

Fecha: Marzo 30, 2016**Proyecto** 15-25519**Para:** Pierre Bureau, Octavio Choy**No.:****Compañía:** Golder Associates Inc, Reno**De:** Gage Miller, Maria Sheen**cc:** Todd Minard, Benny Susi,**Email:****RE: MONITOREO DE CALIDAD DEL AIRE Y RUIDO AMBIENTAL – LINEA BASE**

1.0 INTRODUCCION

Golder realizó una campaña de monitoreo de calidad del aire y ruido ambiental con el fin de caracterizar la calidad del aire y los niveles de ruido existentes como parte de la línea base del Proyecto Cerro Quema antes que las actividades mineras comiencen.

2.0 METODOLOGIA

En esta sección se describe la metodología utilizada para la selección de estaciones de monitoreo, los parámetros de medición y el método de medición relacionado a los equipos de monitoreo.

2.1 Estaciones de Monitoreo de Calidad del Aire y Ruido

Para el establecimiento de las estaciones de monitoreo de calidad del aire y ruido ambiental llevado a cabo por Golder, se contemplaron los siguientes criterios para sus ubicaciones:

- La existencia de poblaciones;
- cercanía a las instalaciones de la operación futura del Proyecto Cerro Quema;
- accesibilidad a las estaciones de monitoreo;
- dirección del viento; y
- características topográficas del área.

Para la caracterización de las concentraciones de calidad del aire se instalaron dos estaciones, una de las estaciones se encuentra a sotavento del proyecto y en el receptor más cercano a las futuras operaciones y la otra estación se ubica en las inmediaciones de las futuras instalaciones del proyecto. Para la caracterización del ruido ambiental, se consideró la ubicación de tres estaciones de monitoreo, todas ellas ubicadas en receptores cercanos al Proyecto. El monitoreo en estas estaciones se llevó a cabo desde el 19 de Marzo al 23 de Marzo del 2016.

En la Tabla 1 se presentan las coordenadas UTM de las estaciones de monitoreo de calidad del aire y ruido ambiental. Asimismo en la Figura 1 del Apéndice A se presentan la ubicación de estas estaciones.



Tabla 1: Ubicación de las estaciones de Monitoreo de Calidad del Aire y Ruido Ambiental

Código	Receptor	Coordenadas UTM		
		Este (m)	Norte (m)	Elevacion (msnm)
Estaciones de Monitoreo de Calidad del Aire				
ST-AIR-01	Futura instalacion minera	550 228	834 656	529
ST-AIR-02	Rio Quema	548 662	831 001	101
Estaciones de Monitoreo de Ruido Ambiental				
ST-NO-01	Boca de Quema	546 917	831 260	59
ST-NO-02	Rio Quema	548 662	831 001	101
ST-NO-03	La Llana	549 442	829 093	62

Se observa en la Tabla 1 que las estaciones ST-AIR-02 y ST-NO-02 están ubicadas en el mismo lugar.

2.2 Parámetros de Medición

Los parámetros de calidad del aire que se registraron en las dos estaciones de monitoreo de calidad del aire son:

- Dióxido de azufre (SO₂),
- Oxidos de nitrógeno totales (NO_x),
- Dióxido de nitrógeno (NO₂),
- Partículas totales en suspensión (TSP),
- Material particulado (PM) con diámetro aerodinámico inferior a 10 micras (PM-10); recogido por muestreador de partículas inhalables
- PM con diámetro aerodinámico inferior a 2,5 micras (PM-2,5); recogido por muestreador de partículas inhalables
- Mercurio (Hg)
- Cianuro de hidrogeno (HCN)

Los parámetros acústicos registrados en las tres estaciones de monitoreo fueron:

- Nivel de presión sonora continuo equivalente con ponderación A (L_{AeqT}), expresado en decibeles con ponderación A (dBA);
- nivel de presión sonora máximo (L_{máx}), expresado en decibeles con ponderación A (dBA);
- nivel de presión sonora mínimo (L_{mín}), expresado en decibeles con ponderación A (dBA);

2.3 Equipos y Métodos

2.3.1 Calidad del Aire

Los parámetros de calidad del aire mencionados se muestrearon usando tres técnicas de monitoreo distintas. Los contaminantes gaseosos como SO₂, NO_x y NO₂ se midieron usando el método pasivo de muestreo de Maxxam. El material particulado como TSP, PM-10 y PM-2,5 se midieron utilizando un muestreador táctico de aire (TAS) Minivol operado con baterías. Los parámetros Hg y HCN se midieron utilizando tubos de detección de gas Draeger a corto plazo. A continuación se presentan descripciones más detalladas de estas técnicas de monitoreo.

2.3.1.1 Método de Muestreo Pasivo

Las muestras gaseosas (SO₂, NO_x y NO₂) se recogieron en cada estación usando un sistema de muestreo pasivo. El sistema de muestreo pasivo de Maxxam usa un refugio de lluvia especialmente diseñado para permitir que los muestreadores pasivos sean instalados con orientación hacia abajo y para permitir el movimiento del aire a través de la superficie de la barrera de difusión durante cualquier condición meteorológica. Este tipo de toma de muestras permite la absorción física de muestras de vapor a través de un proceso permeativo o difusivo. Después de la exposición, las muestras se analizan en un laboratorio. Las velocidades de muestreo de los muestreadores pasivos se calculan utilizando una ecuación que toma en cuenta factores meteorológicos. Con un período de exposición de 3 días, las muestras tienen un límite de detección de 0,79 microgramos por metro cúbico (µg/m³) para el SO₂ y 0,56 µg/m³ para el NO₂.

2.3.1.2 Muestreador Táctico de Aire Minivol

Muestras de material particulado para TSP, PM-10 y PM-2,5 se recogieron durante un período de 24 horas en ambos lugares de monitoreo. Todas las muestras se recogieron usando un muestreador táctico de aire (TAS) Minivol que funciona con baterías. El TAS aspira aire a través de un filtro de tara con un caudal conocido [5 litros por minuto (lpm)] durante un período de tiempo conocido (24 horas, ± 1 hora). La diferencia en peso de los filtros determinada por el laboratorio proporcionará una masa conocida de PM en microgramos; y con la tasa de flujo y la duración medidas, un volumen de aire en metros cúbicos que pasa a través del filtro se puede calcular. Esto proporcionará una concentración de PM en microgramos/m³. El cabezal de tamaño selectivo se fabrica para tener puntos de corte para permitir que sólo PM impacte el filtro cuando se opera a un caudal de 5 lpm (± 5 por ciento).

A partir de los filtros de TSP, se analizaron las concentraciones de metales mediante la metodología de espectrometría el cual utiliza rayos x fluorescentes. Los fundamentos de la espectrometría se basan en la interacción de los fotones de rayos X de una fuente de excitación de los elementos de interés que se encuentra en la muestra (filtro). Estos fotones interactúan con los átomos de la muestra cuando los fotones causan la expulsión de electrones de la capa interior, luego los electrones de las capas exteriores ocupan los espacios vacantes. Estas transiciones dan lugar a la emisión de rayos X que son características del

elemento. La energía característica de rayos X es igual a la diferencia entre las energías de unión de electrones de las dos capas de electrones que participan en la transición. Debido a que las energías de enlace de electrones son una función del número atómico, la energía de los rayos X será característica del elemento. El número o la intensidad de los rayos X producidos a una energía dada proporcionan una medida de la cantidad de elemento presente para luego compararse con las normas disponibles.

2.3.1.3 System Tubular Draeger

Los tubos Draeger son viales de vidrio, llenos de un reactivo químico que reacciona con una sustancia química específica o familia de productos químicos específicos. Un volumen calibrado de aire se extrajo a través de los tubos con una bomba de aire de precisión. Si los productos químicos específicos (Hg y HCN) están presentes, el reactivo en el tubo cambia de color y la duración del cambio de color indica típicamente la concentración medida.

El rango de medición del tubo Draeger para cada contaminante se indica a continuación:

- Hg: 0.05 – 2.0 mg/m³
- HCN: 0.5 – 100 partes por millón (ppm)

2.3.2 Ruido Ambiental

En cada estación de ruido ambiental se instaló un sonómetro integrador portátil Larson Davis tipo 1 para la medición de 24 horas continuas de ruido. La instalación de los sonómetros se realizó tomando en consideración los siguientes criterios:

- Se ubicó el equipo de monitoreo en un lugar libre de obstáculos y de fácil acceso;
- se instaló el sonómetro con una pantalla cortaviento, sobre un trípode a una altura aproximada de 1,5 m sobre la superficie y a no menos de 3 m de cualquier superficie reflectante en su eje horizontal; y
- el operador del sonómetro se ubicó a una distancia mayor a 2 m cuando el equipo estuvo en funcionamiento.

Los registros de cada medición han sido descargados mediante el Utility. En el Apéndice B se presenta los certificados de calibraciones del sonómetro.

3.0 Normativa de Calidad del Aire y Ruido Ambiental

3.1 Calidad del Aire

Desde que Panamá no cuenta con estándares de calidad del aire, Golder comparó 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, así como las guías de la Organización Mundial de la Salud (OMS). 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 2 se presenta los estándares para los parámetros de material particulado, cuyas unidades se encuentran en microgramos por metro cubico.

Tabla 2: Estándares de Calidad del Aire

Parametro	Source	Primario/ Secundario	Periodo	Concentracion	Formato
SO ₂	USEPA	primario	1 Horas	75 ppb	99th percentil de 1 hora diaria máxima concentraciones, promedio de 3 años
		secundario	3 horas	0.5 ppm	No deberá ser excedido más de una vez por año
	OMS	Long-term Guideline	24 horas	52.4 ppb	24 horas promedio
NO ₂	USEPA	primario	1 horas	100 ppb	98th percentil de 1 hora diaria máxima concentraciones, promedio de 3 años
		primario y secundario	Anual	53 ppb	Media anual
TSP	OMS	Valor guia	24 horas	150 – 230 ug/m ³	No deberá ser excedido más de una vez por año
		Valor guia	Anual	60 – 90 ug/m ³	
PM-10	USEPA	primario y secundario	24 horas	150 ug/m ³	No deberá ser excedido más de una vez por año en un promedio de 3 años
PM-2,5	USEPA	primario y secundario	24 horas	35 ug/m ³	Percentil 98th para un promedio de 3 años
		primario	Anual	12 ug/m ³	Media anual para un promedio de 3 años
		secundario	Anual	15 ug/m ³	Media anual para un promedio de 3 años
HCN	Agencia de Arizona		1 hora	3,9 ug/m ³	
	Agencia de Arizona		Anual	0,313 ug/m ³	
Hg	USEPA		Maximo	1 ug/m ³	

3.2 Ruido Ambiental

De acuerdo al decreto ejecutivo No 1 del 2004 promulgado en Panamá, se determinan los niveles de ruido límite para áreas residenciales e industriales, los cuales se muestran en la Tabla 3

Tabla 3: Niveles Máximos de Ruido

Horario	Periodo	Nivel Sonoro Maximo (dBA)
Diurno	6:00am a 9:59pm	60,0
Nocturno	10:00pm a 5:59am	50,0

4.0 RESULTADOS

4.1 Calidad del Aire

4.1.1 Gases

En la Tabla 4 se presentan los resultados del monitoreo de gases en las dos estaciones de monitoreo. Los resultados de muestreo pasivo para todas las mediciones fueron iguales o inferiores al límite de detección para el NO₂, NO_x, SO₂ y de 1,0 ppb. Estas concentraciones son más bajas que las normas de calidad del aire correspondientes propuestas. En el Apéndice C se presenta el reporte de resultados del laboratorio.

Tabla 4: Concentraciones de Gases

Fecha de muestreo	Unidad	2016/03/19 10:35	2016/03/19 09:45	Límite de Detección	Normativa
Monitoreo Pasivo		ST-AIR-01	ST-AIR-02		
NO ₂	ppb	<1.0	<1.0	1	53
NO _x	ppb	1.0	<1.0	1	NA
SO ₂	ppb	<1.0	<1.0	1	52

4.1.2 Material Particulado

Las muestras de material particulado en la estación ST-AIR-01 se registraron del 21 de marzo al 22 y en la estación ST-AIR-02 desde el 19 de marzo al 20 de Marzo. En el Apéndice D se presentan el reporte de resultados del laboratorio.

Los resultados se resumen en la Tabla 5 y en la Tabla 1 del Apéndice E se presentan en detalle los resultados de material particulado.

Tabla 5: Concentraciones de Material Particulado

Fecha de Muestreo		2016/03/19	2016/03/20	2016/03/21	2016/03/22	Normativa
Parametro	Unidades	ST-AIR-02	ST-AIR-02	ST-AIR-01	ST-AIR-01	
TSP	µg/m ³	59,5	64,2	31,4	30,4	150 - 230
PM ₁₀	µg/m ³	23,2	37,4	22,3	18,5	150
PM _{2.5}	µg/m ³	19,2	19,3	14,1	11,6	35

Las concentraciones máximas de TSP, PM-10 y PM-2,5 de 64,2 µg/m³, 37.4 µg/m³ y 19,3 µg/m³ fueron registradas el 20 de marzo en la Estación 2. Las concentraciones máximas de TSP, PM-10 y PM-2,5 en la Estación 1 de 31,4 µg/m³, 22.3 µg/m³, y 14,1 µg/m³ fueron recolectadas el 21 de marzo. Estas concentraciones son mucho más bajas que los niveles normativos de 24 horas de la USEPA y la OMS.

Los resultados del análisis de XRF se resumen en la Tabla 6. El filtro de TSP con la más alta concentración de PM fue seleccionado para este análisis y los 10 metales principales para cada filtro se clasificaron de más alto hasta más bajo en la siguiente tabla.

Los resultados del análisis muestran que cloro, sodio y azufre son los principales componentes identificados en la estación ST-AIR-01 y silicio, cloro, hierro, azufre, sodio y aluminio, en la estación ST-AIR-02.

Tabla 6: Resultados de los Niveles de Ruido en Receptores

Estacion		ST-02		ST-01
Fecha		2016/03/20		2016/03/21
Rango	Metal	(µg)	Metal	(µg)
1	Silicio (Si)	26.26	Cloro (Cl)	12.06
2	Cloro (Cl)	13.75	Sodio (Na)	8.539
3	Hiero (Fe)	12	Azufre (S)	8.289
4	Azufre (S)	10.98	Silicio (Si)	6.522
5	Sodio (Na)	10.61	Aluminio (Al)	2.946
6	Aluminio (Al)	10.1	Iron (Fe)	2.503
7	Potasio (K)	5.504	Potasio (K)	2.434
8	Calcio (Ca)	5.503	Magnesio (Mg)	1.929
9	Magnesio (Mg)	4.132	Calcio (Ca)	1.263
10	Titanio (Ti)	0.7661	Titanio (Ti)	0.1808

4.2 Mercurio y Cianuro de Hidrogeno

Los resultados de los tubos Draeger para Hg y HCN se resumen en la Tabla 7. Todas las muestras recogidas estuvieron por debajo del límite detectable de los tubos. En el Apéndice F se muestran los umbrales de detección de los tubos draeger.

Tabla 7: Resultados en los Tubos Draeger

Estación	ST-AIR-01		ST-AIR-02	
Fecha de Muestreo	Hg (mg/m ³)	HCN (ppm)	Hg Hg (mg/m ³)	HCN (ppm)
2016/03/19	BDL	BDL	BDL	BDL
2016/03/20	BDL	BDL	BDL	BDL
2016/03/21	BDL	BDL	BDL	BDL
2016/03/22	BDL	BDL	BDL	BDL
Límite de Detección	0.05	0.5	0.05	0.5

BDL – debajo del límite de detección

4.3 Ruido Ambiental

En la Tabla 8 se presentan los niveles de ruido monitoreados en los tres receptores más cercanos a las instalaciones mineras y ruta de transporte.

Tabla 8: Resultados de los Niveles de Ruido en Receptores

Código	Receptor	Niveles de Ruido – Línea Base (dBA)		L min	L máx.
		Diurno	Nocturno		
ST-NO-01	Boca de Quema	53,2	47,9	27,4	84,1
ST-NO-02	Rio Quema	46,3	36,6	25,1	79,8
ST-NO-03	La Llana	51,9	43,2	28,1	93,0

Se observa en la Tabla 8 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).

5.0 CONCLUSIONES

Los resultados de la calidad del aire presentados en las secciones anteriores son típicos de entornos rurales y remotos como en los que se ubica el Proyecto. Dado que hay muy poca industria o fuentes principales de contaminación, las concentraciones de contaminantes fueron bastante baja. Las principales fuentes de contaminación que se observaron en la zona fueron polvo llevado por el viento, la quema localizada de la basura para su eliminación, la quema de combustible para cocinar, y las fuentes naturales de bajo nivel de contaminación. Asimismo, las fuentes de los niveles de ruido son en su mayoría naturales, característicos de una localidad remota. La principal fuente acústica antropogénica fue el tráfico en la vía de acceso que se encuentra a menos de 50 m de cada receptor.

5.1 Gases

Los resultados de muestreo pasivo de SO₂, NO₂, NO_x estuvieron en o por debajo del límite de detección de 1,0 ppb. Esto se espera ya que no hay fuentes industriales en la zona del Proyecto. Las fuentes secundarias de NO_x se incluirían en la quema localizada de la basura y de los combustibles para cocinar.

Similar al muestreo pasivo, el muestreo con el tubo Draeger de HCN y Hg no generó mediciones por encima del límite de detección. De nuevo, esto se espera de un área libre de fuentes industriales de contaminación del aire. Esto también indica que no hay una fuente natural de HCN o Hg en la zona.

5.2 Material Particulado

Todas las mediciones de partículas estuvieron por debajo de los estándares para el TSP, PM-10 y PM-2.5. En general, las concentraciones de PM fueron mayores en la Estación 2 que en la Estación 1. TSP y PM-10 fueron significativamente más bajas que las normas, estando muy por debajo del 50 % del estándar para cada medición en cada Estación. Sin embargo, PM-2.5 fue de aproximadamente el 55 % de la norma en la ST-AIR-02. Las observaciones del monitoreo indican que fuertes vientos en este lugar probablemente causaron una fuente de polvo llevado por el viento aumentando las concentraciones en la estación ST-AIR-02.

El análisis de XRF de las muestras TSP mostraron niveles significativamente más altos de silicio y hierro en la Estación 2 que en la Estación 1, esto también concuerda con la conclusión de que el polvo fue llevado por el viento o el suelo siendo el principal contribuyente de los niveles elevados de PM en la Estación 2.

5.3 Niveles de Ruido

Las tres estaciones de monitoreo de ruido ambiental presentan niveles de ruido por debajo de los niveles máximos panameños para áreas residenciales tanto para el horario diurno y nocturno. La estación que presenta mayores niveles de ruido es aquella que se instaló en la comunidad Boca de Quema (ST-NO-01). Durante las mediciones de ruido en esta estación se pudo percibir el paso de automóviles por la vía que se encontraba a 50 m de la estación así como el ruido ocasionado por la escuela Boca de Quema en los

horarios de recreo. La estación de monitoreo que presentó niveles de ruido más bajos fue la estación ST-NO-02 (Rio de Quema), la cual se ubica en el acceso a las futuras instalaciones mineras.