como media (Cuadro 5.13), debido a que se incrementarán los elementos antropogénicos, cuyos rasgos le dan una variedad de color, textura y forma, pero a su vez resultan comunes en la zona (Tabla 5.5). El balance final del análisis muestra una calificación de *impacto negativo*.

**Cuadro 5.13**  
**Resumen de Impactos al paisaje, parte alta de la quebrada Huayrondo**

<b>Atributo paisajístico</b>	<b>Escenario sin impacto por emplazamiento del PAD 4B</b>	<b>Escenario con impacto por emplazamiento del PAD 4B</b>
Características visuales	Percepción tridimensional, tiene una configuración de fondo de quebrada.	Percepción tridimensional, pierde su configuración de fondo de quebrada debido a la generación de colina trunca.
	Líneas en banda (carreteras) y líneas de contrastes naturales	Aparición de líneas rectas y formas geométricas definidas en el paisaje
	La coloración de la vegetación genera contraste durante la época húmeda sin embargo durante la época seca es poco conspicua a la distancia.	Existen cambios de color y se acentúa un contraste por las nuevas instalaciones.
Calidad Visual	Calidad visual media, existencia de elementos antropogénicos: infraestructura minera de fondo escénico	Calidad visual media, la infraestructura del PAD 4B es similar a la infraestructura existente
Accesibilidad Visual	El área está restringida visualmente debido a la presencia de barreras naturales (cerros circundantes). No existe accesibilidad visual desde poblados aledaños. Existe cierta accesibilidad visual al área desde la periferia de Arequipa (zonas altas ubicadas al N y NE). Desde estas zonas se percibe en forma difusa la infraestructura de lixiviación actual.	El PAD 4B estará restringido visualmente debido a la presencia de barreras naturales (cerros circundantes). No existirá accesibilidad visual desde poblados aledaños. Existirá cierta accesibilidad visual al área desde la periferia de Arequipa (zonas altas ubicadas al N y NE). Desde estas zonas se percibirá en forma difusa la infraestructura del PAD 4B como una extensión de la infraestructura actual.

De manera referencial se calculó una cuenca visual desde algunos lugares en la ciudad de Arequipa que tienen accesibilidad a las instalaciones de la mina y al proyecto, con la finalidad de conocer la percepción visual hacia el diseño del proyecto. El lugar más cercano que se analizó se encuentra a una distancia aproximada de 10 km (Mirador de Sachaca) y el más lejano a 22 km aproximadamente (Alto Cayma). Como resultado de este análisis, se concluye que desde los Miradores de Carmen Alto, Jesús, Sachaca y Mariano Melgar, no se pueden visualizar ninguna infraestructura del proyecto, a consecuencia del factor topográfico. Los cerros Llorón y San Ignacio actúan como barreras visuales que no permiten que desde estas

posiciones de un observador se cuente con accesibilidad a las futuras instalaciones. Asimismo, los centros poblados más cercanos ubicados en la ribera del río Chili en las inmediaciones de la desembocadura de la quebrada Huayrondo tampoco tendrán accesibilidad visual debido a las mismas barreras geográficas y al ángulo de observación considerando la posición de un observador. Sin embargo, desde los demás puntos de accesibilidad analizados se pueden observar parte de las instalaciones de las operaciones de Cerro Verde y parte del proyecto cuando esté en su última fase de operación.

En la Figura 5.15 se aprecia el escenario modelado de la cuenca visual generada como consecuencia de la operación del PAD 4B sobre los puntos considerados. La accesibilidad visual a estas zonas se debe a que a pesar de la existencia de barreras como los cerros Llorón y San Ignacio, la posición de un observador permite un ángulo diferente dada lo elevada de la ubicación. El alcance visual es pobre, debido a la distancia (entre 10 y 22 km) y el factor atmosférico (Figura 5.15). Estas modificaciones no constituyen un cambio en el paisaje debido a la escasa importancia visual de la infraestructura desde estos puntos de observación y también a que las condiciones basales muestran la existencia de infraestructura similar a la proyectada, con la misma coloración y alejada aproximadamente a la misma distancia.

#### **5.4.3.2 Componente social**

La evaluación del componente socioeconómico y cultural para el Proyecto PAD 4B fue elaborada por Social Capital Group (SCG). El Estudio de Impactos Sociales se presenta en el Anexo U. A continuación se resume la evaluación de impactos de dicho estudio.

#### **Resumen de línea base**

Como parte del estudio de línea base social, se definió el Área de Estudio General (AEG), conformada por cuatro distritos: Tiabaya, Uchumayo, Yarabamba y Jacobo Hunter; y el Área de Estudio en Detalle (AED), conformada por la Unidad Agropecuaria Chusicani y los pobladores de la margen izquierda del río Chili, en la zona de quebrada Huayrondo, ambos ubicados en el distrito de Tiabaya. Para la evaluación de impactos sociales se ha considerado que el Área de Influencia Indirecta (AII) y el Área de Influencia Directa (AID) estarán conformadas por el AEG y el AED, respectivamente.

En cuanto al AII, las fuentes de los ingresos de los distritos que forman parte de la misma son principalmente el canon y sobrecanon, las regalías, las participaciones y las rentas de aduanas. Este resultado muestra la gran dependencia de los distritos del AII de las transferencias realizadas desde el Gobierno Central y la reducida capacidad distrital para generar ingresos propios, dado que el rubro “impuestos” es bastante reducido en términos relativos.

En cuanto al AID, las actividades económicas representativas son la agricultura y la ganadería, el comercio y el abastecimiento de servicios. En el AID se ha registrado un total de 87 parcelas, de las cuales el 48,3% son de propiedad de las personas censadas, el resto de parcelas se encuentran en posesión, alquiladas o son parcelas comunales. El 88,5% de parcelas del AID son regadas con agua procedente del río Chili. El principal cultivo en el AID es la cebolla, seguida en importancia por productos como el ajo, apio y maíz. El 29% del total de las hectáreas cultivables se destina a la producción de cebollas y el 14% al ajo.

En cuanto a la ganadería, el ganado vacuno es el más importante para la crianza y su uso está fundamentalmente vinculado con la producción lechera. El ganado ovino se destina principalmente al consumo del hogar o a la venta y el ganado equino sirve principalmente como medio de transporte.

Las características del mercado laboral del AID muestran que el principal problema que se afronta es el subempleo, el cual comprende al 68,5% de la Población Económicamente Activa (PEA).

En cuanto a las percepciones de la población que forma parte del AID, los principales problemas percibidos son en orden de importancia: el servicio de agua (por mala calidad) y desagüe (ausencia del servicio en la zona), la contaminación del agua, el transporte público y las carreteras, entre otros. En cuanto a las percepciones por el proyecto, la población considera que habrá más aspectos negativos que positivos, principalmente en relación a la afectación de la calidad del aire.

### ***Metodología específica***

La metodología empleada para la determinación de impactos sobre el componente socioeconómico incluyó las siguientes actividades:

- Recopilación de la información obtenida en el proceso de consulta previa a la elaboración del estudio de línea base social y el estudio de línea base propiamente dicho (Anexo K), el cual cuenta con información referente a las percepciones y expectativas de la población con respecto al proyecto.
- Descripción de actividades de construcción y operación.
- Evaluación de impactos ambientales (secciones 5.4.1 y 5.4.2).
- Evaluación de impactos al paisaje (sección 5.4.3.1).
- Compromisos de desarrollo sostenible que SMCV viene implementando como parte de sus operaciones actuales.

- Plan de Participación Ciudadana y el Protocolo de Relacionamiento específicos para el Proyecto PAD 4B, en conformidad con el Reglamento de Participación Ciudadana (DS N° 028-2008-EM).

### ***Actividades que generan el impacto***

Las diferentes actividades del Proyecto PAD 4B generarán efectos en los ambientes sociocultural y económico de las áreas de estudio. En el ambiente sociocultural se identificaron componentes relacionados a la percepción de la calidad ambiental (aire y agua) y expectativas de empleo y desarrollo local, los cuales podrían ser influenciados por el proyecto. De igual manera, en el ambiente económico se identificaron los componentes de empleo, pago de tributos y desarrollo local.

Las actividades de construcción y operación que generarán impactos sobre el ambiente social y cultural se mencionan a continuación:

#### Construcción

- Movimiento de tierras
- Voladuras
- Uso de mano de obra local
- Pago de tributos
- Planes de desarrollo sostenible

#### Operación

- Disposición de mineral en el PAD 4B
- Manejo de soluciones de lixiviación
- Uso de mano de obra local
- Pago de tributos
- Planes de desarrollo sostenible

### ***Impactos residuales***

A continuación se mencionan los impactos residuales que generan las actividades sobre el componente social y cultural. Asimismo se presentan los resultados del análisis final del impacto.

- Percepción sobre la calidad del agua
- Percepción sobre la calidad del aire

- Expectativas de empleo
- Expectativas de desarrollo regional y local

### Percepción sobre la calidad del agua

#### *Construcción*

La construcción del PAD 4B contempla la realización de diversas actividades, entre ellas, el movimiento de tierras y la ejecución de voladuras en la cabecera de la quebrada Huayrondo. El emplazamiento del proyecto en la quebrada podría originar en la población una mayor preocupación respecto al tema de contaminación, incrementándose de esta forma el nivel de percepción de afectación a la calidad del agua del río Chili, tanto en la población del AID como en el AII.

En el caso de no ejecutar el Proyecto PAD 4B, la percepción de afectación a la calidad del agua se mantendría en la población, dado que en la actualidad algunos pobladores tienen la percepción de contaminación del río Chili a causa del vertimiento de desagües y residuos sólidos al río, el uso de fertilizantes en los campos de cultivo y en menor medida a las actividades de SMCV.

Sin embargo, el periodo de construcción es de corta duración, por lo que en esta etapa se considera que la percepción negativa respecto a la calidad del agua se mantendrá. Entonces, el impacto a la percepción de la calidad del agua se evalúa como *negativo*.

#### *Operación*

Se prevé que la fase de operación genere que las percepciones negativas respecto a la calidad del agua prevalezcan en la población. Sin embargo, esta etapa tendrá una duración de 17 años, por lo que se considera que este tiempo es suficiente para lograr reducir el nivel de percepción negativa si se proporciona la información pertinente sobre el funcionamiento de la plataforma de lixiviación.

Si bien, el objetivo es manejar cualquier posible impacto negativo al ambiente, la posibilidad de una contingencia podría mantener las percepciones negativas entre la población.

La percepción negativa respecto a la contaminación del agua vinculada con la operación del PAD 4B podría disminuir en la etapa de operación si se continúa con el Plan de Comunicación Local del Proyecto y se asegura la difusión de la información sobre el funcionamiento del mismo, el Plan de Manejo Ambiental y el Plan de Relaciones Comunitarias que aplica SMCV. Adicionalmente, se continuará con el Programa de



Monitoreo Ambiental Participativo durante la fase de operación. Sin embargo, no se espera que estas percepciones negativas cambien en su totalidad, ya que en muchos casos la existencia de dicha percepción es previa al Proyecto PAD 4B. Por lo tanto, el impacto en esta fase se evalúa como *negativo*.

#### Percepción sobre la calidad del aire

##### *Construcción*

Se espera que las actividades de construcción incrementen los niveles de percepción negativa de la población del AID y del AII respecto a la calidad del aire.

De acuerdo con los resultados del modelamiento de calidad del aire, la contribución de material particulado PM<sub>10</sub>, como consecuencia de la construcción del PAD 4B, se restringa a la huella del proyecto. Asimismo, el modelamiento indica que no se alterará la calidad del aire en ningún centro poblado cercano.

Se prevé la implementación de un Plan de Comunicación Local, a partir del cual SMCV mantendrá un diálogo constante con la población del AID y AII para informar sobre el Programa de Manejo Ambiental y del Plan de Relaciones Comunitarias, con la finalidad de atender las dudas y/o preocupaciones de las personas respecto a temas vinculados con el proyecto. Además, se contará con el programa de Monitoreo Ambiental Participativo que contará con la presencia de las autoridades del Municipio de Tiabaya y representantes de la Unidad Agropecuaria Chusicani.

Sin embargo, existe entre la población una percepción de contaminación del aire generada por las operaciones de SMCV, por lo que es previsible que aún proporcionando la información necesaria a las poblaciones del AID y AII acerca de las actividades de construcción de la plataforma de lixiviación y de las medidas de manejo que empleará la empresa, el nivel de percepción negativa vinculada a la calidad del aire se verá incrementado. Asimismo, la etapa de construcción es de corta duración, lo que significa que es un tiempo reducido para lograr cambios en la percepción de la población. Debido a estos motivos, el impacto en la percepción de la calidad del aire se evalúa como *negativo*.

##### *Operación*

Se prevé que las actividades de operación generen preocupación en la población debido a una posible contaminación del aire producto de las actividades de operación, por lo que las percepciones negativas vinculadas a la calidad del aire seguirán presentes en esta etapa. Sin embargo, se considera que durante este periodo el nivel de percepción negativa disminuirá

producto de la aplicación del Plan de Comunicación Local y del programa de Monitoreo Ambiental Participativo, a través de los cuales se proporcionará información pertinente a las poblaciones del AID y AII sobre el funcionamiento de la plataforma de lixiviación y de las medidas de manejo que aplicará SMCV, así como los resultados del monitoreo de la calidad del aire.

Es importante señalar que durante esta etapa las emisiones material particulado serán menores a las de la etapa de construcción. En este caso, la contribución de material particulado  $PM_{10}$  se restringirá a la huella del proyecto, por lo que no se considera significativo.

De acuerdo con lo señalado, se espera que las percepciones de calidad del aire continúen durante la etapa de operación; sin embargo, luego de aplicar las medidas de manejo social (Plan de Comunicación Local) es previsible que el nivel de esta percepción negativa disminuya en el tiempo, considerando que la etapa de operación del PAD 4B se estima en 17 años. En conclusión, se considera que el impacto en la percepción de la calidad del aire es *negativo*.

#### Expectativas de empleo

##### *Construcción*

En el ámbito local, así como en los alrededores, el inicio de la construcción del PAD 4B despertará expectativas con relación a la demanda de puestos de trabajo que puedan generarse por parte de la SMCV. Estas expectativas no se ajustarán con la demanda real de empleo, por lo que se podría generar un espacio de potencial conflicto. A pesar de la puesta en marcha del Plan de Comunicación Local, una vez instalada la expectativa en la población en edad de trabajar, ésta va a ser irreversible durante todo el período de construcción, debido principalmente a lo limitado en tiempo de esta etapa, lo cual no permitirá evidenciar los efectos del Plan de Comunicación Local.

Se considera que el efecto es de tipo *acumulativo*, debido a que las expectativas no satisfechas generarían presión social durante el periodo de construcción. La población que perciba que sus demandas no son satisfechas podría organizarse en grupos de presión social.

Se concluye que en la etapa de construcción se registrará un impacto *negativo* con respecto a las expectativas de empleo.

### *Operación*

Al inicio de la etapa de operaciones se considera que tanto en el área local como en los alrededores, se mantendrá la expectativa por puestos de trabajo; sin embargo, el periodo de operaciones es lo suficientemente extenso como para que el Plan de Comunicación Local muestre resultados positivos, bajando el nivel de las expectativas, por lo tanto se considera que en esta etapa la expectativa es *temporal y reversible*.

Se concluye que en la etapa de operaciones se registrará un impacto *negativo* con respecto a las expectativas de empleo.

### Expectativas de desarrollo regional y local

#### *Construcción*

Al inicio del periodo de construcción se implementará tanto el Plan de Comunicación Local y el Programa de Desarrollo Sostenible por lo que se espera que el impacto acerca de la expectativa de desarrollo local sea *positivo*. Dado el horizonte temporal relativamente corto de esta etapa se espera que este impacto tenga un carácter *permanente e irreversible*. La implementación de proyectos en diferentes áreas cubrirá las expectativas que la población maneja respecto al desarrollo local en esta etapa.

#### *Operación*

En la etapa de operación se mantendrá la expectativa *positiva* por el desarrollo local. Durante esta fase se mantendrá la aplicación del Plan de Comunicación Local y el Programa de Desarrollo Sostenible. Dado que el periodo de operaciones es de 17 años, la expectativa sobre el desarrollo local será de naturaleza *temporal* y de carácter *reversible*. No se esperan impactos acumulativos de la expectativa por el desarrollo.

#### **5.4.4 Componentes del ambiente económico**

A continuación se mencionan los impactos residuales que generan las actividades sobre el componente económico. Asimismo se presentan los resultados del análisis final del impacto.

- Empleo
- Pago de tributos
- Desarrollo local

## Empleo

### *Construcción*

Durante el periodo de construcción se requerirá tanto de mano de obra calificada como no calificada. De acuerdo al Plan de Empleo Local que implementará SMCV, parte de la mano de obra no calificada provendrá del ámbito local. Más allá de este espacio el impacto del empleo (número de vacantes) será marginal en proporción a la población desempleada o en búsqueda de mejores condiciones laborales.

Se considera que los puestos de trabajo generados representarán una mejora para los hogares en términos de ingresos percibidos, aunque los mismos tendrían un carácter *temporal* y por esta razón los posibles cambios generados por estos empleos son considerados como *no acumulativos*.

El impacto generado por este componente dentro del ambiente económico se considera *positivo*.

### *Operación*

Con la puesta en operaciones del PAD 4B, SMCV pretende mantener la cantidad actual de puestos de trabajo. Desde esta perspectiva, y considerando el limitado número de puestos de trabajo requeridos, se considera que la importancia de la condición es *local*.

Las operaciones del PAD 4B generará una mejoramiento en el “status quo” debido a que permitirá mantener los actuales puestos de trabajo.

El efecto que se producirá es *acumulativo sinérgico*, ya que por el prolongado periodo de tiempo en el que estará operativo el PAD 4B, los hogares involucrados podrán generar cambios en sus niveles de vida tales como los niveles de instrucción, las condiciones de la vivienda, así como cambios en los estilos de vida. Por esta razón, se espera que mantener los puestos de trabajo genere un impacto *leve positivo*.

## Pago de tributos (IGV, entre otros)

### *Construcción*

Los tributos generados por la compra de bienes y servicios, así como por el pago de haberes a trabajadores contratados, generarán un incremento en los ingresos corrientes tanto del gobierno local como para el gobierno regional y nacional. Si consideramos que el Proyecto PAD 4B se desarrollará de manera paralela a otros proyectos en la zona, se dará un incremento que implicará mejora. Sin embargo, si se compara los ingresos que el Proyecto

PAD 4B genere en la etapa de construcción con los ingresos que se tienen en la actualidad, como el canon minero por ejemplo, no significará cambios sustanciales.

De esta forma, el ingreso por concepto de pago de tributos por compras o pago de haberes no incrementará significativamente los ingresos corrientes de los gobiernos locales y regionales. Se presentará una mejora de naturaleza *permanente e irreversible* y en consecuencia se tratará de un impacto *moderado positivo*.

### *Operación*

El proyecto está afecto a tributos y obligaciones, tales como Impuesto a la Renta, Derecho de Vigencia, Impuesto a la Propiedad Inmueble, entre otros. Algunos de ellos los canalizará el gobierno nacional y los distribuirá entre los gobiernos regionales, provinciales y distritales de Arequipa. Estos recursos, particularmente el Canon Minero y las regalías mineras, se caracterizarán por ser *acumulativos y sinérgicos* (dada la presencia de otros proyectos en la zona).

Según la matriz RIAM estos cambios tendrán un alcance *regional*. Los que dispondrán de mayores recursos serán los gobiernos locales, por lo tanto aquí el impacto significa una mejora. Sin embargo, con la distribución del canon y las regalías todas las provincias y distritos de la región se beneficiarían aunque de manera diferenciada y en ese sentido el impacto sería *moderado positivo*.

### Desarrollo local

#### *Construcción*

El desarrollo de actividades y proyectos vinculados a la actividad agrícola y pecuaria, que se implementarán por el Programa de Desarrollo Sostenible, generarán un impacto *positivo* en la población dada la importancia que se le confiere a las actividades productivas.

Por otro lado, el Programa de Desarrollo Sostenible (subprograma de educación) contempla la mejora en la infraestructura y calidad educativa, ya que de acuerdo con el estudio de línea de base social, éstas figuran como las principales necesidades del sector en la zona.

Adicionalmente, se desarrollarán estrategias de salud (subprograma de Salud), que promoverán la prevención de enfermedades prevalentes (enfermedades relacionadas al aparato respiratorio y las enfermedades laborales tales como la artritis en los agricultores) en la zona mediante la promoción de hábitos saludables y la atención médica especializada,

cubriendo de esta forma las expectativas de mejoras en la condiciones de vida, lo que significará un impacto positivo para la población en el área de estudio.

La implementación de los programas y actividades contempladas en la etapa de construcción del proyecto tendrá un impacto *significativo positivo* en la población. La importancia de dicha condición tendrá un impacto en la localidad y en los alrededores, cuya magnitud de cambio significará una mejora de carácter *permanente, irreversible* y *acumulativo* que actuará en sinergia con otros procesos.

### *Operación*

El proyecto de Mejoramiento Genético de ganadería y Botiquín veterinario en Chusicani, que se implementará como parte del Programa de Desarrollo Sostenible, permitirá mejorar la actividad pecuaria de la zona y con ello la economía local. Además, el plan contempla la implementación de otros proyectos como la elaboración de abonos orgánicos, las charlas técnicas y el fortalecimiento de la economía agrícola (a través de las cadenas productivas sostenibles) que contribuirán en este proceso al enfocarse en la actividad agrícola que es complementaria a la actividad pecuaria.

El proyecto de revestimiento del canal principal de Tingo Grande impactará positivamente en los usuarios de agua del canal y seguirá la línea de interés mostrada por la población acerca del manejo de los recursos hídricos.

Por otro lado acerca del mejoramiento de la infraestructura del centro educativo en Tingo Grande, se estima que tendrá un impacto de tipo positivo ya que se enmarca en las expectativas de la población. Las actividades en el tema de salud serán fundamentales para la mejora de las condiciones de vida, elemento de suma importancia para los pobladores cuando se aborda el tema del desarrollo local.

La implementación de los programas y actividades contempladas en el Programa de Desarrollo Sostenible en la etapa de operación del proyecto tendrá un impacto *significativo positivo* en la población. La importancia de dicha condición se percibirá en la localidad y en los alrededores, este impacto tendrá un carácter *permanente e irreversible* y su efecto será *acumulativo* y se desarrollará en sinergia con otros procesos.