

Fecha: Marzo 31, 2015 **Proyecto No.:** 15-38534
Para: Pierre Bureau and Octavio Choy **Compañía:** Golder Associates Inc, Reno
De: Sal Mohammad, Maria Sheen
cc: Todd Minard, Benny Susi, **Email:**
RE: **ANALISIS DE CALIDAD DEL AIRE E IMPACTOS PARA POLVO FUGITIVO (PM-10 Y PM-2,5), CIANURO DE HIDROGENO Y MERCURIO ASOCIADOS A LAS ETAPAS DE OPERACIÓN MINERA Y CIERRE PARA EL PROYECTO CERRO QUEMA ASI COMO EL ANALISIS DE METALES PELIGROSOS POR MEDIO DE LA DEPOSICION DE PARTICULAS**

1.0 INTRODUCCION

Pershimco Resources Inc. (PRO) ha propuesto la construcción de una mina de oro a tajo abierto convencional en Cerro Quema, Panamá. El mineral triturado de los dos tajos de la operación minera propuesta de Cerro Quema, se procesará con pilas de lixiviación a través del apilamiento con fajas transportadoras. La tasa de procesamiento de mineral mensual se estima en 310 000 toneladas métricas por mes, o 3 720 000 toneladas métricas por año. PRO ha recibido recientemente comentarios de la ANAM para el proyecto minero Cerro Quema solicitando aclaraciones e información adicional para diversas disciplinas.

Golder ha desarrollado los siguientes análisis con relación a la calidad del aire:

- Estimación de las emisiones de material particulado (PM) con diámetro aerodinámico inferior a 10 micras (PM-10) y también las partículas con un diámetro aerodinámico menor de 2,5 micrómetros (PM-2,5) para dos escenarios:
 - Caso más crítico de la operación minera
 - Actividades de post-cierre
- Desarrollo del modelo de dispersión de aire utilizando el modelo AERMOD de la Agencia de protección Ambiental de los Estados Unidos de Norteamérica (USEPA) para predecir las concentraciones ambientales futuras de PM-10 y PM-2,5;
- Pronóstico de las concentraciones ambientales de cianuro de hidrogeno (HCN) y mercurio (Hg) utilizando el modelo AERMOD;
- Pronóstico de la deposición total anual de los elementos metálicos en el área de estudio del Proyecto.

En este memorando técnico se presenta la metodología para la estimación de emisiones de PM-10 y PM-2,5 y los supuestos para la conducción de los modelamientos para polvo fugitivo, HCN y Hg; análisis de los resultados de calidad del aire y las conclusiones extraídas de los mismos.



Es importante mencionar que cálculo de las emisiones de HCN y Hg anteriormente se muestra en Golder Memorando Técnico con fecha del 31 de Diciembre del 2015, el cual fue presentado considerando los máximos impactos a sotavento para HCN y Hg mediante un modelo de análisis SCREEN3. Este modelo de selección combina el caso más crítico de los parámetros meteorológicos para predecir en forma conservadora altos impactos. En este memorándum técnico, Golder ha utilizado el modelo de dispersión de aire refinado llamado AERMOD en conjunto con diferentes parámetros meteorológicos por hora para predecir los impactos y las isopletas de concentración

2.0 DESCRIPCION DEL PROYECTO

El proyecto propuesto Cerro Quema estará ubicado en el distrito de Chitré, provincia de Herrera en Tenosi - Panamá. El Proyecto operara dos tajos abiertos: La Pava y La Quema, los cuales se encuentran a aproximadamente 2,5 km de distancia entre ambos. Las elevaciones de base para los tajos son de 490 m y 840 m sobre el nivel del mar, respectivamente. El área de procesamiento de mineral se encuentra aproximadamente a 1,5 km al este del tajo La Pava y a una elevación de base de 350 m. La elevación del terreno cercana al proyecto, a una distancia de aproximadamente 5 km del área de procesamiento de mineral es de aproximadamente 90 m a 170 m. Polvo fugitivo y contaminantes peligrosos como el mercurio y HCN serán emitidos durante la vida operativa del proyecto y también durante las actividades de cierre posterior a la minería, tal como se describe a continuación.

2.1 *Operación Minera*

El mineral extraído del tajo La Pava serán transportados al área de procesamiento utilizando camiones de transporte y los minerales desde el tajo La Quema será transportado al área de procesamiento de mineral mediante fajas transportadoras. Una trituradora estará ubicado en el área de procesamiento de minerales y una vez triturados será transportado a la plataforma de las pilas de lixiviación mediante fajas transportadoras también. La zona de la plataforma de lixiviación también albergará un área de procesamiento de material para la fabricación de los productos terminados y envío de los productos. El proyecto está diseñado para procesar aproximadamente más de 6 millones de toneladas totales de mineral y desmonte por año durante la una vida útil de 5 años. El funcionamiento del tajo La Quema funcionará sólo 3 de los 5 años de la fase de operación.

Aunque la ubicación del proyecto es remota, se han encontrado hay tres pequeñas comunidades situadas en el lado suroeste del Proyecto. Estos son Boca Quema, Quema Río, y La Llana, ubicadas a una distancia de aproximadamente 4,8 km, 3,6 km, ya 4,5 km de la zona de procesamiento de mineral.

El mineral proveniente de los tajos La Pava y La Quema será triturado y luego se procesará utilizando pilas de lixiviación convencional a través de apilamiento de la faja transportadora. El mineral se procesará en pilas de lixiviación mientras que los materiales que no generan oro serán dispuestos en el depósito de roca de desmonte.

El proyecto empleara diversas medidas de control de polvo fugitivo en los tajos con el fin de reducir las emisiones de polvo fugitivo. Estas medidas incluyen el riego de caminos de acarreo no pavimentadas dentro de los tajos y la aplicación de sprays de agua en las áreas de procesamiento de mineral. Las emisiones de PM-10 y PM-2,5 del horno de campana serán controladas por un colector de polvo (baghouse).

2.2 Actividades Mineras de Post-Cierre

Después que la mina Cerro Quema termine con las actividades de operación, PRO tiene planes para comenzar las actividades de cierre de la mina y el desmantelamiento de las áreas de procesamiento. Las principales actividades de cierre incluyen la cobertura con vegetación del depósito de desmonte y las pilas de lixiviación, así como el desmantelamiento de las estructuras de los edificios de procesamiento y las instalaciones de procesamiento. El depósito de desmonte se cerrará progresivamente, que incluirá clasificación de los bancos para drenar y colocar una cubierta sobre las laderas de volcado. La etapa de cierre consistirá en recubrir estas áreas con material compuesto tierra vegetal, capaz de soportar la vegetación local. Durante la operación minera, se almacenara el topsoil en dos pilas de almacenamiento cerca del depósito de desmonte, los cuales serán utilizados para ir cubriendo progresivamente este depósito de desmonte a medida que sea necesario. Una vez que la operación minera llegue a su fin, luego de los 5 años de vida, quedara aproximadamente el 20% del depósito de desmonte será sin cubrir, lo cual se lleva a cabo en un plazo de 6 meses.

Se estima la pila de lixiviación seguirá estando operativa por un período de aproximadamente 6 meses tras el final de las actividades mineras. Al final de la lixiviación, será enjuagado tres veces para eliminar los metales preciosos residuales y cianuro de sodio. Se espera que esta actividad dure aproximadamente 2.3 años para enjuagar la pila de lixiviación. Una vez que el enjuague se haya completado, se comenzaran con las actividades de cierre con cubiertas de topsoil, capaz de soportar la vegetación local. El topsoil será almacenado durante la etapa de operación en tres pilas de almacenamiento, el cual será utilizado para cubrir las instalaciones de la pila de lixiviación en un período de 6 meses siguientes al final de enjuague del mismo.

3.0 EMISIONES DEL PROYECTO

La emisiones de material particulado (PM-10 y PM-2.5), HCN, y Hg serán generadas por las diversas actividades relacionadas con la minería. Las emisiones fugitivas de PM-10 y PM-2,5 son generados por actividades tales como el transporte de materiales mediante camiones en accesos mineros, actividades con bulldozers, clasificación, carga y descarga de camiones, actividades de descarga con fajas transportadora, voladuras, y las actividades de tratamiento de materiales tales como trituración. Las emisiones fugitivas de PM-10 y PM-2,5 también serán generadas durante la etapa de post-cierre debido a actividades como transporte de topsoil, actividades con bulldozers y nivelación en el depósito de desmonte y pilas de lixiviación.

Aunque la mayoría de las emisiones de PM-10 y PM-2,5 son de naturaleza fugitiva, pequeñas cantidades de estas emisiones serán generadas por los equipos de combustión. Todas las emisiones de HCN del Proyecto serán fugitivas por naturaleza y serán generadas en la pila de lixiviación. Las emisiones de Hg serán generados únicamente por los equipos de combustión.

De acuerdo al plan de la minería, el Proyecto Cerro Quema estará operando durante 5 años y la mayor producción de material está diseñado para producirse durante el funcionamiento del Año 4. Dado que la generación de polvo fugitivo es directamente proporcional a la cantidad de caudal de material, se espera que en el Año 4 se generaran una mayor cantidad de polvo fugitivo. El Año 4 es también el año en que ambos tajos operaran en conjunto con las instalaciones auxiliares y de procesamiento. De esta manera el año 4 ha sido elegido para el análisis de la calidad del aire.

Como se describió en la Sección 2.2, las actividades de recubrimiento restante del depósito de desmonte y de la pila de lixiviación, duraran 6 meses cada una después que las operaciones mineras hayan finalizado pero no se llevaran a cabo en forma simultánea. Para este estudio, se asumió conservadoramente que las actividades de post-cierre de estas dos instalaciones se llevaran a cabo al mismo tiempo. Asimismo, las estructuras pre-fabricadas serán desmanteladas y remolcadas. Estas actividades sólo se tomará unos días para ser completadas y se espera que genere pequeñas emisiones de partículas las cuales serán insignificantes en comparación con las actividades de cierre del depósito de desmonte y la pila de lixiviación. Por esto motivo, dichas actividades no se han incluido en el análisis.

Los procedimientos de estimación de las emisiones se describen en detalle en las secciones siguientes:

3.1 Emisiones de Material Particulado

Las emisiones de material particulado se estimaron de acuerdo con las recomendaciones de la USEPA y las técnicas actuales que se presentan en el AP-42, Recopilación de los Factores de aire de Emisión de Contaminantes (USEPA, 2006), y el Documento de Antecedentes y Técnicas de información para medidas de control de polvo fugitivo (USEPA, 1992). También se utilizó otro documento de referencia, tal como la Asociación del Aire de la Región Occidental (WRAP) (septiembre de 2006).

Las emisiones provenientes de los motores diésel asociadas a los vehículos y equipos mineros han sido estimadas a partir de los métodos y supuestos del documento Reporte N°NR 009D, "Factores de Emisión para el Modelamiento de Motores de Vehículos que No Transitan en Accesos" (USEPA 2008).

Los tipos y fuentes de las emisiones de polvo fugitivo (PM-10 y PM-2,5) asociadas con la operación del Proyecto propuesto consisten en:

- Transporte de material en camiones por vías afirmadas
- movimiento de equipos misceláneos de soporte en rutas de acarreo;

- actividades de transferencia de material (por lotes o en forma continua) asociadas con las actividades de carga y descarga de los camiones y manipulación de material;
- actividades de movimiento de tierras efectuadas con tractores tipo bulldozers;
- actividades de nivelación;
- erosión eólica por el almacenamiento del material;
- actividades de perforación y voladuras; y
- Actividades de procesamiento como la del chancado

Las emisiones de PM10 and PM2.5 también serán generadas por los equipos como son las retortas de mercurio, hornos de fundición, hornos de generación de carbono, recuperación electrolítica, calentador de agua caliente y dos generadores diésel.

En la Tabla 1 se presenta un resumen de las emisiones estimadas para el año 4 de operación del Proyecto Cerro Quema. En la Tabla 1 del Apéndice A se presenta una tabla más detallada de estos resultados.

Tabla 1: Resumen de las Emisiones estimadas para la Operación del Proyecto Cerro Quema - Año 4

Actividades	Año 4 de Operación			
	PM-10		PM-2.5	
	(kg/h)	(t/año)	(kg/h)	(t/año)
Emisiones fugitivas del tráfico en rutas de acarreo	250.4	444.5	38.4	68.2
Emisiones de tubo de escape del tráfico en rutas de acarreo	0.2	1.2	0.2	1.2
Emisiones del tubo de escape de los motores de vehículos que no transitan por accesos	3.6	26.3	3.6	26.3
Manipulación de material	6.2	14.2	0.9	2.1
Procesamiento de material	3.5	30.3	0.5	4.5
Actividades de movimiento de material con bulldozers	61.9	445.4	9.3	66.8
Actividades de nivelación	1.7	12.1	0.1	0.8
Actividades de voladura	8.1	2.9	0.5	0.2
Actividades de perforación	3.7	26.8	0.4	2.7
Erosión eólica por almacenamiento del material	2.5	1.3	0.4	0.2
Fuentes de equipos de combustión	2.3	20.1	2.3	20.1
Emisiones Totales	344.0	1,025.0	56.6	193.1

Es importante tener en cuenta que las emisiones fugitivas de polvo generadas por el movimiento de camiones de transporte por lo general representan más del 90 por ciento de todas las emisiones fugitivas de polvo generadas en operaciones de minería a cielo abierto. El movimiento de vehículos diversos asociados con las operaciones de minería tales como transporte de personal, vehículos de mantenimiento,

etc., también generan emisiones de polvo fugitivo; sin embargo, estos no fueron considerados debido a la naturaleza poco frecuente y el nivel de actividad mínima de estas fuentes en comparación con el movimiento de camiones de extracción minera. Estas fuentes potenciales generan emisiones mínimas en comparación con los camiones de transporte.

La planta de procesamiento será diseñada para funcionar de forma continua durante 24 horas por día. Las actividades mineras estarán en funcionamiento durante 20 horas al día (dos turnos de 10 horas cada uno). Para las emisiones anuales se asumieron 360 días por año de funcionamiento.

El proyecto está diseñado para emplear las siguientes medidas de control de polvo durante las operaciones mineras:

- Tajos abiertos – regado en las vías mineras afirmadas
- Área de procesamiento de mineral (chancadoras) – rociado de agua

En base a las recomendaciones de la USEPA, las eficiencias de control para el polvo fugitivo asociadas a las medidas de mitigación mencionadas son:

- Regado en vías mineras afirmadas en ambos tajos abiertos – 75% de eficiencia de control
- Operación de chancadoras – 60 % de eficiencia de control

Los tipos y fuentes de las emisiones de polvo PM-10 y PM-2,5 fugitivas asociadas con las actividades de cierre posteriores a la extracción de la mina Cerro Quema consisten en:

- El movimiento de los camiones de carga en vías mineras afirmadas;
- El movimiento del equipo minero misceláneo en superficies sin pavimentar del depósito de desmonte y la pila de lixiviación;
- Actividades de manipulación de materiales asociado con la carga y descarga de camiones;
- Actividades con bulldozers y nivelación en las pilas de almacenamiento de topsoil y en el depósito de desmonte y la pila de lixiviación; y
- Erosión eólica de pilas de almacenamiento de activos y áreas superficiales disturbadas.

En la Tabla 2 se presenta un resumen de las emisiones estimadas para las actividades de post cierre del Proyecto Cerro Quema. En la Tabla 2 del Apéndice A se presenta una tabla más detallada de estos resultados.

Tabla 2: Resumen de las Emisiones estimadas para el Post-Cierre del Proyecto Cerro Quema

Actividades	Actividades de Post-Cierre			
	PM-10		PM-2.5	
	(kg/h)	(t/año)	(kg/h)	(t/año)
Emisiones fugitivas del tráfico en rutas de acarreo	39.2	95.5	6.0	14.6
Emisiones de tubo de escape del tráfico en rutas de acarreo	0.02	0.1	0.02	0.1
Emisiones del tubo de escape de los motores de vehículos que no transitan por accesos	0.7	2.4	0.7	2.4
Manipulación de material	0.8	0.84	0.1	0.1
Actividades de movimiento de material con bulldozers	13.8	49.5	2.1	7.4
Actividades de nivelación	3.4	12.1	0.2	0.8
Erosión eólica por almacenamiento del material	17.9	23.2	2.7	3.5
Emisiones Totales	75.8	183.6	11.8	29.0

En los alrededores del proyecto propuesto se experimenta fuertes lluvias durante los meses de noviembre a abril. Las fuertes lluvias se proporcionaran protección natural durante estos meses y por lo tanto, la aplicación de riego será mínimo o ninguno durante estos meses. Se estima que la mitigación natural tendrá un control de eficiencia de 60%, lo que equivale a control debido a la pulverización de agua en una zona abierta. Sobre la base de la de 1 año de datos de precipitación, se espera que las precipitaciones que se produzcan sean mayores del 75% de los días durante estos meses. Como resultado, se espera que la mitigación natural para suprimir las emisiones de polvo mantenga el contenido de humedad alta en las superficies de las vías afirmadas.

El detalle de la metodología del cálculo de emisiones y los supuestos considerados se presenta a continuación.

3.2 Emisiones Fugitivas Derivadas del Tránsito en Rutas de Acarreo

Los factores de emisión de PM-10 y PM-2,5 por el tránsito en las rutas de acarreo se estimaron a partir de la ecuación descrita en la Sección 13.2.2 del documento AP-42 (USEPA 2006). La siguiente ecuación se utilizó para estimar las emisiones en vías afirmadas.

$$E = k (s/12)^a (W/3)^b [(365-p)/365] \times 281,9 \times (100\% - \% \text{ eficiencia del control})$$

Donde:

- E= factor de emisión [gramo/kilómetro recorrido por el vehículo (g/VKT)].
- k= multiplicador de tamaño de partícula.
- a, b = exponentes de tamaño de partícula.
- s = contenido de limo (%) del material sobre la ruta de acarreo.

- W= peso medio del vehículo (ton).
- p= número de días con un mínimo de 0,254 mm de precipitación al año (para cálculos en base diaria, corresponde al número de horas en un día).
- 281,9 = factor de conversión aplicado a la base del factor de emisión de libras por milla recorrida por vehículo (lb/VMT) a (g/VKT).
- % eficiencia del control = porcentaje de eficiencia en la reducción de las emisiones de polvo.

El multiplicador de tamaño de partícula "k", está basado en el multiplicador que recomienda la USEPA cuyos valores son de 1,5 y 0,15 para las emisiones estimadas de PM-10 y PM-2,5, respectivamente. El exponente de partícula "a" es 0,7 para PM-10 y 0,9 para PM-2,5; mientras que el exponente de partícula "b" es 0,45 para todas las fracciones de material particulado.

El contenido de limo se obtuvo del promedio de los resultados granulométricos presentados en el estudio de suelo del EIA de Cerro Quema (enero 2015). Estos resultados se detallan en el Tabla 2 del Apéndice B.

Las siguientes vías no pavimentadas fueron identificadas en base a la información obtenida de Pershimco:

- Ruta 1 – Tajo abierto La Pava al botadero de desmonte
- Ruta 2 – Tajo abierto La Pava a la Chancadora Primaria
- Ruta 3 – Ruta de Transporte

Para las emisiones medias anuales, se consideró por lo menos 0,254 mm de precipitación (p) en 257 días en un año, en base a la data de precipitación de la data meteorológica del MM5. Para el cálculo de emisiones diarias (24 h) se consideró que no ocurrirían precipitaciones a fin de no atenuar las concentraciones bajo un enfoque conservador.

Una lista de los principales tipos de vehículos y equipos que serán utilizados durante el funcionamiento en el año 4 se presentan en la Tabla 3 del Apéndice B y C. La base para estimar el número de vehículos y distancias de viaje se presentan en la Tabla 4 del Apéndice B y C. El cálculo de emisiones de las vías afirmadas se presentan en la Tabla 5 del Apéndice B y C.

3.3 Emisiones de tubo de escape del tráfico en rutas de acarreo

La combustión del gasóleo en los motores de los camiones de transporte genera PM-10 y PM-2,5, que se emite desde el tubo escape del motor. Estas emisiones se calcularon utilizando factores de emisión, en unidades de gramos por caballos de fuerza por hora (g/hp-h), siguiendo el procedimiento del modelo NONROAD para motores de vehículos que no transitan por accesos (USEPA 2008). Dado que los factores de emisión se encuentran en g/hp-h, éstos se pueden aplicar a los tamaños de motores específicos (en hp) para estimar las tasas por hora de emisión.

Los factores de emisión (g/hp-h) han sido multiplicados por la potencia de funcionamiento del motor (hp) y luego divididos por la velocidad promedio del vehículo, para obtener los factores de emisión sobre una base por kilómetro (g/h/km), los cuales se multiplicaron por los kilómetros recorridos por vehículo (VKT, por sus siglas en inglés) para cada sección de ruta. Como resultado se obtuvo las emisiones estimadas para los camiones de transporte para cada sección de carretera en kg/h.

En la Tabla 6 del Apéndice B y C se presenta el cálculo detallado de las emisiones de PM-10 y PM-2,5 provenientes de los tubos de escape de los camiones de transporte.

3.4 Emisiones Fugitivas de Polvo por Actividades de Transferencia de Material

Las emisiones de partículas fugitivas serán generadas por las diversas actividades de manejo de materiales, tales como la carga de mineral y desmonte mediante los camiones de transporte y la transferencia de material de un área de actividad a otra.

Para la estimación de los factores de emisión de PM-10 y PM-2,5 de estas actividades, se utilizó la ecuación de transferencia de material en lote o en forma continua recomendada por la USEPA (2006) en la Sección 13.2.4 del documento AP 42, la cual se presenta a continuación:

$$E = k (0,0016) (U/2,2)1,3 / (M/2)1,4 \times (100\% - \% \text{ eficiencia del control})$$

Donde:

- E = factor de emisión, kilogramo por Megagramo de material (kg/Mg).
- k = multiplicador de tamaño de partícula.
- U = velocidad media del viento [metros por segundo (m/s)].
- M = contenido de humedad del material (%).
- % eficiencia del control = porcentaje de eficiencia en la reducción de las emisiones de polvo.

El multiplicador de tamaño de partícula “k”, corresponde al multiplicador recomendado por la USEPA y tiene un valor de 0,35 para emisiones de PM-10 y 0,053 para las emisiones de PM-2,5.

La media y la velocidad máxima de los vientos diarios se obtuvieron a partir de los datos meteorológicos del MM5. Las velocidades del viento anuales y diarias medias son de 3,2 m/s y 4,1 m/s, respectivamente. La velocidad del viento diario se basa en el 90º percentil de velocidades de viento medias diarias con el fin de proporcionar una velocidad del viento representativo que pudiera ocurrir durante el día.

El contenido de rendimiento y de humedad del material se obtuvieron de diagrama de flujo y criterios de procesamiento proporcionados por Pershimco. La información detallada sobre las emisiones de polvo fugitivo por el manejo de las materiales se presentan en la Tabla 7 del Apéndice B y C.

3.5 Emisiones Fugitivas de Polvo por Erosión Eólica

Las emisiones fugitivas de polvo son generadas por la erosión eólica durante el almacenamiento continuo de material, y también en zonas expuestas frecuentemente disturbadas. Los factores de emisión se obtuvieron a partir de la ecuación en la Sección 2.3.1.3.3 del manual de polvo fugitivo (USEPA 1992), la cual se presenta a continuación:

$$E = k (1,9) (s/1,5) [(365 p)/235] (f/15) \times (100\% - \% \text{ eficiencia del control})$$

Donde:

- E = factor de emisión (kg/día/ha).
- k = multiplicador de tamaño de partícula.
- S = contenido de limo del material (%).
- P = número de días con un mínimo de 0,254 mm de precipitación al año (para cálculos en base diaria, corresponde al número de horas en un día).
- F = porcentaje del tiempo que la velocidad de viento sin obstáculos excede los 5,4 m/s a la altura media de almacenamiento.

El multiplicador de tamaño de partícula “k”, corresponde al multiplicador recomendado por la USEPA que tienen valores de 1 y 0,50 para las estimaciones de emisiones de PM y PM-10, respectivamente. La tasa de emisión de PM-2,5 se basó en una relación de PM-2,5/PM-10 que es 0,15 (WRAP 2006). Cabe mencionar que no se asumió ninguna medida de control para la estimación de este tipo de emisiones.

La frecuencia anual de velocidades de viento que fueron mayores a 5,4 m/s fue de 8%, mientras que la frecuencia diaria fue de 33,3% (es decir, alrededor de 8 h en un día sobre la base del percentil 90 de las horas diarias).

En la Tabla 8 del Apéndice B y C se presenta el detalle de la información utilizada para la estimación de estas emisiones fugitivas generadas, los cálculos y las áreas sujeto de erosión eólica por almacenamiento de material.

3.6 Emisiones Fugitivas de Polvo Generadas por Voladuras

Las actividades de voladura se llevarán a cabo en los tajos abiertos La Pava y La Quema. Las voladuras serán realizadas aproximadamente al medio día. Los factores de emisión de material particulado utilizados para las voladuras fueron estimados a partir de la ecuación publicada en la Sección 11.9 del documento AP-42 (USEPA 2006), la cual se presenta a continuación:

$$E = 0,00022 (A)^{1,5}$$

Donde:

- E = factor de emisión (kg/voladura).
- A = área horizontal de minado (m²).

Los factores de emisión de PM-10 y PM-2,5 se basan en los factores de emisión de PM:

$$\begin{aligned} \text{PM-10} &= 0,52 \times \text{PM} \\ \text{PM-2,5} &= 0,03 \times \text{PM} \end{aligned}$$

El área de la explosión horizontal fue estimada en base a la transferencia de material diario a la planta de procesos, con una profundidad de voladura asumida de 8 m. No se consideró ninguna medida de control para esta actividad.

En la Tabla 9 del Apéndice B se presenta el detalle de la información utilizada para la estimación de estas emisiones fugitivas generadas por las voladuras.

3.7 Emisiones Fugitivas de Polvo Generadas por Perforaciones

Antes de cada voladura, los agujeros se perforarán como una preparación para cada explosión en los tajos abiertos.

Las emisiones fugitivas de polvo de las actividades de perforación se calcularon utilizando factores de emisión previstos en la Tabla 2 del Manual Técnico de Cálculo de Emisiones para Minería del Gobierno de Australia (Environment Australia 2012).

$$\begin{aligned} \text{(Para PM), } E &= 0,59 \text{ kg/ agujero} \\ \text{(Para PM-10), } E &= 0,31 \text{ kg/agujero} \end{aligned}$$

Donde:

E = factor de emisión (kg/agujero).

La tasa de emisión de PM-2,5 se basó en una relación de PM-2,5/PM-10 que es 0,10 (WRAP 2006). Cabe mencionar que no se ha considerado ninguna medida de control para la estimación de este tipo de emisiones.

$$\text{PM-2,5} = 0,10 \times \text{PM-10}$$

En la Tabla 10 del Apéndice B se presenta el detalle de la información utilizada para la estimación de estas emisiones fugitivas generadas por las perforaciones.

3.8 Emisiones Fugitivas de Polvo Generadas de las Actividades de Movimiento de Material con Bulldozers

Los factores de emisión para el material particulado que han sido estimados para este tipo de actividades se derivaron de la ecuación descrita en la Sección 11.9 del documento AP-42 (USEPA 2006), la cual se presenta a continuación:

$$\begin{aligned} \text{(Para PM), } E &= 2,6 \text{ (s)}^{1,2}/(\text{M})^{1,3} \\ \text{(Para PM-15), } E &= 0,45 \text{ (s)}^{1,5}/(\text{M})^{1,4} \end{aligned}$$

Donde:

E = factor de emisión (kg/h).

- S = contenido de limo (%).
- M = contenido de humedad del material (%).

Los factores de emisión de PM-10 y PM-2,5 se basan en los factores de emisión de PM-15 y PM, respectivamente:

$$\begin{aligned} \mathbf{PM-10} &= 0,75 \times \mathbf{PM-15} \\ \mathbf{PM-2,5} &= 0,105 \times \mathbf{PM} \end{aligned}$$

Cabe mencionar que para la estimación de las tasas de emisión no se ha considerado ninguna medida de control de polvo.

En la Tabla 11 del Apéndice B y la Tabla 9 del Apéndice C se presenta el detalle de la información utilizada para la estimación de estas emisiones fugitivas generadas por las actividades de movimiento de material con tractores tipo bulldozers.

3.9 Emisiones Fugitivas de Polvo Generadas por las Actividades de Nivelación

Los factores de emisión de polvo fugitivo estimados se derivaron de la ecuación descrita en la Sección 11.9 del documento AP 42 (USEPA 2006), la cual se presenta a continuación:

$$(\text{Para PM}), \mathbf{E} = 0,0034 (\mathbf{S})2,5$$

$$(\text{Para PM-15}), \mathbf{E} = 0,0056 (\mathbf{S})2,0$$

Donde:

- E = factor de emisión (kg/VKT);
- S = velocidad promedio de la niveladora (km/h); y

Los factores de emisión de PM-10 y PM-2,5 se basan en los factores de emisión de PM-15 y PM, respectivamente:

$$\mathbf{PM-10} = 0,60 \times \mathbf{PM-15}$$

$$\mathbf{PM-2,5} = 0,031 \times \mathbf{PM}$$

Para los cálculos se consideró una velocidad promedio de 5 km/h. En relación a la distancia recorrida por cada niveladora por día, se consideró que el recorrido era igual al largo del perímetro de las áreas en mención. No se consideró ninguna medida de control en las estimaciones.

En la Tabla 12 del Apéndice B y la Tabla 10 del Apéndice C se presenta el detalle de la información utilizada para la estimación de estas emisiones fugitivas generadas por las actividades de nivelación.

3.10 Emisiones Fugitivas de Polvo Generadas por Procesamiento del Mineral

Las emisiones de polvo fugitivo se generan a partir de las operaciones de procesamiento de mineral grueso en la planta de procesamiento, que incluye la trituración primaria y secundaria.

Se estimaron las emisiones de PM para las operaciones de trituración utilizando la siguiente trituración primaria y factores de emisión para la industria de productos minerales del Manual de polvo fugitivo de WRAP (Capítulo 11):

Para PM, E= 0.25 kg/Mg

Para PM10, E= 0.025 kg/Mg

Donde: E = factor de emisión (kg/Mg).

Se estimaron las emisiones sobre la base de la relación de PM-2.5/PM10 recomendada por el WRAP que es 0,15 para la industria de productos minerales. Se utilizará rociado de agua para controlar las emisiones de polvo fugitivo de las operaciones de trituración. Una eficiencia de control del 60 por ciento se utilizó en base a la recomendación de la USEPA en las eficiencias de control para el riego en un espacio abierto.

En la Tabla 13 del Apéndice B se presenta el detalle de la información utilizada para la estimación de estas emisiones fugitivas generadas por el procesamiento de mineral para el año 4 de operación.

3.11 Emisiones No Fugitivas Derivadas de Motores Diésel de Equipos que No Transitan por Accesos

Las emisiones de los tubos de escape de los motores diésel que no transitan por las rutas de acarreo durante la etapa de operación del Proyecto, fueron estimadas utilizando el Modelo NONROAD de la USEPA. Para calcular las tasas de emisión de la combustión interna (CI) de los motores utilizados en la etapa de operación, se empleó la información de los factores de emisión del tubo de escape del modelo NONROAD. Se consideró que todas las emisiones de partículas son de PM-10 y todas las emisiones de PM-10 son PM-2,5.

Para calcular los factores de emisión de los parámetros mencionados, se inició con un estado estacionario cuyos factores de emisión no se encontraban ajustados; luego éstas se ajustaron utilizando factores transitorios, de deterioro y de contenido de azufre del combustible. Todos estos procedimientos fueron realizados tomando en cuenta los pasos para el cálculo de factores de emisión del modelo NONROAD (USEPA 2008). Es importante mencionar que no se han realizado ajustes adicionales para la temperatura, altitud o para otros parámetros de las características del combustible.

Factores de Emisión Ajustados = FED x FTA x DF – Ajuste por Contenido de Azufre (SPM adj)

El ajuste para el contenido de azufre se realizó mediante la siguiente ecuación:

$$\text{SPM adj} = \text{BSFC} \times 453,6 \times 7,0 \times \text{soxcnv} \times 0,01 \times (\text{soxbas} - \text{soxdsl})$$

Donde:

$\text{soxcnv} = 0,02247$ (gramos de sulfuro en PM/gramos de azufre en el combustible consumido).

$\text{soxbas} = 0,33$ (certificación por defecto del porcentaje del peso de azufre del combustible en motores diesel).

$\text{soxdsl} = 0,5$ (nivel máximo de azufre en el combustible diésel del Perú, Programa Ambiental de las Naciones Unidas, Agosto 2011).

BSFC = Mínimo consumo específico del combustible (Break Specific Fuel Consumption).

Los factores de emisión (g/hp-h) se aplicaron a la potencia nominal de los motores diésel para estimar las tasas de emisión en kg/h. Las clasificaciones de potencia se obtuvieron a partir de las especificaciones técnicas del fabricante de los motores diésel.

En la Tabla 14 del Apéndice B y la Tabla 11 del Apéndice C se presenta el detalle de la información utilizada para la estimación de los ajustes de los factores de emisión.

3.12 Emisiones de HCN y Hg

La estimación de las emisiones de HCN y Hg han sido calculadas de acuerdo a las recomendaciones de la USEPA y las técnicas presentadas en el AP-42 (USEPA, 2006). Estas emisiones han sido presentadas a la ANAM en un memorándum técnico con fecha 21 de Diciembre del 2015 (Apéndice D) y han sido utilizadas para efectuar el modelamiento de estos parámetros con AERMOD.

Los factores de emisión de HCN se basan en el flujo de HCN en gramos por metro cuadrado por segundo ($\text{g/m}^2/\text{s}$) a partir de cada categoría de fuente. Por lo tanto, las emisiones de HCN de la operación minera Cerro Quema se estimaron sobre la base de las áreas (m^2) de las diferentes categorías de fuentes, las cuales se resumen en la Tabla 1 del Apéndice D. La información sobre el área de las superficies activas e inactivas de la plataforma de lixiviación en pilas, pozas de solución rica, pozas de eventos fueron proporcionados por PRO, mientras que el área de los tanques se estimaron en base a estudios de la literatura de otras minas de oro.

Las emisiones de mercurio procedentes de fuentes puntuales como el horno de carbono, extracción electrolítica, horno y retorta de mercurio, y también de las fuentes fugitivas incluyendo las superficies activas e inactivas de la pila de lixiviación. En la Tabla 2 del Apéndice D resume tanto las emisiones de fuentes fijas y las emisiones fugitivas. Las emisiones de mercurio procedentes de fuentes puntuales se

calcularon en base al rendimiento del concentrado aurífero de la retorta de mercurio y el factor de emisiones en libras por tonelada de concentrado (lb / ton). La información concentrado rendimiento fue proporcionado por PRO y los factores de emisión se obtuvieron del informe titulado "Desarrollo de los MACT para el límite de NEASHAP para el procesamiento de mineral en Mina de Oro de " (EPA, 2010).

Las emisiones de mercurio se basaron en el flujo en gramos por metro cuadrado por segundo (g/m²/s) de las superficies activas e inactivas de la plataforma de lixiviación.

Durante la etapa de post-cierre el equipo de combustión de combustible no estará operando; sin embargo se espera que la plataforma de lixiviación siga operando durante un período de 6 meses y por lo tanto, se esperan que se generen emisiones fugitivas de Hg durante las actividades de cierre. Todas las emisiones de HCN están asociadas a la plataforma de lixiviación, por lo que también se espera emisiones de HCN durante los primeros 6 meses en el post-cierre. En ese sentido, se asume en forma conservadora que las emisiones de mercurio y HCN durante el post-cierre serán iguales o menores que las emisiones de estos mismos parámetros durante la etapa de operación.

4.0 METODOLOGIA DE MODELAMIENTO

Se pronosticaron las concentraciones ambientales de material particulado (PM-10 and PM-2,5), HCN y Hg, utilizando el modelo de dispersión de aire AERMOD (versión No. 15181). Las siguientes secciones describen las consideraciones y las opciones de modelamiento que se utilizaron.

4.1 *Opciones utilizadas en el modelo AERMOD*

Para este estudio se seleccionó el Modelo de Dispersión de la Sociedad Meteorológica Americana y el Modelo Normativo de la US EPA (AERMOD). El modelo AERMOD (Versión 15181) se encuentra a disposición en la página Web de la US EPA, Centro de Soporte para los Modelos de Aire Normativos (SCRAM) dentro de la Red de Transferencia de Tecnología (TTN).

El AERMOD puede ser empleado para predecir concentraciones de contaminantes en los receptores ubicados dentro de los 50 km de una fuente y calcular concentraciones horarias sobre la base de datos meteorológicos horarios. Asimismo, es aplicable para la mayor parte de escenarios ya que sus algoritmos científicos permiten simular el comportamiento de la pluma en todos los tipos de terreno (plano, semi-complejo y complejo). En relación al estudio de modelamiento, se empleó AERMOD para predecir las concentraciones máximas para cada uno de los receptores evaluados en las áreas cercanas y circundantes a las plataformas.

La US EPA ha desarrollado numerosas investigaciones relacionadas con modelos de dispersión de contaminantes y ha establecido recomendaciones para el modelamiento de condiciones rurales. En ese sentido, AERMOD ha especificado características del modelo recomendadas por US EPA para

aplicaciones de modo rural y se denominan opciones normativas por defecto en el modelo, las cuales se listan a continuación:

- elevación final de la pluma en los lugares receptores;
- lavado descendente del cubo de la chimenea;
- dispersión inducida por flotación;
- coeficientes de perfil de velocidad del viento por defecto para el modo rural;
- gradientes de temperatura potencial vertical por defecto; y
- procesamiento del viento en calma.

La USEPA ha actualizado recientemente el tratamiento de condiciones de velocidad del viento en AERMOD. Se entiende bien que AERMOD, que es un modelo de pluma Gaussiana en estado estacionario y utiliza los datos de viento promedio sobre 1 hora período de las concentraciones previstas cuando las velocidades del viento cerca del suelo son comparables a la desviación estándar de las fluctuaciones de velocidad horizontal (Rendimiento de los modelos de dispersión en estado estacionario en condiciones de baja velocidad del viento, Qian y Venkatram, diciembre de 2010), que es el caso de las fuentes cercanas a la tierra a velocidades de viento bajas. Para abordar esta cuestión, la USEPA ha incorporado recientemente dos nuevas opciones beta (no predeterminados) - la opción LOWWIND1 aumenta el valor mínimo de sigma-v, que es el componente de la velocidad turbulenta horizontal de 0,2 m/s a 0,5 m/s y desactiva la componente de meandro horizontal y la opción LOWWIND2, la cual aumenta el valor mínimo de sigma-v de 0,2 a 0,3 m / s, e incorpora el componente de meandro.

La opción LOWWIND2 permite el ajuste del parámetro sigma-v de 0,01 a 1,0 m/s y la velocidad del viento mínima entre 0,01 a 1,0 m/s. El factor de meandro horizontal se puede ajustar de 0,5 a 1,0. Varios estudios han sido publicados recientemente para evaluar las opciones, donde se llegó a la conclusión de que el valor mínimo sigma-V de 0,4 m/s mejora sustancialmente el rendimiento del modelo.

La opción LOWWIND 2 se utilizó para predecir los impactos de la operación minera Cerro Quema. Se utilizó el mínimo sigma-v de 0,4 m/s y un factor de meandro de 0,95.

4.2 *Topografía*

La elevación del terreno de la zona minera es compleja y varía entre aproximadamente 300 m a 500 m. Se utilizó el pre-procesador AERMAP para procesar los archivos digitales de elevación de 90 m obtenidos de Lakes Environmental, del cual se extrajo la escala de elevación de las montañas, así como la altura de los receptores y fuentes.

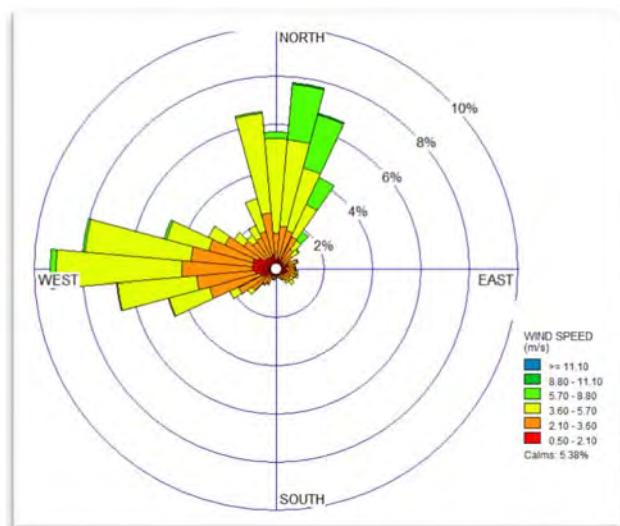
4.3 *Procesamiento de Data Meteorológica*

El pre-procesador meteorológico AERMET se utilizó para preparar los datos horarios de superficie y el perfil de la superficie, los cuales fueron pre-procesados desde la data meteorológica de altura comprados

de Lakes Environmental. Lakes preparó los datos de superficie y altitud por hora para el período del 1 de enero al 31 de diciembre 2014, en base a los 12 km resolución de los archivos del modelo de mesoscala MM5. AERMET también requirió características de uso del suelo, tales como albedo, la relación de Bowen, y la rugosidad de la superficie de la zona que rodea a los datos meteorológicos de superficie. Las características de uso de suelo por defecto para los bosques de coníferas varían según la estacionalidad, el cual se utilizó en el análisis como uso de suelo tipo en base a la biblioteca incorporada en el AERMET. Se consideró que la época seca es de mayo a noviembre y la época húmeda de diciembre a abril.

En la Figura 1 se presenta la rosa de vientos anual a nivel de la superficie extraída de los datos meteorológicos del MM5.

Figura 1: Rosa de Vientos del Área de Estudio – MM5



4.4 Receptores

Los receptores de cuadrícula cartesiana uniformes fueron colocados en el área de estudio de la mina Cerro Quema, con una separación de 250 m cubriendo todo el dominio del para generar curvas de nivel de concentración. Además, Golder consideró los receptores más cercanos (comunidades) a la mina (4,5 km y 5 km).

En la Tabla 3 se muestran los receptores más cercanos a las futuras instalaciones mineras de Cerro Quema.

Tabla 3: Ubicación de los Receptores

Receptor	Ubicacion		
	Este (m)	Norte (m)	Elevacion (msnm)
R1-La Llana	546,862.8	831,574.8	83.7
R2-Boca de Quema	548,675.4	831,233.9	119
R3-Rio Quema	548,326.2	830,452.4	105

4.5 Estándares de Calidad del Aire

Desde que Panamá no cuenta con estándares de calidad del aire, Golder comparo los impactos resultantes con los estándares nacionales de calidad ambiental de los Estados Unidos de Norteamérica (NAAQS, por sus siglas en inglés) de la USEPA. Estos estándares pueden ser primarios o secundarios. Los estándares primarios proporcionan protección de la salud pública, incluyendo la protección de la salud de las poblaciones "sensibles" como los asmáticos, los niños y los ancianos. Las normas secundarias proporcionan la protección del bienestar público, incluida la protección contra la disminución de la visibilidad y el daño a los animales, cultivos, vegetación y edificios. En el Tabla 4 se presenta los estándares para los parámetros de material particulado, cuyas unidades se encuentran en microgramos por metro cúbico.

Tabla 2: Estándares de Calidad del Aire

Parámetro	Periodo	USEPA (ug/m ³)	Guías de la OMS (ug/m ³)
PM-10	24 horas	150 ^a	50 ^e
	Anual	NA ^b	20
PM-2,5	24 horas	35 ^c	25 ^e
	Anual	12 ^d	10

^a No deberá ser excedido más de una vez por año en un promedio de 3 años

^b USEPA revocó el estándar de promedio anual de PM-10 desde el 2006

^c Percentil 98 para un promedio de 3 años

^d Media anual para un promedio de 3 años

^e Basado en el percentil 99

5.0 Resultados de Modelamiento e Impactos –

5.1 Material Particulado

5.1.1 Etapa de Operación

Los resultados del modelamiento de PM-10 y PM-2.5 asociados a la etapa de operación del año 4 se presentan en la Tabla 1 del Apéndice E. Se añadieron a los resultados de 24 horas y anuales de PM-10 y PM-2.5 la línea base monitoreada en los receptores para la obtención del impacto total. Estos impactos totales para cada parámetro fueron comparados con los estándares de calidad del aire de la USEPA y las guías de la OMS. Como se muestra en la Tabla 1 del Apéndice E, los impactos totales están muy por debajo de las normas respectivas para cada periodo.

Las concentraciones de fondo se obtuvieron de las campañas de monitoreo de calidad del aire de PM-10 realizado en cinco receptores cerca de Cerro Quema, en mayo de 2014. Dado que el monitoreo solo se llevó a cabo durante las 24 horas, la concentración máxima monitoreada se utilizó como 24 horas y la concentración mínima como concentración anual de fondo. De igual manera, se estimaron las concentraciones de fondo para PM-2.5, las cuales fueron basadas en un 15% de las concentraciones de fondo de PM-10.

En las Figuras 1, 2, 3 y 4 del Apéndice G se muestran las isopletas del modelamiento asociadas a la etapa de operación del proyecto para los parámetros de PM-10 y PM-2.5 para 24 horas y anual.

5.1.2 Etapa de Post-Cierre

Los resultados del modelamiento de PM-10 y PM-2.5 asociados a la etapa de post-cierre se presentan en la Tabla 1 del Apéndice F. Se añadieron a los resultados de 24 horas y anuales de PM-10 y PM-2.5 la línea base monitoreada en los receptores para la obtención del impacto total. Estos impactos totales para cada parámetro fueron comparados con los estándares de calidad del aire de la USEPA y las guías de la OMS. Se observa en la Tabla 1 del Apéndice F que los impactos totales están muy por debajo de las normas respectivas. Las concentraciones de fondo no modelo se obtuvieron de la campaña de monitoreo de calidad del aire de PM-10, tal como se realizó en la etapa de operación.

En las Figuras 5, 6, 7 y 8 del Apéndice G se muestran las isopletas del modelamiento asociadas a la etapa de post-cierre del proyecto para los parámetros de PM-10 y PM-2.5 para 24 horas y anual.

5.2 HCN y Hg

Los máximos impactos de HCN y Hg en los receptores sensibles se presentan en la Tabla 2 del Apéndice E y F. Se estima que las tasas de emisión de HCN y de Hg durante la operación de la mina y el post-cierre serán las mismas para ambos escenarios teniendo en cuenta una posición conservadora. Como se ha descrito en la Sección 3.12, este supuesto se basa en que la pila de lixiviación seguirá operando después

que hayan finalizado las operaciones mineras por un tiempo aproximado de 6 meses durante la etapa de post-cierre.

Desde que Panamá ni la OMS han desarrollado valores guía o estándares para estos parámetros, se ha adoptado las políticas de contaminantes peligrosos industriales del Departamento de Calidad Ambiental de Arizona (ADEQ, por sus siglas en inglés). Esta agencia sugiere que las concentraciones horarias máximas modeladas deberían ser comparadas con los valores de concentraciones agudas en el aire (AAAC, por sus siglas en inglés), mientras que las concentraciones anuales modeladas deben ser comparadas con las concentraciones ambientales crónicas en el aire (CAAC). Golder utilizó estos umbrales máximos para evaluar los impactos de las emisiones de HCN y Hg desde el proyecto Cerro Quema. Las concentraciones de HCN y Hg se encuentran por debajo de estos estándares.

En las Figura 9 y 10 del Apéndice G se muestran las isopletas del modelamiento de HCN y Hg, respectivamente.

5.3 Estudio de Deposición

El modelo AERMOD se utilizó para predecir el flujo de deposición anual total (en g/m²), que incluye tanto el flujo de deposición seca y húmeda para PM-10. Los resultados de deposición de PM-10 fueron utilizados para estimar la deposición de elementos traza metálicos, que pueden estar contenidos en el polvo fugitivo y así poder evaluar los impactos potenciales para el suelo y la vegetación. Las muestras de suelo obtenidas a diferentes profundidades de los futuros tajos abiertos de la Pava y La Quema se analizaron para obtener metales traza y la mayor concentración de las muestras recogidas cerca de la superficie (entre las profundidades de 1 y 10 m) se utilizaron en el análisis. Se asumió que el polvo fugitivo de PM-10 contenía la misma concentración de los elementos traza, que se aplicó a los resultados de deposición de PM-10 para estimar la deposición de metales. Las guías de calidad para la protección de la salud humana y del medio ambiente del suelo canadiense (CCME, por sus siglas en inglés) proporciona umbrales para la agricultura como tipo de uso desuelo, el cual se utilizó para evaluar los resultados máximos de deposición pronosticados en las ubicaciones de los receptores sensibles. Asimismo, se asumió de forma conservadora que todos los elementos metálicos son absorbidos en 1 cm superiores del suelo. Los resultados de la deposición con respecto al polvo fugitivo de PM-10 se presentan en la Tabla 3 y en la Tabla 4 del Apéndice E y F se muestra los máximos impactos de deposición para los elementos metálicos, los cuales son inferiores a los valores guía de la CCME.

En las Figura 11 del Apéndice G se muestran las isopletas del modelamiento de deposición de PM-10.

APÉNDICE A

TABLA 1
RESUMEN DE EMISIONES DE PM10 Y PM2,5
ESCENARIO DE OPERACION- AÑO 4
PROYECTO MINERO CERRO QUEMA

Puntos de Emision		Emisiones de PM ₁₀		Emisiones de PM _{2,5}	
ID	Descripcion	24-Horas (kg/h)	Anual (tonnes/yr)	24-Horas (kg/h)	Anual (tonnes/yr)
Vias Afirmadas					
UP1A	Seccion de Ruta desde el tajo La Pava hasta el botadero de desmonte	94.154	167.155	14.437	25.630
UP1B	Seccion de Ruta en el Tajo La Pava	22.418	39.799	3.437	6.102
UP2A	Seccion de Ruta desde el tajo La Pava a la chancadora	86.563	153.678	13.273	23.564
UP2B	Seccion de Ruta en el Tajo La Pava	33.293	59.107	5.105	9.063
UP3	Mineral y otros materiales desde mina (Ruta de Transporte)	3.322	5.898	0.509	0.904
MSC1	Tajo Abierto La Pava	4.897	8.694	0.751	1.333
MSC2	Tajo Abierto La Quema	3.075	5.460	0.472	0.837
MSC3	Botadero de Desmonte	1.128	2.003	0.173	0.307
MSC4	Pilas de Lixiviacion	1.128	2.003	0.173	0.307
MSC5	Plataforma de Procesamiento	0.415	0.737	0.064	0.113
		250.393	444.533	38.394	68.162
Emisiones de los Tubos de Escape del Tráfico de Camiones de Acarreo en Rutas Afirmadas					
UP1A	Seccion de Ruta desde el tajo La Pava hasta el botadero de desmonte	0.067	0.480	0.067	0.480
UP1B	Seccion de Ruta en el Tajo La Pava	0.016	0.114	0.016	0.114
UP2A	Seccion de Ruta desde el tajo La Pava a la chancadora	0.061	0.441	0.061	0.441
UP2B	Seccion de Ruta en el Tajo La Pava	0.024	0.170	0.024	0.170
UP3	Mineral y otros materiales desde mina (Ruta de Transporte)	0.001	0.004	0.001	0.004
		0.168	1.208	0.168	1.208
Emisiones del Tubo de Escape de Motores fuera de Ruta					
MSC1	Tajo Abierto La Pava	1.088	7.831	1.088	7.831
MSC2	Tajo Abierto La Quema	2.147	15.461	2.147	15.461
MSC3	Botadero de Desmonte	0.167	1.206	0.167	1.206
MSC4	Pilas de Lixiviacion	0.165	1.186	0.165	1.186
MSC5	Plataforma de Procesamiento	0.081	0.585	0.081	0.585
		3.648	26.269	3.648	26.269
Manejo de Material					
TF1	Manejo de Material en el tajo de La Pava	0.729	1.516	0.109	0.227
TF2	Manejo de Material en el tajo de La Quema	0.443	0.921	0.066	0.138
TF3	Manejo de Material en el Botadero de Desmonte	0.545	1.133	0.082	0.170
TF4	Stockpile de Emergencia	0.007	0.014	0.001	0.002
TF5	Transferencia de Material desde el tajo La Quema al Botadero de Desmonte	0.443	0.921	0.066	0.138
TF6	Transferencia de Material desde el tajo La Quema al Botadero de Desmonte	0.443	0.921	0.066	0.138
TF7	Transferencia de Material desde el tajo La Quema al Botadero de Desmonte	0.443	0.921	0.066	0.138
TF8	Manejo de Material en el Stockpile de Desmonte	0.253	0.525	0.038	0.079
TF9	Manejo de Material en el Stockpile de Ore	0.190	0.396	0.029	0.059
TF10	Manejo de Material 1 en la Chancadora Primaria	0.515	1.304	0.077	0.196
TF11	Manejo de Material 2 en la Chancadora Primaria	0.247	0.626	0.037	0.094
TF12	Manejo de Material en la Chancadora Secundaria	0.247	0.626	0.037	0.094
TF13	Transferencia de Material desde la caida de la Faja a la Pila de Lixiviacion	0.306	0.775	0.046	0.116
TF14	Desde el Stacker de Ore al Stockpile en la plataforma de lixiviacion	0.235	0.596	0.035	0.089
TF15	Manejo de Material en la Pila de Lixiviacion	1.177	2.978	0.177	0.447
		6.224	14.172	0.934	2.126
Procesamiento de Material					
MP1	Chancadora Primaria	1.729	15.147	0.259	2.272
MP2	Chancadora Secundaria	1.729	15.147	0.259	2.272
		3.458	30.295	0.519	4.544
Actividades de Bulldozing					
BD 1	Tajo Abierto La Pava	9.438	67.957	1.416	10.193
BD 2	Tajo Abierto La Quema	9.438	67.957	1.416	10.193
BD 3	Botadero de Desmonte	9.438	67.957	1.416	10.193
BD 4	Pila de Emergencia	6.043	43.512	0.906	6.527
BD 5	Stockpile de Ore	9.438	67.957	1.416	10.193
BD 6	Stockpile de Desmonte	9.438	67.957	1.416	10.193
BD 7	Stockpile de Ore en la Plataforma de Lixiviacion	4.312	31.044	0.647	4.657
BD 8	Plataforma de Lixiviacion	4.312	31.044	0.647	4.657
		61.859	445.383	9.279	66.807
Actividades de Nivelacion					
GD1	Tajo Abierto La Pava	0.420	3.024	0.029	0.212
GD2	Tajo Abierto La Quema	0.420	3.024	0.029	0.212
GD3	Botadero de Desmonte	0.420	3.024	0.029	0.212
GD4	Plataforma de Lixiviacion	0.420	3.024	0.029	0.212
		1.680	12.096	0.118	0.848
Voladuras					
B1	Voladura en el Tajo La Pava	5.469	1.969	0.316	0.114
B2	Voladura en el Tajo La Quema	2.591	0.933	0.149	0.054
		8.061	2.902	0.465	0.167
Perforacion					
DR1	Perforacion en el tajo La Pava	1.860	13.392	0.186	1.339
DR2	Perforacion en el tajo La Quema	1.860	13.392	0.186	1.339
		3.720	26.784	0.372	2.678
Erosion Eolica					
WE1	Botadero de Desmonte	0.354	0.183	0.053	0.027
WE2	Pila de Emergencia	0.785	0.406	0.118	0.061
WE3	Stockpile de Ore	0.240	0.124	0.036	0.019
WE4	Stockpile de Desmonte	0.316	0.164	0.047	0.025
WE5	Stockpile de Ore en la Plataforma de Lixiviacion	0.825	0.427	0.124	0.064
		2.521	1.303	0.378	0.196
Colectores de Polvo y Fuentes de Combustion					
DC1	Baghouse (Horno Campana)	0.428	3.750	0.428	3.750
F1	Horno de Fundicion	0.009	0.075	0.009	0.075
F2	Regeneracion de Carbon	0.006	0.051	0.006	0.051
F3	Retortas de Mercurio	0.048	0.420	0.048	0.420
F4	Celdas de Electrowinning	0.020	0.175	0.020	0.175
F5	Calentador de Agua	0.334	2.925	0.334	2.925
F6	Generador a Diesel No 1	0.724	6.342	0.724	6.342
F7	Generador a Diesel No 2	0.724	6.342	0.724	6.342
		2.292	20.079	2.292	20.079
TOTAL		344.023	1,025.024	56.566	193.085

TABLE 2
RESUMEN DE EMISIONES DE PM10 Y PM2,5
ESCENARIO POST-CIERRE
PROYECTO CERRO QUEMA

Puntos de Emision		Emisiones de PM ₁₀		Emisiones de PM _{2,5}	
ID	Descripcion	24-Horas (kg/h)	Anual (tonnes/yr)	24-Horas (kg/h)	Anual (tonnes/yr)
Vias Afirmadas					
UP1A	Desde la pila de Topsoil 1 hacia WRD	5.46	12.26	0.84	1.88
UP2A	Desde la pila de Topsoil 2 hacia WRD	5.46	12.26	0.84	1.88
UP3A	Desde la pila de Topsoil 3 hacia HLF	5.27	11.83	0.81	1.81
UP4A	Desde la pila de Topsoil 4 hacia HLF	7.53	16.90	1.15	2.59
UP5A	Desde la pila de Topsoil 5 hacia HLF	12.05	27.04	1.85	4.15
MSC1	Trafico de Vehiculos Miscelaneos en WRD	1.69	7.60	0.26	1.17
MSC2	Trafico de Vehiculos Miscelaneos en HLF	1.69	7.60	0.26	1.17
		39.17	95.49	6.01	14.64
Emisiones de los Tubos de Escape del Tráfico de Camiones de Acarreo en Rutas Afirmadas					
UP1A	Desde la pila de Topsoil 1 hacia WRD	0.003	0.011	0.003	0.011
UP2A	Desde la pila de Topsoil 2 hacia WRD	0.003	0.011	0.003	0.011
UP3A	Desde la pila de Topsoil 3 hacia HLF	0.003	0.010	0.003	0.010
UP4A	Desde la pila de Topsoil 4 hacia HLF	0.004	0.015	0.004	0.015
UP5A	Desde la pila de Topsoil 5 hacia HLF	0.007	0.024	0.007	0.024
		0.019	0.070	0.019	0.070
Emisiones del Tubo de Escape de Motores fuera de Ruta					
MSC1	Trafico de Vehiculos Miscelaneos en WRD	0.335	1.206	0.335	1.206
MSC2	Trafico de Vehiculos Miscelaneos en HLF	0.329	1.186	0.329	1.186
		0.664	2.391	0.664	2.391
Manejo de Material					
TF1	Material Handling at Topsoil Pile 1	0.058	0.060	0.009	0.009
TF2	Material Handling at Topsoil Pile 2	0.058	0.060	0.009	0.009
TF3	Material Handling at Topsoil Pile 3	0.096	0.100	0.014	0.015
TF4	Material Handling at Topsoil Pile 4	0.096	0.100	0.014	0.015
TF5	Material Handling at Topsoil Pile 5	0.096	0.100	0.014	0.015
TF6	Material Handling at WRD	0.115	0.120	0.017	0.018
TF7	Material Handling at HLF	0.289	0.301	0.043	0.045
		0.809	0.841	0.121	0.126
Actividades de Bulldozing					
BD 1	Bulldozing at WRD	9.438	33.978	1.416	5.097
BD 2	Bulldozing at HLF	4.312	15.522	0.647	2.328
		13.750	49.500	2.063	7.425
Actividades de Nivelacion					
GD1	Grading at WRD	1.680	6.048	0.118	0.424
GD2	Grading at HLF	1.680	6.048	0.118	0.424
		3.360	12.096	0.236	0.848
Erosion Eolica					
WE1	Topsoil Pile 1	1.108	1.429	0.166	0.214
WE2	Topsoil Pile 2	1.108	1.429	0.166	0.214
WE3	Topsoil Pile 3	1.970	2.540	0.296	0.381
WE4	Topsoil Pile 4	1.970	2.540	0.296	0.381
WE5	Topsoil Pile 5	1.970	2.540	0.296	0.381
WE4	WRD	1.970	2.540	0.296	0.381
WE5	HLF	7.881	10.160	1.182	1.524
		17.980	23.178	2.697	3.477
TOTAL		75.8	183.6	11.8	29.0

APÉNDICE B

TABLA 1 (Pagina 1 de 2)
MOVIMIENTO DE MATERIAL MINERO POR AÑO
PROYECTO MINERO CERRO QUEMA

Año de Operación	Movimiento de Material (t/yr) ^a						
	Tajo Abierto La Pava		Tajo Abierto La Quema		Mineral Total de los Tajos Abiertos	Desmonte Total de los Tajos Abiertos	Material Total de los Tajos Abiertos
	①→③	①→④	②→③	②→④			
	Desmonte desde el tajo La Pava hacia botadero de desmonte	Mineral desde el tajo La Pava hacia la chancadora	Desmonte desde el tajo La Quema hacia botadero de desmonte	Mineral desde el tajo La Quema hacia la chancadora			
1	966.44	1,699.59	1,284.63	2,103.02	3,802.61	2,251.07	6,053.68
2	2,721.80	3,817.99	---	---	3,817.99	2,721.80	6,539.79
3	3,114.91	3,847.10	---	---	3,847.10	3,114.91	6,962.01
4	1,764.07	2,636.68	1,525.38	1,149.15	3,785.83	3,289.45	7,075.28
5	310.71	1,287.38	1,196.23	2,235.07	3,522.45	1,506.94	5,029.39
Total	8,877.93	13,288.74	4,006.24	5,487.25	18,775.98	12,884.17	31,660.15
Máximo	3,114.91	3,847.10	1,525.38	2,235.07	3,847.10	3,289.45	7,075.28

^a Basado en el Plan de Minado del Proyecto Cerro Quema (Pershimco, 2015).

TABLA 1 (Pagina 2 de 2)
Material volado y Parametros
PROYECTO MINERO CERRO QUEMA

Año de Operación	Material volado y Parametros ^a					
	Tajo Abierto La Pava			Tajo Abierto La Quema		
	Volumen Total (m ³) ^b	Area Anual (m ²) ^c	Area Diaria (m ²)	Volumen Total (m ³) ^b	Area Anual (m ²) ^c	Area Diaria (m ²)
1	1,666,265.89	287,287.22	798.02	2,117,284.38	365,049.03	1,014.03
2	4,087,368.59	704,718.72	1,957.55	---	---	---
3	4,351,253.71	750,216.16	2,083.93	---	---	---
4	2,750,471.68	474,219.25	1,317.28	1,671,579.38	288,203.34	800.56
5	998,805.14	172,207.78	478.35	2,144,563.75	369,752.37	1,027.09
Total	13,854,165.00	2,388,649.14	6,635.14	5,933,427.50	1,023,004.74	2,841.68
Máximo	4,351,253.71	750,216.16	2,083.93	2,144,563.75	369,752.37	1,027.09

^a Basado en el Plan de Minado del Proyecto Cerro Quema (Pershimco, 2015).

^b Los calculos se realizaron dividiendo el material total extraido con la densidad de la roca que es 1,6 t/m3.

^c Los calculos se realizaron dividiendo el total del volumen con la altura de la profundidad del taladro que es de 5,8 m.

TABLA 2
RESULTADOS DE ESTUDIOS GRANULOMETRICOS
PROYECTO MINERO CERRO QUEMA

Ubicacion	Contenido de Limo (%)	Contenido de Humedad (%)
La Quema Pit - sample 1	52.00	---
La Quema Pit - sample 2	44.00	---
Process Platform	20.00	---
La Pava Pit	30.00	---
Heap Leach Pad	22.00	---
Promedio ^a	33.60	---
Rom Moisture	---	4.00
Waste Moisture	---	4.00
Rom moisture after crushing	---	5.50
Reclaimed Ore	---	5.80
Stacked Ore	---	7.00

Note:

^a Basado en los resultados granulometricos presentados en el Estudio de Suelos del EIA del Proyecto Cerro Quema (Ene

^b Basado en los criterios de Diseño del Proceso del Proyecto Cerro Quema (KCA, 2015)

TABLA 3
INFORMACIÓN DE VEHÍCULOS FUERA DE RUTA Y CAMIONES DE ACARREO UTILIZADA EN LA ESTIMACIÓN DE EMISIÓNES
ESCUENARIO DE OPERACION- AÑO 4
PROYECTO MINERO CERRO QUEMA

Vehículo Uso	Tipo de Vehículo ^a	Modelo	Peso del Vehículo (VW)					Información usada para Factor de Emisión				
			Sin Carga (tonnes)	Capacidad (tonnes)	Cargado (tonnes)	Promedio (tonnes)	Promedio (tons)	Número de Vehículos	Peso Promedio (tonnes)	Peso Promedio (tons)	Capacidad (tonnes)	
Camiones de Acarreo ^a												
Mineral and Waste Transport												
Waste and Mineral Transportation	Truck	CAT 773	48.0	55.0	103.0	75.5	83.2	6				
Waste and Mineral Transportation	Truck	ADT	28.0	40.0	68.0	48.0	52.9	4				
			Total de Vehículos de Transporte (Mineral y Desmonte) =					10	64.5	71.1	49.0	
Transportation outside of the mine	Truck	comercial (HD270)	33.0	20.0	57.0	45.0	49.6					
NON-ROAD VEHICLES^a												
Tajo La Pava Open												
Vehiculos Miscelaneos	Drill 100mm crawler	IR DMM2	104.0	0.0	104.0	104.0	114.7	1				
	Hydraulic shovel_6.5 cum	Komatsu pc5500-6	549.0	49.5	598.5	573.8	632.6	1				
	Wheelerdozer	CAT D8T	38.5	0.0	38.5	38.5	42.4	1				
	Grader	Cat 14H	25.0	0.0	25.0	25.0	27.6	1				
	Lube Truck	CAT 740	34.4	39.0	73.4	53.9	59.4	1				
	Wheel Loader 7 cum	CAT 994	177.0	43.2	220.2	198.6	219.0	1				
	Water Truck(40t 9000 gallon)	MB Actross 4144	11.5	36.0	47.5	29.5	32.5	1				
	Wheel Loader 4 cum	CAT 966	23.0	15.0	38.0	30.5	33.6	1				
								8	131.7	145.2		
Tajo La Quema												
Vehiculos Miscelaneos	Drill 100mm crawler	IR DMM2	104.0	0.0	104.0	104.0	114.7	1				
	Wheelerdozer	CAT D8T	38.5	0.0	38.5	38.5	42.4	1				
	Wheel Loader 4 cum	CAT 992	92.0	28.8	120.8	106.4	117.3	1				
	Excavator 2cum	CAT 336	53.9	60.0	113.9	83.9	92.5	1				
	Fuel Truck	CAT 740	34.4	39.0	73.4	53.9	59.4	1				
	Grader	Cat 14H	25.0	0.0	25.0	25.0	27.6	1				
	Water Truck(40t 9000 gallon)	MB Actross 4144	11.5	36.0	47.5	29.5	32.5	1				
								7	63.0	69.5		
Deposito de Desmonte												
Vehiculos Miscelaneos	Back Hoe	CAT 385CL	84.1	13.5	97.6	90.8	100.1	1				
	Dozer	CAT D6	18.0	0.0	18.0	18.0	19.8	1				
	Grader	Cat 14H	25.0	0.0	25.0	25.0	27.6	1				
								3	44.6	49.2		
Pila de Lixiviacion												
Vehiculos Miscelaneos	Back Hoe	CAT 385CL	84.1	13.5	97.6	90.8	100.1	1				
	Dozer	CAT D6	18.0	0.0	18.0	18.0	19.8	1				
	Grader	Cat 14H	25.0	0.0	25.0	25.0	27.6	1				
								3	44.6	49.2		
Plataforma de Procesamiento												
Vehiculos Miscelaneos	Front end loader	CAT 988	50.0	11.0	61.0	55.5	61.2	1				
								1	55.5	61.2		

TABLA 4
BASES PARA ESTIMAR EL NÚMERO Y EL PESO PROMEDIO DE CAMIONES EN RUTAS AFIRMADAS
ESCENARIO DE OPERACION- AÑO 4
PROYECTO MINERO CERRO QUEMA

Parámetros	Unidades	Ruta 1		Ruta 2		Ruta 3		Miscelaneos		Miscelaneos		Miscelaneos		Miscelaneos	
		①→③		①→④				Misc No. 1		Misc No. 2		Misc No. 3		Misc No. 4	
		Desmonte desde el tajo La Pava hacia botadero de desmonte	Mineral desde el tajo La Pava hacia la chancadora	Mineral y otros materiales desde mina (Ruta de Transporte)		Tajo Abierto La Pava	Tajo Abierto La Quema	Botadero de Desmonte	Pilas de Lixiviacion	Plataforma de Procesamiento					
Datos del Vehículo															
Tipo de Vehiculos															
Capacidad del Camion	Promedio	tonnes	Camiones Mineros	49.0	Camiones Mineros	49.0	Camiones Mineros	20.0	Miscelaneos	Miscelaneos	Miscelaneos	Miscelaneos	Miscelaneos	Miscelaneos	Miscelaneos
Peso del vehículo (W)	Promedio	tonnes		64.5		64.5		NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
	Promedio	tons		71.1		71.1		131.7	63.0	44.6	44.6	49.2	49.2	55.5	61.2
Bases para el Número de Vehículos															
Tiempo de Operación	Diario	h/día		20		20		20		20		20		20	
	Anual	días/año		360		360		360		360		360		360	
Movimiento de Material															
Material			Desmonte		Mineral, reagents and personal										
	Horario	t/hr		245.0		366.2		NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
	Diario	tonnes		4,900.2		7,324.1		NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
	Anual	tonnes		1,764,074.8		2,636,679.9		NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
Número de Vehículos															
(Movimiento por hora/capacidad)	Por hora	Número/h		6.0		8.0		2.0 ^a	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
	Diario	Número/día		101.0		150.0		2.0 ^a	8	7	3	3	1		
	Anual	Número/año		36,360.0		54,000.0		720.0	2,880	2,520	1,080	1,080	360		
Distancia recorrida/vehículo/ruta															
Por viaje (km)				4.2		2.6		8.8	2.0 ^b	2.0 ^b	2.0 ^b	2.0 ^b	2.0 ^b	2.0 ^b	2.0 ^b
VKT (no. vehículos x km recorridos por viaje)	Diario			424.2		390.0		17.6	16	14	6	6	2		
	Anual			152,712.0		140,400.0		6,336.0	5,760	5,040	2,160	2,160	720		

^a Basado en el trafico regular de la mina. Los materiales a transportarse son combustible, ore, cianuro, etc.

^b Se asume distancia aproximada de viajes por diversos vehículos por dia

TABLA 5 (PAGINA 1 DE 2)
 FACTORES DE EMISIÓN Y EMISIONES DE PTS Y PM10 DE LOS CAMIONES EN RUTAS AFIRMADAS
 ESCENARIO DE OPERACION- AÑO 4
 PROYECTO MINERO CERRO QUEMA

Parámetros	Ruta 1			Ruta 2			Ruta 3
	Desmonte desde el tajo La Pava hacia botadero de desmonte			Mineral desde el tajo La Pava hacia la chancadora			Mineral y otros materiales desde mina (Ruta de Transporte)
	Sección de Ruta desde el tajo La Pava hasta el botadero de	Sección de Ruta en el Tajo La Pava	Ruta Entera	Sección de Ruta desde el tajo La Pava a la chancadora	Sección de Ruta en el Tajo La Pava	Ruta Entera	Ruta Entera
Rutas Afirmadas ID	UP1A	UP1B	UP1A + UP1B	UP2A	UP2B	UP2A + UP2B	UP3
Información del Vehículo							
Peso del vehículo (W, t)	Promedio (t) Promedio (tons)	64.5 71.1	64.5 71.1	64.5 71.1	64.5 71.1	64.5 71.1	45.0 49.6
Horas de operación (para fines de modelamiento)		20	20	20	20	20	20
<i>Bases para las millas recorridas por los vehículos</i>							
Número de vehículos	Por hora Diario Anual	6 101 36360	6 101 36360	8 150 54000	8 150 54000	2.0 2.0 720.0	
Distancia recorrida/vehículo/ruta	Por viaje (km)	4.2	1.0	5.2	2.6	1.0	3.6
Factor de escala - PTS	Diario Anual	424.2 152712.0	101.0 36360.0	390.0 140400.0	150.0 54000.0	18 6,336	
Características Generales del Sitio							
Días con precipitación mayor o igual a 0.254 mm (p)	Diario Anual	0 275	0 275	0 275	0 275	0 275	0 275
Contenido de limo (s), % ^a		33.6	33.6	33.6	33.6	33.6	33.6
	k (PM10) k (PM2.5)	1.5 0.2	1.5 0.2	1.5 0.2	1.5 0.2	1.5 0.2	1.5 0.2
Coeficiente para PM10	a b	0.9 0.45	0.9 0.45	0.9 0.45	0.9 0.45	0.9 0.45	0.9 0.45
Coeficiente para PM2.5	a b	0.9 0.45	0.9 0.45	0.9 0.45	0.9 0.45	0.9 0.45	0.9 0.45
Datos del Control de Emisiones							
Método de control de emisión	None	None	None	None	None	None	None
Eficiencia de remoción del control de emisión, %	0	0	0	0	0	0	0
Factor de Emisión (EF)^b							
Ecuación del EF sin control (UEF)	UEF(g/VKT) = k (lb/VM) x (s/12) ^a x (W/3) ^b x [(365 - p)/365] x 281.9						
Ecuación del EF controlado (CEF)	CEF(g/VKT) = UEF (lb/VM) x (100 - Eficiencia de remoción (%)						
Factor de Emisión (EF) de PM10							
EF Sin control, g/VKT	Corto plazo Anual	4,439.1 1,094.6	4439.1 1094.6	4,439.1 1,094.6	4,439.1 1,094.6	3,775.2 930.9	
EF Controlado, g/VKT	Corto Plazo Anual	4,439.1 1,094.6	4439.1 1094.6	4,439.1 1,094.6	4,439.1 1,094.6	3,775.2 930.9	
Factor de Emisión (EF) de PM2.5							
EF Sin control, g/VKT	Corto plazo Anual	680.7 167.8	680.7 167.8	680.7 167.8	680.7 167.8	578.9 142.7	
EF Controlado, g/VKT	Corto Plazo Anual	680.7 167.8	680.7 167.8	680.7 167.8	680.7 167.8	578.9 142.7	
Emisión Estimada (ER)							
PM10 ER kg/h (basado en una tasa diaria)	94.2	22.4	116.6	86.6	33.3	119.9	3.322
t/año	167.2	39.8	207.0	153.7	59.1	212.8	5.898
PM2.5 ER kg/h (basado en una tasa diaria)	14.4	3.4	17.9	13.3	5.1	18.4	0.509
t/año	25.6	6.1	31.7	23.6	9.1	32.6	0.904
Tasa de emisión por unidad de longitud (ERUL) a corto plazo^c							
PM10 ER kg/h/km	44.8	44.8	44.8	66.6	66.6	66.6	0.755
PM2.5 ER kg/h/km	6.9	6.9	6.9	10.2	10.2	10.2	0.116

Fuente: USEPA, 2006 (AP-42, Section 13.2.2 Unpaved Roads).

^a Los datos del contenido del limo fueron extraídos de los resultados granulométricos presentados en el Estudio de Suelos del EIA del Proyecto Cerro Quema (Enero 2015)

^b Para convertir en gramos por kilómetros recorridos por los vehículos (g/VKT), se utiliza el siguiente factor: 1 lb/VM = 281.9 g/VKT (453.6 g/lb x 0.621 millas/km)

^c En base a las emisiones totales (ER, kg/h) dividido por 1/2 ruta total recorrida (ida y vuelta)

TABLA 5 (PAGINA 2 DE 2)
FACTORES DE EMISIÓN Y EMISIONES DE PTS Y PM10 DE LOS CAMIONES EN RUTAS AFIRMADAS
ESCENARIO DE OPERACION- AÑO 4
PROYECTO MINERO CERRO QUEMA

Parámetros	Misceláneos 1	Misceláneos 2	Misceláneos 3	Misceláneos 4	Misceláneos 5
	Tajo Abierto La Pava	Tajo Abierto La Quema	Botadero de Desmonte	Plías de Lixiviación	Plataforma de Procesamiento
	Vehículos Misceláneos	Vehículos Misceláneos	Vehículos Misceláneos	Vehículos Misceláneos	Vehículos Misceláneos
Rutas Afirmadas ID	MSC1	MSC2	MSC3	MSC4	MSC5
Información del Vehículo					
Peso del vehículo (W), t	Promedio (t) Promedio (tons)	131.7 145.2	63.0 69.5	44.6 49.2	44.6 49.2
Horas de operación (para fines de modelamiento)		20	20	20	20
<i>Bases para las millas recorridas por los vehículos</i>					
Número de vehículos	Por hora Diario Anual	NA 8.0 2880.0	NA 7.0 2520.0	NA 3.0 1080.0	NA 3.0 1080.0
Distancia recorrida/vehículo/ruta	Por viaje (km)	2	2	2	2
Factor de escala - PTS					
VKT (no. vehículos x km recorridos por viaje)	Diario Anual	16 5,760	14 5,040	6 2,160	6 2,160
2,160	720				
Características Generales del Sitio					
Días con precipitación mayor o igual a 0,254 mm (p)	Diario Anual	0 275	0 275	0 275	0 275
Contenido de limo (s), % ^a		33.6	33.6	33.6	33.6
	k (PM10) k (PM2.5)	1.5 0.2	1.5 0.2	1.5 0.2	1.5 0.2
Coefficiente para PM10	a b	0.9 0.45	0.9 0.45	0.9 0.45	0.9 0.45
Coefficiente para PM2.5	a b	0.9 0.45	0.9 0.45	0.9 0.45	0.9 0.45
Datos del Control de Emisiones					
Método de control de emisión		None	None	None	None
Eficiencia de remoción del control de emisión, %		0	0	0	0
Factor de Emisión (EF) ^b					
Ecuación del EF sin control (UEF)	UEF(g/VKT) = k (lb/VMT) x (s/12) ^a x (W)/3 ^b x [(365 - p)/365] x 281,9				
Ecuación del EF controlado (CEF)	CEF(g/VKT) = UEF (lb/VMT) x (100 - Eficiencia de remoción (%))				
Factor de Emisión (EF) de PM10					
EF Sin control, g/VKT	Corto plazo Anual	6,121.2 1,509.3	4,393.3 1,083.3	3,760.5 927.2	3,760.5 927.2
EF Controlado, g/VKT	Corto Plazo Anual	6,121.2 1,509.3	4,393.3 1,083.3	3,760.5 927.2	3,760.5 927.2
Factor de Emisión (EF) de PM2.5					
EF Sin control, g/VKT	Corto plazo Anual	938.6 231.4	673.6 166.1	576.6 142.2	576.6 142.2
EF Controlado, g/VKT	Corto Plazo Anual	938.6 231.4	673.6 166.1	576.6 142.2	576.6 142.2
Emisión Estimada (ER)					
PM10 ER kg/h (basado en una tasa diaria)		4.897	3.075	1.128	1.128
	t/año	8.694	5.460	2.003	2.003
PM2.5 ER kg/h (basado en una tasa diaria)		0.751	0.472	0.173	0.173
	t/año	1.333	0.837	0.307	0.307
Tasa de emisión por unidad de longitud (ERUL) a corto plazo ^c					
PM10 ER kg/km		4.897	3.075	1.128	1.128
PM2.5 ER kg/h/km		0.751	0.472	0.173	0.173

Fuente: USEPA, 2006 (AP-42, Section 13.2.2 Unpaved Roads).

^a Los datos del contenido del limo fueron extraídos de los resultados granulométricos presentados en el Estudio de Suelos del EIA del Proyecto Cerro Quema (Enero 2015)

^b Para convertir en gramos por kilómetros recorridos por los vehículos (g/VKT), se utiliza el siguiente factor : 1 lb/VMT = 281,9 g/VKT (453,6 g/lb x 0,621 millas/km)

^c En base a las emisiones totales (ER, kg/h) dividido por 1/2 ruta total recorrida (ida y vuelta)

TABLA 6
ESTIMACIÓN DE EMISIONES DE PM10/PM2.5 DEL TUBO DE ESCAPE DE LOS CAMIONES DE ACARREO
ESCENARIO DE OPERACION- AÑO 4
PROYECTO MINERO CERRO QUEMA

Parameters	Ruta 1		Ruta 2		Ruta 3	
	Desmonte desde el tajo La Pava hacia botadero de desmonte		Mineral desde el tajo La Pava hacia la chancadora		Mineral y otros materiales desde mina (Ruta de Transporte)	
	Sección de Ruta desde el tajo La Pava hasta el botadero de desmonte	Sección de Ruta en el Tajo La Pava	Sección de Ruta desde el tajo La Pava a la chancadora	Sección de Ruta en el Tajo La Pava	Ruta Entera	
Ruta Afirmada ID	UP1A	UP1B	UP2A	UP2B	UP3	
Información General						
Tipo de Vehículo	Camiones mineros	Camiones mineros	Camiones mineros	Camiones mineros	Camiones mineros	Camiones mineros
Modelo de Vehículo ^a	Diario, ida y vuelta	4.20	1.00	2.60	1.00	8.80
Distancia recorrida/vehículo, km	Diario	424.20	101	390	150	18
Kilómetros recorridos por vehículos, VKT	Anual	152,712.00	36,360	140,400	54,000	6,336
Kilómetros recorridos por vehículos, VKT		30	30	30	30	25
Velocidad promedio del vehículo (km/h) ^b		775	775	775	775	150
Potencia del motor (hp)		62	62	62	62	60
Velocidad máxima del vehículo (km/h)		375	375	375	375	63
Potencia operativa del motor (hp)		20	20	20	20	20
Factor de Emisión Estimado para Tubos de Escape - PTS ^b						
PTS/PM ₁₀ EF, g/hp-h		0.251	0.251	0.251	0.251	0.252
Ecuación EF (g/km/camión) = EF del tubo de escape (g/hp-h) x Potencia operativa (hp) x 1/Velocidad del vehículo (km/h)						
PTS/PM ₁₀ EF, g/km/camión	Corto plazo	3.1	3.1	3.1	3.1	0.6
Emisión Estimada (ER)						
Ecuación ER (kg/h) = EF del tubo de escape (g/km/camión) x (kg/1000 g) x VKT/día x (1/24)						
PTS - Corto Plazo, kg/h		0.067	0.016	0.061	0.024	0.001
PTS - Anual, t/año		0.480	0.114	0.441	0.170	0.004
PM10 - Corto Plazo, kg/h		0.067	0.016	0.061	0.024	0.0006
PM10 - Anual, t/año		0.480	0.114	0.441	0.170	0.004
PM2.5 - Corto Plazo, kg/h		0.067	0.016	0.061	0.024	0.0006
PM2.5 - Anual, t/año		0.480	0.114	0.441	0.170	0.004
Tasa de emisión por unidad de longitud (ERUL) a corto plazo ^c						
PTS ER kg/h/km		0.032	0.032	0.047	0.047	0.000
PM10 ER kg/h/km		0.032	0.032	0.047	0.047	0.000

^a Velocidad promedio del vehículo en base a la información del proyecto proporcionada a Golder.

^b Factores de emisión para rutas de acarreo y concentrado en g / hp-h se basan en factores de emisión ajustados estimados en la Tabla 14.

^c Calculado en base a las emisiones totales (ER, kg / h) dividido por 1/2 ruta total recorrida (ida y vuelta)

TABLA 7 (PAGINA 1 DE 2)
ESTIMATION OF PM EMISSION FACTORS AND RATE
ESCUENARIO DE OPERACION- AÑO 4
PROYECTO MINERO CERRO QUEMA

Parametros	Transfer No. 1	Transfer No. 2	Transfer No. 3	Transfer No. 4	Transfer No. 5	Transfer No. 6	Transfer No. 7
	Manejo de Material en el tajo de La Pava	Manejo de Material en el tajo de La Quema	Manejo de Material en el Botadero de Desmonte	Stockpile de Emergencia	Transferencia de Material desde el tajo La Quema al Botadero de Desmonte - Caida de Faja 1	Transferencia de Material desde el tajo La Quema al Botadero de Desmonte - Caida de Faja 2	Transferencia de Material desde el tajo La Quema al Botadero de Desmonte - Caida de Faja 3
Puntos de Transferencia	TF1	TF2	TF3	TF4	TF5	TF6	TF7
	1. Carga de Camiones	1. Carga de Camiones	1. Carga de Camiones	1. Descarga de camiones en characadora primaria	1. Caida de Faja transportadora	1. Caida de Faja transportadora	1. Caida de Faja transportadora
Información Operacional							
Actividad, horas	Diario	20	20	20	20	20	20
Horas de operación (para propósito del modelo)	Diario	20	20	20	20	20	20
días	Anual	360	360	360	360	360	360
Información del Manejo del Material							
Tipo de Material	Mineral y desmonte	Mineral y desmonte	Desmonte	Ore	Desmonte	Desmonte	Desmonte
Movimiento de Material							
t/h	Horario	611.2	371.5	456.9	5.6	371.5	371.5
t/día	Diario	12,224	7,429	9,137	111	7,429	7,429
Mg/día (megagramos/día)	Diario	12,224	7,429	9,137	111	7,429	7,429
kt/año (kilotoneladas/año) ^a	Anual	4,400.8	2,674.5	3,289.5	40.0 ^d	2,674.5 ^d	2,674.5
Mg/año (megagramos/año)	Anual	4,400,755	2,674,527	3,289,451	40,000	2,674,527	2,674,527
Contenido de Humedad (M). % (nominal) ^b	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0
Número de Transferencias	1	1	1	1	1	1	1
Características Generales del Sitio							
Velocidad Media del Viento, m/s ^c	Diario	8.3	8.3	8.3	8.3	8.3	8.3
	Anual	3.19	3.19	3.19	3.19	3.19	3.19
Multiplicador de Tamaño de Partícula	k (MP)	0.74	0.74	0.74	0.74	0.74	0.74
Multiplicador de Tamaño de Partícula	k (PM-10)	0.35	0.35	0.35	0.35	0.35	0.35
Información del Control de Emisiones							
Método de Control de Emisiones	Ninguno	Ninguno	Ninguno	Ninguno	Ninguno	Ninguno	Ninguno
Eficiencia de Remoción en el Control de Emisión, %	0	0	0	0	0	0	0
Ecuaciones del Factor de Emisión (EF)							
Ecusión EF sin control (UEF)	UEF (kg/Mg) = $k \times (0.0016) \times (U / 2.2)^{1.5} \times (M / 2)^{1.4}$						
Ecusión EF con control (CEF)	CEF (kg/Mg) = UEF (lb/ton) x [100% - Eficiencia de Remoción (%)]						
Ecusión sin control (UEF) - con control EF, PM-2,5	PM-2.5 = 0.15 x PM-10						
Factor de Emisión (EF) Calculado para MP							
EF sin control, kg/Mg	Corto Plazo	0.002521	0.002521	0.002521	0.002521	0.002521	0.002521
	Anual	0.000728	0.000728	0.000728	0.000728	0.000728	0.000728
EF con control, kg/Mg	Corto Plazo	0.002521	0.002521	0.002521	0.002521	0.002521	0.002521
	Anual	0.000728	0.000728	0.000728	0.000728	0.000728	0.000728
Factor de Emisión (EF) Calculado para PM-10							
EF sin control, kg/Mg	Corto Plazo	0.001192	0.001192	0.001192	0.001192	0.001192	0.001192
	Anual	0.000344	0.000344	0.000344	0.000344	0.000344	0.000344
EF con control, kg/Mg	Corto Plazo	0.001192	0.001192	0.001192	0.001192	0.001192	0.001192
	Anual	0.000344	0.000344	0.000344	0.000344	0.000344	0.000344
Tasa de Emisión (ER) Estimada							
PM-10 ER kg/h (diariamente)		0.7288	0.4429	0.5447	0.0066	0.4429	0.4429
	Valor	1.5165	0.9210	1.1328	0.0138	0.9210	0.9210
PM-2,5 ER kg/h (diariamente)		0.1093	0.0664	0.0817	0.0010	0.0664	0.0664
	t/año	0.2273	0.1382	0.1699	0.0021	0.1382	0.1382

Fuente: Emission factor: USEPA, 2006; AP-42, Section 13.2.4 for Aggregate Handling and Storage Piles.

^a Basado en el Plan de Minado del Proyecto Cerro Quema (Pershimco, 2015).

^b La data del contenido de humedad esta basado en los criterios de Diseño del Proceso del Proyecto Cerro Quema (KCA, 2015)

^c La velocidad media esta basada en las velocidades límite mineras que seguirá la operación minera. El promedio diario de la velocidad del viento está basado en el percentil 90.

^d Información basada en los criterios de Diseño del Proceso del Proyecto Cerro Quema (KCA, 2015)

TABLA 7 (PAGINA 2 DE 2)
ESTIMATION OF PM EMISSION FACTORS AND RATE
ESCENARIO DE OPERACION: AÑO 4
PROYECTO MINERO CERRO QUEMA

Parametros	Transfer No. 8	Transfer No. 9	Transfer No. 10	Transfer No. 11	Transfer No. 12	Transfer No. 13	Transfer No. 14	Transfer No. 15
	Manejo de Material en el Stockpile de Desmonte	Manejo de Material en el Stockpile de Ore	Manejo de Material en la Chancadora Primaria	Manejo de Material en la Chancadora Primaria	Manejo de Material en la Chancadora Secundaria	Transferencia de Material desde la caida de la Faja a la Pla de Lixivacion	Desde el Stacker deore al Stockpile en la plataforma de lixivacion	Manejo de Mtrial en la Pla de Lixivacion
Puntos de Transferencia	TF8	TF9	TF10	TF11	TF12	TF13	TF14	TF15
	1. Caida de Faja transportadora desde tajo La Quema	1. Caida de Faja transportadora	1. Descarga de camiones desde el tajo La Pava Pit y caida de faja transportadora desde tajo La Quema	1. Trola a alimentador de faja	1. Size to Screen feed conveyor to Secondary sizer feed hopper	1. Transfer conveyor to crushed ore stockpile stacker	1. Radial stacker drop	1. Stockpile to Stockpile reclaim conveyor
					2. Secondary sizer belt feeder to secondary mineral sizer			2. Stockpile Reclaim Conveyor to Agglomeration Drum
					3. Primary Mineral Size to Screen feed conveyor	3. Secondary mineral sizer to final product conveyor		3. Conveyor to Agglomeration Drum to Transfer Conveyor
								4. Trnaser conveyor to Grasshopper conveyors
								5. Grasshopper conveyors to leach pad
Información Operacional								
Actividad, horas t/día	Diario	20	20	24	24	24	24	24
Horas de operación (para propósito del modelo) días	Diario	20	20	24	24	24	24	24
	Anual	360	360	365	365	365	365	365
Información del Manejo del Material								
Tipo de Material	Desmonte	Ore	Ore	Ore Chancado	Ore Chancado	Ore Chancado y concentrado	Ore Chancado y concentrado	Ore Chancado y concentrado
Movimiento de Material t/h								
t/día	Horario	211.9	159.6	432.2	432.2	432.2	432.2	432.2
	Diario	4,237	3,192	10,372	10,372	10,372	10,372	10,372
Mg/día (megagramos/día)	Diario	4,237	3,192	10,372	10,372	10,372	10,372	10,372
kt/año (kilotoneladas/año) ^a	Anual	1,525,4	1,149,2	3,785,8	3,785,8	3,785,8	3,785,8	3,785,8
Mg/año (megagramos/año)	Anual	1,525,376	1,149,151	3,785,831	3,785,831	3,785,831	3,785,831	3,785,831
Contenido de Humedad (M), % (nominal) ^b	4.0	4.0	4.0	5.5	5.5	5.8	7.0	7.0
Número de Transferencias	1	1	1	3	3	1	1	5
Características Generales del Sitio								
Velocidad Media del Viento, m/s ^c								
	Diario	8.3	8.3	8.3	8.3	8.3	8.3	8.3
	Anual	3.19	3.19	3.19	3.19	3.19	3.19	3.19
Multiplicador de Tamaño de Particula k (MP)		0.74	0.74	0.74	0.74	0.74	0.74	0.74
Multiplicador de Tamaño de Particula k (PM-10)		0.35	0.35	0.35	0.35	0.35	0.35	0.35
Información del Control de Emisiones								
Método de Control de Emisiones	Ninguno	Ninguno	Ninguno	Rocio de Agua 75	Rocio de Agua 75	Ninguno 0	Ninguno 0	Ninguno 0
Eficiencia de Remoción en el Control de Emisión, %	0	0	0	75	75	0	0	0
Ecuaciones del Factor de Emisión (EF)								
Ecuación EF sin control (UEF)	UEF (kg/Mg) = k x (0.0016) x (U / 2.2) ^{1/3} / [(M / 2) ^{1/4}]							
Ecuación EF con control (CEF)	CEF (kg/Mg) = UEF (btion) x [100% - Eficiencia de Remoción (%)]							
Ecuación sin control (UEF) - con control EF, PM-2.5	PM-2.5 = 0.15 x PM-10							
Factor de Emisión (EF) Calculado para MP								
EF sin control, kg/Mg	Corto Plazo	0.002521	0.002521	0.001614	0.001614	0.001498	0.001152	0.001152
	Anual	0.000728	0.000728	0.000466	0.000466	0.000433	0.000333	0.000333
EF con control, kg/Mg	Corto Plazo	0.002521	0.002521	0.000404	0.000404	0.001498	0.001152	0.001152
	Anual	0.000728	0.000728	0.000117	0.000117	0.000433	0.000333	0.000333
Factor de Emisión (EF) Calculado para PM-10								
EF sin control, kg/Mg	Corto Plazo	0.001192	0.001192	0.000763	0.000763	0.000709	0.000545	0.000545
	Anual	0.000344	0.000344	0.000220	0.000220	0.000205	0.000157	0.000157
EF con control, kg/Mg	Corto Plazo	0.001192	0.001192	0.000191	0.000191	0.000709	0.000545	0.000545
	Anual	0.000344	0.000344	0.000055	0.000055	0.000205	0.000157	0.000157
Tasa de Emisión (ER) Estimada								
PM-10 ER kg/h (diariamente)		0.2526	0.1903	0.5153	0.2475	0.2475	0.3063	0.2354
	t/año	0.5253	0.3957	1.2037	0.6261	0.6261	0.7750	0.5956
PM-2.5 ER kg/h (diariamente)		0.0379	0.0285	0.0773	0.0371	0.0371	0.0459	0.0353
	t/año	0.0788	0.0594	0.1956	0.0939	0.0939	0.1162	0.0893
								0.4467

Fuente: Emission factor: USEPA, 2006; AP-42, Section 13.2.4 for Aggregate Handling and Storage Piles.

^a Basado en el Plan de Minado del Proyecto Cerro Quema (Pershingco, 2015).

^b La data del contenido de humedad esta basado en los criterios de Diseño del Proceso del Proyecto Cerro Quema (KCA, 2015).

^c La velocidad media esta basada en las velocidades límite mineras que segura la operación minera. El promedio diario de la velocidad del viento esta basado en el percentil 90.

^d Información basada en los criterios de Diseño del Proceso del Proyecto Cerro Quema (KCA, 2015).

TABLA 8
ESTIMACIÓN DE LOS FACTORES Y LAS TASAS DE EMISIÓN DE MP
PARA LA EROSIÓN DEL VIENTO DE LAS PILAS DE ALMACENAMIENTO
ESCUENARIO DE OPERACION- AÑO 4
PROYECTO MINERO CERRO QUEMA

Parámetros	Erosion Eolica No. 1	Erosion Eolica No. 2	Erosion Eolica No. 3	Erosion Eolica No. 4	Erosion Eolica No. 5
	Botadero de Desmonte	Pila de Emergencia	Stockpile de Ore	Stockpile de Desmonte	Stockpile de Ore en la Plataforma de Lixiviación
Punto/Área de Emisión	WE1	WE2	WE3	WE4	WE5
Información de la Pila de Almacenamiento					
Tipo de Material en Pila	Desmonte	Ore	Ore	Desmonte	Ore
Tamaño de la Pila	NA	NA	NA	NA	NA
Rendimiento de Material (t/año) - Anual	3,289,451	3,785,831	1,149,151	1,525,376	3,785,831
Rendimiento de Material (t/día) - Diario	9,012	10,516	3,148	4,179	10,372
Descripción de la Pila (forma)	Rectangular Prism	Conical	Conical	Conical	Conical
Densidad de la Masa del Material (t/m ³)	1.60	1.60	1.60	1.60	1.50
Altura de la Pila (m) ^b	5	5	5	5	5
Volume de la Pila (m ³)	5,633	6,573	1,968	2,612	6,915
Radio de la base de la pila (calc) (m)	--	35.4	19.4	22.3	36.3
Área de material de superficie (expuesto) (m ²) ^b	1,798	3,983	1,219	1,606	4,188
Área de material de superficie (hectáreas)	0.18	0.40	0.12	0.16	0.42
Tamaño del área de la superficie activa (hectáreas) ^c	0.18	0.398	0.122	0.161	0.419
Características Generales del Sitio					
Días de precipitación mayor que o igual a 0,25 mm (p)	Diario Anual	0 275	0 275	0 275	0 275
Tiempo (%) que la velocidad del viento sin obstrucción Diario supera los 5,4 m/s en la altura media de la pila (f)	Diario Anual	33.3 8.0	33.3 8.0	33.3 8.0	33.3 8.0
Contenido de Limo (s) (%)		33.6	33.6	33.6	33.6
Multiplicador de Tamaño de Partícula, PM (k)		1.00	1.00	1.00	1.00
Multiplicador de Tamaño de Partícula, PM-10 (k)		0.50	0.50	0.50	0.50
Información del Control de Emisiones					
Método de Control de Emisiones	None	None	None	None	None
Eficiencia de Remoción en el Control de Emisión, %	0	0	0	0	0
Ecuaciones del Factor de Emisión (EF)					
Ecuación EF sin control (UEF)	UEF (kg/día/ha) = k x 1.9 x (s/1.5) x ((365 - p)/235) x (f/15)				
Ecuación (Final) EF con control (CEF)	CEF (kg/día/ha) = UEF (kg/día/ha) x (100 - Eficiencia de Remoción (%))				
Ecuación sin control (UEF) - con control EF, PM-2,5	PM-2,5 = 0,15 x PM-10				
Factor de Emisión (EF) Calculado para MP					
EF sin control, kg/día/ha	Short term Annual	146.90 8.67	146.90 8.67	146.90 8.67	146.90 8.67
EF con control, kg/día/ha	Short term Annual	146.90 8.67	146.90 8.67	146.90 8.67	146.90 8.67
Factor de Emisión (EF) Calculado para PM-10					
EF sin control, kg/día/ha	Short term Annual	47.29 2.79	47.29 2.79	47.29 2.79	47.29 2.79
EF con control, kg/día/ha	Short term Annual	47.29 2.79	47.29 2.79	47.29 2.79	47.29 2.79
Tasa de Emisión (ER) Estimada					
PM-10 ER kg/h (diariamente) t/año		0.354 0.183	0.785 0.406	0.240 0.124	0.316 0.164
PM-2,5 ER kg/h (diariamente) t/año		0.053 0.027	0.118 0.061	0.036 0.019	0.047 0.025

Fuente: USEPA, 1992 (Antecedentes de Polvo Fugitivo e Información Técnica para las Mejores Medidas, Section 2.3.1.3.3, Erosión Eólica de Pilas Activas Constantes)

^a Densidad basada en los criterios de Diseño del Proceso del Proyecto Cerro Quema (KCA, 2015)

^b Altura asumida es 1 m

^c 100% del área superficial de la pila calculada es asumida para ser activa en cualquier tiempo por generación de emisiones de polvo fugitivo.

**ESTIMACIÓN DE LAS TASAS Y FACTORES DE EMISIÓN DE PM PARA OPERACIONES DE VOLADURA
ESCENARIO DE OPERACION- AÑO 4
PROYECTO MINERO CERRO QUEMA**

Parametros	Voladura No 1 Voladura en el Tajo La Pava	Voladura No 2 Voladura en el Tajo La Quema
Punto/Área de Emisión	B1	B2
Información de Voladura		
Tipo de Material	Ore y Desmonte	Ore y Desmonte
Dimensión de la cuadrícula de la voladura		
Área Diaria Horizontal de la Voladura (A) (m ²) ^a	1,317.3	800.6
Profundidad de la voladura (m) ^b	5.8	5.8
Frecuencia de la Voladura, diaria	1	1
Frecuencia de Voladura, semanalmente	360	360
Días de Operación Anual ^b	360	360
Frecuencia de Voladura, anual		
Factor de Emisión (EF) Ecuación		
Ecuación EF sin control (UEF)	UEF (kg/voladura) = 0,00022(A) ^{1.5} x Factor	
Factor de escala - PM	1.0	1.0
Factor de escala - PM ₁₀	0.52	0.52
Factor de escala - PM _{2.5}	0.03	0.03
Factor de Emisión Calculado para PM (EF)		
Sin control, kg/voladura	10.5	5.0
Factor de Emisión Calculado para PM₁₀ (EF)		
Sin control EF, kg/voladura	5.5	2.6
Factor de Emisión Calculado para PM_{2.5} (EF)		
Sin control EF, kg/voladura	0.3	0.1
Tasa de Emisión Estimada (ER)^d		
PM ₁₀ ER kg/h (base diaria)	5.469	2.591
t/año	1.969	0.933
PM _{2.5} ER kg/h (base diaria)	0.316	0.149
t/año	0.114	0.054

Fuente: AP-42, Table 11.9-1, Western Surface Coal Mining.

^a Área horizontal de voladura basada en el rendimiento de material minado diario quebrado en una voladura y profundidad de 5.8 m.

b) Basado en el requerimiento de información y Planeamiento de Mina proporcionado por Antapaccay (Enero 2015).

^c AP-42 Chapter 13.3 (January 1995), Table 13.3-1, "Emission Factors for Detonation of Explosives". Se asume el nitrato de amonio y aceite de combustible (ANFO) es una mezcla de 75% nitrato de amonio y 25% aceite de combustible.

^d Tasa de emisión diaria, ocurre instantáneamente a las 12 pm todos los días.

TABLA 10
ESTIMACIÓN DE LOS FACTORES DE EMISIÓN DE PM Y TASAS PARA OPERACIONES DE PERFORACIÓN
ESCENARIO DE OPERACION- AÑO 4
PROYECTO MINERO CERRO QUEMA

Parametros	Perforacion en el tajo La Pava	Perforacion en el tajo La Quema
Punto/Área de Emisión		DR2
Información de Voladura		
Tipo de material	Ore y Desmonte	Ore y Desmonte
Dimensión de la grilla de la voladura		
Diámetro del agujero (mm) ^a	89	89
Profundidad del agujero (m) ^a	5.8	5.8
Frecuencia de voladura, diaria (voladura/día) ^b	1.00	1.00
Agujero perforador por Voladura (agujeros/voladura)	120	120
Frecuencia de perforación, diaria (agujeros/día)	120	120
Días de operación anual ^a	360	360
Frecuencia de voladura, anual (voladura/año)	360	360
Frecuencia de Perforación, anual ^c (agujeros/año)	43200	43200
Ecuación del Factor de Emisión (EF)		
EF sin control (UEF) para MP	UEF (kg/agujero) = 0,59/agujero	
EF sin control (UEF) para PM-10	UEF (kg/agujero) = 0,31/agujero	
EF sin control (UEF) para PM-2,5 ^d	UEF (kg/agujero) = 0,1 x PM ₁₀ = 0,031/agujero	
Tasa de Emisión Estimada (ER)		
PM-10 ER kg/h	1.86	1.86
t/año	13.39	13.39
PM-2.5 ER kg/h	0.19	0.19
t/año	1.34	1.34

Fuente: Emission Estimation Technique Manual for Mining, Australia National Pollution Inventory (NPI), Table 1 - December 2001.

^a Basado en el Plan de Minado del Proyecto Cerro Quema (Pershimco, 2015).

^b Basado en el Plan de Minado del Proyecto Cerro Quema (Pershimco, 2015).

^c Frecuencia de perforación anual en base a la frecuencia de voladura y asumiendo 120 agujeros perforados anterior en cada voladura.

^d En base al documento : Construcción and Demolición, Western Regional Air Partnership's (WRAP) Fugitive Dust Handbook.

TABLA 11
ESTIMACIÓN DE LOS FACTORES Y LAS TASAS DE EMISIÓN DE PM
PARA LAS ACTIVIDADES DEL BULLDOZING DURANTE LAS OPERACIONES DE MINA
ESCENARIO DE OPERACION- AÑO 4
PROYECTO MINERO CERRO QUEMA

Parametros	Bulldozing No. 1	Bulldozing No. 2	Bulldozing No. 3	Bulldozing No. 4	Bulldozing No. 5	Bulldozing No. 6	Bulldozing No. 7	Bulldozing No. 8
	Tajo Abierto La Pava	Tajo Abierto La Quema	Botadero de Desmonte	Pila de Emergencia	Stockpile de Ore	Stockpile de Desmonte	Stockpile de Ore en la Plataforma de Lixiviacion	Plataforma de Lixiviacion
Área/Punto de Emisión	BD 1	BD 2	BD 3	BD 4	BD 5	BD 6	BD 7	BD 8
Información Operacional								
Horas de Actividad Diaria	Diario	20	20	20	20	20	20	20
Horas de Operación (para el propósito del modelar)	Diario	20	20	20	20	20	20	20
Días de Actividad al Año	Anual	360	360	360	360	360	360	360
Número de Unidades		1	1	1	1	1	1	1
Información del Manejo del Material								
Contenido de Humedad (M) (%)		4.0	4.0	4.0	5.5	4.0	4.0	7.0
Características Generales del Sitio								
Contenido de Limo (s) (%) ^b		33.6	33.6	33.6	33.6	33.6	33.6	33.6
Información del Control de Emisiones								
Método de Control de Emisiones		Ninguno 0	Ninguno 0	Ninguno 0	Ninguno 0	Ninguno 0	Ninguno 0	Ninguno 0
Eficiencia de Remoción en el Control de Emisión, %								
Ecuaciones del Factor de Emisión (EF) para PM-15 y PM-10								
Ecuación EF sin control (UEF) para PM-15 ^a		UEF (kg/h) = 0,45 x (s) ^{1,5} / (M) ^{1,4}						
Ecuación EF con control (CEF) para PM-15		CEF (kg/h) = UEF (kg/Mg) x [100 - Eficiencia de Remoción (%)]						
Ecuación EF sin control (UEF) para PM-10		UEF (kg/h) = 0,75 x UEF de PM ₁₅						
Ecuación EF con control (CEF) para PM-10		CEF (kg/h) = 0,75 x CEF de PM ₁₅						
Factores de Emisión (EF) Calculados para PM-15 y PM-10								
EF sin control PM-15, kg/h	Corto Plazo, Anual	12.58	12.58	12.58	8.06	12.58	12.58	5.75
EF con control PM-15, kg/h	Corto Plazo, Anual	12.58	12.58	12.58	8.06	12.58	12.58	5.75
EF sin control PM-10, kg/h	Corto Plazo, Anual	9.44	9.44	9.44	6.04	9.44	9.44	4.31
EF con control PM-10, kg/h	Corto Plazo, Anual	9.44	9.44	9.44	6.04	9.44	9.44	4.31
Tasa de Emisión Estimada (ER)								
PM-10 ER kg/h (diariamente)		9.44	9.44	9.44	6.04	9.44	9.44	4.31
	t/año	67.96	67.96	67.96	43.51	67.96	67.96	31.04
PM-2,5 ER kg/h (diariamente)		1.42	1.42	1.42	0.91	1.42	1.42	0.65
	t/año	10.19	10.19	10.19	6.53	10.19	10.19	4.66

Fuente: USEPA, 1998 (AP-42, Section 11.9 for Western Surface Coal Mines).

^a Basado en las actividades de bulldozing para la sobrecapa.

TABLA 12
ESTIMACIÓN DE LOS FACTORES Y TASAS DE EMISIÓN DE MP PARA LAS ACTIVIDADES DE NIVELACIÓN DURANTE LAS OPERACIONES DE MINA
ESCENARIO DE OPERACION- AÑO 4
PROYECTO MINERO CERRO QUEMA

Parametros	Nivelacion 1		Nivelacion 2		Nivelacion 3		Nivelacion 4	
	Tajo Abierto La Pava	Tajo Abierto La Quema	Tajo Abierto La Quema	Botadero de Desmonte	Plataforma de Lixiviacion	Plataforma de Lixiviacion	Plataforma de Lixiviacion	Plataforma de Lixiviacion
Área/Punto de Emission	GD1		GD2		GD3		GD4	
Información Operacional								
Horas de Actividad Diaria	Daily	20	20	20	20	20	20	20
Horas de Operación (para el propósito del mode)	Daily	20	20	20	20	20	20	20
Días de Actividad al Año	Annual	360	360	360	360	360	360	360
Número de Unidades		1	1	1	1	1	1	1
Información del Vehiculo								
Velocidad Media del Vehículo (S) (km/h) ^a		5	5	5	5	5	5	5
Cálculo de Kilómetros Recorridos por Vehículo (VKT)								
Número de vehículos	Daily	1	1	1	1	1	1	1
	Annual	360	360	360	360	360	360	360
Utilización de Nivelación utilizado por dia ^a	%	100	100	100	100	100	100	100
Distancia Recorrida/Vehículo/Día ^b	km	100	100	100	100	100	100	100
VKT (Número de vehículos x km recorrido)	Daily	100	100	100	100	100	100	100
	Annual	36000	36000	36000	36000	36000	36000	36000
Método de Control de Emisiones ^c		None	None	None	None	None	None	None
Eficiencia de Remoción en el Control de Emisión, %		0	0	0	0	0	0	0
Ecuaciones de Factores de Emisión (EF) para PM-15 y PM-10								
Ecuación EF sin control (UEF) para PM-15		$UEF (\text{kg/VKT}) = 0,0056 \times S^{2,0} \times \text{Scaling Factor}$						
Factor de Escala - PM-15		1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
Factor de Escala - PM-10		0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6
Ecuaciones de Factor de Emisión (EF) para PM & PM-2,5								
Ecuación EF sin control (UEF) para MP		$UEF (\text{kg/VKT}) = 0.0034(S)^{2,5} \times \text{Scaling Factor}$						
Factor de Escala - PM		1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
Factor de Escala - PM-2,5		0.031	0.031	0.031	0.031	0.031	0.031	0.031
Factor de Emisión (EF) Calculado								
EF sin control para PM-15, kg/VKT		0.14	0.14	0.14	0.14	0.14	0.14	0.14
EF con control para PM-15, kg/VKT		0.14	0.14	0.14	0.14	0.14	0.14	0.14
EF sin control para PM-10, kg/VKT		0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08
EF con control para PM-10, kg/VKT		0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08
EF sin control para PM, kg/VKT		0.19	0.19	0.19	0.19	0.19	0.19	0.19
EF con control para PM, kg/VKT		0.19	0.19	0.19	0.19	0.19	0.19	0.19
EF sin control para PM-2,5, kg/VKT		0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
EF con control para PM-2,5, kg/VKT		0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
Tasa de Emisión Estimada (ER)								
PM-10 ER kg/h (diariamente)		0.42	0.42	0.42	0.42	0.42	0.42	0.42
t/año		3.02	3.02	3.02	3.02	3.02	3.02	3.02
PM-2,5 ER kg/h (diariamente)		0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03
t/año		0.21	0.21	0.21	0.21	0.21	0.21	0.21

Fuente: USEPA, 1998 (AP-42, Section 11.9 for Western Surface Coal Mines).

^a Velocidad media y utilización del nivelador asumida

^b Distancia Recorrida por Día = Velocidad Promedio del Vehículo x Horas de Actividades Diarias (h/día) x Grado de Utilización por Día (%).

^c Based on Fugitive Dust Background Document and Technical Information Document for Best Available Control Measures - OAQPS, EPA-450/2-92-004 (EPA, 1992) Basado en el Documento de Polvo Fugitivo y Documento Técnico de Información para Mejor Control de Mediciones Disponibles - OAQPS, EPA-450/2-92-004 (EPA, 1992)

TABLA 13
ESTIMACIÓN DE LOS FACTORES Y LAS TASAS DE EMISIÓN DE MP PARA EL PROCESAMIENTO DE MATERIALES EN LA CHANCADORA
ESCENARIO DE OPERACION- AÑO 4
PROYECTO MINERO CERRO QUEMA

Parametros	Procesamiento No. 1		Procesamiento No. 2	
	Chancadora Primaria		Chancadora Secundaria	
	MP1	MP2	MP1	MP2
Emisión Puntual / Área				
Información Operacional				
Horas de Actividad Diaria	Diario		24	24
Horas de Operación (para el propósito del modelamiento)	Diario		24	24
Días Anuales de Actividad	Anual		365	365
Información del Manejo del Material				
Tipo de Material			Ore	Ore
Movimiento del Material ^a				
Diseño - t/h	Horario		432.2	432.2
Actual - t/h	Horario		432.2	432.2
t/día	Diario		10,372.1	10,372.1
Mg/día (megagramos/día)	Diario		10,372	10,372
Mt/año (millón de toneladas/año)	Anual		3.79	3.79
Mg/año (megagramos/año)	Anual		3,785,831	3,785,831
Contenido de Humedad (M), % (nominal) ^b			5.5	5.5
Información del Control de Emisiones				
Información del Control de Emisión				
Método de Control de Emisiones		Rocios de Agua		Rocios de Agua
Eficiencia de Remoción en el Control de Emisión, %		60		60
Factores de Emisión sin Control para PM & PM-10 (EF) ^c				
EF sin control para MP, kg/Mg			0.020	0.020
EF sin control para PM-10, kg/Mg			0.010	0.010
Tasa de Emisión sin Control para PM-2,5				
Sin Control PM-2,5, kg/h ^d	PM _{2.5} (kg/h) = 0.15 x PM ₁₀ (kg/h)		0.0015	0.0015
Factores de Emisión (EF) con Control para MP & PM-10				
Controlled PM EF, kg/Mg			0.0040	0.0040
Controlled PM-10 EF, kg/Mg			0.0006	0.0006
Tasa de Emisión Estimada (ER)				
PM-10 ER kg/h (diariamente)			1.7	1.7
t/año			15.1	15.1
PM-2,5 ER kg/h (diariamente)			0.3	0.3
t/año			2.3	2.3

Fuente: USEPA, 1995 (AP-42, Section 11.24 for Metallic Minerals Processing).

^a Basado en el Plan de Minado del Proyecto Cerro Quema (Pershimco, 2015).

^b La data del contenido de humedad esta basado en los criterios de Diseño del Proceso del Proyecto Cerro Quema (KCA, 2015)

^c Eficiencia de captura de Polvo Fugitivo asumida.

^d Industria de Productos Minerales (Capítulo 11 Tablas 11-1 y 11-3), Western Regional Air Partnership's (WRAP) Fugitive Dust Handbook.

TABLA 14
ESTIMACIÓN DE FACTORES DE EMISIÓN DE ESCAPE PARA MAQUINARIA DIÉSEL FUERA DE RUTA ASOCIADAS CON LOS EQUIPOS DE MINA
ESCENARIO DE OPERACION- AÑO 4
PROYECTO MINERO CERRO QUEMA

Descripción del Vehículo	Modelo del Vehículo	Número de Vehículos	Operación de Equipos	Potencia del Motor (hp) ^a	Clasificación del Motor	Horas de Operación	Factores de Emisión sin Ajustar (UAF) ^b		Factores de Ajustes Transitorios (TAF) ^c		Factor de Deterioro (DF) ^d	S Ajuste ^e	Adjusted Emission Factor (UAFxTAFxDF) ^f	Ratios de Emisión														
							PM ₁₀	BSFC	PM ₁₀	BSFC				Horario PM ₁₀ /PM _{2.5}	Anual PM ₁₀ /PM _{2.5}													
														(g/hp-hr)	(lb/hp-hr)	(g/hp-hr)	(g/hp-hr)	(kg/hr)	(ton/yr)									
Camiones de Acarreo																												
Waste and Mineral Transportation Transportation outside of the mine	CAT 773 comercial (HD270)	10 2	10 2	775 150	4 2	7,200 7,200	0.1316 0.1800	0.367 0.367	1.23 1.23	1.01 1.01	1.473 1.473	-0.013 0.074	0.251 0.252	---	---	---	---											
Tajo La Pava Open																												
Drill 100mm crawler	IR DMM2	1	1	700	2	7,200	0.1316	0.367	1.97	1.18	1.473	0.087	0.295	0.21	1.49													
Hydraulic shovel 6.5 cum	Komatsu pc5500-6	1	1	1260	2	7,200	0.1316	0.367	1.23	1.01	1.473	0.074	0.164	0.21	1.49													
Wheelerdozer	CAT D8T	1	1	310	3	7,200	0.1500	0.367	1.23	1.01	1.473	-0.013	0.285	0.09	0.64													
Grader	Cat 14H	1	1	170	2	7,200	0.1800	0.367	1.23	1.01	1.473	0.074	0.252	0.04	0.31													
Lube Truck	CAT 740	1	1	477	2	7,200	0.1316	0.367	1.23	1.01	1.473	0.074	0.164	0.08	0.56													
Wheel Loader 7 cum	CAT 994	1	1	1250	2	7,200	0.1316	0.367	1.97	1.18	1.473	0.087	0.295	0.37	2.66													
Water Truck(40t 9000 gallon)	MB Actross 4144	1	1	320	2	7,200	0.1316	0.367	1.23	1.01	1.473	0.074	0.164	0.05	0.38													
Wheel Loader 4 cum	CAT 966	1	1	262	4	7,200	0.0690	0.367	1.47	1.01	1.473	-0.013	0.162	0.04	0.31													
													Total	1.088	7.831													
Tajo La Quema																												
Drill 100mm crawler	IR DMM2	1	1	700	2	7,200	0.1316	0.367	1.97	1.18	1.473	0.087	0.295	0.21	1.49													
Wheelerdozer	CAT D8T	1	1	310	3	7,200	0.1500	0.367	1.23	1.01	1.473	-0.013	0.285	0.09	0.64													
Wheel Loader 4 cum	CAT 992	1	1	814	4	7,200	0.69	0.367	1.97	1.18	1.473	-0.015	0.2017	1.64	11.82													
Excavator 2cum	CAT 336	1	1	222	2	7,200	0.1316	0.367	1.23	1.01	1.473	0.074	0.164	0.04	0.26													
Fuel Truck	CAT 740	1	1	477	2	7,200	0.1316	0.367	1.23	1.01	1.473	0.074	0.164	0.08	0.56													
Grader	Cat 14H	1	1	170	2	7,200	0.1800	0.367	1.23	1.01	1.473	0.074	0.252	0.04	0.31													
Water Truck(40t 9000 gallon)	MB Actross 4144	1	1	320	2	7,200	0.1316	0.367	1.23	1.01	1.473	0.074	0.164	0.05	0.38													
													Total	2.147	15.461													
Depósito de Desmonte																												
Back Hoe	CAT 385CL	1	1	330	2	7,200	0.1316	0.367	1.97	1.18	1.473	0.074	0.304	0.10	0.72													
Dozer	CAT D6	1	1	150	4	7,200	0.0690	0.367	1.47	1.01	1.473	-0.013	0.162	0.02	0.18													
Grader	Cat 14H	1	1	170	2	7,200	0.1800	0.367	1.23	1.01	1.473	0.074	0.252	0.04	0.31													
													Total	0.167	1.206													
Pila de Lixiviación																												
Back Hoe	CAT 385CL	1	1	330	2	7,200	0.1316	0.367	1.97	1.18	1.473	0.087	0.295	0.10	0.70													
Dozer	CAT D6	1	1	150	4	7,200	0.0690	0.367	1.47	1.01	1.473	-0.013	0.162	0.02	0.18													
Grader	Cat 14H	1	1	170	2	7,200	0.1800	0.367	1.23	1.01	1.473	0.074	0.252	0.04	0.31													
													Total	0.165	1.186													
Plataforma de Procesamiento																												
Front end loader	CAT 988	1	1	501	4	7,200	0.0690	0.367	1.47	1.01	1.473	-0.013	0.162	0.08	0.59													
													Total	0.081	0.585													

Fuente: Exhaust and Crankcase Emission Factors for Nonroad Engine Modelling – Compression Ignition – Report No. NR-009D.

^a Cero horas, estado estable de los factores de emisión para los motores de encendido fuera de ruta, Tabla 4A.

^b Factores de ajuste transitorio por tipo de equipamiento para maquinaria de encendido fuera de ruta, Tabla 5A.

^c Factores de deterioro para maquinarias con motores diésel, Tabla 6A.

^d El ajuste del factor de emisión de MP a tener en cuenta en las variaciones de azufre en el combustible, se realiza mediante la siguiente ecuación

^e $S_{PM\ adj.} = BSFC \times 453.6 \times 7.0 \times soxchn \times 0.01 \times (soxbs - soxdsl)$, donde

$$soxchn =$$

$$soxbas = soxchn = 0.02247 \text{ grams PM sulfur/grams fuel sulfur consumed}$$

$$soxbas = soxchn = 0.33 \text{ percent (default certification fuel sulfur weight percent for diesel engines, Tier Ratings 1 and 2)}$$

$$soxdsl = soxchn = 0.0015 \text{ percent (default certification fuel sulfur weight percent for diesel engines, Tier Ratings 3 and 4)}$$

$$soxdsl = soxchn = 0.05 \text{ percent (based on 500 ppm sulfur diesel)}$$

^f Para todos los contaminantes excepto MP, Factor de Emisión Ajustado = UAF x TAF x DF.

Para MP, Factor de Emisión Ajustado = UAF x TAF x DF - $S_{PM\ adj.}$.

TABLA 15
ESTIMATION OF PM EMISSION FACTORS AND RATES
FOR DUST COLLECTORS AND DIESEL ENGINES
OPERATION SCENARIO - YEAR 4
CERRO QUEMA PROJECT

Descripcion	Unidades	Baghouse (Horno Campana)	Horno de Fundicion	Regeneracion de Carbon	Retortas de Mercurio	Celdas de Electrowinning	Calentador de Agua	Generador a Diesel No 1	Generador a Diesel No 2	Assumption/Comment
Unit ID		DC1	F1	F2	F3	F4	F5	F6	F7	
Data de Operacion										
Horas de Actividad Diaria	Diario	12	12	12	12	12	12	12	12	
Horas de Operacion (para efectos de modelamiento)	Diario	24	24	24	24	24	24	24	24	
Dias de actividad anual	Anual	365	365	365	365	365	365	365	365	
Heat Input Capacity	MMBtu/h	---	1.29	0.87	---	---	2,375	---	---	
Ratio de Energia	HP	---	---	---	48	20	---	2280	2280	Especificaciones del fabricante
Consumo de Combustible	gal/hr	---	9.5	6.4	---	---	---	2280	2280	Especificaciones del fabricante
Flujo de Aire de Salida	Nm ³ /h	18,700	---	---	---	---	---	---	---	Diseño
Flujo de Aire de Salida	ft ³ /hr	660,384	---	---	---	---	---	---	---	Calculado
Carga de Polvo en el flujo de aire	gr/ft ³	0.01	---	---	---	---	---	---	---	Tipico valor asumido
Factor de Emision (Fuel input) ^a	lb/10 ³ gal	---	2.0	2.0	---	---	---	---	---	
Factor de Emision (Fuel input) ^a	lb/MMBtu	---	---	---	---	---	0.31	---	---	
Factor de Emision (power output) ^c	lb/hp-hr	---	---	---	0.0022	0.0022	---	0.0007	0.0007	
PM₁₀ & PM_{2.5} Ecuaciones de Factor de Emision (EF)										
Controlado PM ₁₀ EF (UEF) Equacion		UEF (kg/hr) = [Exhaust air flow (ft ³ /hr) x Dust loading (gr/ft ³)]/[7000 lb/gr x 2.204 kg/lb]								
Controlado PM _{2.5} EF (CEF) Equation		PM _{2.5} = PM ₁₀								
Tasa de Emision Estimada (ER)										
PM-10 ER kg/h (diariamente)		0.43	0.009	0.006	0.05	0.02	0.33	0.72	0.72	
t/año		3.75	0.08	0.05	0.42	0.17	2.93	6.34	6.34	
PM-2.5 ER kg/h (diariamente)		0.43	0.009	0.006	0.05	0.02	0.33	0.72	0.72	
t/año		3.75	0.08	0.05	0.42	0.17	2.93	6.34	6.34	

^a USEPA, 1996; AP-42, Section 3.3 Gasoline and Diesel Industrial Engines (Table 3.3-1)

^b USEPA, 2010; AP-42, Section 1.4 Fuel Oil Combustion (Table 1.4-1)

^c USEPA, 1996; AP-42, Section 3.4 Large Stationary Diesel and All Stationary Dual - fuel Engines (Table 3.4-1)

APÉNDICE C

TABLE 1
MOVIMIENTO DE MATERIAL MINERO POR AÑO- POST-CIERRE
PROYECTO CERRO QUEMA

Línea de Tiempo

Mes 1 - Mes 6	Parte faltante de WRD sera cubierta
Mes 1 - Mes 6	La lixiviacion continuara en la plataforma de lixiviacion
Mes 7	La lixiviación se detiene y comienza el enjuague
Mes 7	La Planta ADR es demolida y removida
Mes 7 - Mes 34	Enjuague
Mes 35 - Mes 42	La plataforma de lixiviacion sera cubierta

Area de Actividad	Periodo de Duracion (dias)	Material Movilizado (m ³) ^a				Densidad (tonnes/m ³)		Material Movilizado (tonnes) ^a				Material Movilizado (tonnes) ^a		Material Movilizado (tonnes/day) ^a	
		WRD		HLF		Top Soil	Arcilla	WRD		HLF		WRD Total	HLF Total	WRD Total	HLF
		Top Soil	Arcilla	Top Soil	Arcilla			Top Soil	Arcilla	Top Soil	Arcilla				
Desde la pila de Topsoil 1 hacia WRD	180	25,600.0	64,000.0	---	---	1.83	1.99	46,848.0	127,360.0	---	---	174,208.0	---	967.82	---
Desde la pila de Topsoil 2 hacia WRD	180	25,600.0	64,000.0	---	---	1.83	1.99	46,848.0	127,360.0	---	---	174,208.0	---	967.82	---
Desde la pila de Topsoil 3 hacia HLF	180	---	---	42,833.3	106,833.3	1.83	1.99	---	---	78,385.0	212,598.3	---	290,983.3	---	1,616.57
Desde la pila de Topsoil 4 hacia HLF	180	---	---	42,833.3	106,833.3	1.83	1.99	---	---	78,385.0	212,598.3	---	290,983.3	---	1,616.57
Desde la pila de Topsoil 5 hacia HLF	180	---	---	42,833.3	106,833.3	1.83	1.99	---	---	78,385.0	212,598.3	---	290,983.3	---	1,616.6
Total		51,200.0	128,000.0	128,500.0	320,500.0			93,696.0	254,720.0	235,155.0	637,795.0	348,416.0	872,950.0	1,935.6	4,849.7

^a Basado en la Informacion proporcionada acerca del Proyecto Cerro Quema (Pershimco, 2015).

TABLA 2
RESULTADOS DE ESTUDIOS GRANULOMETRICOS
PROYECTO MINERO CERRO QUEMA

Ubicacion	Contenido de Limo (%)	Contenido de Humedad (%)
La Quema Pit - sample 1	52.00	---
La Quema Pit - sample 2	44.00	---
Process Platform	20.00	---
La Pava Pit	30.00	---
Heap Leach Pad	22.00	---
Promedio ^a	33.60	---
Rom Moisture	---	4.00
Waste Moisture	---	4.00
Rom moisture after crushing	---	5.50
Reclaimed Ore	---	5.80
Stacked Ore	---	7.00

Note:

^a Basado en los resultados granulometricos presentados en el Estudio de Suelos del EIA del Proyecto Cerro Quema (Ene

^b Basado en los criterios de Diseño del Proceso del Proyecto Cerro Quema (KCA, 2015)

TABLA 3
INFORMACIÓN DE VEHÍCULOS FUERA DE RUTA Y CAMIONES DE ACARREO UTILIZADA EN LA ESTIMACIÓN DE EMISIÓNES
ESCENARIO DE POST-CIERRE
PROYECTO MINERO CERRO QUEMA

Vehículo Uso	Tipo de Vehículo	Modelo	Peso del Vehículo (VW)					Información usada para Factor de Emisió		
			Sin Carga (tonnes)	Capacidad (tonnes)	Cargado (tonnes)	Promedio (tonnes)	Promedio (tons)	Número de Vehículos	Peso Promedio (tonnes)	Peso Promedio (tons)
Camiones de Acarreo										
Transporte de Topsoil & Arcilla	Truck	CAT 730C	24.1	28.0	52.1	38.1	42.0	4		
NON-ROAD VEHICLES										
Deposito de Desmonte										
Vehiculos Miscelaneos	Back Hoe	CAT 385CL	84.1	13.5	97.6	90.8	100.1	1		
	Dozer	CAT D6	18.0	0.0	18.0	18.0	19.8	2		
	Grader	Cat 14H	25.0	0.0	25.0	25.0	27.6	2	35.4	39.0
								5		
Plataforma de Lixiviacion										
Vehiculos Miscelaneos	Back Hoe	CAT 385CL	84.1	13.5	97.6	90.8	100.1	1		
	Dozer	CAT D6	18.0	0.0	18.0	18.0	19.8	2		
	Grader	Cat 14H	25.0	0.0	25.0	25.0	27.6	2	35.4	39.0
								5		

TABLA 4
BASES PARA ESTIMAR EL NÚMERO Y EL PESO PROMEDIO DE CAMIONES EN RUTAS AFIRMADAS
ESCENARIO POST-CIERRE
PROYECTO MINERO CERRO QUEMA

Parámetros	Unidades	RUTA 1		RUTA 2		RUTA 3		RUTA 4		RUTA 5	
		③→①	④→①	⑤→②	⑥→②	⑦→②					
Datos del Vehículo											
Tipo de Vehículos											
Capacidad del Camión	Promedio	tonnes	Haul Trucks	38.1	Haul Trucks						
Peso del vehículo (W)	Promedio	tonnes	38.1	38.1	38.1	38.1	38.1	38.1	38.1	38.1	38.1
	Promedio	tons	42.0	42.0	42.0	42.0	42.0	42.0	42.0	42.0	42.0
Bases para el Número de Vehículos											
Tiempo de Operación	Diario	hours/day		20	20	20	20	20	20	20	
	Anual	days/yr		180	180	180	180	180	180	180	180
Movimiento de Material											
Material	Horario	t/hr	Top soil & clay	48.4	Top soil & clay	48.4	Top soil & clay	80.8	Top soil & clay	80.8	Top soil & clay
	Diario	tonnes/day		967.8		967.8		1,616.6		1,616.6	
	Anual	tonnes/yr		174,208.0		174,208.0		290,983.3		290,983.3	
Número de Vehículos (Movimiento por hora/capacidad)	Por hora	Number/hr		2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	
	Diario	Number/day		26.0	26.0	43.0	43.0	43.0	43.0	43.0	
	Anual	Number/yr		4,680.0	4,680.0	7,740.0	7,740.0	7,740.0	7,740.0	7,740.0	
Distancia recorrida/vehículo/ruta	Por viaje (km)			1.2	1.2	0.7	1.0				1.6
VKT (no. vehículos x km recorridos por viaje)				31.2	31.2	30.1	43.0				68.8
	Diario			5,616.0	5,616.0	5,418.0	7,740.0				12,384.0
	Anual										

TABLA 5 (PAG 1 DE 2)
FACTORES DE EMISIÓN Y EMISIONES DE PTS Y PM10 DE LOS CAMIONES EN RUTAS AFIRMADAS
ESCENARIO POST-CIERRE
PROYECTO MINERO CERRO QUEMA

Parámetros	RUTA 1			RUTA 2			RUTA 3		
	Desde la pila de Topsoil 1 hacia WRD			Desde la pila de Topsoil 2 hacia WRD			Desde la pila de Topsoil 3 hacia HLF		
Rutas Afirmadas ID	UP1A			UP2A			UP3A		
Información del Vehículo									
Peso del vehículo (W), t	Promedio (t)	38.1	38.1	38.1	38.1	38.1	38.1	38.1	38.1
	Promedio (tons)	42.0	42.0	42.0	42.0	42.0	42.0	42.0	42.0
Horas de operación (para fines de modelamiento)		20	20	20	20	20	20	20	20
<i>Bases para las millas recorridas por los vehículos</i>									
Número de vehículos	Por hora	2	2	2	2	2	2	2	2
	Diario	26	26	26	26	26	26	26	26
	Anual	4680	4680	4680	4680	4680	4680	4680	4680
Distancia recorrida/vehículo/ruta	Por viaje (km)	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2
Factor de escala - PTS									
VKT (no. vehículos x km recorridos por viaje)	Diario	31.2	31.2	31.2	31.2	31.2	31.2	31.2	31.2
	Anual	5616.0	5616.0	5616.0	5616.0	5616.0	5616.0	5616.0	5616.0
Características Generales del Sitio									
Días con precipitación mayor o igual a 0,254 mm (p)	Diario	0	0	0	0	0	0	0	0
	Anual	137.5	137.5	137.5	137.5	137.5	137.5	137.5	137.5
Contenido de limo (s), % ^a		33.6	33.6	33.6	33.6	33.6	33.6	33.6	33.6
	k (PM10)	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5
	k (PM2.5)	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2
Coeficiente para PM10	a	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9
	b	0.45	0.45	0.45	0.45	0.45	0.45	0.45	0.45
Coeficiente para PM2.5	a	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9
	b	0.45	0.45	0.45	0.45	0.45	0.45	0.45	0.45
Datos del Control de Emisiones									
Método de control de emisión		None	None	None	None	None	None	None	None
Eficiencia de remoción del control de emisión, %		0	0	0	0	0	0	0	0
Factor de Emisión (EF)^b									
Ecuación del EF sin control (UEF)	$UEF(g/VKT) = k (\text{lb}/\text{VMT}) \times (s/12)^a \times (W/3)^b \times [(365 - p)/365] \times 281.9$								
Ecuación del EF controlado (CEF)	$CEF(g/VKT) = UEF (\text{lb}/\text{VMT}) \times (100 - \text{Eficiencia de remoción} (\%))$								
Factor de Emisión (EF) de PM10									
EF Sin control, g/VKT	Corto plazo	3,502.8	3502.8	3502.8	3502.8	3502.8	3502.8	3502.8	3502.8
	Anual	2,183.2	2183.2	2183.2	2183.2	2183.2	2183.2	2183.2	2183.2
EF Controlado, g/VKT	Corto Plazo	3,502.8	3502.8	3502.8	3502.8	3502.8	3502.8	3502.8	3502.8
	Anual	2,183.2	2183.2	2183.2	2183.2	2183.2	2183.2	2183.2	2183.2
Factor de Emisión (EF) de PM2.5									
EF Sin control, g/VKT	Corto plazo	537.1	537.1	537.1	537.1	537.1	537.1	537.1	537.1
	Anual	334.8	334.8	334.8	334.8	334.8	334.8	334.8	334.8
EF Controlado, g/VKT	Corto Plazo	537.1	537.1	537.1	537.1	537.1	537.1	537.1	537.1
	Anual	334.8	334.8	334.8	334.8	334.8	334.8	334.8	334.8
Emisión Estimada (ER)									
PM10 ER kg/h (basado en una tasa diaria)		5.5	5.5	5.5	5.5	5.5	5.5	5.5	5.5
	t/año	12.3	12.3	12.3	12.3	12.3	12.3	12.3	12.3
PM2.5 ER kg/h (basado en una tasa diaria)		0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8
	t/año	1.9	1.9	1.9	1.9	1.9	1.9	1.9	1.9
Tasa de emisión por unidad de longitud (ERUL) a corto plazo^c									
PM10 ER kg/h/km		9.1	9.1	9.1	9.1	9.1	9.1	9.1	9.1
PM2.5 ER kg/h/km		1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4

Fuente: USEPA, 2006 (AP-42, Section 13.2.2 Unpaved Roads).

^a Los datos del contenido del limo fueron extraídos de los resultados granulométricos presentados en el Estudio de Suelos del EIA del Proyecto Cerro Quema (Enero 2015).^b Para convertir en gramos por kilómetros recorridos por los vehículos (g/VKT), se utiliza el siguiente factor : 1 lb/VMT = 281.9 g/VKT (453.6 g/lb x 0.621 millas/kr).^c En base a las emisiones totales (ER, kg/h) dividido por 1/2 ruta total recorrida (ida y vuelta).

TABLA 5 (PAG 2 DE 2)
FACTORES DE EMISIÓN Y EMISIONES DE PTS Y PM10 DE LOS CAMIONES EN RUTAS AFIRMADAS
ESCUENARIO POST-CIERRE
PROYECTO MINERO CERRO QUEMA

	RUTA 4 Desde la pila de Topsoil 4 hacia HLF	RUTA 5 Desde la pila de Topsoil 5 hacia HLF	Trafico de Vehiculos Miscelaneos en WRD	Trafico de Vehiculos Miscelaneos en HLF
Rutas Afirmadas ID	UP4A	UP5A	MSC1	MSC2
Información del Vehículo				
Peso del vehículo (W), t	Promedio (t) Promedio (tons)	38.1 42.0	38.1 42.0	35.4 39.0
Horas de operación (para fines de modelamiento)		20	20	20
<i>Bases para las millas recorridas por los vehículos</i>				
Número de vehículos	Por hora Diario Anual	2 43 7740	2 43 7740	NA 5.0 1800.0
Distancia recorrida/vehículo/ruta	Por viaje (km)	1.0	1.6	2
Factor de escala - PTS				
VKT (no. vehículos x km recorridos por viaje)	Diario Anual	43.0 7740.0	69 12,384	10 3,600
Características Generales del Sitio				
Días con precipitación mayor o igual a 0,254 mm (p)	Diario Anual	0 137.5	0 137.5	0 137.5
Contenido de limo (s), % ^a		33.6	33.6	33.6
	k (PM10) k (PM2.5)	1.5 0.2	1.5 0.2	1.5 0.2
Coeficiente para PM10	a b	0.9 0.45	0.9 0.45	0.9 0.45
Coeficiente para PM2.5	a b	0.9 0.45	0.9 0.45	0.9 0.45
Datos del Control de Emisiones				
Método de control de emisión		None	None	None
Eficiencia de remoción del control de emisión, %		0	0	0
Factor de Emisión (EF)^b				
Ecuación del EF sin control (UEF)	UEF(g/VKT) = k (lb/VMT) x (s/12) ^a x (W/3) ^b x [(365 - p)/365] x 281,9			
Ecuación del EF controlado (CEF)	CEF(g/VKT) = UEF (lb/VMT) x (100 - Eficiencia de remoción (%))			
Factor de Emisión (EF) de PM10				
EF Sin control, g/VKT	Corto plazo Anual	3,502.8 2,183.2	3,502.8 2,183.2	3,387.4 2,111.3
EF Controlado, g/VKT	Corto Plazo Anual	3,502.8 2,183.2	3,502.8 2,183.2	3,387.4 2,111.3
Factor de Emisión (EF) de PM2.5				
EF Sin control, g/VKT	Corto plazo Anual	537.1 334.8	537.1 334.8	519.4 323.7
EF Controlado, g/VKT	Corto Plazo Anual	537.1 334.8	537.1 334.8	519.4 323.7
Emisión Estimada (ER)				
PM10 ER kg/h (basado en una tasa diaria)	7.5	12.0	1.7	1.7
	t/año	16.9	27.0	7.6
PM2.5 ER kg/h (basado en una tasa diaria)	1.2	1.8	0.3	0.3
	t/año	2.6	4.1	1.2
Tasa de emisión por unidad de longitud (ERUL) a corto plazo^c				
PM10 ER kg/h/km	15.1	15.1	1.7	1.7
PM2.5 ER kg/h/km	2.3	2.3	0.3	0.3

Fuente: USEPA, 2006 (AP-42, Section 13.2.2 Unpaved Roads).

^a Los datos del contenido del limo fueron extraídos de los resultados granulométricos presentados en el Estudio de Suelos del EIA del Proyecto Cerro Quema (Ene

^b Para convertir en gramos por kilómetros recorridos por los vehículos (g/VKT), se utiliza el siguiente factor : 1 lb/VMT = 281,9 g/VKT (453,6 g/lb x 0,621 millas/kr

^c Based on total emissions (ER, kg/hr) divided by 1/2 total route traveled (round trip)

TABLE 6
ESTIMACIÓN DE EMISIONES DE PM10/PM2.5 DEL TUBO DE ESCAPE DE LOS CAMIONES DE ACARREO
ESCENARIO POST-CIERRE
PROYECTO MINERO CERRO QUEMA

Parametros	RUTA 1	RUTA 2	RUTA 3	RUTA 4	RUTA 5
	Desde la pila de Topsoil 1 hacia WRD	Desde la pila de Topsoil 2 hacia WRD	Desde la pila de Topsoil 3 hacia HLF	Desde la pila de Topsoil 4 hacia HLF	Desde la pila de Topsoil 5 hacia HLF
Ruta Afirmada ID	UP1A	UP2A	UP3A	UP4A	UP5A
Información General					
Tipo de Vehículo	Haul truck				
Modelo de Vehículo ^a	Diario, ida y vi	1.20	1.20	0.70	1.00
Distancia recorrida/vehículo, km	Diario	31	31	30	43
Kilómetros recorridos por vehículos, VKT	Anual	5,616	5,616	5,418	7,740
Kilómetros recorridos por vehículos, VKT		30	30	30	30
Velocidad promedio del vehículo (km/h) ^b		367	367	367	367
Potencia del motor (hp)		55	55	55	55
Velocidad máxima del vehículo (km/h)		200	200	200	200
Potencia operativa del motor (hp)		20	20	20	20
Factor de Emisión Estimado para Tubos de Escape - PTS ^b					
PTS/PM ₁₀ EF, g/hp-h		0.285	0.285	0.285	0.285
Ecuación EF (g/km/camión) = EF del tubo de escape (g/hp-h) x Potencia operativa (hp) x 1/Velocidad del vehículo (km/h)					
PTS/PM ₁₀ EF, g/km/camión	Corto plazo	1.9	1.9	1.9	1.9
Emisión Estimada (ER)					
Ecuación ER (kg/h) = EF del tubo de escape (g/km/camión) x (kg/1000 g) x VKT/día x (1/24)					
PTS - Corto Plazo, kg/h		0.003	0.003	0.003	0.004
PTS - Anual, t/año		0.011	0.011	0.010	0.015
PM10 - Corto Plazo, kg/h		0.003	0.003	0.003	0.004
PM10 - Anual, t/año		0.011	0.011	0.010	0.015
PM2.5 - Corto Plazo, kg/h		0.003	0.003	0.003	0.004
PM2.5 - Anual, t/año		0.011	0.011	0.010	0.015
Tasa de emisión por unidad de longitud (ERUL) a corto plazo ^c					
PTS ER kg/h/km		0.005	0.005	0.008	0.008
PM10 ER kg/h/km		0.005	0.005	0.008	0.008

^a Velocidad promedio del vehículo en base a la información del proyecto proporcionada a Golder.

^b Factores de emisión para rutas de acarreo y concentrado en g / hp-h se basan en factores de emisión ajustados estimados en la Tabla 14.

^c Calculado en base a las emisiones totales (ER, kg / h) dividido por 1/2 ruta total recorrida (ida y vuelta)

TABLA 7
ESTIMACION DE LOS FACTORES DE EMISION DE PM Y LOS RATES DE LAS OPERACIONES DE TRANSFERENCIA
ESCENARIO POST-CIERRE
PROYECTO MINERO CERRO QUEMA

Parametros	Transfer No. 1		Transfer No. 2		Transfer No. 3		Transfer No. 4		Transfer No. 5		Transfer No. 6		Transfer No. 7	
	Material Handling at Topsoil Pile 1	Material Handling at Topsoil Pile 2	Material Handling at Topsoil Pile 3	Material Handling at Topsoil Pile 4	Material Handling at Topsoil Pile 5	Material Handling at WRD	Material Handling at Topsoil Pile 6	Material Handling at Topsoil Pile 7	Material Handling at HLF					
Puntos de Transferencia	TF1 1. Carga de Camiones	TF2 1. Carga de Camiones	TF3 1. Carga de Camiones	TF4 1. Carga de Camiones	TF5 1. Carga de Camiones	TF6 1. Descarga de Camiones	TF7 1. Descarga de Camiones							
Información Operacional														
Actividad, horas	Diario	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20
Horas de operación (para propósito del modelo)	Diario	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20
días	Anual	180	180	180	180	180	180	180	180	180	180	180	180	180
Información del Manejo del Material														
Tipo de Material	Topsoil & Arcilla		Topsoil & Arcilla		Topsoil & Arcilla		Topsoil & Arcilla		Topsoil & Arcilla		Topsoil & Arcilla		Topsoil & Arcilla	
Movimiento de Material														
t/h	Horario	48.4	48.4	80.8	80.8	80.8	80.8	96.8	96.8	96.8	96.8	96.8	96.8	242.5
t/día	Diario	968	968	1,617	1,617	1,617	1,617	1,936	1,936	1,936	1,936	1,936	1,936	4,850
Mg/día (megagramos/día)	Diario	968	968	1,617	1,617	1,617	1,617	1,936	1,936	1,936	1,936	1,936	1,936	4,850
kt/año (kilotoneladas/año) ^a	Anual	174,208	174,208	290,983	290,983	290,983	290,983	348,416	348,416	348,416	348,416	348,416	348,416	872,950
Mg/año (megagramos/año)	Anual	174,208	174,208	290,983	290,983	290,983	290,983	348,416	348,416	348,416	348,416	348,416	348,416	872,950
Contenido de Humedad (M), % (nominal) ^b		4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0
Número de Transferencias		1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Características Generales del Sitio														
Velocidad Media del Viento, m/s ^c	Diario	8.3	8.3	8.3	8.3	8.3	8.3	8.3	8.3	8.3	8.3	8.3	8.3	8.3
	Anual	3.19	3.19	3.19	3.19	3.19	3.19	3.19	3.19	3.19	3.19	3.19	3.19	3.19
Multiplicador de Tamaño de Partícula	k (MP)	0.74	0.74	0.74	0.74	0.74	0.74	0.74	0.74	0.74	0.74	0.74	0.74	0.74
Multiplicador de Tamaño de Partícula	k (PM-10)	0.35	0.35	0.35	0.35	0.35	0.35	0.35	0.35	0.35	0.35	0.35	0.35	0.35
Información del Control de Emisiones														
Método de Control de Emisiones		Ninguno	Ninguno	Ninguno	Ninguno	Ninguno	Ninguno	Ninguno	Ninguno	Ninguno	Ninguno	Ninguno	Ninguno	Ninguno
Eficiencia de Remoción en el Control de Emisión, %		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Ecuaciones del Factor de Emisión (EF)														
Ecuación EF sin control (UEF)	UEF (kg/Mg) = k x (0,0016) x $(U / 2,2)^{1,3} / [(M / 2)^{1,4}]$													
Ecuación EF con control (CEF)	CEF (kg/Mg) = UEF (lb/ton) x [100% - Eficiencia de Remoción (%)]													
Ecuación sin control (UEF) - con control EF, PM-2,5	PM-2,5 = 0,15 x PM-10													
Factor de Emisión (EF) Calculado para MP														
EF sin control, kg/Mg	Corto Plazo	0.002521	0.002521	0.002521	0.002521	0.002521	0.002521	0.002521	0.002521	0.002521	0.002521	0.002521	0.002521	0.002521
	Anual	0.000728	0.000728	0.000728	0.000728	0.000728	0.000728	0.000728	0.000728	0.000728	0.000728	0.000728	0.000728	0.000728
EF con control, kg/Mg	Corto Plazo	0.002521	0.002521	0.002521	0.002521	0.002521	0.002521	0.002521	0.002521	0.002521	0.002521	0.002521	0.002521	0.002521
	Anual	0.000728	0.000728	0.000728	0.000728	0.000728	0.000728	0.000728	0.000728	0.000728	0.000728	0.000728	0.000728	0.000728
Factor de Emisión (EF) Calculado para PM-10														
EF sin control, kg/Mg	Corto Plazo	0.001192	0.001192	0.001192	0.001192	0.001192	0.001192	0.001192	0.001192	0.001192	0.001192	0.001192	0.001192	0.001192
	Anual	0.000344	0.000344	0.000344	0.000344	0.000344	0.000344	0.000344	0.000344	0.000344	0.000344	0.000344	0.000344	0.000344
EF con control, kg/Mg	Corto Plazo	0.001192	0.001192	0.001192	0.001192	0.001192	0.001192	0.001192	0.001192	0.001192	0.001192	0.001192	0.001192	0.001192
	Anual	0.000344	0.000344	0.000344	0.000344	0.000344	0.000344	0.000344	0.000344	0.000344	0.000344	0.000344	0.000344	0.000344
Tasa de Emisión (ER) Estimada														
PM-10 ER kg/h (diariamente)		0.0577	0.0577	0.0964	0.0964	0.0964	0.0964	0.1154	0.1154	0.1154	0.1154	0.1154	0.1154	0.2891
	t/año	0.0600	0.0600	0.1002	0.1002	0.1002	0.1002	0.1200	0.1200	0.1200	0.1200	0.1200	0.1200	0.3006
PM-2,5 ER kg/h (diariamente)		0.0087	0.0087	0.0145	0.0145	0.0145	0.0145	0.0173	0.0173	0.0173	0.0173	0.0173	0.0173	0.0434
	t/año	0.0090	0.0090	0.0150	0.0150	0.0150	0.0150	0.0180	0.0180	0.0180	0.0180	0.0180	0.0180	0.0451

Source: Emission factor: USEPA, 2006; AP-42, Section 13.2.4 for Aggregate Handling and Storage Piles.

^a Based on Mining Plan from Cerro Quema (Pershimco, 2015).^b Moisture content based on Process Design Criteria of Cerro Quema Project (KCA, 2015)^c Mean wind speed is based in 2014-2015 measurements made at the mine site. Daily average wind speed is based on the 90th percentile.^d Information based on Process Design Criteria of Cerro Quema Project (KCA, 2015)

TABLA 8
ESTIMACIÓN DE LOS FACTORES Y LAS TASAS DE EMISIÓN DE MP
ESCENARIO POST-CIERRE
PROYECTO MINERO CERRO QUEMA

	Erosion Eolica No. 1	Erosion Eolica No. 2	Erosion Eolica No. 3	Erosion Eolica No. 4	Erosion Eolica No. 5	Erosion Eolica No. 6	Erosion Eolica No. 7
Parámetros	Topsoil Pile 1	Topsoil Pile 2	Topsoil Pile 3	Topsoil Pile 4	Topsoil Pile 5	WRD	HLF
Punto/Área de Emisión	WE1	WE2	WE3	WE4	WE5	WE4	WE5
Información de la Pila de Almacenamiento							
Tipo de Material en Pila	Topsoil&clay	Topsoil&clay	Topsoil&clay	Topsoil&clay	Topsoil&clay	Topsoil&clay	Topsoil&clay
Rendimiento de Material (t/año) - Anual	89,600.0	89,600.0	149,666.7	149,666.7	149,666.7	179,200.0	449,000.0
Rendimiento de Material (t/día) - Diario	497.8	497.8	831.5	831.5	831.5	995.6	2,494.4
Altura de la Pila (m) ^a	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
Área de la Superficie de la Pila (m ²) ^a	4,978	4,978	8,315	8,315	8,315	9,956	24,944
Largo de la superficie disturbada (m) ^b	75	75	100	100	100	100	200
Ancho de la superficie disturbada (m) ^b	75	75	100	100	100	100	200
Área de material de superficie (hectáreas)	5,625	5,625	10,000	10,000	10,000	10,000	40,000
Tamaño del área de la superficie activa (hectáreas) ^c	0.56	0.56	1.00	1.00	1.00	1.00	4.00
Características Generales del Sitio							
Días de precipitación mayor que o igual a 0,25 mm (p)	Diario Anual	0 137.5	0 137.5	0 137.5	0 137.5	0 137.5	0 137.5
Tiempo (%) que la velocidad del viento sin obstrucción supera los 5,4 m/s en la altura media de la pila (f)	Diario Anual	33.3 8.0	33.3 8.0	33.3 8.0	33.3 8.0	33.3 8.0	33.3 8.0
Contenido de Limo (s) (%)		33.6	33.6	33.6	33.6	33.6	33.6
Multiplicador de Tamaño de Partícula, PM (k)		1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Multiplicador de Tamaño de Partícula, PM-10 (k)		0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50
Información del Control de Emisiones							
Método de Control de Emisiones	Ninguno	Ninguno	Ninguno	Ninguno	Ninguno	Ninguno	Ninguno
Eficiencia de Remoción en el Control de Emisión, %	0	0	0	0	0	0	0
Ecuaciones del Factor de Emisión (EF)							
Ecuación EF sin control (UEF)		UEF (kg/día/ha) = k x 1.9 x (s/1.5) x ((365 - p)/235) x (f/15)					
Ecuación (Final) EF con control (CEF)		CEF (kg/día/ha) = UEF (kg/día/ha) x (100 - Eficiencia de Remoción (%)					
Ecuación sin control (UEF) - con control EF, PM-2,5		PM-2,5 = 0,15 x PM-10					
Factor de Emisión (EF) Calculado para MP							
EF sin control, kg/día/ha	Short term Annual	146.90 21.92	146.90 21.92	146.90 21.92	146.90 21.92	146.90 21.92	146.90 21.92
EF con control, kg/día/ha	Short term Annual	146.90 21.92	146.90 21.92	146.90 21.92	146.90 21.92	146.90 21.92	146.90 21.92
Factor de Emisión (EF) Calculado para PM-10							
EF sin control, kg/día/ha	Short term Annual	47.29 7.06	47.29 7.06	47.29 7.06	47.29 7.06	47.29 7.06	47.29 7.06
EF con control, kg/día/ha	Short term Annual	47.29 7.06	47.29 7.06	47.29 7.06	47.29 7.06	47.29 7.06	47.29 7.06
Tasa de Emisión (ER) Estimada							
PM-10 ER kg/h (diariamente)		1.108	1.108	1.970	1.970	1.970	1.970
t/año		1.429	1.429	2.540	2.540	2.540	2.540
PM-2,5 ER kg/h (diariamente)		0.166	0.166	0.296	0.296	0.296	0.296
t/año		0.214	0.214	0.381	0.381	0.381	0.381

Fuente: USEPA, 1992 (Antecedentes de Polvo Fugitivo e Información Técnica para las Mejores Medidas, Section 2.3.1.3.3, Erosión Eólica de Pilas Activas Constantes)

^a Altura de una pila rectangular formada por materiales de producción diaria estimada; área superficial calculada dividida por el column y por la altura.

^b Dimensiones alteradas de área de superficie son suposiciones conservadoras.

TABLA 9
ESTIMACIÓN DE LOS FACTORES Y LAS TASAS DE EMISIÓN DE PM PARA LAS ACTIVIDADES DEL BULLDOZING
ESCUENARIO POST-CIERRE
PROYECTO MINERO CERRO QUEMA

	Bulldozing No. 1	Bulldozing No. 2
Parametros	Bulldozing at WRD	Bulldozing at HLF
Área/Punto de Emisión	BD 1	BD 2
Información Operacional		
Horas de Actividad Diaria	Diario	20
Horas de Operación (para el propósito del modelado)	Diario	20
Días de Actividad al Año	Anual	180
Número de Unidades		1
Información del Manejo del Material		
Contenido de Humedad (M) (%)		4.0
		7.0
Características Generales del Sitio		
Contenido de Limo (s) (%) ^b		33.6
Información del Control de Emisiones		
Método de Control de Emisiones	Ninguno	Ninguno
Eficiencia de Remoción en el Control de Emisión, %	0	0
Ecuaciones del Factor de Emisión (EF) para PM-15 y PM-10		
Ecuación EF sin control (UEF) para PM-15 ^a	UEF (kg/h) = 0,45 x (s) ^{1,5} / (M) ^{1,4}	
Ecuación EF con control (CEF) para PM-15	CEF (kg/h) = UEF (kg/Mg) x [100 - Eficiencia de Remoción (%)]	
Ecuación EF sin control (UEF) para PM-10	UEF (kg/h) = 0,75 x UEF de PM ₁₅	
Ecuación EF con control (CEF) para PM-10	CEF (kg/h) = 0,75 x CEF de PM ₁₅	
Factores de Emisión (EF) Calculados para PM-15 y PM-10		
EF sin control PM-15, kg/h	Corto Plazo, Anual	12.58
EF con control PM-15, kg/h	Corto Plazo, Anual	12.58
EF sin control PM-10, kg/h	Corto Plazo, Anual	9.44
EF con control PM-10, kg/h	Corto Plazo, Anual	9.44
Tasa de Emisión Estimada (ER)		
PM-10 ER kg/h (diariamente)		9.44
	t/año	33.98
PM-2,5 ER kg/h (diariamente)		1.42
	t/año	5.10
		15.52
		0.65
		2.33

Fuente: USEPA, 1998 (AP-42, Section 11.9 for Western Surface Coal Mines).

^a Basado en las actividades de bulldozing para la sobre capa.

TABLA 10
ESTIMACIÓN DE LOS FACTORES Y TASAS DE EMISIÓN DE MP PARA LAS ACTIVIDADES DE NIVELACIÓN DURANTE LAS OPERACIONES DE MINA
ESCENARIO POST-CIERRE
PROYECTO MINERO CERRO QUEMA

Parametros	Nivelacion 1		Nivelacion 2
	Grading at WRD	GD1	Grading at HLF
Área/Punto de Emission			GD2
Información Operacional			
Horas de Actividad Diaria	Daily	20	20
Horas de Operación (para el propósito del modelo)	Daily	20	20
Días de Actividad al Año	Annual	180	180
Número de Unidades		2	2
Información del Vehículo			
Velocidad Media del Vehículo (S) (km/h) ^a		5	5
Cálculo de Kilómetros Recorridos por Vehículo (VKT)			
Número de vehículos	Daily	2	2
	Annual	360	360
Utilización de Nivelación utilizado por día ^a %		100	100
Distancia Recorrida/Vehículo/Día ^b km		100	100
VKT (Número de vehículos x km recorrido)	Daily	200	200
	Annual	36000	36000
Método de Control de Emisiones ^c		Ninguno	Ninguno
Eficiencia de Remoción en el Control de Emisión, %		0	0
Ecuaciones de Factores de Emisión (EF) para PM-15 y PM-10			
Ecuación EF sin control (UEF) para PM-15	UEF (kg/VKT) = 0,0056 x S ^{2,0} x Scaling Factor		
Factor de Escala - PM-15		1.0	1.0
Factor de Escala - PM-10		0.6	0.6
Ecuaciones de Factor de Emisión (EF) para PM & PM-2,5			
Ecuación EF sin control (UEF) para MP	UEF (kg/VKT) = 0.0034(S) ^{2,5} x Scaling Factor		
Factor de Escala - PM		1.0	1.0
Factor de Escala - PM-2,5		0.031	0.031
Factor de Emisión (EF) Calculado			
EF sin control para PM-15, kg/VKT		0.14	0.14
EF con control para PM-15, kg/VKT		0.14	0.14
EF sin control para PM-10, kg/VKT		0.08	0.08
EF con control para PM-10, kg/VKT		0.08	0.08
EF sin control para PM, kg/VKT		0.19	0.19
EF con control para PM, kg/VKT		0.19	0.19
EF sin control para PM-2,5, kg/VKT		0.01	0.01
EF con control para PM-2,5, kg/VKT		0.01	0.01
Tasa de Emisión Estimada (ER)			
PM-10 ER kg/h (diariamente)		1.68	1.68
t/año		6.05	6.05
PM-2,5 ER kg/h (diariamente)		0.12	0.12
t/año		0.42	0.42

Source: USEPA, 1998 (AP-42, Section 11.9 for Western Surface Coal Mines).

^a Velocidad media y utilización del nivelador asumida

^b Distancia Recorrida por Día = Velocidad Promedio del Vehículo x Horas de Actividades Diarias (h/día) x Grado de Utilización por Día (%).

^c Based on Fugitive Dust Background Document and Technical Information Document for Best Available Control Measures - OAQPS, EPA-450/2-92-004 (EPA, 1992) Basado en el Documento de Polvo Fugitivo y Documento Técnico de Información para Mejor Control de Mediciones Disponibles - OAQPS, EPA-450/2-92-004 (EPA, 1992)

TABLA 11
ESTIMACIÓN DE FACTORES DE EMISIÓN DE ESCAPE PARA MAQUINARIA DIÉSEL FUERA DE RUTA ASOCIADAS CON LOS EQUIPOS DE MINA
ESCENARIO POST-CIERRE
PROYECTO MINERO CERRO QUEMA

Descripción del Vehículo	Modelo del Vehículo	Número de Vehículos	Operación de Equipos	Potencia del Motor (hp) ^a	Clasificación del Motor	Horas de Operación	Factores de Emisión sin Ajustar (UAF) ^b		Factores de Ajustes Transitorios (TAF) ^c		Deterioro (DF) ^d	S Ajuste ^e	Adjusted Emission Factor (UAFxTAFxDF) ^f	Ratios de Emisión					
							PM ₁₀	BSFC	PM ₁₀	BSFC				Horario PM ₁₀ /PM _{2,5}	Anual PM ₁₀ /PM _{2,5}				
														(g/hp-hr)	(lb/hp-hr)	(g/hp-hr)	(g/hp-hr)	(kg/hr)	(ton/yr)
Camiones de Acarreo																			
Topsoil and clay transport	CAT 730C	2	2	367	3	3,600	0.1500	0.367	1.23	1.01	1.473	-0.013	0.285	---	---				
Depósito de Desmonte																			
Back Hoe	CAT 385CL	2	2	330	2	3,600	0.1316	0.367	1.95	1.01	1.473	0.074	0.304	0.20	0.72				
Dozer	CAT D6	2	2	150	4	3,600	0.0690	0.367	1.47	1.01	1.473	-0.013	0.162	0.05	0.18				
Grader	Cat 14H	2	2	170	2	3,600	0.1800	0.367	1.23	1.01	1.473	0.074	0.252	0.09	0.31				
													Total	0.335	1.206				
Plataforma de Lixiviación																			
Back Hoe	CAT 385CL	2	2	330	2	3,600	0.1316	0.367	1.97	1.18	1.473	0.087	0.295	0.19	0.70				
Dozer	CAT D6	2	2	150	4	3,600	0.0690	0.367	1.47	1.01	1.473	-0.013	0.162	0.05	0.18				
Grader	Cat 14H	2	2	170	2	3,600	0.1800	0.367	1.23	1.01	1.473	0.074	0.252	0.09	0.31				
													Total	0.329	1.186				

Source: Exhaust and Crankcase Emission Factors for Nonroad Engine Modelling – Compression Ignition – Report No. NR-009D.

^a Cero horas, estado estable de los factores de emisión para los motores de encendido fuera de ruta, Tabla 4A.

^b Factores de ajuste transitorios por tipo de equipamiento para maquinaria de encendido fuera de ruta, Tabla 5A.

^c Factores de deterioro para maquinarias con motores diésel, Tabla 6A.

^d El ajuste del factor de emisión de MP a tener en cuenta en las variaciones de azufre en el combustible, se realiza mediante la siguiente ecuación

^e Adjustment to PM emission factor to account for variations in fuel sulfur content is made using the following equation -

$$S_{PM\ adj} = BSFC \times 453.6 \times 7.0 \times soxcnv \times 0.01 \times (soxbas - soxdsl), \text{ where}$$

$$soxcnv = 0.02247 \text{ grams PM sulfur/grams fuel sulfur consumed}$$

$$soxbas = 0.33 \text{ percent (default certification fuel sulfur weight percent for diesel engines, Tier Ratings 1 and 2)}$$

$$0.0015 \text{ percent (default certification fuel sulfur weight percent for diesel engines, Tier Ratings 3 and 4)}$$

$$soxdsl = 0.05 \text{ percent (based on 500 ppm sulfur diesel)}$$

^f Para todos los contaminantes excepto MP, Factor de Emisión Ajustado = UAF x TAF x DF.

Para MP, Factor de Emisión Ajustado = UAF x TAF x DF - S_{PM} ajust.

APÉNDICE D



TECHNICAL MEMORANDUM

Fecha: Diciembre 21, 2015 **Proyecto No.:** 15-38534
Para: Pierre Bureau and Octavio Choy **Compañía:** Golder Associates Inc, Reno
De: David Buff
cc: Todd Minard, Benny Susi, Sal Mohammad
RE: INVENTARIO DE EMISIONES E IMPACTOS DE CIANURO DE HIDROGENO Y MERCURIO DE LA OPERACIÓN MINERA CERRO QUEMA

INTRODUCCION

Pershimco Resources Inc. (PRO) ha propuesto la construcción de una mina de oro a tajo abierto convencional en Panamá. El mineral proveniente de los tajos será triturado y luego se transportará mediante faja para apilarlos y aplicar el procesamiento de mineral a través de una lixiviación convencional. Se estima que la tasa de procesamiento de mineral mensual será de 310 000 toneladas métricas, o 3 720 000 toneladas métricas por año. PRO ha recibido recientemente los comentarios de la ANAM para el Proyecto Cerro Quema, donde se hace el requerimiento de una explicación más detallada sobre el riesgo de dispersión de las emisiones atmosféricas fugitivas de las operaciones de procesamiento de mineral que puede tener un cierto nivel de toxicidad (vapores, aerosoles), teniendo en cuenta la ubicación topográfica de la mina en aguas arriba de una quebrada y la ubicación de las áreas pobladas aguas abajo (vientos).

El cianuro de hidrógeno (HCN) y el mercurio (Hg) se han identificado como las emisiones atmosféricas provenientes de las operaciones de procesamiento de mineral que pueden potencialmente afectar a zonas cercanas. Los receptores más cercanos están en un radio de 4,5 ~ 5 kilómetros (km) del proyecto. Los estudios realizados por la Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos (USEPA) en las minas de oro de Estados Unidos identificaron estos dos contaminantes como motivo de preocupación en relación a las operaciones de procesamiento de mineral de oro. La USEPA últimamente ha establecido las normas de emisión para Hg asociadas a las operaciones de procesamiento térmico en la categoría de extracción de oro como fuentes puntuales. Se ha encontrado que las emisiones de HCN son principalmente fugitivas en la naturaleza, por lo que se considera poco práctico establecer normas sobre estas emisiones.

Para dar respuesta a los comentarios de la ANAM, Golder ha calculado las emisiones de estos parámetros y realizado un análisis de detección con un modelo de dispersión atmosférica para estimar el impacto promedio horario y anual de HCN y Hg para el proyecto minero Cerro Quema. El análisis de detección tiene por objeto proporcionar una evaluación preliminar de los impactos potenciales asociadas

Golder Associates Inc.
6026 NW 1st Place
Gainesville, FL 32607 USA
Tel: (352) 336-5600 Fax: (352) 336-6603 www.golder.com



Golder Associates: Operations in Africa, Asia, Australasia, Europe, North America and South America

Golder, Golder Associates and the GA globe design are trademarks of Golder Associates Corporation

a las actividades de procesamiento del Proyecto, utilizando métodos conservadores con lo cual se espera que se produzcan impactos más altos de lo real. Un mayor detalle de las evaluaciones de impacto de calidad del aire de estas emisiones se pueden realizar utilizando métodos más refinados cuando esto sea necesario.

Área de Estudio

Golder realizo el cálculo de emisiones y el análisis de impacto de la calidad del aire para las emisiones fugitivas de HCN para superficies activas (bajo el proceso de lixiviación) e inactivas de las plataformas de las pilas de lixiviación y de las pozas de procesamiento propuesto de la mina Cerro Quema. Golder también estimó las emisiones y el análisis de impacto de las emisiones de Hg asociado a las operaciones de tratamiento térmico localizado adyacente a la plataforma de lixiviación, así como las emisiones de Hg fugitivas de las pilas de lixiviación.

Estimación de la Emisiones del Proyecto

De acuerdo a la literatura revisada, se identificó una serie de fuentes de HCN fugitivos asociados con las operaciones de extracción de oro. Estos incluyen superficies activas (bajo el proceso de lixiviación) e inactivas de las plataformas de las pilas de lixiviación, pozas, relaves y tanques. El proyecto propuesto incluye todas estas fuentes, con la excepción de los relaves. Bajo este contexto, se identificaron los factores de emisión que podrían aplicarse al Proyecto para cada tipo de fuente.

Los factores de emisión de HCN se basan en el flujo en gramos por metro cuadrado por segundo ($\text{g}/\text{m}^2/\text{s}$) para cada categoría de fuente. Por lo tanto, se estimaron las emisiones de HCN del Proyecto basado en las áreas (m^2) de las diferentes categorías de fuentes. La Tabla 1 resume las estimaciones de las emisiones de HCN. La información del área de las superficies activas (bajo el proceso de lixiviación) e inactivas de la plataforma de pilas de lixiviación, pozas de solución rica y de eventos fueron proporcionados por PRO, mientras que el área de los tanques se estimó en base al valor máximo de tres minas de oro que se presenta en el informe titulado "Flujo de HCN basado en la evaluación de Calidad del Aire de las emisiones de cianuro de hidrógeno de fuentes fugitivas asociadas a operaciones mineras en Nevada, utilizando la cámara tecnológica de aislamiento de flujo de la USEPA" (Schmidt, 2010). De la misma referencia se obtuvieron los flujos de HCN para cada categoría de fuente. Los flujos promedio de las diferentes fuentes de las tres minas de oro que se presentan en este informe fueron utilizados para estimar las emisiones de HCN para el Proyecto Cerro Quema.

Las emisiones de Hg del proyecto son tanto de fuentes puntuales tales como el horno de carbón, extracción electrolítica, horno de derretimiento y las retortas de Hg; así como de fuentes fugitivas, que incluyen las superficies activas e inactivas de la plataforma de pilas de lixiviación en. La Tabla 2 resume tanto las emisiones de fuentes puntuales y las emisiones fugitivas. Las emisiones de Hg de fuentes puntuales fueron calculadas en base al rendimiento del concentrado aurífero de las retortas de Hg y el

factor de emisión en libras por tonelada de concentrado (libras/tonelada). La información de rendimiento del concentrado fue proporcionada por PRO y los factores de emisión se obtuvieron del informe titulado "Desarrollo de los MACT en Suelos y MACT para el NEASHAP límite para el Procesamiento y Producción de Minas de Oro" (USEPA, 2010). En dicho informe, se estudiaron los factores de emisión de Hg de diferentes unidades de 11 instalaciones con retortas de Hg y horno de carbón. Los factores de emisión del horno de fusión y las retortas de Hg con dispositivo de control se promediaron y se aplican al proyecto. Para los factores de emisión de la extracción electrolítica y horno de carbón, se utilizaron los datos sin dispositivo de control.

Las emisiones de Hg fugitivos se basan en el flujo en g /m²/s de las superficies activas e inactivas de la plataforma de pilas de lixiviación. Los datos de flujo se basaron en la presentación titulada "Emisiones fugitivas de mercurio en operaciones mineras en Nevada, EE.UU." escritos por CS Eckley. El factor de emisión para las plataformas inactivas se supone que es la misma que para los residuos del tratamiento.

METODOLOGIA DE MODELAMIENTO Y SUPUESTOS

Modelamiento general y Enfoque de Análisis

Modelo SCREEN3 de la USEPA se utilizó para estimar los impactos a sotavento, tanto de HCN y Hg a distancias especificadas (1, 3 y 5 km) del Proyecto. El modelo de la USEPA SCREEN3 fue desarrollado para un método de fácil uso para la obtención de las concentraciones de contaminantes a sotavento de una sola fuente. Este modelo puede calcular los promedios de concentraciones máximas a nivel del suelo en 1 hora a una determinada distancia, incorporando los efectos de edificios si estos estuvieran presentes. Las fuentes de área y fuentes de volumen también se pueden modelar. El SCREEN3 examina una amplia gama de condiciones meteorológicas integradas, incluyendo todas las clases de estabilidad y velocidades del viento para encontrar máximos impactos. Debido a la combinación intrínseca de las condiciones meteorológicas diseñados para predecir máximos impactos, las concentraciones SCREEN3 pronosticados son conservadoramente mayores que las concentraciones pronosticadas por un modelo refinado de dispersión de aire, con datos meteorológicos horarios en tiempo real.

Desde que los datos meteorológicos de superficie por hora no se encontraron disponibles, el modelo SCREEN3 fue utilizado como un enfoque conservador. El SCREEN3 es un modelo de una sola fuente, cada fuente de emisiones de HCN / Hg fue modelado por separado y se añadieron los impactos máximos a ciertas distancias a sotavento en forma conjunta, independientemente de la ubicación de las fuentes. En realidad, estas fuentes no se encuentran en el mismo lugar y, por lo tanto, los máximos impactos a sotavento no se producen en el mismo lugar. Este enfoque, sin embargo, proporciona una estimación muy conservadora de los impactos a sotavento y también muestra cómo estos impactos disminuyen con la distancia.

Las fuentes de HCN del Cerro Quema se modelaron como una fuente de área con una altura de descarga de 1 m por encima del suelo. Las fuentes de área son fuentes sin velocidad de salida inicial o temperatura de escape. El flujo de emisiones para cada fuente se utilizó como la tasa de emisión. El área de origen se supone que es un área cuadrada equivalente al área real de la fuente. El mismo método se aplicó a la modelización de Hg fugitivo. Para el modelado de la fuente puntual de Hg, se consideró la siguiente información de la pila: Altura de pila - 3 m, diámetro de base - 0,1 m, velocidad de salida - 0,01 m/s, temperatura de salida - 293 K.

La estabilidad "F" (moderadamente condiciones estables) se utilizó en el modelado, que es la clase de estabilidad que genera los mayores impactos. Además, se utilizó la velocidad del viento media del sitio específico de 3,6 m/s en el análisis, que se basa en mediciones meteorológicas realizadas en la Estación Meteorológica Cerro Quema durante el período 07/07/94 hasta 30/09/94. Sobre la base de los tres períodos de monitoreo de datos meteorológicos en 1994, los datos de este período proporciona la velocidad del viento media más baja, que se utilizó en el análisis como un enfoque conservador para maximizar impactos en la calidad del aire.

RESULTADOS DE MODELAMIENTO

Los resultados de los análisis de detección se presentan en las tablas 3 y 4. Desde SCREEN3 sólo genera concentraciones promedio de 1 hora, los resultados SCREEN3 fueron multiplicados por el factor multiplicador de la USEPA de 0,08 para estimar el impacto promedio anual. Golder investigó que concentraciones ambientales aceptables máximos para estos parámetros en varias agencias ambientales estatales en los EE.UU a partir de la generación de una instalación industrial. Las evaluaciones se hacen típicamente mediante la predicción de máximas concentraciones fuera de la propiedad utilizando modelos de dispersión de aire y comparando el máximo impacto con un valor umbral. A modo de ejemplo, el Departamento de Calidad Ambiental de Arizona (ADEQ, por sus siglas en inglés) ha desarrollado concentraciones ambientales agudos de calidad del aire (AAAC, por sus siglas en inglés) y concentraciones crónicas ambiente de calidad del aire (CAAC, por sus siglas en inglés). Por ende se sugiere que las concentraciones horarias máximas modeladas para este proyecto se comparan con las AAAC y las concentraciones modeladas anuales se comparan con el CAAC. El ADEQ establece que el AAAC de HCN es $3900 \mu\text{g}/\text{m}^3$ y el de Hg es $1000 \mu\text{g}/\text{m}^3$; asimismo, el CAAC de HCN es $3,13 \mu\text{g}/\text{m}^3$ y el de Hg es $0.313 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Golder utilizó estos umbrales para evaluar los máximos impactos de HCN y Hg del proyecto Cerro Quema.

Como se muestra en la Tabla 3, la concentración total disminuye con la distancia desde el proyecto. Las concentraciones de HCN en 1 hora, el umbral AAAC no se supera a cualquier distancia a sotavento. Las concentraciones de HCN, a una distancia de 3 km a sotavento, la concentración total están por debajo del CAAC. Dado que los receptores más cercanos se encuentran a más de 4,5 km del proyecto, los impactos anuales HCN sobre los receptores más allá de esta distancia estarán por debajo de la CAAC.

Los impactos de Hg del Proyecto son insignificantes y muy por debajo tanto de la AAAC y la CCAA, como se muestra en la Tabla 4. Por lo tanto, todas las áreas fuera del sitio del Proyecto no se verán afectados por las emisiones de Hg.

Como se señaló anteriormente, los impactos máximos que se presentan en las tablas 3 y 4 han sido obtenidos mediante la utilización de un modelo de dispersión atmosférica de detección y, por lo tanto, son muy conservadores. El uso de un modelo de dispersión de aire refinado como el modelo AERMOD de la USEPA se traduciría en menores concentraciones.

TABLAS

Tabla 1
Emisiones Fugitivas HCN, Proyecto Cerro Quema

Fuente	Categoria ID	Descripcion de la Categoria	Area, m ²	Flujo, g/m ² /s ^a	Emisiones HCN	
					Horario, g/s	Anual, Tonne/yr
Plataforma Activa	Psprink	Active Pad, Sprinkler, Wet Surface	70,000	2.82E-06	0.1977	6.23
Plataforma Inactiva	PI	Inactive Pad	240,220	1.30E-08	0.0031	0.10
Poza de solucion Rica	CO	Open Preg Channel, Tank, or Pond	7,134	3.30E-07	0.0024	0.07
Poza de Eventos	BP	Open Barren Ponds and Solution	28,698	1.16E-05	0.3334	10.51
Tanques	TK	Tanks	2,541	9.08E-06	0.0231	0.73
Total					0.560	17.65

Notas:

^a El flujo de HCN Flux se baso en "Evaluación de Emisiones atmosféricas de cianuro de hidrógeno de Fuentes fugitivas en Minas de Oro en Nevada con el uso del flujo de la camara tecnologica de aislamiento de la USEPA". Dr. C.E. Schmidt, 2010.

Tabla 2
Emissions de Hg , Proyecto Cerro Quema

Fuentes Puntuales					
Fuente	Ratio de Concentrado Semanal, kg/wk	Ratio de Concentrado Horario, tonne/s	Factor de Emision, g/tonne ^a	Emisiones Horarias, g/s	Emisiones Anuales, tonne/yr
Horno de Carbon	155	2.56E-07	1921.7	0.00049	0.01553
Extracción electrolítica	155	2.56E-07	940.0	0.00024	0.00760
Horno de fusión	155	2.56E-07	60.3	0.00002	0.00049
Retorta	155	2.56E-07	0.5	1.40E-07	4.40E-06
			Total	0.00075	0.0236
Fuentes Fugitivas					
Fuente	Area, m²	Factor de Emision, Flujo, g/m²/s ^b	Emisiones Horarias, g/s	Emisiones Anuales, tonne/yr	
Plataformas Activas	70,000	1.172E-09	0.000082	0.00259	
Plataformas Inactivas	240,220	3.194E-10	0.000077	0.00242	
Total		Total	0.00016	0.00501	
		Total =	0.00091	0.02863	

Notas:

^a Los factores de emisión de mercurio se basaron en el "Desarrollo de las Plantas MACT Y MACT para el NESHAP final para la mina de oro de mineral de procesamiento y Producción "(USEPA, 2010). La unidad se convirtió de libras tonelada para g/tonelada utilizando un multiplicador de 500.

^b Los factores de emisión se basaron en "Emisiones Fugitivos de mercurio en las Minas de Oro de Nevada, EE.UU. " CS Eckley. El factor de emisión para la plataforma inactiva se asumió a una similar de la aplicable para los residuos del procesamiento.

Tabla 3
Impactos de HCN a Sotavento, Proyecto Cerro Quema

Fuente	Categoria ID	Descripcion de la Categoria	Area, m ²	Flujo, g/m2/s ^a	Resultados de SCREEN3 en 1-Hora promedio ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) a distancias a Sotavento ^b			AAAC ^c	Resultados de SCREEN3 Anuales ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) a distancias a Sotavento ^d			CAAC ^c	
					1 km	3 km	5 km		$\mu\text{g}/\text{m}^3$	1 km	3 km	5 km	
Plataforma Activa	Psprink	Active Pad, Sprinkler, Wet Surface	70,000	2.82E-06	14.40	5.32	3.08			1.15	0.43	0.25	
Plataforma Inactiva	PI	Inactive Pad	240,220	1.30E-08	0.14	0.58	0.39			0.01	0.05	0.03	
Poza de solucion Rica	CO	Open Preg Channel, Tank, or Pond	7,134	3.30E-07	0.35	0.08	0.04			0.03	0.006	0.003	
Poza de Eventos	BP	Open Barren Ponds and Solution	28,698	1.16E-05	34.13	10.40	5.57			2.73	0.83	0.45	
Tanques	TK	Tanks	2,541.4	9.08E-06	3.95	0.81	0.41			0.32	0.06	0.03	
Total			348,593	2.39E-05	52.96	17.20	9.48	3,900		4.24	1.38	0.76	3.13

Notas

^a El flujo de HCN Flux se baso en "Evaluación de Emisiones atmosféricas de cianuro de hidrógeno de Fuentes fugitivas en Minas de Oro en Nevada At Nevada" Dr. C.E. Schmidt, 2010.

^b Modelo SCREEN3 de la USEPA se utilizó con la opción de "fuentes de área"; fuente altura de descarga de 1 m por encima del suelo; opción de dispersión rural; "F" clase de estabilidad (estable) utilizado para la estabilidad peor de los casos;

Velocidad del viento media específica de sitio de 3.613 m/ s basada en observaciones meteorológicas en la estación de Cerro Quema durante el período 07/07/94 hasta 30/09/94.

^c AAAC-concentraciones ambientales agudos de calidad del aire; CAAC- concentraciones crónicas ambiente de calidad del aire . Sobre la base de las directrices de modelización de aire del Departamento de Calidad Ambiental de Arizona.

^d Resultados de SCREEN3 en 1 hora promedio fueron multiplicados por el factor multiplicador de la EPA de 0,08 para estimar las concentraciones medias anuales.

Tabla 4
Impactos de Hg a Sotavento, Proyecto Cerro Quema

Resultados de SCREEN3 en 1-Hora promedio ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) a distancias a Sotavento ^a					AAAC ^b	Resultados de SCREEN3 Anuales ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) a distancias a Sotavento ^c			CAAC ^b	
Fuentes Puntuales	Source	Emisiones Horarias, g/s	1 km	3 km	5 km	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	1 km	3 km	5 km	$\mu\text{g}/\text{m}^3$
Horno de Carbon		0.00049	9.0E-02	1.7E-02	8.7E-03		7.2E-03	1.4E-03	7.0E-04	
Extracción electrolítí		0.00024	4.4E-02	4.7E-05	1.2E-04		3.5E-03	3.7E-06	9.6E-06	
Horno de fusión		1.55E-05	5.8E-03	6.1E-06	2.9E-03		4.6E-04	4.9E-07	2.3E-04	
Retorta		1.40E-07	8.1E-04	4.2E-07	2.0E-04		6.5E-05	3.4E-08	1.6E-05	
Total		0.00075	0.14061	0.01745	0.01191		0.01125	0.00140	0.00095	
Fuentes Fugitivas										
		Emisiones Horarias, g/s	1 km	3 km	5 km		1 km	3 km	5 km	
		0.000082	6.0E-03	2.2E-03	1.3E-03		4.8E-04	1.8E-04	1.0E-04	
		0.000077	3.3E-03	1.4E-03	9.5E-04		2.7E-04	1.1E-04	7.6E-05	
		0.00016	0.00930	0.00365	0.00223		0.00074	0.00029	0.00018	
		0.00720	0.14992	0.02110	0.01414	1,000	0.01199	0.00169	0.00113	0.313

Notas:

^a Modelo SCREEN3 de la USEPA se utilizó con la opción de "fuentes de área"; fuente altura de descarga de 1 m por encima del suelo; opción de dispersión rural; "F" clase de estabilidad (estable) utilizado para la estabilidad peor de los casos; Velocidad del viento media específica de sitio de 3.613 m/ s basada en observaciones meteorológicas en la estación de Cerro Quema durante el período 07/07/94 hasta 30/09/94.

^b AAAC-concentraciones ambientales agudos de calidad del aire; CAAC- concentraciones crónicas ambiente de calidad del aire . Sobre la base de las directrices de modelización de aire del Departamento de Calidad Ambiental de Arizona.

^c Resultados de SCREEN3 en 1 hora promedio fueron multiplicados por el factor multiplicador de la EPA de 0.08 para estimar las concentraciones medias anuales.

APÉNDICE E

TABLA 1
RESUMEN DE LOS IMPACTOS DE MATERIAL PARTICULADO
ESCENARIO DE OPERACION
PROYECTO MINERO CERRO QUEMA

Parametro	Periodo	Receptor Codigo	Ubicacion			Concentraciones Maximas Pronosticadas (ug/m ³)			AAQS ^c (ug/m ³)
			Este m	Norte m	Elevacion m	Linea Base ^a	Resultados de Modelamiento ^b	Impactos Totales	
PM ₁₀	24 horas	R1-La Llana	546,862.8	831,574.8	83.7	45.8	9.8	55.6	150
		R2-Boca de Quema	548,675.4	831,233.9	119	45.8	13.2	59.0	150
		R3-Rio Quema	548,326.2	830,452.4	105	45.8	9.0	54.8	150
	Anual	R1-La Llana	546,862.8	831,574.8	83.7	16.6	1.14	17.7	50
		R2-Boca de Quema	548,675.4	831,233.9	119	16.6	1.95	18.6	50
		R3-Rio Quema	548,326.2	830,452.4	105	16.6	1.35	18.0	50
PM _{2.5}	24 horas	R1-La Llana	546,862.8	831,574.8	83.7	6.9	5.26	12.1	35
		R2-Boca de Quema	548,675.4	831,233.9	119	6.9	5.72	12.6	35
		R3-Rio Quema	548,326.2	830,452.4	105	6.9	4.14	11.0	35
	Anual	R1-La Llana	546,862.8	831,574.8	83.7	2.5	0.44	2.9	12
		R2-Boca de Quema	548,675.4	831,233.9	119	2.5	0.70	3.2	12
		R3-Rio Quema	548,326.2	830,452.4	105	2.5	0.51	3.0	12

^a Las concentraciones de fondo se basan en concentraciones registradas las estaciones de monitoreo que se llevaron a cabo en mas de 5 locaciones cerca del Proyecto Cerro Quema (EM1-EM5) en Mayo, 2014.

La concentracion maxima promedio en 24 horasmonitoreada fue utilizada como concentracion de linea base o de fondo.

Desde que los registros de monitoreo de PM-2.5 no se encuentran disponibles, se ha utilizado el 15% de las concentraciones de PM-10 monitoreados como las concentraciones de linea base o de fondo de PM-2.5

La USEPA recomienda el 15% como fraccion de PM-2.5 en la estimacion de las emisiones de polvo fugitivo del trafico en las carreteras sin pavimentar.

^b Maximas concentraciones pronosticadas por el modelo AERMOD.

^c Estandares de Calidad del Aire de los Estados Unidos de Norteamerica (AAQS, por sus siglas en ingles).

TABLA 2
RESUMEN DE LOS IMPACTOS DE HCN y Hg
ESCENARIO DE OPERACION
PROYECTO MINERO CERRO QUEMA

Parametro	Periodo	Receptor Codigo	Ubicacion			Concentraciones Maximas Pronosticadas (ug/m ³)			AAQS ^c (ug/m ³)
			Este m	Norte m	Elevacion m	Linea Base ^a	Resultados de Modelamiento ^b	Impactos Totales	
Hg	1 hora	R1-La Llana	546,862.8	831,574.8	83.7	0.0	0.00082	0.00082	1,000
		R2-Boca de Quema	548,675.4	831,233.9	119	0.0	0.00140	0.00140	1,000
		R3-Rio Quema	548,326.2	830,452.4	105	0.0	0.00099	0.00099	1,000
	Anual	R1-La Llana	546,862.8	831,574.8	83.7	0.0	0.00003	0.00003	0.313
		R2-Boca de Quema	548,675.4	831,233.9	119	0.0	0.00006	0.00006	0.313
		R3-Rio Quema	548,326.2	830,452.4	105	0.0	0.00004	0.00004	0.313
HCN	24 horas	R1-La Llana	546,862.8	831,574.8	83.7	0.0	0.61	0.61	3,900
		R2-Boca de Quema	548,675.4	831,233.9	119	0.0	1.00	1.00	3,900
		R3-Rio Quema	548,326.2	830,452.4	105	0.0	0.73	0.73	3,900
	Anual	R1-La Llana	546,862.8	831,574.8	83.7	0.0	0.038	0.038	3.13
		R2-Boca de Quema	548,675.4	831,233.9	119	0.0	0.063	0.063	3.13
		R3-Rio Quema	548,326.2	830,452.4	105	0.0	0.046	0.046	3.13

^a Se asumio que las concentraciones de linea base de estos parametros son insignificantes.

^b Maximas concentraciones pronosticadas por el modelo AERMOD.

^c En base a los requisitos por el Departamento de Calidad Ambiental de Arizona, las concentraciones de 1 hora deben ser comparados con las concentraciones agudas de calidad del aire (AAAC) y las concentraciones anuales en comparacion con las concentraciones cronicas de calidad del aire (CAAC).

TABLA 3
RESUMEN DE LOS IMPACTOS DE LA DEPOSICION
ESCENARIO DE OPERACION
PROYECTO MINERO CERRO QUEMA

Elementos Traza	Concentracion en Suelo ^a (ppm)	Deposicion Anual de los elementos traza sobre la deposicion anual de PM-10 en g/m ²									
		10 (g/m ²)	20 (g/m ²)	30 (g/m ²)	40 (g/m ²)	50 (g/m ²)	60 (g/m ²)	70 (g/m ²)	80 (g/m ²)	90 (g/m ²)	100 (g/m ²)
Ag	0.17	1.7E-06	3.4E-06	5.1E-06	6.8E-06	8.5E-06	1.0E-05	1.2E-05	1.4E-05	1.5E-05	1.7E-05
Al	87,000	8.7E-01	1.7E+00	2.6E+00	3.5E+00	4.4E+00	5.2E+00	6.1E+00	7.0E+00	7.8E+00	8.7E+00
As	8.50	8.5E-05	1.7E-04	2.6E-04	3.4E-04	4.3E-04	5.1E-04	6.0E-04	6.8E-04	7.7E-04	8.5E-04
Ba	220	2.2E-03	4.4E-03	6.6E-03	8.8E-03	1.1E-02	1.3E-02	1.5E-02	1.8E-02	2.0E-02	2.2E-02
Be	0.44	4.4E-06	8.8E-06	1.3E-05	1.8E-05	2.2E-05	2.6E-05	3.1E-05	3.5E-05	4.0E-05	4.4E-05
Bi	0.12	1.2E-06	2.4E-06	3.6E-06	4.8E-06	6.0E-06	7.2E-06	8.4E-06	9.6E-06	1.1E-05	1.2E-05
Ca	240	2.4E-03	4.8E-03	7.2E-03	9.6E-03	1.2E-02	1.4E-02	1.7E-02	1.9E-02	2.2E-02	2.4E-02
Cd	0.18	1.8E-06	3.6E-06	5.4E-06	7.2E-06	9.0E-06	1.1E-05	1.3E-05	1.4E-05	1.6E-05	1.8E-05
Co	46	4.6E-04	9.2E-04	1.4E-03	1.8E-03	2.3E-03	2.8E-03	3.2E-03	3.7E-03	4.1E-03	4.6E-03
Cr	62	6.2E-04	1.2E-03	1.9E-03	2.5E-03	3.1E-03	3.7E-03	4.3E-03	5.0E-03	5.6E-03	6.2E-03
Cu	670	6.7E-03	1.3E-02	2.0E-02	2.7E-02	3.4E-02	4.0E-02	4.7E-02	5.4E-02	6.0E-02	6.7E-02
Fe	64,000	6.4E-01	1.3E+00	1.9E+00	2.6E+00	3.2E+00	3.8E+00	4.5E+00	5.1E+00	5.8E+00	6.4E+00
Hg	0.05	5.0E-07	1.0E-06	1.5E-06	2.0E-06	2.5E-06	3.0E-06	3.5E-06	4.0E-06	4.5E-06	5.0E-06
K	14,000	1.4E-01	2.8E-01	4.2E-01	5.6E-01	7.0E-01	8.4E-01	9.8E-01	1.1E+00	1.3E+00	1.4E+00
Li	19	1.9E-04	3.8E-04	5.7E-04	7.6E-04	9.5E-04	1.1E-03	1.3E-03	1.5E-03	1.7E-03	1.9E-03
Mg	12,000	1.2E-01	2.4E-01	3.6E-01	4.8E-01	6.0E-01	7.2E-01	8.4E-01	9.6E-01	1.1E+00	1.2E+00
Mn	760	7.6E-03	1.5E-02	2.3E-02	3.0E-02	3.8E-02	4.6E-02	5.3E-02	6.1E-02	6.8E-02	7.6E-02
Mo	0.80	8.0E-06	1.6E-05	2.4E-05	3.2E-05	4.0E-05	4.8E-05	5.6E-05	6.4E-05	7.2E-05	8.0E-05
Na	410	4.1E-03	8.2E-03	1.2E-02	1.6E-02	2.1E-02	2.5E-02	2.9E-02	3.3E-02	3.7E-02	4.1E-02
Ni	16.00	1.6E-04	3.2E-04	4.8E-04	6.4E-04	8.0E-04	9.6E-04	1.1E-03	1.3E-03	1.4E-03	1.6E-03
P	380	3.8E-03	7.6E-03	1.1E-02	1.5E-02	1.9E-02	2.3E-02	2.7E-02	3.0E-02	3.4E-02	3.8E-02
Pb	69	6.9E-04	1.4E-03	2.1E-03	2.8E-03	3.5E-03	4.1E-03	4.8E-03	5.5E-03	6.2E-03	6.9E-03
Sb	6.20	6.2E-05	1.2E-04	1.9E-04	2.5E-04	3.1E-04	3.7E-04	4.3E-04	5.0E-04	5.6E-04	6.2E-04
Se	0.70	7.0E-06	1.4E-05	2.1E-05	2.8E-05	3.5E-05	4.2E-05	4.9E-05	5.6E-05	6.3E-05	7.0E-05
Sn	0.60	6.0E-06	1.2E-05	1.8E-05	2.4E-05	3.0E-05	3.6E-05	4.2E-05	4.8E-05	5.4E-05	6.0E-05
Sr	23	2.3E-04	4.6E-04	6.9E-04	9.2E-04	1.2E-03	1.4E-03	1.6E-03	1.8E-03	2.1E-03	2.3E-03
Ti	2,600	2.6E-02	5.2E-02	7.8E-02	1.0E-01	1.3E-01	1.6E-01	1.8E-01	2.1E-01	2.3E-01	2.6E-01
Tl	2.00	2.0E-05	4.0E-05	6.0E-05	8.0E-05	1.0E-04	1.2E-04	1.4E-04	1.6E-04	1.8E-04	2.0E-04
U	1.30	1.3E-05	2.6E-05	3.9E-05	5.2E-05	6.5E-05	7.8E-05	9.1E-05	1.0E-04	1.2E-04	1.3E-04
V	230	2.3E-03	4.6E-03	6.9E-03	9.2E-03	1.2E-02	1.4E-02	1.6E-02	1.8E-02	2.1E-02	2.3E-02
Y	8.70	8.7E-05	1.7E-04	2.6E-04	3.5E-04	4.4E-04	5.2E-04	6.1E-04	7.0E-04	7.8E-04	8.7E-04
Zn	65	6.5E-04	1.3E-03	2.0E-03	2.6E-03	3.3E-03	3.9E-03	4.6E-03	5.2E-03	5.9E-03	6.5E-03

^a La concentracion en el suelo esta basada en el mas alto valor del muestreo llevado a cabo en los futuros tajos abierto de La Pava y La Quema a profundidades de 1m a 10 m.

TABLA 4
RESUMEN DE LOS IMPACTOS DE LA DEPOSICION EN RECEPTORES
ESCENARIO DE OPERACION
PROYECTO MINERO CERRO QUEMA

Parametro	Concentracion en Suelo ^a (ppm)	Deposicion Anual de los elementos traza sobre la deposicion anual de PM-10 en g/m ²			CCME ^b Calidad del Suelo - Agricultura (mg/kg)
		R1 - La Llana (g/m ²)	R2 - Boca de Quema (g/m ²)	R3 - Rio Quema (g/m ²)	
PM-10		2.78	1.28	4.02	
Elementos Traza - Metales (g/m²)					
As	8.50	2.4E-05	1.1E-05	3.4E-05	
Ba	220	6.1E-04	2.8E-04	8.8E-04	
Cd	0.18	5.0E-07	2.3E-07	7.2E-07	
Cr	62	1.7E-04	7.9E-05	2.5E-04	
Cu	670	1.9E-03	8.6E-04	2.7E-03	
Hg	0.05	1.4E-07	6.4E-08	2.0E-07	
Ni	16.00	4.4E-05	2.0E-05	6.4E-05	
Pb	69	1.9E-04	8.8E-05	2.8E-04	
Se	0.70	1.9E-06	9.0E-07	2.8E-06	
Tl	2.00	5.6E-06	2.6E-06	8.0E-06	
U	1.30	3.6E-06	1.7E-06	5.2E-06	
V	230	6.4E-04	2.9E-04	9.2E-04	
Zn	65	1.8E-04	8.3E-05	2.6E-04	
Elementos Traza - Metales (mg/kg) ^c					
As	Arsenico	1.2E-03	5.5E-04	1.7E-03	12.0
Ba	Bario	3.1E-02	1.4E-02	4.4E-02	750.0
Cd	Cadmio	2.5E-05	1.2E-05	3.6E-05	1.4
Cr	Cromo	8.7E-03	4.0E-03	1.3E-02	64.0
Cu	Cobre	9.4E-02	4.3E-02	1.4E-01	63.0
Hg	Mercurio	7.0E-06	3.2E-06	1.0E-05	6.6
Ni	Niquel	2.2E-03	1.0E-03	3.2E-03	50.0
Pb	Plomo	9.6E-03	4.4E-03	1.4E-02	70.0
Se	Selenio	9.8E-05	4.5E-05	1.4E-04	1.0
Tl	Talio	2.8E-04	1.3E-04	4.0E-04	1.0
U	Uranio	1.8E-04	8.4E-05	2.6E-04	23.0
V	Vanadio	3.2E-02	1.5E-02	4.6E-02	130.0
Zn	Zinc	9.1E-03	4.2E-03	1.3E-02	200.0

^a La concentracion en el suelo esta basada en el mas alto valor del muestreo llevado a cabo en los futuros tajos abierto de La Pava y La Quema a profundidades de 1m a 10 m.

^b Guias de Calidad Ambiental Canadienses (CCME, por sus siglas en ingles) para el suelo para uso agrario.

^c La conversion de g/m² a mg/kg fue realizada en base a la densidad del suelo tipica de 2.6 g/cm³ y a una porcion de suelo de altura de 1m.

De esta manera, se pudo realizar la comparacion de las concentraciones de metales en el suelo en mg/kg con las guias canadienses para calidad de suelo para la agricultura.

APÉNDICE F

TABLE 1
RESUMEN DE LOS IMPACTOS DE MATERIAL PARTICULADO
ESCENARIO POST-CIERRE
PROYECTO MINERO CERRO QUEMA

Parametro	Periodo	Receptor Codigo	Ubicacion			Concentraciones Maximas Pronosticadas (ug/m ³)			AAQS ^c (ug/m ³)	OMS Guias (ug/m ³)
			Este m	Norte m	Elevacion m	Linea Base ^a	Resultados de Modelamiento ^b	Impactos Totales		
PM ₁₀	24 horas	R1-La Llana	546,862.8	831,574.8	83.7	45.8	2.2	48.0	150	50
		R2-Boca de Quema	548,675.4	831,233.9	119	45.8	4.0	49.8	150	50
		R3-Rio Quema	548,326.2	830,452.4	105	45.8	2.7	48.5	150	50
	Anual	R1-La Llana	546,862.8	831,574.8	83.7	16.6	0.28	16.9	-	20
		R2-Boca de Quema	548,675.4	831,233.9	119	16.6	0.51	17.1	--	20
		R3-Rio Quema	548,326.2	830,452.4	105	16.6	0.36	17.0	--	20
PM _{2.5}	24 horas	R1-La Llana	546,862.8	831,574.8	83.7	6.9	1.23	8.1	35	25
		R2-Boca de Quema	548,675.4	831,233.9	119	6.9	1.94	8.8	35	25
		R3-Rio Quema	548,326.2	830,452.4	105	6.9	1.36	8.2	35	25
	Anual	R1-La Llana	546,862.8	831,574.8	83.7	2.5	0.11	2.6	12	10
		R2-Boca de Quema	548,675.4	831,233.9	119	2.5	0.19	2.7	12	10
		R3-Rio Quema	548,326.2	830,452.4	105	2.5	0.14	2.6	12	10

^a Las concentraciones de fondo se basan en concentraciones registradas las estaciones de monitoreo que se llevaron a cabo en mas de 5 locaciones cerca del Proyecto Cerro Quema (EM1-EM5) en Mayo, 2014.

Concentración máxima 24 horas se utiliza para la no-modelo de concentración de fondo.

Concentración mínimo de 24 horas se utiliza para la concentración de fondo no modelo de período de promedio anual.

Dado que los datos de vigilancia para las PM2,5 no está disponible, el 15% de las concentraciones de PM10 se utilizaron como las concentraciones de fondo de PM-2,5 US EPA recomienda el 15% de la fracción PM2.5 en la estimación de las emisiones de polvo fugitivo del tráfico recorrido en carreteras sin pavimentar.

^b Maximas concentraciones pronosticadas por el modelo AERMOD.

^c Estándares Nacionales de Estados Unidos Calidad del Aire Ambiental (NAAQS). La norma de PM10 media anual ha sido revocado en los EE.UU..

^d Guias de la OMS. OMS proporciona también objetivos intermedios en reconocimiento de la necesidad de un enfoque gradual para Alcanzar las pautas recomendadas. OMS objetivos intermedios para PM10 son 150, 100, and 75.

TABLE 2
SUMMARY OF HCN AND Hg IMPACTS - OPERATION AND CLOSURE SCENARIOS
ESCENARIO POST-CIERRE
PROYECTO MINERO CERRO QUEMA

Parametro	Periodo	Receptor Codigo	Ubicacion			Concentraciones Maximas Pronosticadas (ug/m ³)			Concentraciones Limite ^c (ug/m ³)
			Este m	Norte m	Elevacion m	Linea Base ^a	Resultados de Modelamiento ^b	Impactos Totales	
Hg	1 hora	R1-La Llana	546,862.8	831,574.8	83.7	0.0	0.00082	0.00082	1,000
		R2-Boca de Quema	548,675.4	831,233.9	119	0.0	0.00140	0.00140	1,000
		R3-Rio Quema	548,326.2	830,452.4	105	0.0	0.00099	0.00099	1,000
	Anual	R1-La Llana	546,862.8	831,574.8	83.7	0.0	0.00003	0.00003	0.313
		R2-Boca de Quema	548,675.4	831,233.9	119	0.0	0.00006	0.00006	0.313
		R3-Rio Quema	548,326.2	830,452.4	105	0.0	0.00004	0.00004	0.313
HCN	24 horas	R1-La Llana	546,862.8	831,574.8	83.7	0.0	0.61	0.61	3,900
		R2-Boca de Quema	548,675.4	831,233.9	119	0.0	1.00	1.00	3,900
		R3-Rio Quema	548,326.2	830,452.4	105	0.0	0.73	0.73	3,900
	Anual	R1-La Llana	546,862.8	831,574.8	83.7	0.0	0.038	0.038	3.13
		R2-Boca de Quema	548,675.4	831,233.9	119	0.0	0.063	0.063	3.13
		R3-Rio Quema	548,326.2	830,452.4	105	0.0	0.046	0.046	3.13

^a Se asumio que las concentraciones de linea base de estos parametros son insignificantes.

^b Maximas concentraciones pronosticadas por el modelo AERMOD.

^c En base a los requisitos por el Departamento de Calidad Ambiental de Arizona, las concentraciones de 1 hora deben ser comparados con las concentraciones agudas de calidad del aire (AAAC) y las concentraciones anuales en comparacion con las concentraciones cronicas de calidad del aire (CAAC).

TABLE 3
SUMMARY OF METALLIC TRACE ELEMENT DEPOSITION IMPACTS AT SENSITIVE RECEPTOR LOCATIONS - MINE CLOSURE SCENARIO
ESCUENARIO POST-CIERRE
PROYECTO MINERO CERRO QUEMA

Parametro	Concentracion en Suelo ^a (ppm)	Deposicion Anual de los elementos traza sobre la deposicion anual de PM-10 en g/m ²			CCME ^b Calidad del Suelo - Agricultura (mg/kg)
		R1 - La Llana (g/m ²)	R2 - Boca de Quema (g/m ²)	R3 - Rio Quema (g/m ²)	
Deposicion de PM₁₀ en g/m² ^b		0.30	0.67	0.50	
Elementos Traza - Metales (g/m²) ^c					
As	8.50	2.5E-06	5.7E-06	4.3E-06	--
Ba	220	6.5E-05	1.5E-04	1.1E-04	--
Cd	0.18	5.3E-08	1.2E-07	9.0E-08	--
Cr	62	1.8E-05	4.1E-05	3.1E-05	--
Cu	670	2.0E-04	4.5E-04	3.4E-04	--
Hg	0.05	1.5E-08	3.3E-08	2.5E-08	--
Ni	16.00	4.7E-06	1.1E-05	8.0E-06	--
Pb	69	2.0E-05	4.6E-05	3.5E-05	--
Se	0.70	2.1E-07	4.7E-07	3.5E-07	--
Tl	2.00	5.9E-07	1.3E-06	1.0E-06	--
U	1.30	3.8E-07	8.7E-07	6.5E-07	--
V	230	6.8E-05	1.5E-04	1.2E-04	--
Zn	65	1.9E-05	4.3E-05	3.3E-05	--
Elementos Traza - Metales (mg/kg) ^d					
As	Arsenico	1.3E-04	2.9E-05	2.1E-05	12.0
Ba	Bario	3.3E-04	7.4E-04	5.5E-04	750.0
Cd	Cadmio	2.7E-07	6.1E-07	4.5E-07	1.4
Cr	Cromo	9.2E-05	2.1E-04	1.6E-04	64.0
Cu	Cobre	9.9E-04	2.3E-03	1.7E-03	63.0
Hg	Mercurio	7.4E-08	1.7E-07	1.3E-07	6.6
Ni	Niquel	2.4E-05	5.4E-05	4.0E-05	50.0
Pb	Plomo	1.0E-04	2.3E-04	1.7E-04	70.0
Se	Selenio	1.0E-06	2.4E-06	1.8E-06	1.0
Tl	Talio	3.0E-06	6.7E-06	5.0E-06	1.0
U	Uranio	1.9E-06	4.4E-06	3.3E-06	23.0
V	Vanadio	3.4E-04	7.7E-04	5.8E-04	130.0
Zn	Zinc	9.6E-05	2.2E-04	1.6E-04	200.0

^a La concentracion en el suelo esta basada en el mas alto valor del muestreo llevado a cabo en los futuros tajos abierto de La Pava y La Quema a profundidades de 1 m.

^b Maximo promedio anual de impactos de deposicion de PM₁₀ (g/m²).

^c Deposicion de Elementos Traza = Deposicion de PM₁₀ (g/m²) x concentracion del elemento traza (ppm) x (1/1,000,000).

^d Concentracion de Elementos Traza en Suelo = Deposicion (g/m²) x (1/0.1 m) (profundidad del suelo asumido) ÷ (1.99 kg/m³, densidad del suelo) x 1,000 mg/g.

^e Guias de Calidad Ambiental Canadienses (CCME, por sus siglas en ingles) para el suelo para uso agrario.

APÉNDICE G

