

**Fecha:** Marzo 30, 2016**Proyecto** 15-38534**Para:** Pierre Bureau, Octavio Choy**No.:****Compañía:** Golder Associates Inc, Reno**De:** Gage Miller, Maria Sheen**cc:** Todd Minard, Benny Susi,**Email:****RE: MODELAMIENTO DE RUIDO DE LA RUTA DE TRANSPORTE**

## 1.0 INTRODUCCION

Golder ha desarrollado los siguientes análisis con relación a los niveles de ruido generados en la ruta de transporte para:

- Estimación de los niveles de potencia de ruido de los vehículos que transitarán en la ruta de transporte;
- Desarrollo del modelo de ruido ambiental para la ruta de transporte mediante el *software* CadnaA para pronosticar los niveles de ruido futuros.
- Análisis de impacto asociado al incremento de los niveles de ruido en la ruta de transporte en receptores

En este memorando técnico se presenta la metodología para la estimación de los niveles de ruido en la ruta de transporte, análisis de los resultados del modelamiento y las conclusiones extraídas de los mismos.

## 2.0 EMISIONES DE RUIDO

Los niveles de ruido generados en la ruta de transporte, también llamado camino de acceso principal, serán asociados al tránsito de camiones y vehículos livianos. Este acceso estará habilitado desde la etapa de construcción para el uso de los contratistas y personal de MCQSA para acceder al sitio. Durante la etapa de operación, se utilizará principalmente para el transporte de insumos, combustible y movilización del personal. Este camino de acceso principal, que conectará la garita de control con la plataforma de facilidades mineras, tendrá 7 km de longitud y 9 m de ancho lo cual permitirá el paso de dos camiones en simultáneo. Se espera que el paso total de camiones por este acceso sea aproximadamente de 30 unidades mensualmente y con una frecuencia de aproximadamente tres viajes semanales.

Para llevar a cabo el pronóstico de los niveles de ruido generados por el transporte de camiones en la ruta de transporte se estimaron los niveles de potencia acústica de un camión típico de 20 t a 30 t. Los niveles de potencia de ruido,  $L_w$ , caracterizan la potencia acústica (o energía) de salida de una fuente de ruido, los cuales también se expresa en dBA. Los niveles de un equipo o maquinaria se expresan a menudo en términos de su nivel de potencia acústica que es la que se irradia como fuente de ruido. De esta manera



los niveles de ruido de una fuente se muestran en términos de distribución de frecuencias y se agrupan en bandas de octavas. Las frecuencias centrales para cada banda de octavas, también llamados tercios de octavas, son: 31,5; 63; 125; 250; 500; 1 000; 2 000; 4 000 y 8 000 hercios (Hz).

Para efectos del análisis del ruido en la ruta de transporte, se asumió la energía acústica de 103,9 dBA de un camión típico con un peso de carga relativo de 20t a 30t, el cual tiene la siguiente información de bandas de tercios de octavas que se muestran en la Tabla 1.

**Tabla 1: Bandas de Tercios de Octavas de un Camión Típico de Transporte**

Fuente	Banda de Tercios de Octavas (dB)									LW (dBA)
	31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	
Camión (20 t a 30 t)	67.2	72.2	85.7	91.8	98.3	99.3	98.2	94.0	88.0	103,9

Esta información de la fuente en mención fue introducida en el modelo de dispersión de ruido CadnaA. Luego este software dispersó esta energía acústica al ambiente circundante, donde las condiciones del suelo, la atmósfera, la topografía y las barreras cercanas fueron consideradas para determinar el nivel de ruido resultante a una distancia determinada de la fuente en niveles de presión sonora continuo equivalente con ponderación A. Por ejemplo, aproximadamente a 10m de la fuente de una potencia acústica de 103,9 dBA, el nivel de presión sonora que podría ser captado por el oído humano sería de 64,1 dBA.

### 3.0 METODOLOGIA DE MODELAMIENTO DE RUIDO

Con la finalidad de determinar los niveles de ruido ambiental a generarse por las actividades de propuestas para el Proyecto Cerro Quema, se llevó a cabo el modelamiento del ruido asociado al tránsito de camiones por la ruta de transporte. El modelo de predicción utilizado fue el de Atenuación de Ruido Asistida por Computadora (CadnaA, por sus siglas en inglés), desarrollado por DataKustik GMBH, el cual se considera un modelo adecuado para evaluar los impactos sobre el ruido ambiental.

Los algoritmos matemáticos utilizados por este modelo CadnaA están basados en los estándares de la Organización Internacional para la Estandarización (ISO, por sus siglas en inglés) 9613 1 (ISO 1993) y 9613 2 (ISO 1996).

Las fuentes de ruido asociadas al paso de camiones en la ruta de transporte fueron representadas en el modelo de dos formas, como fuente lineal (tal como se mostró en la primera ronda de preguntas) y como fuente puntual.

El tráfico de camiones como fuente lineal representa un flujo constante de emisión de ruido a lo largo de la longitud de la fuente, en este caso la longitud del acceso. Los datos de ingreso al modelo considera los valores de frecuencia de octavas de los camiones, la velocidad promedio de los mismos y la frecuencia de tránsito. Los resultados de niveles de ruido que se esperan obtener del modelo, aplicando la representación lineal, son promedios logarítmicos en 24 horas. En cambio, los camiones representados como fuente puntual no marcarían un desplazamiento como en la representación lineal; sin embargo, reflejaría el nivel de ruido que se genera justo en el momento que los camiones están transitando por una determinada sección de ruta. Esta configuración lineal solo considera los valores de frecuencia de octavas de los camiones y los niveles de ruido que se esperan obtener del modelo son instantáneos; es decir, la generación de ruido captada en el momento del paso de camiones en cuestión de segundos.

Ambas representaciones de la fuente, tanto lineal y puntual, han sido llevadas a cabo en el modelo CadnaA. Se presume que la configuración puntual será la más conservadora ya que al no integrar los niveles de ruido a 24 horas, los resultados acústicos pronosticados serán más altos.

### 3.1 Receptores

Los cambios en los niveles de ruido generados por el tránsito de camiones en la ruta de transporte a los que estarán expuestos los receptores serán evaluados en función a los valores pronosticados por el modelo. Para este análisis, Golder consideró los receptores más cercanos (comunidades) a la ruta de transporte.

En la Tabla 2 se muestran las coordenadas UTM de los receptores más cercanos a las futuras instalaciones mineras de Cerro Quema.

**Tabla 2: Ubicación de los Receptores**

Código	Receptor	Coordenadas UTM		
		Este (m)	Norte (m)	Elevacion (msnm)
NO-01	Boca de Quema	546 917	831 260	59
NO-02	Rio Quema	548 662	831 001	101
NO-03	La Llana	549 442	829 093	62

Asimismo, Golder realizó un monitoreo de ruido ambiental en estos mismos receptores desde el 19 al 22 de Marzo con el objeto de obtener los niveles de ruido durante el horario diurno y nocturno antes que las operaciones mineras comiencen. La metodología de medición de ruido se detalla en el memorándum técnico de Monitoreo de Calidad del Aire y Ruido, el cual es el anexo que da respuesta a la observación No. 6 de la nota DIEORA-DEIA-AP-0054-0803-116 del ANAM.

## 4.0 RESULTADOS

Los resultados de los niveles de ruido se obtuvieron bajo la aplicación de dos representaciones del tránsito de camiones típicos en la ruta de transporte. En la Tabla 3 se presenta el resumen de los niveles de ruido y como estos niveles van decreciendo a medida que la distancia se incrementa teniendo como referencia la ruta de transporte.

**Tabla 3: Resultados de los Niveles de Ruido – Ruta de Transporte**

Representación de la Fuente	Resultados de Niveles de Ruido (dBA)		
	3 m de la fuente	30 m de la fuente	60 m de la fuente
Lineal	41,0	39,0	34,0
Puntual	69,7	60,0	50,0

Como se mencionó en la sección anterior, los niveles de ruido aplicando la representación puntual son más altos que la representación lineal debido a la naturaleza de cada fuente y al promedio logarítmico emplead, ya que el primero es de forma instantánea y el segundo es en 24 horas.

Los receptores más cercanos a la futura ruta de transporte se encuentran a una distancia de 1,3 km (Rio Quema) a 3,2 km (La Llana); por lo tanto, los niveles de ruido generados por el tránsito de camiones en el acceso, en cualquiera de sus dos representaciones de esta fuente en el modelo, no generarán ningún incremento en los niveles de ruido de línea base medidos en los receptores.

En la Tabla 4 se presentan los niveles de ruido monitoreados en los tres receptores más cercanos a las instalaciones mineras y ruta de transporte.

**Tabla 4: Resultados de los Niveles de Ruido en Receptores**

Código	Receptor	Niveles de Ruido – Línea Base (dBA)	
		Diurno	Nocturno
NO-01	Boca de Quema	53,2	47,9
NO-02	Rio Quema	46,3	36,6
NO-03	La Llana	51,9	43,2

Se observa en la Tabla 4 que los niveles de ruido registrados en cada uno de los receptores se encuentran por debajo de los estándares panameños para áreas residenciales en horarios diurnos (60,0 dBA) y nocturnos (50,0 dBA).

El ruido total futuro es la suma logarítmica de los niveles de línea base y los niveles de ruido pronosticados por el modelo y el incremento en los niveles de ruido sería la diferencia entre el ruido total y la línea base.

En el presente análisis, los receptores se encuentran ubicados entre 1,3 km a 3,2 km de la ruta de transporte por lo que el ruido generado al tránsito de camiones en este acceso no afectaría o incrementaría los niveles de línea base monitoreados en cada receptor. Para que el ruido total futuro en receptores supere los estándares, la distancia entre la ruta de transporte y los receptores tendrían que ser menos de 60 m y el tránsito de camiones debería ser de forma horaria (al menos dos camiones cada hora del día), de flujo constante y con una frecuencia diaria.

## Método de Predicción de los Niveles de Ruido

Los posibles efectos de las actividades mineras en los niveles de ruido fueron estimadas de acuerdo con las normas de la Organización Internacional para la Estandarización (ISO, por sus siglas en inglés) 9613-1 (ISO, 1993) y 9613-2 (ISO, 1996). Estas normas especifican un método para el cálculo de la atenuación del sonido durante la propagación al aire libre mediante la incorporación de los siguientes factores ambientales:

- Distancia entre la fuente de ruido y la ubicación de los receptores;
- absorción atmosférica<sup>1</sup>;
- detección de obstáculos (ejemplo: montañas) o intervención de edificios; y
- el efecto suelo, debido al sonido que se refleja desde la superficie del suelo interfiriendo con el sonido que se propaga directamente de la fuente de ruido.

El método de cálculo de la norma ISO 9613 es conservador ya que supone que todos los receptores están a sotavento de la fuente de ruido o que existe una inversión de la temperatura del suelo a base moderada entre la fuente de ruido y el receptor.

Además de estos factores de atenuación, la aplicación de medidas adicionales utilizadas para la mitigación del ruido pueden reducir los niveles de ruido aún más, incluyendo barreras acústicas, silenciadores, encapsulamiento de fuentes, entre otros.

Para explicar con precisión estos factores y aplicación de medidas, la evaluación del ruido ambiental se basa en los modelos numéricos. La selección de modelos apropiados para apoyar la evaluación del ruido asegura que los resultados de la evaluación sean creíbles e indican las condiciones que probablemente se presentarían de proceder la actividad minera.

## Selección del Modelo

Para seleccionar el modelo de estimación más adecuado para predecir los niveles de ruido emitidos por las actividades mineras de Cerro Quema, se consideraron las siguientes consideraciones:

- Si el modelo incorpora el sitio específico del terreno y los datos de la topografía;
- si el modelo puede evaluar los diversos tipos de fuentes presentes en el sitio;
- si el modelo tiene una base técnica que es científicamente sólida, y está en concordancia con la comprensión de la propagación del sonido en el aire libre;
- si el modelo aplica de forma correcta los métodos ISO establecidos;
- si el modelo proporciona resultados que son consistentes con las observaciones; y
- si el modelo es reconocido por los reguladores como uno adecuado para su uso.

El modelo de predicción de Atenuación de Ruido Asistida por Computadora (CadnaA, por sus siglas en inglés) con versión 4.3.143, desarrollado por DataKustik GmbH es ampliamente aceptado para evaluar el ruido de los proyectos industriales de manera internacional, incluidos los proyectos mineros. En ese sentido, este modelo fue identificado como el apropiado para evaluar los cambios en los niveles de ruido asociados con las actividades de la operación de Cerro Quema.

Los algoritmos usados por el modelo están de acuerdo con la ISO 9613-Atenuación del Sonido Durante la Propagación en Exteriores (ISO 1996). Este método predice la atenuación del ruido en más o menos 3,0 dBA para distancias de hasta 1 000 m entre la fuente y el receptor. Esto no incluye incertidumbres en los niveles de energía sonora de las fuentes de ruido, estimados en más o menos 3,0 dBA para equipos

---

<sup>1</sup> Que incluye los parámetros meteorológicos del lugar (temperatura, humedad relativa, dirección y velocidad de viento, entre otros)

de la misma marca y modelo que se usan en esta evaluación. Esta exactitud general se disminuirá al aumentar la distancia.

El modelo tiene la capacidad de simular las fuentes de emisión, incluyendo las carreteras, los buques y las instalaciones industriales. Cada tipo de fuente puede ser caracterizada ingresando las emisiones de ruido en términos de ruido total o como los componentes de frecuencia de la emisión (frecuencias de bandas de octavas). Otros parámetros como las dimensiones de las fuentes de áreas o edificio y el índice de atenuación del ruido de los equipos en lugares cerrados, también son considerados por el modelo para definir la naturaleza de las emisiones de ruido.

El modelo CadnaA relaciona las atenuaciones de ruido con las condiciones meteorológicas (viento imperante), cubierta del suelo y barreras físicas, ya sea naturales (basadas en el terreno) o construidas por el hombre.

La atenuación del ruido en exteriores se modela usando algoritmos y presunciones estándares que tienden a simplificar el ambiente acústico. El ruido, ya sea natural o antropogénico, normalmente es variable en el tiempo. La variación de las fuentes de ruido en el tiempo puede ser dirigida en el modelo CadnaA de diferentes maneras, dependiendo de la fuente de ruido que se está evaluando y del nivel del detalle requerido.

Por todas las razones mencionadas, el modelo CadnaA ha sido utilizado para determinar el nivel sonoro continuo equivalente ( $L_{AeqT}$ ) para el horario diurno y nocturno generado por las actividades mineras del Proyecto Cerro Quema sobre los receptores sensibles existente en el área de cálculo para el modelamiento de ruido ambiental.

## Precisión de la Predicción

Los sistemas acústicos son dinámicos e influenciados por una muy compleja interacción de variables. Aunque las predicciones de los efectos futuros no se pueden asegurar, hay confianza en las predicciones de los niveles de ruido asociados con las actividades del proyecto Cerro Quema por las siguientes razones:

- El modelamiento de ruido se llevó a cabo usando CadnaA, *software* que implementa los métodos de la ISO 9613 en el cálculo de los niveles de ruido. Se puede decir que el modelo es tan exacto como los datos de entrada utilizados; por lo tanto, el modo conservador aplicado en la selección de emisión se llevó a través de la simplificación. La implementación de la norma ISO 9613 tienen una exactitud declarada de + / - 3 dB a 10 km, y sin exactitud a mayores distancias.
- Los niveles de ruido modelados para Cerro Quema son una sumatoria / compilación de los niveles de ruido previstos de las actividades de extracción y las de procesamiento. El modelamiento acústico ha considerado que todo el equipo<sup>2</sup> está en funcionamiento al mismo tiempo durante las operaciones del Proyecto Cerro Quema. La actividad general en el sitio es probable que sea menor, ya que no todo el equipo puede estar en uso al mismo tiempo; por lo tanto, se espera que los niveles de ruido resultado del modelamiento sean conservadores.
- El modelamiento asume que los receptores se encuentran ubicados a favor del viento en todo momento, o una inversión de temperatura moderada.

El modelamiento acústico no tiene en cuenta la variación en los niveles base o cambios en la propagación del sonido debido al cambio de las condiciones meteorológicas; no obstante prevé que esto no afectará a la evaluación general de los efectos.

---

<sup>2</sup> Se consideró en los escenarios de modelamiento que todos los equipos estarán funcionando a excepción de los equipos y maquinaria en el sistema de pilas de lixiviación, donde solo se consideró el 75% del número de equipos.

**Date:** Diciembre 21, 2015  
**To:** Todd Minard  
**From:** Maria Sheen  
**cc:** Benny Susi  
**Project No.:** 15-38534  
**Company:** Golder Associates Inc, Reno  
**Email:** Maria\_sheen@golder.com  
**RE: MODELAMIENTO DE RUIDO E IDENTIFICACION DE IMPACTOS ACUSTICOS**

---

## INTRODUCCION

Pershimco Resources Inc. (PRO) es el titular de la exploración y explotación del yacimiento de oro del Proyecto Minero Cerro Quema. Este Proyecto se encuentra ubicado en el distrito de Chitre, Provincia de Herrera, en Tonosi Panamá.

La metodología propuesta para el minado del Proyecto Cerro Quema será a tajo abierto. El proyecto en mención explotará dos tajos: Quema y La Pava; los cuales tendrán una vida útil de tres y seis años, respectivamente. En estos dos tajos propuestos se llevarán a cabo actividades de perforación, voladuras y excavación para extraer aproximadamente un total de 3.6 millones de toneladas de mineral y desmonte por año. El proceso de beneficio consistirá en el triturado del mineral, traslado del mismo a una pila de lixiviación y posterior sometimiento del material a procesos químicos hasta la obtención de barras dore como producto final.

Actualmente, PRO ha recibido los comentarios de la Autoridad Nacional del Ambiente (ANAM) con respecto a la revisión del Estudio de Impacto Ambiental (EIA) Categoría III del Proyecto Minero Cerro Quema. Bajo este contexto, la ANAM está solicitando una ampliación de la información relacionada con los impactos acústicos que podrían generarse a partir de la operación del Proyecto y los posibles efectos en las zonas pobladas más cercanas, mediante un modelamiento del ruido que incluya la atenuación sonora y un análisis acústico de la ruta de transporte cuando esta discorra próxima a zonas pobladas.

Para dar respuesta a la solicitud de la ANAM, Golder ha realizado un análisis de la atenuación de las isófonas, mediante el pronóstico de los niveles de ruido con base en modelos de atenuación y propagación sonora asociados a las actividades futuras del Proyecto Cerro Quema. Este modelo del ruido servirá para predecir los niveles sonoros a los cuales la población cercana estaría probablemente expuesta debido a la contribución del proyecto, y también permitirá estimar los impactos acústicos.

La operación minera Cerro Quema tiene planeado actividades de voladura durante las operaciones mineras. Las vibraciones generadas por las voladuras son de dos tipos: vibraciones en el aire, medidas





en decibels lineales (dBL); y vibraciones en el suelo que son típicamente medidas en milímetros por segundo (mm/s). El área donde se está desarrollando el proyecto actualmente no alberga ninguna actividad industrial que afecte a las áreas naturales o pequeñas poblaciones. Las actividades de construcción pueden generar vibraciones en el aire y en el suelo, las cuales pueden ser percibidas normalmente por las viviendas que se encuentran cerca de carreteras. Dado que el proyecto se encuentra a más de 5km de la comunidad más cercana, las actividades de voladura no se sentirán en estas comunidades. Asimismo, las comunidades serán informadas del calendario de las voladuras a realizarse durante la operación del proyecto con la debida anticipación.

## AREA DE ESTUDIO

Golder ha estimado los niveles de ruido y realizado el modelamiento acústico considerando las actividades de operación del Proyecto Minero Cerro Quema, el cual incluye las actividades en cada una de las instalaciones de la mina; como son los dos tajos abiertos, el depósito de material de roca estéril, la pila de lixiviación, actividades dentro de las instalaciones para el procesamiento del mineral, actividades dentro de la plataforma, el área de triturado, el transporte de material mediante faja, los caminos de acarreo (dentro de la mina) y la ruta de transporte.

## ESTIMACION DE LOS NIVELES DE RUIDO

Las principales fuentes de emisión de ruido identificadas están asociadas con la generación de ruido proveniente de los motores de la flota minera, el funcionamiento de maquinarias y equipos, y el cargue y descargue de material (mineral y estéril). También se consideran como fuentes de ruido el transporte de mineral, el desmonte, las perforaciones, el triturado y el almacenamiento del material en pilas. La selección de los escenarios de modelamiento del ruido ambiental para la etapa de operación se basó en la información provista en el plan de minado y la descripción de las actividades mineras asociadas a esta etapa. Asimismo, se utilizaron las especificaciones técnicas de la flota minera, las maquinarias y equipos (tales como dimensiones, potencia del motor, número de equipos a utilizar por año, la velocidad de los vehículos, entre otros), así como los planos de ingeniería de sus componentes.

De acuerdo con la descripción de las operaciones mineras propuestas para el Proyecto minero Cerro Quema, se han utilizado para este modelamiento la información relacionada con las actividades de un año de previo a la operación-stripping y cinco años de operación en los cuales se extraerá mineral y material estéril. Según el cronograma de producción minera, el máximo valor total de mineral será de 3,859 kt y de material estéril será de 3,34 kt durante los años 3 y 4, respectivamente. Asimismo, la flota minera será la mayor en ambos años de operación. Por lo cual, se espera que los efectos potenciales del ruido podrían generar un cambio en los niveles de ruido existentes durante estos dos años principalmente. Otras diferencias entre estos años se detallan a continuación.

- Escenario de modelamiento Año 3: en este año se producirá la mayor extracción de mineral del Tajo Abierto La Pava. Durante este año no estará en operación el Tajo Abierto La Quema, así como los equipos y maquinarias que dan soporte a esta instalación.
- Escenario de modelamiento Año 4: en este año se producirá la mayor extracción de material estéril. Todas las instalaciones se encontrarán operativas.

Asimismo, se realizó un tercer escenario de modelamiento de ruido solo considerando la ruta de transporte que se realiza a través del acceso principal a la mina y por donde se estima transitarán aproximadamente 28 camiones al mes.

Para determinar la cantidad de ruido que será generado, se utilizaron datos como el tipo de equipo (marca, modelo) y número de unidades de equipo que se utilizaran en la operación. Los pronósticos de ruido se calcularon mediante el ruido generado por fuentes individuales, utilizando los datos de la frecuencia de banda de octavas y los factores de atenuación que afectan la propagación del sonido. De esta manera, la evaluación de la dispersión sonora se realizó para las principales fuentes de emisión de ruido, tales como accesos y componentes industriales.

## METODOLOGIA DE MODELAMIENTO DE RUIDO

Con la finalidad de determinar los niveles de ruido ambiental a generarse por las actividades de propuestas para el Proyecto Cerro Quema, se llevó a cabo el modelamiento del ruido asociado con las actividades de la etapa de operación para los años 3 y 4, tal como se describe en la sección anterior. El modelo de predicción utilizado fue el de Atenuación de Ruido Asistida por Computadora (CadnaA, por sus siglas en inglés), desarrollado por DataKustik GMBH, el cual se considera un modelo adecuado para evaluar los impactos sobre el ruido ambiental.

Los algoritmos matemáticos utilizados por este modelo CadnaA están basados en los estándares de la Organización Internacional para la Estandarización (ISO, por sus siglas en inglés) 9613 1 (ISO 1993) y 9613 2 (ISO 1996). Estos estándares establecen un método para calcular la atenuación del sonido durante su propagación al aire libre, tomando en consideración los siguientes factores ambientales:

- distancia entre la fuente de ruido y la ubicación de los receptores;
- absorción atmosférica ;
- presencia de obstáculos (ejemplo: montañas) o interferencia de edificios; y
- el efecto suelo, debido al sonido que se refleja desde la superficie del suelo interfiriendo con el sonido que se propaga directamente de la fuente de ruido.

El método de cálculo de la norma ISO 9613 es conservador ya que supone que todos los receptores están a sotavento de la fuente de ruido o que existe una inversión de la temperatura del suelo. Además de los factores de atenuación mencionados anteriormente, se pueden reducir los niveles de ruido aún más, incluyendo barreras acústicas, silenciadores y encapsulamiento de fuentes.

Las fuentes de ruido han sido representadas en el modelo como fuentes puntuales, lineales y de área. Las fuentes puntuales son aquellas con ubicación conocida y fija como son la trituradora primaria y secundaria. Las fuentes lineales son aquellas con un flujo de ruido constante como son las rutas de acarreo y las fajas transportadoras. Por otro lado, las fuentes de área fueron asumidas de forma equivalente al área actual activa de la fuente, como son los tajos abiertos y la pila de lixiviación. La altura de estas fuentes se encuentra de acuerdo con las especificaciones técnicas de la flota minera y los equipos mecánicos estacionarios.

Asimismo, se utilizó con información topográfica con un espaciamiento de 50 m entre las cotas. Tal como se ha mencionado, la topografía es uno de los factores de atenuación de ruido importante considerados en el modelamiento de propagación sonora. El área de modelamiento considerada en este análisis es de 114 km<sup>2</sup>, teniendo como centro las futuras instalaciones del Proyecto Cerro Quema.

El modelamiento del ruido se efectuó desde la perspectiva del receptor. Los receptores más cercanos al proyecto (Boca de Quema, Rio Quema y La Llana) se encuentran a aproximadamente en el rango de 4.5 km a 5km de las instalaciones mineras. En el mes de junio del 2013 se realizaron mediciones de ruido de 1 hora en la residencia más cercana al Proyecto, al suroeste del mismo, cuyo promedio logarítmico fue 48,8 dBA para el horario diurno. Es importante mencionar que esta es la única medición que se registró en una zona residencial, la cual dista del receptor Rio Quema en aproximadamente 800 m. Si bien no se determinó una línea base de ruido en receptores, el dato registrado servirá para estimar los impactos de ruido totales, considerando que las condiciones acústicas en receptores son muy similares a la zona residencial en cuestión por su cercanía entre ellos.

## RESULTADOS DE MODELAMIENTO

En la Tabla 1 se presentan los niveles de ruido pronosticados por el modelo en los receptores más cercanos al proyecto para los dos años de operación seleccionados (años 3 y 4), así como los impactos totales de ruido (resultados de la suma logarítmica entre los niveles base y los niveles de ruido modelados). Es importante mencionar que estos niveles de ruido son representativos para ambos horarios (diurno y nocturno).

**Tabla 1: Resultados de los Niveles de Ruido Modelados e Impactos Estimados Totales**

Código	Nombre	Línea Base	Niveles de Ruido Modelados LAeqT (dBA)		Impactos Estimados Totales de Ruido (dBA)		Incremento (dBA)		Decreto Ejecutivo No 1 – Zona Residencial (dBA)	
			Año 3	Año 4	Año 3	Año 4	Año 3	Año 4	Diurno	Nocturno
R1	La Llana	48.8	20.2	34.6	48.8	49.0	0.0	0.2	60	50
R2	Boca de Quema		28.0	40.3	48.8	49.4	0.0	0.6		
R3	Rio Quema		23.8	34.4	48.8	49.0	0.0	0.2		

Tal como se observa en la Tabla 1, los niveles de ruido estimados como de impacto total en receptores se encuentran por debajo de los valores establecidos por el Decreto Ejecutivo No 1, que establece 60 dBA y 50 dBA para horario diurno y nocturno, respectivamente.

El cambio de los niveles de ruido en estos receptores se encuentra en el rango de a 0 dBA a 0.6 dBA con respecto a los niveles de ruido de línea base. Por lo tanto, la contribución de los niveles de ruido generados por las actividades de operación del Proyecto en receptores cercanos es ínfima, ya que el valor de la línea base es mucho mayor que los niveles de ruido modelados, los cuales son fácilmente asimilados por los primeros. En la Tabla 2 se explica la variación o incremento en los niveles de línea base con respecto a la diferencia entre los niveles modelados y la línea base.

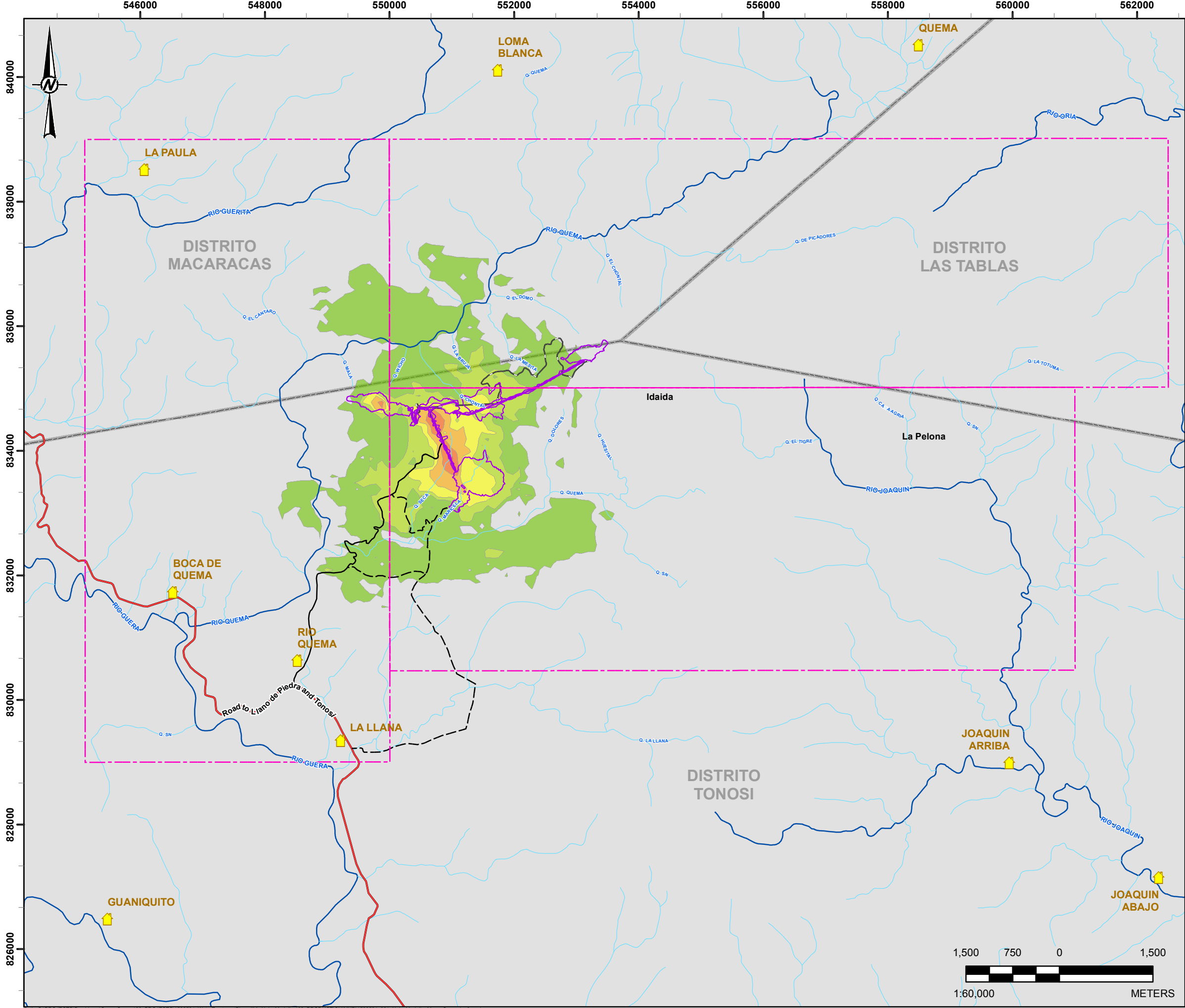
**Tabla 2: Incremento en los niveles de Ruido asociados al Proyecto en la Línea Base (dBA)**

Diferencia Total entre los niveles de ruido (Proyecto – Línea Base)	Incremento en la línea base
-10	0.4
-6	1.0
-2	2.1
0	3.0
+2	4.1
+6	7.0
+10	10.4

Con base en los valores representados en la Tabla 2, si los niveles pronosticados por el modelo se encuentran 10 dBA más bajos que los niveles de línea base, entonces el impacto total de ruido se incrementara en 0.4 dBA. Para que el incremento con respecto a la línea base sea mayor de 3 dBA los niveles de ruido modelados deberían ser iguales o mayores que los valores registrados como de línea base.

En general, los niveles pronosticados por el modelo y asociados con las actividades de operación del Proyecto Cerro Quema, no son dominantes en los receptores, por lo que un incremento por debajo de 2 dBA con respecto a la línea base no afecta el umbral de percepción de los seres humanos. Las Figuras 1 y 2 muestran las isófonas pronosticadas por el modelo de ruido para los años 3 y 4, respectivamente.

Los resultados de los niveles de ruido pronosticados por el modelo en la ruta de transporte presentan un máximo de 41 dBA en la fuente, nivel que va decreciendo en 5 dBA cada 50 m desde la ruta de transporte. Por lo tanto, las poblaciones aledañas no serán afectadas por el ruido derivado del tránsito de camiones mineros en esta vía.



**LEGEND**

- Concession Limits
- Facilities
- Rio
- Quebrada
- Existing Access Road
- Access Road Options
- Proposed Haul Road
- Road to Llano de Piedra and Tonosi
- Communities
- Districts

**Year 3 - Isophones (dBA)**

- 40 - 50
- 50 - 60
- 60 - 70
- 70 - 80
- 80 - 90
- 90 - 100

**REFERENCE**

CONCESSION LIMITS, FACILITIES, PROPERTIES, ROADS, RIVERS, PERSHIMCO RESOURCES INC., 2014

COORDINATE SYSTEM: NAD 1927 UTM ZONE 17N

CLIENT  
PERSHIMCO RESOURCES INC.  
CERRO QUEMA PROJECT, PANAMA

PROJECT  
CERRO QUEMA

TITLE  
NOISE MODELING - YEAR 3

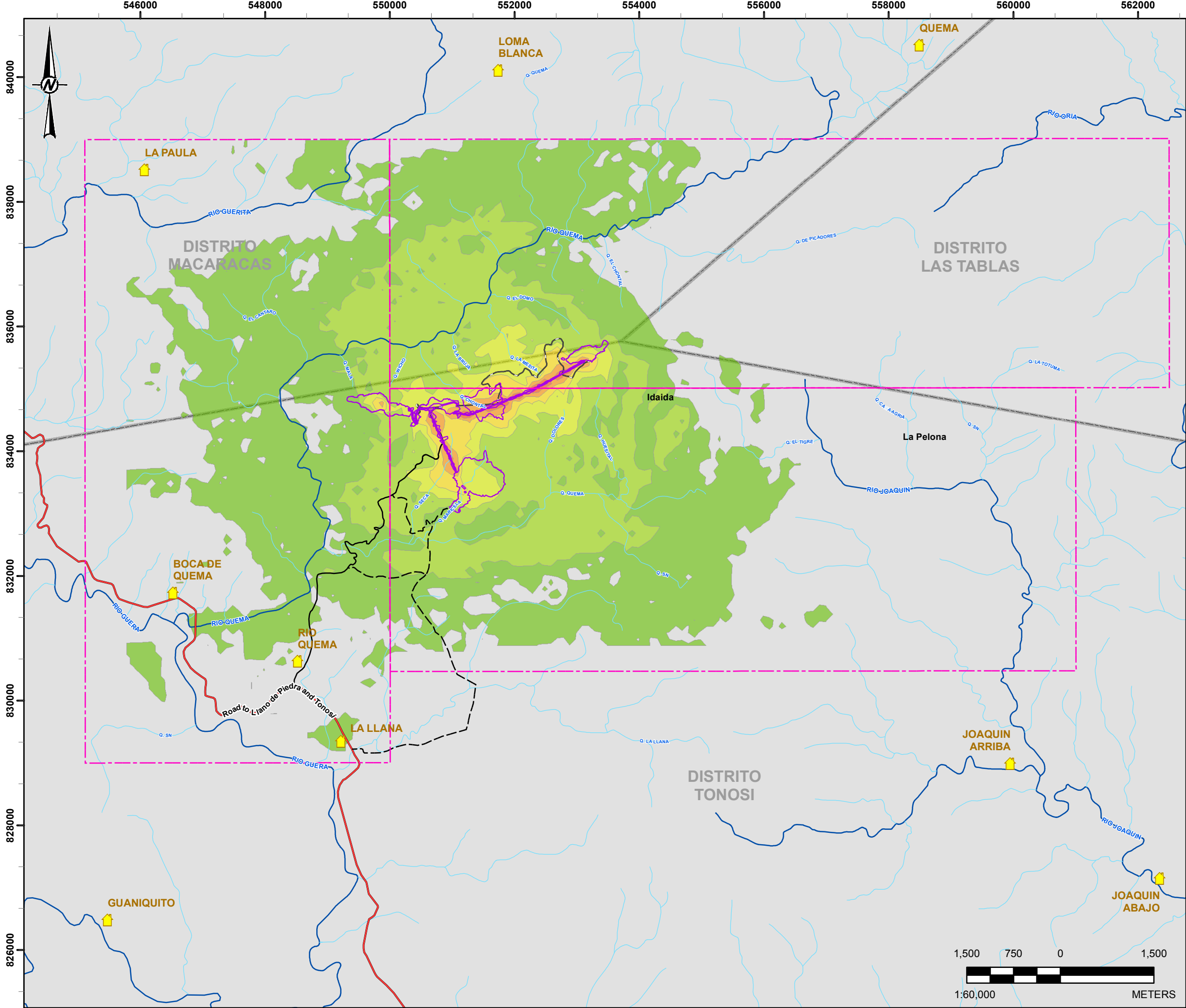
CONSULTANT	YYYY-MM-DD	2015-12-21
	PREPARED	NRL
	DESIGN	CVI
	REVIEW	MS
	APPROVED	BS

PROJECT No. 1538534	CONTROL 0000_001	Rev. 0	FIGURE 1
------------------------	---------------------	-----------	-------------

28mm

IF THIS MEASUREMENT DOES NOT MATCH WHAT IS SHOWN, THE SHEET HAS BEEN MODIFIED FROM ANS/B





**LEGEND**

- Concession Limits
- Facilities
- Rio
- Quebrada
- Existing Access Road
- Access Road Options
- Proposed Haul Road
- Road to Llano de Piedra and Tonosi
- Communities
- Districts

**Year 4 - Isophones (dBA)**

40 - 50
50 - 60
60 - 70
70 - 80
80 - 90
90 - 100
100 - 110

**REFERENCE**

CONCESSION LIMITS, FACILITIES, PROPERTIES, ROADS, RIVERS, PERSHIMCO RESOURCES INC., 2014

COORDINATE SYSTEM: NAD 1927 UTM ZONE 17N

CLIENT		
PERSHIMCO RESOURCES INC.		
CERRO QUEMA PROJECT, PANAMA		
PROJECT		
CERRO QUEMA		
TITLE		
NOISE MODELING - YEAR 4		
CONSULTANT		
YYYY-MM-DD	2015-12-21	
PREPARED	NRL	
DESIGN	CVI	
REVIEW	MS	
APPROVED	BS	
PROJECT No.	CONTROL	Rev.
1538534	0000_002	0

FIGURE **2**