



Informe de Cumplimiento Ambiental 4to. Trimestre 2017

Mina Marlin, San Miguel Ixtahuacán, San Marcos

Preparado Para:

**Dirección de Gestión Ambiental
Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales
Gobierno de Guatemala**

Preparado Por:

**Gerencia de Ambiente
Mina Marlin
Montana Exploradora de Guatemala, S.A.**



San Miguel Ixtahuacán, San Marcos, Guatemala.

Abril 2018



Índice de Contenido

INTRODUCCIÓN	6
RESUMEN DE ACTIVIDADES	7
Calidad de Aire y Niveles de Ruido	17
Metodología	17
Estaciones de muestreo	17
Parámetros	18
Equipos	18
Laboratorio	20
Resultados y Discusión	20
Calidad de aire	20
Niveles de ruido	21
Datos Meteorológicos	30
Calidad de Agua	32
Agua Superficial	32
Agua Subterránea	34
Descargas	34
Metodología	36
Control y aseguramiento de calidad	40
Caudales	41
Caudales agua superficial	41
Caudal del pozo producción	42
Resultados y Discusión	43
Conclusión	55
Anexos	56
Anexo 1 Resultados de laboratorio calidad de aire	56
Anexo 2 Resultados de laboratorio de calidad de agua	56

Índice de Tablas

TABLA 1. CARACTERÍSTICAS DE LAS ESTACIONES DE MEDICIÓN DE CALIDAD DE AIRE	18
TABLA 2: NIVELES DE PM ₁₀ – ESTACIONES ALREDEDOR MINA MARLIN	20
TABLA 3: NIVELES DE RUIDO – ESTACIONES ALREDEDOR MINA MARLIN.....	22
TABLA 4: DATOS METEOROLÓGICOS	30
TABLA 5: DESCRIPCIÓN DE LOS CUERPOS SUPERFICIALES.....	32
TABLA 6: ESTACIONES DE MONITOREO DE AGUA SUPERFICIAL Y DESCARGA	35
TABLA 7: ESTACIONES DE MONITOREO DE AGUA SUBTERRÁNEA	35
TABLA 8: PARÁMETROS ANALIZADOS.....	38
TABLA 9: TIEMPOS DE RETENCIÓN Y PRESERVACIÓN PARA MUESTRAS.....	40
TABLA 10. CAUDALES DE ESTACIONES DE MONITOREO	42
TABLA 11: RESULTADOS DE CALIDAD DE AGUA RÍO TZALÁ.....	47
TABLA 12: RESULTADOS DE CALIDAD DE AGUA RIACHUELO QUIVICHIL Y RÍO CUILCO	50
TABLA 13: RESULTADOS DE CALIDAD DE AGUA SUBTERRÁNEA	53

Índice de Ilustraciones

ILUSTRACIÓN 1. AVANCES DE LA RECUPERACIÓN DEL TAJO Y ESCOMBRERA	7
ILUSTRACIÓN 2. MANEJO ADECUADO DE REPRESA DE COLAS	8
ILUSTRACIÓN 3. REPRESA DE COLAS MARLIN.....	8
ILUSTRACIÓN 4. CIERRE PORTAL MARLIN	9
ILUSTRACIÓN 5. PROCESO DE COLOCACIÓN MATERIAL EN PORTAL WEST VERO	9
ILUSTRACIÓN 6. PROCESO DE DESMANTELAMIENTO BODEGA DE QUÍMICOS	10
ILUSTRACIÓN 7. DEMOLICIÓN COMEDOR UG.....	10
ILUSTRACIÓN 8. DEMOLICIÓN COMPACTADORA.....	11
ILUSTRACIÓN 9. DESMONTAJE SILOS VERTICALES ÁREA BATCH Y SHOTCRETE.....	11
ILUSTRACIÓN 10. DESMANTELAMIENTO BODEGAS DE NÚCLEOS	12
ILUSTRACIÓN 11. UBICACIÓN DE CHIMENEAS A CERRAR.	12
ILUSTRACIÓN 12. CHIMENEA 7 ALIMAK WEST VERO	13
ILUSTRACIÓN 13. CHIMENEA 12, WEST VERO	13
ILUSTRACIÓN 14. CHIMENEA 9 ALIMAK WEST VERO.....	14
ILUSTRACIÓN 15. CHIMENEA 5, COCHIS.....	14
ILUSTRACIÓN 16. CHIMENEA 6, MARLIN.....	15
ILUSTRACIÓN 17. CHIMENEA 1 Y 2, DELMY.	15
ILUSTRACIÓN 18. CHIMENEA 3, CORAL.....	16
ILUSTRACIÓN 19. CHIMENEA 13, WEST VERO.	16

Índice de Gráficas

GRÁFICA 1. RESULTADOS PM10	21
GRÁFICA 2. RESULTADOS PRESIÓN SONORA	23

Acrónimos y Abreviaturas

MARN: Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales de Guatemala

BM: Banco Mundial

IFC: International Finance Corporation

SM: Standard Methods for the Examination of Waste Water

SVL: SVL Analytical.

ECOSISTEMAS: Laboratorio Analítico ECOSISTEMAS

EIA&S: Estudio de Impacto Ambiental y Social

USEPA: United States Environmental Agency

UTM: Universal Transverse Mercator

NAD27: North American Datum 1927

msnm: Metros sobre el nivel del mar

LB: Línea Base

In-Situ: "En el lugar"

Unidades

mg/L: Miligramo sobre litro

u.e.: Unidades estándar

µS/cm: Micro-Siemens por centímetro

°C: Grados Celsius

NMP: Número más probable.

LEQ: Promedio Integrado Equivalente

dBA: Decibeles en la escala A.

PM₁₀: Material particulado menor de 10 micrómetros

mm: Milímetros de precipitación o evaporación.

km/h: Kilómetros por hora

mm Hg: Milímetros de mercurio, presión barométrica.

%: Porcentaje de humedad relativa.

Min: Mínimo estadístico

Max: Máximo estadístico

m³: metros cúbicos

U Pt-Co: Unidades de color Platino Cobalto.

µg/m³. Microgramos sobre metro cúbico.

INTRODUCCIÓN

El siguiente informe presenta los resultados de monitoreo obtenidos durante el 4to. trimestre (octubre, noviembre y diciembre) del año 2017, para la Mina Marlin de Montana Exploradora de Guatemala, S.A., ubicada en el municipio de San Miguel Ixtahuacán, Departamento de San Marcos. Este informe se presenta a la Dirección de Gestión Ambiental del Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales, con el objetivo de dar cumplimiento al requisito VIII de la resolución 779-2003/CRMM/EM de fecha veintinueve de septiembre del año dos mil tres (29/09/2003) en la cual se aprobó el estudio de Evaluación de Impacto Ambiental y Social (EIA&S) de la Mina Marlin I.

El informe contiene el proceso de las actividades realizadas, durante los monitoreos de calidad del aire ambiental en comunidades aledañas; los niveles de presión sonora ambiental, la calidad de agua superficial, subterránea, en ríos, quebradas y condiciones meteorológicas. También se presentan los reportes de laboratorios, identificación de estaciones de muestreo, metodologías, mapas, y cuadros comparativos respecto a los dos trimestres anteriores, análisis y discusión de resultados. Además de las actividades de cierre realizadas en el presente trimestre.

Siguiendo las consideraciones descritas en el Oficio-MARN-DIGARN/828-2011/ECM/vem, se han adjuntado los resultados de los monitoreos con base trimestral de comparación así como consideraciones solicitadas por el Ministerio de Ambiente.

Se concluye que los parámetros analizados están en cumplimiento con los estándares aplicables y en relación a los dos trimestres anteriores para los parámetros más relevantes.

RESUMEN DE ACTIVIDADES

A continuación se presenta un breve resumen de algunas actividades en Marlin.

TAJO Y REPRESA

En el presente trimestre se dio mantenimiento a las áreas y se realizdon actividades de fertilización. En octubre se hizo Hidrosiembra y colocación de ecomatrix en 0.36 hectáreas en la parte alta del Tajo Marlin, y Fertilización de 1.04 hectáreas de pasto sembrado. Se continua con la cobertura de material en la escombrera.

En las ilustraciones a continuacion se muestran las actividades durante el trimestre.

Ilustración 1. Avances de la recuperación del tajo y escombrera.



Fuente: Departamento de ambiente 2017, Mina Marlin.

Así mismo en la represa se inició la cobertura.

Ilustración 2. Manejo adecuado de represa de colas



Fuente: Departamento de obra civil 2017, Mina Marlin.

Ilustración 3. Represa de colas Marlin



Fuente: Departamento de Obra Civil 2017, Mina Marlin.

Proceso de cierre de Portales Marlin y West Vero

Se cerró los portales de ingreso a Mina Subterránea y se colocó maerial en el portal de West Vero.

Ilustración 4. Cierre Portal Marlin

Fuente: Departamento de Obra Civil, 2017.

Ilustración 5. Proceso de colocación material en Portal West Vero

Fuente: Departamento de Obra Civil, 2017.

Demolición Bodega de Químicos

La estructura estaba conformada de block y láminas con techo de lámina. Primero se procedió al desmontaje del techo y luego de las paredes.

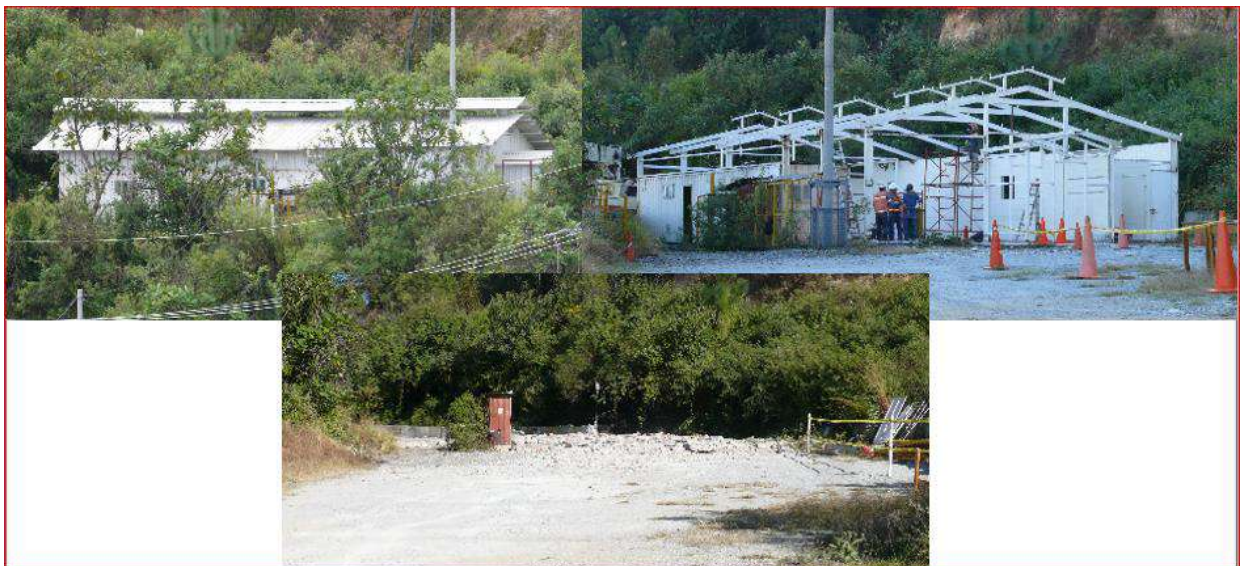
Ilustración 6. Proceso de desmantelamiento bodega de químicos



Fuente: Departamento de Obra Civil, 2017.

Demolición Comedor UG

Ilustración 7. Demolición comedor UG.



Fuente: Departamento de obra civil, 2017.

Demolición Compactadora

Se desmontó paredes y techo de metal, y se demolió pared inferior de block.

Ilustración 8. Demolición compactadora

Fuente: Departamento de obra civil, 2017.

Desmontaje de Silos en Área de Batch y Shotcrete

En ambas área se desmontaron los silos verticales.

Ilustración 9. Desmontaje silos verticales área Batch y Shotcrete

Fuente: Departamento de obra civil, 2017.

Desmantelamiento Bodega de Núcleos segunda fase

Se desmantelaron las bodegas de núcleos, que eran de madera y techo de lámina.

Ilustración 10. Desmantelamiento bodegas de núcleos



Fuente: Departamento de obra civil, 2017.

Cierre de chimeneas

El cierre de chimeneas se realiza agregando piedra para rellenar el ducto y colocar una fundición de concreto reforzado en la superficie.

Ilustración 11. Ubicación de chimeneas a cerrar.



Fuente: Departamento de obra civil, 2017.

Ilustración 12. Chimenea 7 Alimak West Vero



Fuente: Departamento de obra civil, 2017.

Ilustración 13. Chimenea 12, West Vero



Fuente: Departamento de obra civil, 2017.

Ilustración 14. Chimenea 9 Alimak West Vero.



Fuente: Departamento de obra civil, 2017.

Ilustración 15. Chimenea 5, Cochis



Fuente: Departamento de obra civil, 2017.

Ilustración 16. Chimenea 6, Marlin



Fuente: Departamento de obra civil, 2017.

Ilustración 17. Chimenea 1 y 2, Delmy.



Fuente: Departamento de obra civil, 2017.

Ilustración 18. Chimenea 3, Coral



Fuente: Departamento de obra civil, 2017.

Ilustración 19. Chimenea 13, West Vero.



Fuente: Departamento de obra civil, 2017.

Calidad de Aire y Niveles de Ruido

Contenido de la Sección

Calidad de Aire

Metodología

Parámetros

Equipos

Laboratorio

Resultados y Discusión

En el presente informe se adjuntan los resultados del monitoreo ambiental de calidad de aire del 4to. Trimestre 2017. Los parámetros que se analizan fueron establecidos en el programa de monitoreo ambiental, descrito en el Capítulo 10 del Estudio de Evaluación de Impacto Ambiental y Social (EIA&S) del Proyecto Minero Marlin. Los parámetros evaluados son:

- La calidad del aire ambiental mediante la medición de la concentración de partículas respirables con diámetro menor o igual a 10 micrómetros (PM_{10}), en receptores aledaños a la mina.
- Los niveles de presión sonora ambiental mediante la medición de decibeles en la escala A (dBA) en comunidades aledañas a la mina.

Los equipos y los métodos empleados para realizar los análisis son acordes con las regulaciones de la Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos de Norte América (USEPA). Los resultados de laboratorio para calidad del aire (PM_{10}), fueron comparados contra el estándar de la USEPA, mientras que los resultados de niveles de presión sonora fueron comparados con las guías del Banco Mundial y la Línea Base. Los datos de los dos Informes anteriores (2do. y 3er. Trimestre 2017) están incluidos para comparación.

Metodología

Estaciones de muestreo.

Para establecer la calidad del aire ambiental y niveles de ruido se tomaron mediciones de 6 estaciones de muestreo en los receptores más cercanos a la mina.

Las estaciones están ubicadas en los alrededores de los límites de las propiedades de Montana. En la tabla 1 se presenta la información general de cada estación y en el Mapa 1 se observa la ubicación geográfica de las estaciones.

Dentro del Capítulo 10 Del EIA&S se describen las estaciones de monitoreo para la Mina Marlin, estas son AQ1, AQ2, AQ4, AQ7, AQ9, AQ12.

Los estándares de comparación de PM_{10} USEPA, estándares de comparación Ruido Banco Mundial

Tabla 1. Características de las estaciones de medición de calidad de aire

Estación	Elevación msnm	Coordenadas UTM		Medición		Ubicación
		X	Y	Ruido	PM ₁₀	
AQ1	2,322	638562	1684671	X	X	Aldea Ágel, al oeste de la mina viento abajo.
AQ2	2,190	640077	1685050	X	X	Caserío San José Nueva Esperanza al noroeste de la Mina, viento abajo.
AQ4	1,990	641087	1686216	X	X	Caserío San José Ixcaniche, al norte de la Mina viento abajo
AQ7	2,090	641918	1682175	X	X	Aldea Carrizal Poj, al sureste de la Mina, viento arriba
AQ9	1,852	643374	1684306	X	X	Caserío Tzalem al este de la Mina, viento arriba
AQ12	1,940	644087	1688404	X	X	Caserío Chuená área de influencia por tráfico

Fuente: Gerencia de Ambiente - Montaña Exploradora de Guatemala, S.A.

Parámetros

Calidad de aire

- Concentración de material particulado (en microgramos por metro cúbico – $\mu\text{g}/\text{m}^3$), con un diámetro aerodinámico menor o igual a 10 micrómetros (**PM₁₀**);

Niveles de ruido

- Presión sonora - promedio integrado equivalente (**LEQ**) para 24 horas medido en decibeles en la escala A (dbA).



BGI PQ167 Air Sampling System. Equipo de Monitoreo PM₁₀



Sonómetro SoundPro DL 2900 Quest Technologies

Equipos

Calidad de aire:

El equipo utilizado para las mediciones de material particulado PM₁₀ en el ambiente es el PQ167 Air Sampling System (Sistema de Muestreo de Aire), que satisface los requisitos del Método de Referencia para Muestreo Número RFPS – 1298 – 124; designado en conformidad con 40 CFR Parte 50, Apéndice J ("Referente Method for the Determination of Particulate Matter as PM – 10 in the Atmosphere"), diciembre de 1998 que es el método analítico utilizado. El equipo utilizado cumple con las especificaciones de la USEPA, descrito en el Registro Federal Vol. 63, página 69625, última modificación y actualización del método 01-2009. Los resultados de los pesos de filtros en el Anexo 1.

Niveles de ruido:

Para la realización de las mediciones de niveles de presión sonora se utilizaron los equipos "SoundPro DL Datalogging Sound Level Meter" (Medidores de Niveles de Sonido – Sonómetros) marca Quest Technologies. Los sonómetros cumplen con el estándar internacional IEC 61672-1 "Electroacoustics Sound Level Meters", de la Comisión Electrotécnica Internacional o IEC por sus siglas en inglés. El período de medición de los instrumentos fue de 24 horas continuas, para cada estación de monitoreo.

Ubicación de las estaciones de Calidad de Aire y Niveles de Ruido

Departamento de Ambiente



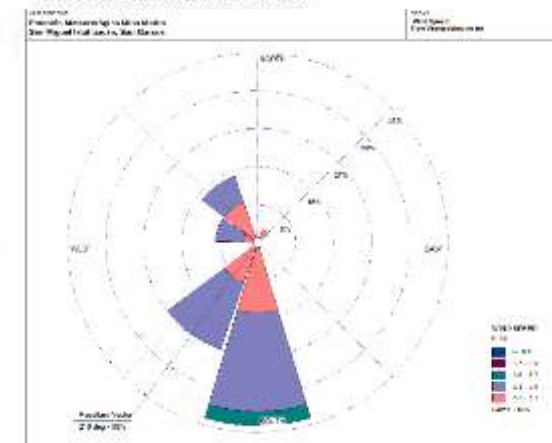
1:15,000
1 centímetro equivale a 0.2 kilómetros



Leyenda

- Estaciones de Calidad de Aire
- Licencia de explotación

Dirección e intensidad de viento



Departamento de San Marcos Ubicación del área de estudio



Fuente:
Relaciones de municipios: Departamento Ambiental
Aerología: Mapa superficial
en base a la topografía actualizada
Fecha: mayo 2008.
Ver: Oficina de campo, Departamento ambiental

Datos de proyección:
NAD 1921 UTM Zona 18 Norte
Proyección: Transversal, Mercator
Escala: 6330000000
Datum: Pardo
Meridiano central: -92.00000
Factor de escala: 0.99999
Límite de altura: 3.00000
Fecha de actualización: Ago 2014.
Preparado por: José Carlos Cordero

Laboratorio

Para el análisis de PM₁₀ se utilizó el Método de Referencia de la EPA para la medición de material particulado menor o igual a 10 micrómetros, 40 CFR Parte 50, Apéndice J ("Referente Method for the Determination of Particulate Matter as PM – 10 in the Atmosphere"), diciembre de 1998.

La ecuación para el análisis gravimétrico de los filtros es la siguiente:

$$\frac{\text{Peso de muestra (mg)} \times 1000}{\text{Volumen Total de Muestra (m}^3\text{)}} = \text{Concentración (} \frac{\text{microgramos}}{\text{m}^3}\text{)}$$

Donde:

Peso de muestra, es la diferencia entre el peso final y el peso inicial del filtro.

Volumen total de la muestra, es el volumen de aire que pasó a través del filtro en m³.



Filtros de Fibra de Vidrio para PM¹⁰

Resultados y Discusión

Calidad de aire

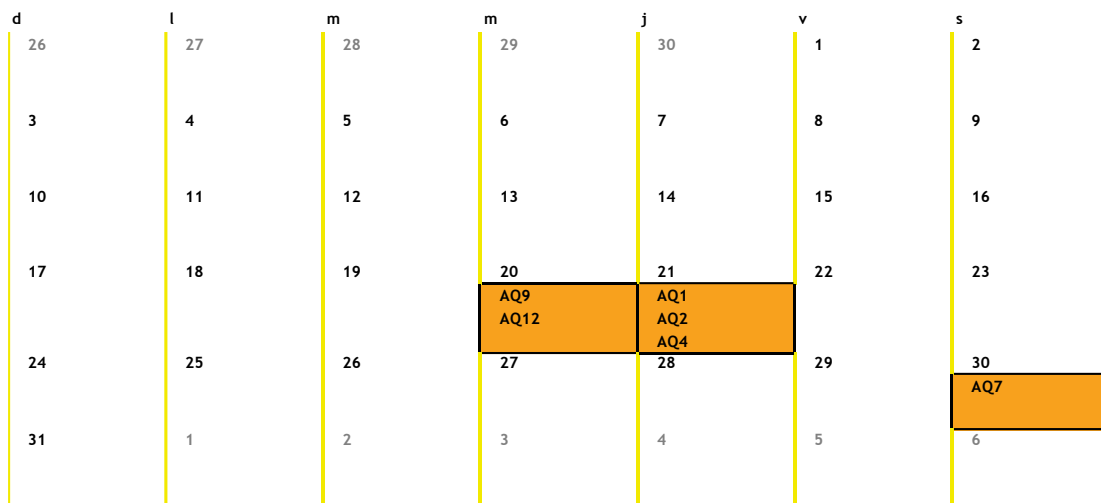
En la tabla 2 se presentan los resultados obtenidos durante el monitoreo de material particulado (PM₁₀), expresado en microgramos por metro cúbico (µg/m³). En la gráfica 1 se observa que los niveles están por debajo del estándar de la EPA.

Tabla 2: Niveles de PM₁₀ – Estaciones alrededor Mina Marlin

Estación	Concentración PM ₁₀ (µg/m ³)		
	2do. Trimestre 2017	3er. Trimestre 2017	4to. Trimestre 2017
AQ1a	58	19	20
AQ2	32	12	37
AQ4	27	15	25
AQ7	49	21	8
AQ9	53	26	29
AQ12	37	6	7

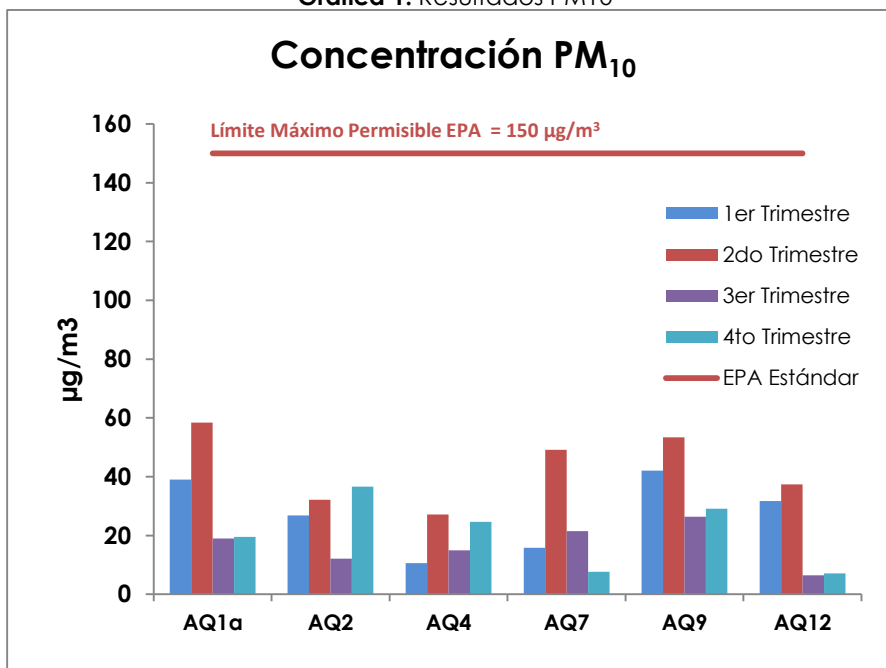
Fuente: Gerencia de Ambiente - Montana Exploradora de Guatemala, S.A.

DICIEMBRE 2017



Fuente: Gerencia de Ambiente - Montana Exploradora de Guatemala, S.A.

Gráfica 1. Resultados PM10



Fuente: Gerencia de Ambiente - Montana Exploradora de Guatemala, S.A.

Niveles de ruido

En la tabla 3, se observan los resultados de los niveles de ruido medidos en decibeles escala A (dBA) para el parámetro del promedio integrado equivalente (LEQ). Los resultados son comparados con los obtenidos en los trimestres anteriores y con la línea base de las estaciones en las que aplica. Los resultados muestran que los niveles de presión sonora se mantienen dentro de los límites de la línea base.

Tabla 3: Niveles de ruido – Estaciones alrededor Mina Marlin

Estación	2do Trimestre 2017		3er Trimestre 2017		4to Trimestre 2017				Línea Base**			
	Diurno	Nocturno	Diurno	Nocturno	Diurno	Nocturno	24 Horas	Promedio 24 horas	Leq 24 horas	Promedio Diurno	Promedio Nocturno	Máximo
AQ1	52.9	50.9	49.2	48.7	51.6	49.4	50.9	55.2	61	38	35	69.6
AQ2	48.1	41.9	50.3	43.2	58.5	48.1	56.7	51.8	65	49	56	66.6
AQ4	52.6	43.7	52.5	52.9	52.9	50.9	52.3	58.5	65	50	45	76.1
AQ7	55.0	49.2	58.3	58.5	49.5	61.7	57.4	55.4	57	50	41	61.9
AQ9*	50.9	49.3	52.6	54.8	52.3	44.9	50.9	NA	NA	NA	NA	NA
AQ12*	62.6	59.2	59.7	55.1	66.5	64.6	65.9	NA	NA	NA	NA	NA

Fuente: Gerencia de Ambiente - Montana Exploradora de Guatemala, S.A.

*Las estaciones AQ9 y AQ12 no presentan línea base y se colocan como comparación en áreas fuera de la influencia del proyecto.

**La línea base fue establecida para el período de Julio 2002 hasta marzo de 2004. Para los límites del Banco Mundial (55 dB diurno y 45 dB nocturno) los promedios de línea base en las estaciones AQ1, AQ2, AQ4 y AQ7 fueron mayores a los límites establecidos por lo que se deberán sumar 3 dB al promedio de la línea base como guía de comparación. El máximo está referenciado al promedio de Leq. Las estaciones AQ9 y AQ12 no presentan línea base y se colocan como comparación en áreas fuera de la influencia del proyecto.

NA: No Aplica

El nivel sonoro equivalente tiene las siguientes características;

- El $L_{Aeq,T}$ se basa en el principio de "igual-energía" que establece que el efecto de una combinación de eventos de ruidos está relacionado con la energía combinada de esos eventos.
- El nivel sonoro equivalente suma la energía total sobre el tiempo de integración (T) y nos da un nivel "equivalente" al promedio logarítmico de la energía sonora en ese periodo.
- Estos niveles equivalentes generalmente se miden en ponderación "A".
- Por consiguiente, el $L_{Aeq,T}$ es el promedio equivalente de energía en la ponderación A sobre un periodo de tiempo "T".

Se calcula con la ecuación a continuación;

$$L_{eq,T} = 10 \log \frac{1}{T} \sum_{i=1}^{i=n} t_i * 10^{\frac{L_i}{10}}$$

donde;

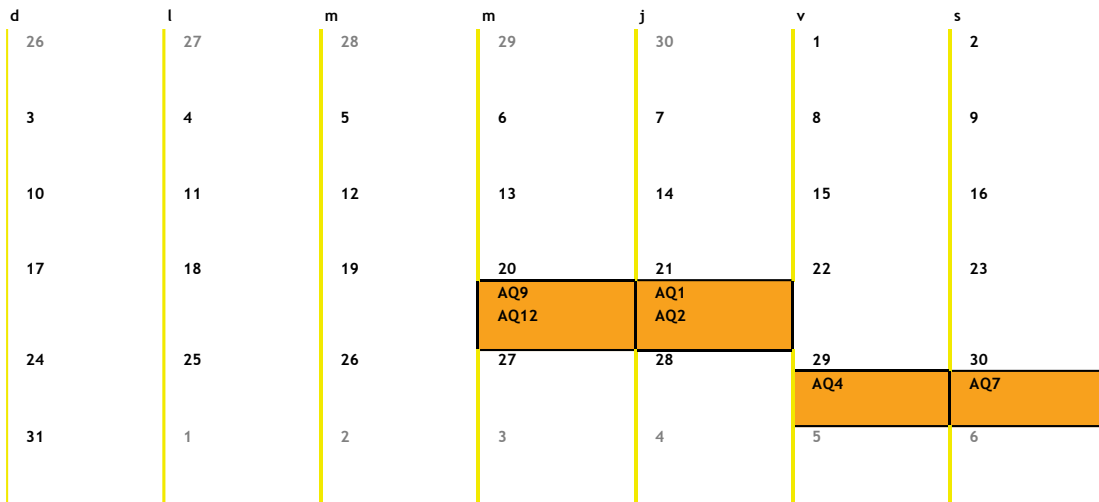
T; número de datos

t_i ; integral de los vanos del valor 1 al n

L_i ; valor/lectura de equipo

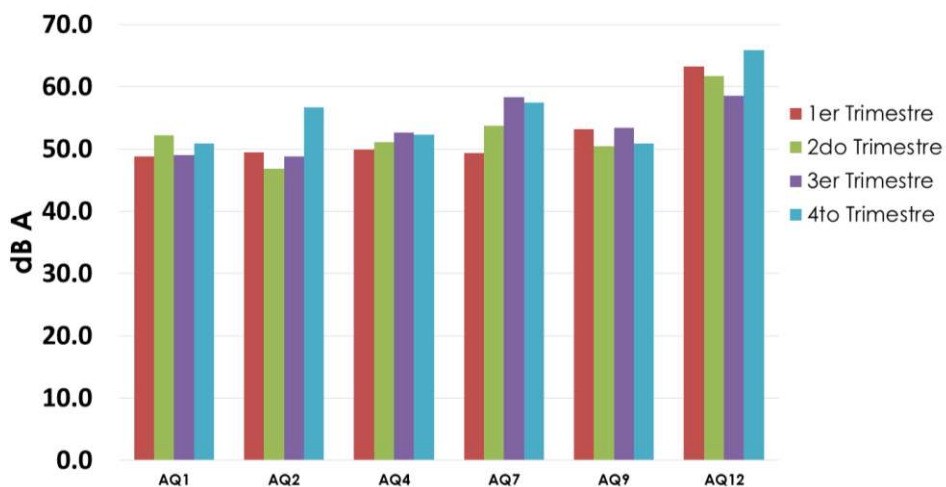
El Leq se calcula logarítmicamente siguiendo la metodología indicada. A solicitud en previas resoluciones se ha reportado el promedio aritmético mismo que es usado de referencia.

DICIEMBRE 2017





Fuente: Gerencia de Ambiente - Montana Exploradora de Guatemala, S.A.

Gráfica 2. Resultados presión sonora
Nivel de Presión Sonora - Período 24 Hrs





Fuente: Gerencia de Ambiente - Montana Exploradora de Guatemala, S.A.



Información de campo

Estación AQ1			
Información de la estación		Notas:	
Código interno	AQ1a	Sin comentarios.	
Aldea	ÁGEL		
Coordenadas (UTM)	X: 638562		
	Y: 1684671		
Equipo de monitoreo (PM10)		Equipo de monitoreo (Presión sonora)	
Equipo monitoreo	PQ100	Equipo monitoreo	sonómetro (SoundPro)
Código interno, equipo de monitoreo	590	Código interno, equipo de monitoreo	BG1020003
Código interno inlet	5689	Código preamplificador	09071248
Condiciones atmosféricas/ detalles del monitoreo (PM10)		Condiciones atmosféricas/ detalles del monitoreo (Presión sonora)	
Fecha del monitoreo	21/12/2017	Fecha del monitoreo	21/12/2018
Tiempo de monitoreo (minutos)	1440	Tiempo de monitoreo (horas)	24
Humedad promedio (%)	42	Humedad promedio (%)	42
Temperatura promedio (K)	299	Temperatura promedio (K)	299
Presión barométrica promedio (mmHg)	582	Presión barométrica promedio (mmHg)	582
Ubicación		Fotografía de la estación	
			



Fuente: Gerencia de Ambiente - Montana Exploradora de Guatemala, S.A.

Estación AQ2			
Información de la estación		Notas:	
Código interno	AQ2	Sin comentarios.	
Aldea	SAN JOSE NUEVA ESPERANZA		
Coordenadas (UTM)	X: 640077		
	Y: 1685050		
Equipo de monitoreo (PM10)		Equipo de monitoreo (Presión sonora)	
Equipo monitoreo	PQ100	Equipo monitoreo.	sonómetro (SoundPro)
Código interno, equipo de monitoreo	847	Código interno, equipo de monitoreo	BGL080004
Código interno inlet	5690	Código preamplificador	08127322
Condiciones atmosféricas/ detalles del monitoreo (PM10)		Condiciones atmosféricas/ detalles del monitoreo (Presión sonora)	
Fecha del monitoreo	21/12/2017	Fecha del monitoreo	21/12/2017
Tiempo de monitoreo (minutos)	1440	Tiempo de monitoreo (horas)	24
Humedad promedio (%)	30	Humedad promedio (%)	30
Temperatura promedio (K)	308	Temperatura promedio (K)	308
Presión barométrica promedio (mmHg)	594.75	Presión barométrica promedio (mmHg)	594.75
Ubicación		Fotografía de la estación	
			



Fuente: Gerencia de Ambiente - Montana Exploradora de Guatemala, S.A.

Estación AQ4			
Información de la estación		Notas:	
Código interno	AQ4	Sin comentarios.	
Aldea	SAN JOSE IXCANICHE		
Coordenadas (UTM)	X: 641087		
	Y: 1686216		
Equipo de monitoreo (PM10)		Equipo de monitoreo (Presión sonora)	
Equipo monitoreo	PQ100	Equipo monitoreo.	sonómetro (SoundPro)
Código interno, equipo de monitoreo	582	Código interno, equipo de monitoreo	BGG080004
Código interno inlet	5692	Código preamplificador	08127316
Condiciones atmosféricas/ detalles del monitoreo (PM10)		Condiciones atmosféricas/ detalles del monitoreo (Presión sonora)	
Fecha del monitoreo	21/12//2017	Fecha del monitoreo	29/12/2017
Tiempo de monitoreo (minutos)	1440	Tiempo de monitoreo (horas)	24
Humedad promedio (%)	28	Humedad promedio (%)	24.5
Temperatura promedio (K)	304.5	Temperatura promedio (K)	304
Presión barométrica promedio (mmHg)	606.25	Presión barométrica promedio (mmHg)	606.5
Ubicación		Fotografía de la estación	
			



Fuente: Gerencia de Ambiente - Montana Exploradora de Guatemala, S.A.

Estación AQ7			
Información de la estación		Notas:	
Código interno	AQ7	Sin actividades que reportar en los alrededores.	
Aldea	CARRIZAL POJ		
Coordenadas (UTM)	X: 641918		
	Y: 1682175		
Equipo de monitoreo (PM10)		Equipo de monitoreo (Presión sonora)	
Equipo monitoreo	PQ200	Equipo monitoreo	sonómetro (SoundPro)
Código interno, equipo de monitoreo	1240	Código interno, equipo de monitoreo	BGG090002
Código interno inlet	7107	Código preamplificador	08127315
Condiciones atmosféricas/ detalles del monitoreo (PM10)		Condiciones atmosféricas/ detalles del monitoreo (Presión sonora)	
Fecha del monitoreo	30/12/2017	Fecha del monitoreo	20/12/2017
Tiempo de monitoreo (minutos)	1440	Tiempo de monitoreo (horas)	24
Humedad promedio (%)	33.5	Humedad promedio (%)	48
Temperatura promedio (K)	293.5	Temperatura promedio (K)	300.5
Presión barométrica promedio (mmHg)	606.5	Presión barométrica promedio (mmHg)	597
Ubicación		Fotografía de la estación	
			

Fuente: Gerencia de Ambiente - Montana Exploradora de Guatemala, S.A.

Estación AQ9			
Información de la estación		Notas:	
Código interno	AQ9	No se observan actividades a reportar.	
Aldea	TZALEM		
Coordenadas (UTM)	X: 643374		
	Y: 1684306		
Equipo de monitoreo (PM10)		Equipo de monitoreo (Presión sonora)	
Equipo monitoreo	PQ200	Equipo monitoreo	sonómetro (SoundPro)
Código interno, equipo de monitoreo	1238	Código interno, equipo de monitoreo	BGL080003
Código interno inlet	7106	Código preamplificador	08127320
Condiciones atmosféricas/ detalles del monitoreo (PM10)		Condiciones atmosféricas/ detalles del monitoreo (Presión sonora)	
Fecha del monitoreo	20/12/2017	Fecha del monitoreo	20/12/2017
Tiempo de monitoreo (minutos)	1440	Tiempo de monitoreo (horas)	24
Humedad promedio (%)	41	Humedad promedio (%)	41
Temperatura promedio (K)	301.5	Temperatura promedio (K)	301.5
Presión barométrica promedio (mmHg)	604.75	Presión barométrica promedio (mmHg)	604.75
Ubicación		Fotografía de la estación	
			

Fuente: Gerencia de Ambiente - Montaña Exploradora de Guatemala, S.A.

Estación AQ12			
Información de la estación		Notas:	
Código Interno	AQ12	No se observan actividades a reportar.	
Aldea	CHUENA		
Coordenadas (UTM)	X: 644087 Y: 16888404		
Equipo de monitoreo (PM10)		Equipo de monitoreo (Presión sonora)	
Equipo monitoreo	PQ200	Equipo monitoreo.	sonómetro (SoundPro)
Código interno, equipo de monitoreo	1240	Código interno, equipo de monitoreo	BGL080002
Código interno inlet	7107	Código preamplificador	02093092
Condiciones atmosféricas/ detalles del monitoreo (PM10)		Condiciones atmosféricas/ detalles del monitoreo (Presión sonora)	
Fecha del monitoreo	20/12/2017	Fecha del monitoreo	20/12/2017
Tiempo de monitoreo (minutos)	1440	Tiempo de monitoreo (horas)	24
Humedad promedio (%)		Humedad promedio (%)	
Temperatura promedio (K)	308.5	Temperatura promedio (K)	308.5
Presión barométrica promedio (mmHg)	604.5	Presión barométrica promedio (mmHg)	604.5
Ubicación		Fotografía de la estación	
			

Fuente: Gerencia de Ambiente - Montana Exploradora de Guatemala, S.A.

Datos Meteorológicos

Los datos meteorológicos fueron recopilados por una estación permanente y automática propiedad de Mina Marlin, ubicada al este de la represa de colas. En tabla 4 se presentan los datos meteorológicos recopilados durante los días que se realizaron los monitoreos, se adjuntan la rosa de viento del periodo de medición.

Tabla 4: Datos meteorológicos

Fecha	Precipitación (mm)	Evaporación (mm)	Humedad relativa Prom. (%)	Temperatura ambiente (°C)			Presión atmosférica Prom. (mm Hg)	Velocidad del viento prom. (km/h)	Dirección del viento (grados)
				Promedio	Máxima	Mínima			
01-dic	0.0	3.0	72.07	15.75	22.62	12.50	584.04	10.27	135
02-dic	0.0	2.0	73.50	16.27	22.93	10.93	583.69	10.40	135
03-dic	0.0	2.0	71.43	15.96	22.37	11.12	583.15	11.39	124
04-dic	0.0	2.0	66.92	16.39	24.43	9.93	583.04	13.01	135
05-dic	0.0	2.0	63.18	17.68	26.18	10.50	583.57	11.16	135
06-dic	0.0	3.0	71.11	15.99	23.56	9.68	583.93	12.39	135
07-dic	11.9	5.5	73.17	16.79	26.18	10.87	583.08	16.53	7
08-dic	0.0	6.0	79.82	16.40	24.25	12.62	582.47	13.53	11
09-dic	0.0	1.0	84.81	12.19	15.18	10.31	585.28	10	6
10-dic	0.0	1.0	75.11	10.50	17.31	7.31	586.71	7.35	141
11-dic	0.0	2.0	71.61	9.80	17.31	6.37	586.09	8.78	135
12-dic	0.0	2.0	76.83	10.79	19.93	5.00	584.91	13.15	141
13-dic	0.0	4.0	70.33	13.13	22.56	8.68	584.15	7.96	135
14-dic	0.0	1.0	64.67	15.93	26.81	7.50	582.67	9.77	6
15-dic	0.0	3.0	66.91	16.98	25.18	9.75	583.07	11.54	124
16-dic	0.0	2.0	70.96	16.30	22.81	11.62	583.84	14.27	129
17-dic	0.0	2.0	60.46	17.19	23.43	12.87	584.05	14.10	191
18-dic	0.0	2.0	72.04	16.45	22.00	11.18	584.73	14.30	141
19-dic	0.0	3.0	69.30	17.10	23.18	12.31	584.77	15.83	253
20-dic	0.0	3.0	60.05	17.42	24.87	11.56	584.15	13.04	129
21-dic	0.0	3.0	59.41	16.34	23.62	9.06	583.85	15.65	203
22-dic	0.0	2.0	68.40	16.10	24.43	7.62	583.73	14.21	129
23-dic	0.0	2.0	66.27	16.42	23.37	9.06	584.49	15.12	203
24-dic	0.0	2.0	74.50	14.98	21.37	9.50	585.01	12.00	253
25-dic	0.0	2.0	72.71	13.85	21.87	7.56	585.29	11.72	135
26-dic	0.0	2.0	70.47	14.18	22.25	7.25	585.12	12.84	135
27-dic	0.0	2.0	68.97	15.14	22.56	9.12	584.94	12.60	135
28-dic	0.0	3.0	66.67	15.13	21.56	11.18	585.00	11.71	124
29-dic	0.0	2.0	71.18	14.98	22.56	9.81	585.07	12.07	135
30-dic	0.0	2.0	69.5	15.63	22.25	10.56	584.86	10.45	135
31-dic	0.0	2.0	65.7	16.60	25.68	9.50	584.87	10.75	13
Total	11.94	75.50							

mm, milímetros de precipitación, % Humedad Relativa, °C grados Celsius, mm Hg Milímetros de mercurio, km/h kilómetros por hora, Dirección del viento hacia en grados.

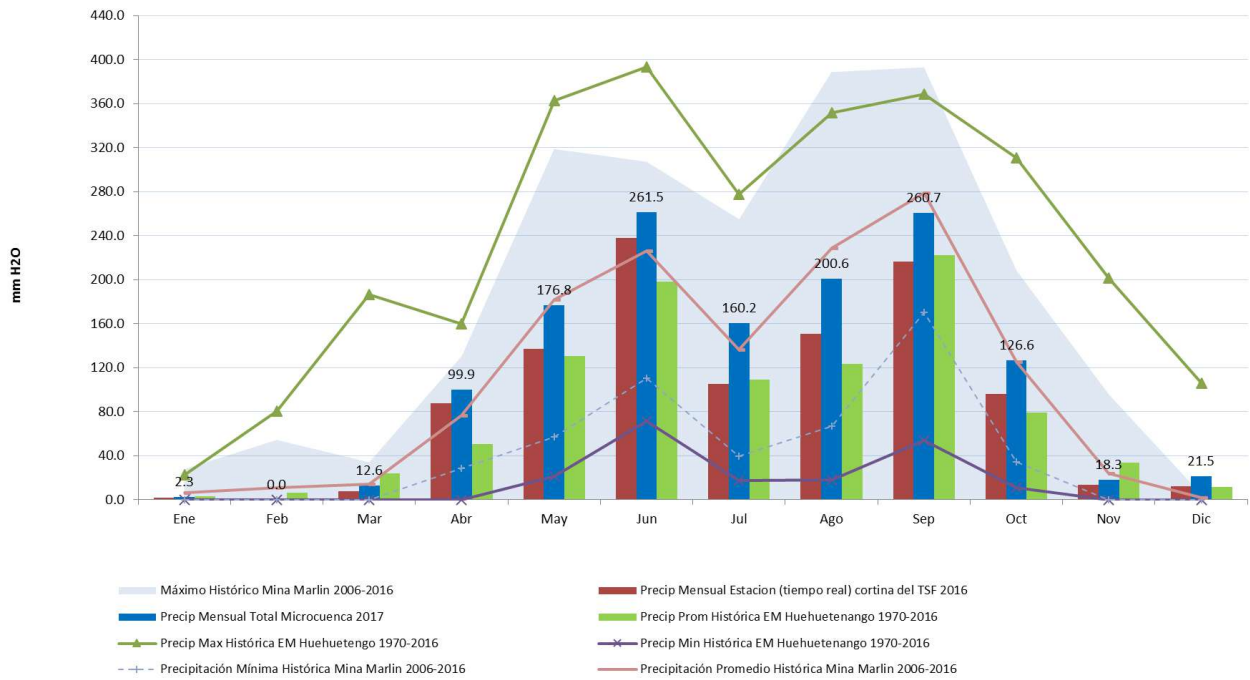
*Sensores en mantenimiento.

Fuente: Gerencia de Ambiente - Montana Exploradora de Guatemala, S.A.

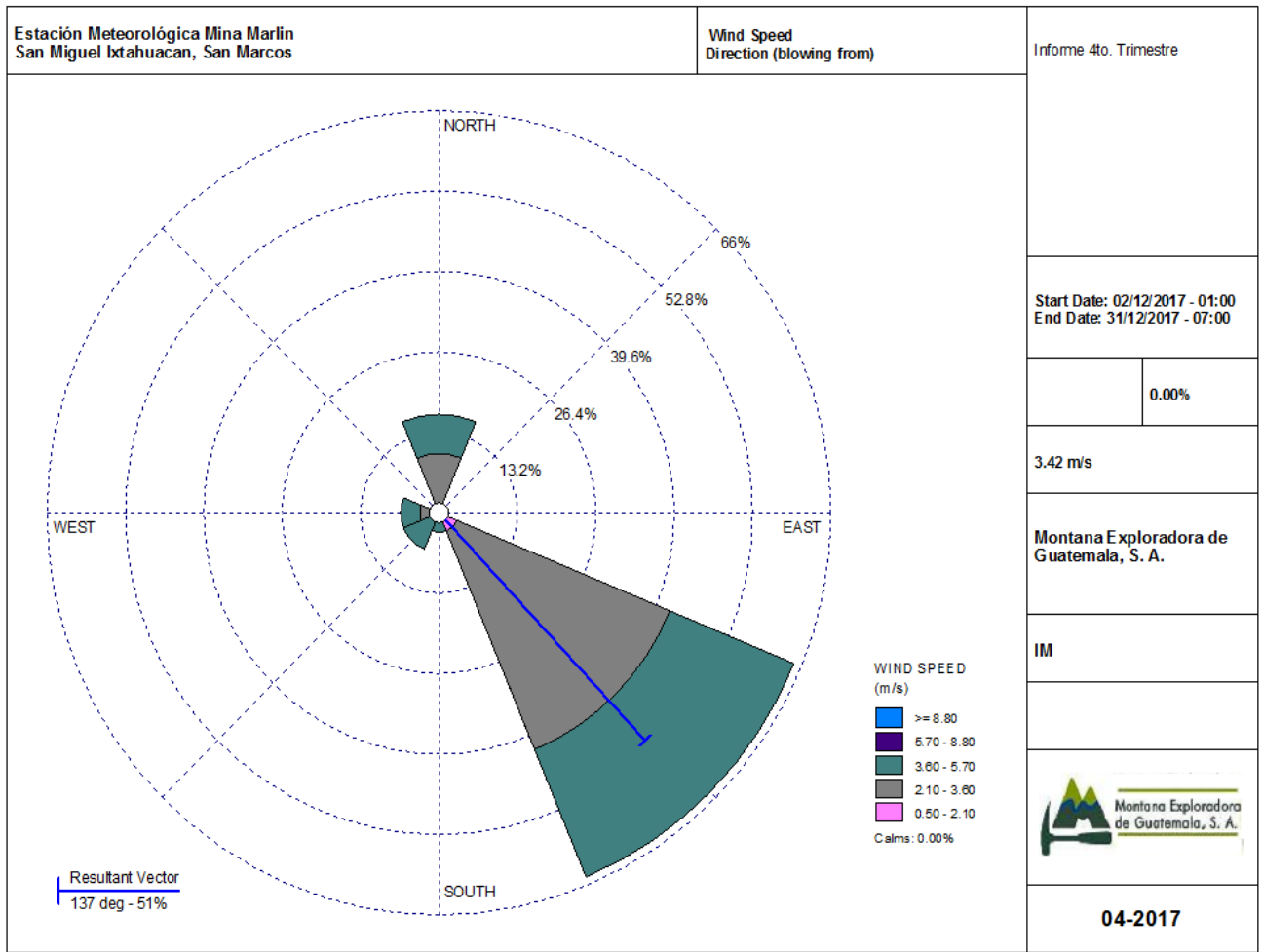


Estación Meteorológica Mina Marlin.

Precipitación 2017



Fuente: Gerencia de Ambiente - Montana Exploradora de Guatemala, S.A.



WRPLOT View - Lakes Environmental Software

Fuente: Gerencia de Ambiente - Montana Exploradora de Guatemala, S.A.

Calidad de Agua

Agua Superficial

Para determinar la calidad del agua superficial se establecieron en el EIA&S, 6 estaciones de monitoreo en los ríos cercanos al área de la mina Marlin, los cuales son el río Tzalá, riachuelo Quivichil y río Cuilco, la descripción y ubicación de estas estaciones se muestra en la tabla 5.

Contenido de la Sección

Agua Superficial

Agua Subterránea

Descargas

Metodología

Control y Aseguramiento de Calidad

Resultados y Discusión

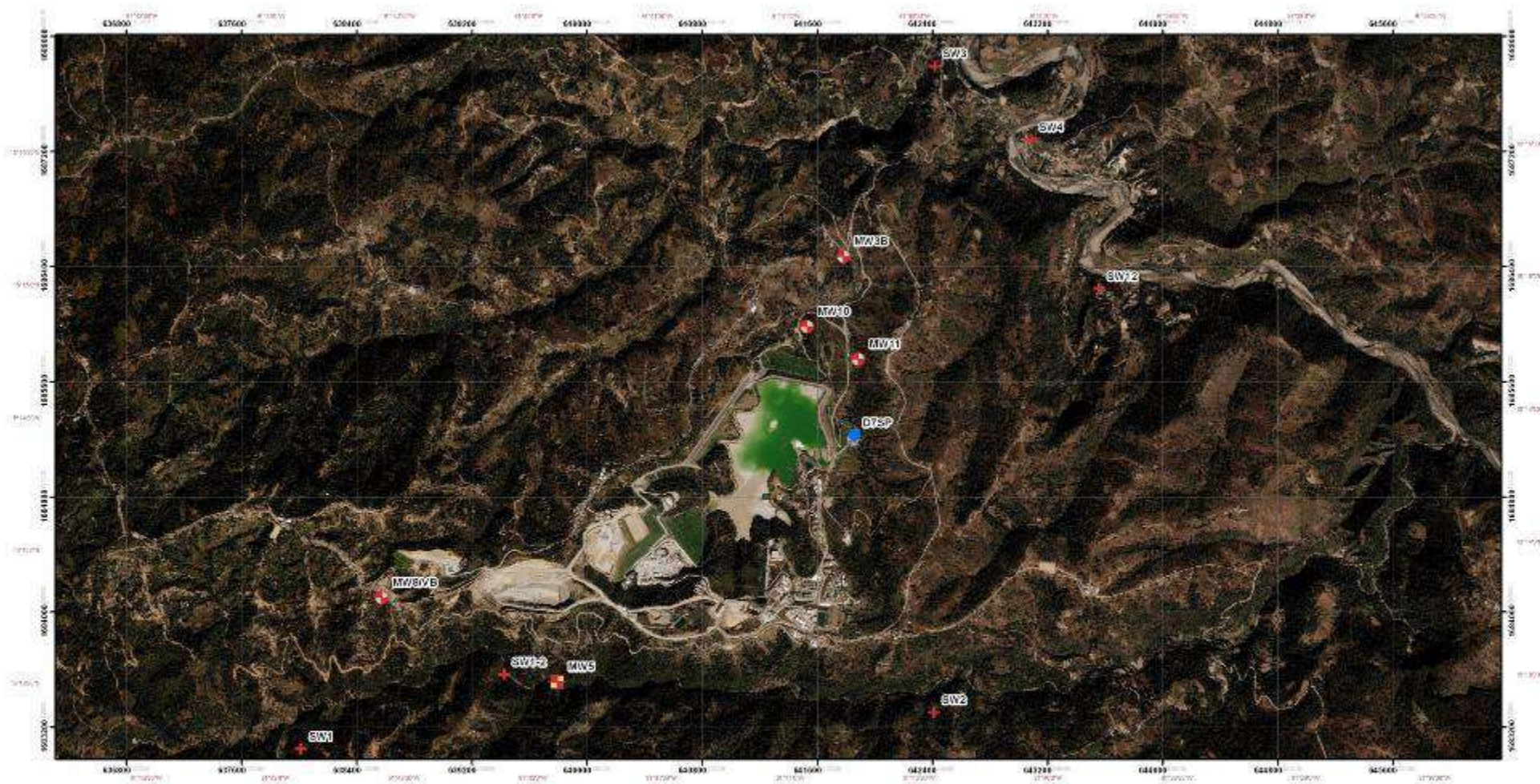
Los cuerpos de agua superficial alrededor de Mina Marlin son 3, Río Tzalá, Quivichil y Cuilco

Tabla 5: Descripción de los cuerpos superficiales

Cuerpo Superficial	Descripción	Imagen
Río Tzalá	El río Tzalá fluye de oeste a este hasta desembocar en el río Cuilco ubicado al este de la Mina Marlin. El río Tzalá posee un drenaje del tipo dendrítico el cual posee 5 corrientes permanentes, 36 corrientes intermitentes y 50 corrientes efímeras. El área de la cuenca del río Tzalá es de 66.19 Km ² y la pendiente de su cauce es de 12%.	
Riachuelo Quivichil	El riachuelo Quivichil se localiza al norte de Mina Marlin. Fluye de oeste a este y desemboca en el Río Cuilco. Posee 2 corrientes permanentes, 7 intermitentes y 10 efímeras, el área de su cuenca es de 20.34 Km ² y el porcentaje de pendiente media del cauce principal es del 7%, su tipo de drenaje es dendrítico.	
Río Cuilco	El río Cuilco es el cuerpo receptor de las aguas del río Tzalá y del riachuelo Quivichil. El río Cuilco fluye hacia el norte hasta desembocar al río Grijalva en México.	

Ubicación de las estaciones de monitoreo Calidad de Agua

Departamento de Ambiente



Departamento de San Marcos
Ubicación del área de Estudio



Escala



1:20,000

1 Centímetro equivale a 3.25 Kilómetros

Leyenda

Estaciones de Calidad de Agua

TIPO

- Agua Subterránea
- Agua Superficial
- Descarga
- Estación Meteorológica
- Pozo de Producción

Fuente:

Estaciones de monitoreo: Departamento Ambiental
Municipalidad de Villa Española
en base a la topografía actualizada
Fecha: marzo 2016.
Verificación de campo: Departamento ambiental

Coordenadas de proyección:

ARC 1027 UTM Zona 15 Norte
Proyección Transversa_Mercator
Datum: Icaro 1960
Escala: 1:20000
Factor de escala: 3.250000
Latitud de origen: 0.000000

Fecha de edición: Agosto de 2014
Preparado por: Jairo Castro (DIA)

Agua Subterránea

Para evaluar la calidad del agua subterránea en el área de la mina, se establecieron 3 estaciones de monitoreo las cuales consisten en pozos plenamente adaptados para toma muestras por medio de bombas sumergibles, los pozos se identifican con los siguientes códigos PSA3, MW3B, MW10. El pozo de monitoreo MW10 se ha presentado como un comparativo de la zona, actualmente se encuentra en mantenimiento por lo que se adjuntan los resultados de los trimestres anteriores del pozo G11 ubicado a pocos metros del MW10 siendo pozos de monitoreo de la Represa de Colas, esto como comparación hidrogeológica. Los parámetros evaluados son los mismos que se establecieron para agua superficial, exceptuando los metales totales y la DQO.

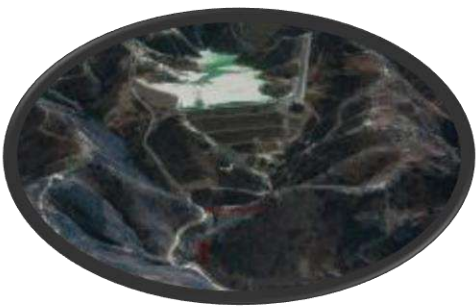
Descargas

Planta de tratamiento aguas industriales

Por estar en la etapa de cierre ya no existe descarga por la Planta de Tratamiento Industrial de Mina Marlin.

Represa de colas (*Spillway*)

No se reportan descargas por el sistema *spillway*, D7SP,



Las estaciones de muestreo, coordenadas y descripción se presentan en las siguientes tablas para aguas superficiales, subterráneas y descargas.

Tabla 6: Estaciones de monitoreo de agua superficial y descarga

Descripción de estación	Código	Coordenadas UTM*	Altitud (msnm)
<i>Río Tzalá</i>			
Aguas arriba hacia el suroeste de la mina	SW0	636794 1682909	2,250
Aguas arriba hacia el suroeste de la mina	SW1	638090 1683260	2,032
Estación intermedia al sur de la mina	SW1-2	639512 1683493	1,945
Aguas abajo hacia el sureste de la mina	SW2	642235 1683315	1,800
<i>Quebrada Cancil</i>			
Tributario al río Tzalá	CANCIL	638739 1683049	2,170
<i>Riachuelo Quivichil</i>			
Estación antes de la confluencia con el río Cuilco	SW3	642349 1687545	1,634
<i>Río Cuilco</i>			
Aguas del río Cuilco antes de confluencia del riachuelo Quivichil	SW4	643107 1687305	1,620
Aguas del río Cuilco después de la confluencia del riachuelo Quivichil	SW5	642777 1688250	1,620
Río Cuilco, cercana al puente "Cuilco", La Vega, Sipacapa arriba de la confluencia del río Tzalá	SW11	647828 1684576	1671
Río Cuilco después de la confluencia del río Tzalá	SW12	643560 1686247	1624
<i>Descarga</i>			
Efluente de planta de tratamiento Mina Marlin	D7SP	641900 1685219	1883

*: Coordenadas en proyección North American Datum 1927.

Fuente: Gerencia de Ambiente - Montana Exploradora de Guatemala, S.A.

Tabla 7: Estaciones de monitoreo de agua subterránea

Descripción de estación	Código	Coordenadas UTM*	Altitud (msnm)
Pozo de producción de la Mina	PSA3**	639576 1683902	2,077
Aguas al oeste de la mina, aldea Ángel	MW3B	641810 1686466	1,840
Aguas abajo del depósito de colas antes de confluencia con quebrada Seca	MW10+	641520 1685979	1,851
Aguas abajo del depósito de colas antes de confluencia con quebrada Seca	G11	641525 1685989	1,852

* Coordenadas en proyección North American Datum 1927.

**Pozo PSA3, pozo de producción dentro del mismo sistema del pozo MW5.

+ El pozo MW10 se encuentra dañado, el pozo MW3B se encuentra aguas abajo del depósito de colas.

Fuente: Departamento de Calidad de Agua, Gerencia de Ambiente - Montana Exploradora de Guatemala, S.A.

Metodología

La metodología de toma de muestras para análisis y evaluación de los parámetros establecidos en el EIA&S, se rige bajo los procedimientos de la Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos (USEPA), los lineamientos establecidos en los Métodos Standard para la examinación del Agua (Standard Methods) y el "Reglamento de las Descargas y Reúso de Aguas Residuales y de la Disposición de Lodos" (Acuerdo Gubernativo 236-2006) del Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales.

Toma y colección de muestras.

Las metodologías de colecta de muestra y análisis son las descritas por la USEPA, Banco Mundial y Standard Methods

Afluentes	Metodología Utilizada
Aguas superficiales	Muestreo puntual discreto de toma simple
Aguas subterráneas	Muestreo discreto pasivo (método de difusión pasiva) Muestreo de micro purgado de flujo laminar. Muestreo de abatimiento y recuperación de 3 volúmenes equivalentes. (EPA)
Efluentes	
Descarga planta tratamiento	Muestreo compuesto secuencial de 12 horas, 4 muestras en un intervalo de 3 horas. Según Acuerdo Gubernativo No. 236-2006.
Descarga represa de colas	Muestreo compuesto proporcional a las horas de descarga. Dependiendo del flujo de descarga el volumen de muestra por hora es ajustado. Según Acuerdo Gubernativo No. 236-2006.

Aguas superficiales:

La toma de muestras en aguas superficiales se realiza de forma simple, discreta y puntual. Dentro de los márgenes de las corrientes de los ríos analizados la toma se realiza para los ríos Tzalá y Quivichil en las regiones de corriente localizada, es decir donde el flujo es mayormente representativo. Para el río Cuilco las muestras se toman en los puntos donde la corriente es predominante, aunque por razones de seguridad durante la época lluviosa las corrientes de este río son fuertes y durante este periodo la muestra se toma en los puntos más cercanos al centro de la corriente.

Descargas: Para los efluentes de descarga la colecta de la muestra es realizada de modo compuesto utilizando un muestreador automático programable (Teledyne Isco). Para las descargas de la planta de tratamiento de aguas industriales, el muestreo compuesto se realiza de forma secuencial con volumen fijo, debido a que el volumen de descarga es constante y fijo. Para las descargas provenientes del *spillway* desde la represa de colas el muestreo compuesto se realiza a volumen proporcional al flujo, debido a que este tipo de descargas se realizan en función de eventos de alta intensidad de precipitación que regulan el flujo de descarga en el tiempo que dura el evento. El equipo se coloca en el dissipador.

Aguas subterráneas

Las metodologías para la toma y colección de muestras para análisis de agua subterránea están divididas en 3 formas, en función del tipo de agua subterránea o pozo de monitoreo a evaluar.

Pozos de producción: Para este tipo de pozo se utiliza la metodología de abatimiento y recuperación de 3 volúmenes equivalentes¹ siguiendo la metodología de la USEPA. Generalmente el pozo de producción de Marlin se mantiene en bombeo, por lo que el abatimiento no es necesario debido a que el flujo de agua es constante y la muestra colectada es representativa por tener una recarga satisfactoria. Pozos que utilizan esta metodología son PSA3.

Pozos de monitoreo de baja recarga: Para estos tipos de pozos y sistemas en los cuales no se puede aplicar el método de los 3 volúmenes equivalentes debido a que el flujo de recarga es bajo se utilizan muestreadores pasivos de difusión (Hydrasleeves), estos son introducidos en los pozos de monitoreo por un tiempo de 24 horas dejando que el flujo del acuífero atraviese la membrana del colector y luego el volumen de análisis es retirado. Pozos que utilizan esta metodología MW10, MW11.

Pozos de monitoreo de recarga media: Para este tipo de pozo se utiliza la metodología de micropurgado de flujo laminar. Este método consiste en realizar un bombeo de bajo flujo introduciendo una bomba dedicada a la altura media de las rejillas de infiltración. El objetivo de este método es bombear el agua al mismo régimen de recarga del pozo manteniendo el nivel dinámico del pozo. La colecta de muestra se realiza hasta que los parámetros pH, conductividad, oxígeno disuelto no muestran variaciones mayores al 5% entre lecturas cada minuto. Pozos que utilizan esta metodología son MW3B, G11.

Parámetros analizados

Dentro de los parámetros considerados para el análisis de calidad de agua se encuentran los fisicoquímicos (In-Situ), fisicoquímicos (laboratorio) y química clásica, aniones, agregados orgánicos, nutrientes, metales², y parámetros microbiológicos. La lista de estos parámetros, así como su descripción y método analítico se enlistan en la tabla 8.

Los perfiles analíticos empleados se dividen en 3 grupos:



¹ Volumen equivalente: el volumen de la columna de agua, medido desde del fondo del pozo hasta el nivel donde se encuentra el agua. Fuente USEPA.

² Metales: Listado de metales evaluados por el método ICP. Divididos en dos fracciones Totales y Disueltos. Fracción **Total**: representa la totalidad de elementos detectados en la muestra. Fracción **Disueltos**: Representan los metales que se presentan en partículas o configuraciones de diámetro menor de 0.45 µm, filtrados en el campo.

Tabla 8: Parámetros analizados

Análisis	Método	Descripción
Fisicoquímicos (In-Situ)		
pH	(Instrumental)	El potencial hidrógeno medido en el campo a la temperatura de la muestra. El rango de 0 hasta 14 unidades estándar, con dos cifras decimales estabilizadas durante un periodo de 5 minutos. La medición es realizada por medio de un potenciómetro de campo debidamente calibrado a 3 puntos 4.00, 7.00 y 10.00 a 25 °C.
Temperatura	(Instrumental)	Temperatura del agua del cuerpo estabilizada a 5 minutos, medida con una termocopla o termopar con rango de -20°C hasta 50 °C con dos cifras decimales.
Oxígeno disuelto	(Instrumental)	mg/L de oxígeno disuelto en 1 L de agua. Se realiza por medio de electrodo de celda óptica Clarck o poligráfica. Rango de medición de 0 hasta 10 mg/L con dos cifras significativas decimales. La calibración debe realizarse con corrección de la presión barométrica del lugar de medición para calcular la saturación.
Conductividad específica	(Instrumental)	Inverso de la resistividad a la corriente. Se realiza por medio de celda de conductividad, con rango de 10 hasta 10,000 mS/cm. Se reporta como específica a corrección de 25 °C. No confundir con conductividad "actual" o sin corrección.
Alcalinidad	Standard Methods 2320 B	"Titulación y colorimetría para carbonatos, bicarbonatos, hidróxidos y alcalinidad Total"
Demanda química de oxígeno	Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos, método 410.4	"Determinación de la demanda química de oxígeno semi-automática"
Sólidos disueltos totales	Standard Methods SM 2540 C	"Sólidos disueltos secados a 180°C"
Sólidos suspendidos totales	Standard Methods SM 2540 D.	"Sólidos suspendidos secados a 105°C"
Sólidos totales	Standard Methods SM 2540 B	"Sólidos totales secados a 105°C"
Aniones		
Cloruros, fluoruros, sulfatos	Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos, método 300.0	"Determinación de iones inorgánicos por cromatografía de iones"
Sulfuros	Standard Methods SM 4500-S-F	"Determinación de sulfuros disueltos"
Cianuro Total, WAD y Libre	Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos, método 335.4 Standard Methods SM 4500-CN-I.	Determinación de cianuro total por colorimetría semi-automatizada". "Determinación de cianuro débil y disociable por destilación y colorimetría."

Análisis	Método	Descripción
	ASTM D7237	Determinación de cianuro libre por análisis de inyección de flujo"
Agregados Orgánicos		
Grasas y aceites	EPA 1664 ^a	Grasas y aceites límite de detección 1 mg/L
Hidrocarburos totales	EPA 8015Bmod	Diésel y Lube Oil
Nutrientes		
Nitrógeno de amonio	Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos, método 350.1	"Determinación de nitrógeno de amonio por colorimetría semi-automatizada".
Nitrógeno Kjeldahl	Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos, método 351.2	"Determinación de Nitrógeno Kjeldahl por colorimetría semi-automatizada".
Nitrógeno de Nitritos-Nitratos	Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos, método 351.2	"Determinación de nitrógeno de nitritos-nitratos por colorimetría semi-automatizada".
Metales, cationes, y no Metales	Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos, método 6010B	"Determinación de metales por espectrometría de emisión atómica de plasma acoplado inducido ICP".
	Para los metales Selenio, Talio, Arsénico, Cadmio, Antimonio, el método analítico es el EPA 6020.	Aluminio, Antimonio, Arsénico, Bario, Berilio, Boro, Cadmio, Calcio, Cobalto, Cobre, Cromo, Estroncio, Fósforo, Hierro, Litio, Magnesio, Manganeso, Mercurio, Molibdeno, Níquel, Plata, Plomo, Potasio, Selenio, Silicio, Sodio, Talio, Titanio, Vanadio, Zinc
	Para mercurio el método analítico es EPA 7470 ^a .	

Fuente: SVL Analytical, ECOSISTEMAS S.A.

Control y aseguramiento de calidad

Preservación y manejo de muestras

Las muestras colectadas en el monitoreo de calidad de agua han sido sometidas a un sistema de control y aseguramiento de calidad. Estos controles se desprenden de los lineamientos de la USEPA, Banco Mundial y Standard Methods para la colecta, manejo y preservación de muestras.

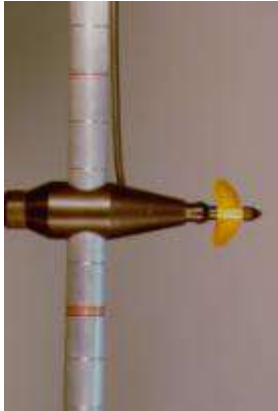
Los recipientes de muestreo utilizados en los monitoreos aquí presentados tienen la certificación de la USEPA Trace Clean grado A, o *Quality Assurance QA* por sus siglas en inglés, que pertenecen a la metodología "OSWER Directive 9240.0-05" "*Especificaciones y Guías para recipientes libres de contaminantes durante su fabricación*". Estos recipientes son de polietileno de alta densidad así como de vidrio ámbar. Así mismo todas las muestras han sido colectadas utilizando guantes estériles desechables de nitrilo, y preservadas como se indica en la tabla de preservación y manejo de muestras, en las cuales se describen los 2 tipos de preservantes, los químicos y de temperatura. Los preservantes químicos están orientados a fijar constituyentes y prevenir reacciones químicas durante el traslado de la muestra, mientras que la preservación por temperatura está orientada a evitar la volatilización de componentes y analitos, para evitar los procesos microbiológicos de degradación, y para detener o disminuir la actividad y cinética química.

El control y aseguramiento de calidad está orientado a garantizar la integridad y análisis de las muestras.

Tabla 9: Tiempos de retención y preservación para muestras

Parámetro	Recipiente y Volumen	Preservación y manejo	Tiempo de Retención	
			Extracción	Análisis
Hidrocarburos del Petróleo TPH	Vidrio Ámbar 1 L	Refrigerado 4°C, 2 mL HCl pH <2	7 días	40 días
Metales	Plástico HDPE 500 mL,	Refrigerado 4°C, 1 mL HNO ₃ pH <2	NA	6 meses
Mercurio (EPA 7470)	Plástico HDPE 500 mL,	Refrigerado 4°C, 1 mL HNO ₃ pH <2	NA	28 días
Cianuro Total, WAD y Libre	Plástico HDPE 1L	Refrigerado 4°C, 2 mL NaOH pH >12	NA	14 días
Aniones (Cloruros, Fluoruros, Sulfatos)	Plástico HDPE 500 mL,	Refrigerado 4°C	NA	28 días
Sulfuros	Plástico HDPE 1L	Refrigerado 4°C, 2 mL NaOH + Acetato de Zinc al 50%, pH >12	NA	7 días
Nutrientes	Plástico HDPE 500 mL,	Refrigerado 4°C, 2 mL H ₂ SO ₄ pH <2	NA	28 días
DQO	Plástico HDPE 500 mL,	Refrigerado 4°C, 2 mL H ₂ SO ₄ pH <2	NA	28 días
Aceites y Grasas	Vidrio Ámbar 1 L	Refrigerado 4°C, 2 mL HCl pH <2	NA	28 días
Alcalinidad, SST, SDT, ST, Conductividad, Dureza	Plástico HDPE 1L	Refrigerado 4°C	NA	7-14 Días

Fuente: SM, USEPA 2012.



Caudales

Caudales agua superficial

Caudal se refiere al "volumen de un fluido, por ejemplo agua, que fluye en una unidad de tiempo a través de una sección transversal de una corriente o conducción de agua"³. Se expresa en unidad de volumen por tiempo, generalmente en m³/s.

Ambientalmente se determinan para caracterizar una cuenca y conocer los regímenes de época seca y lluviosa, éstos dan parámetros de comparación y análisis al escurrimiento superficial y su relación con la calidad de agua. En Marlin se determinan los caudales siempre que sean posible en función de la seguridad del personal y el uso adecuado del equipo.

Equipo⁴

Se utiliza el equipo Swiffer 3000, funciona con la rotación de los sensores medidores de corriente para el cálculo, almacenamiento y procesamiento del flujo de velocidad. En la función descarga se puede determinar el caudal de un cauce. "Este modo calcula descarga total corriente usando mediciones de área y velocidad parciales individuales tomadas a través del lecho del arroyo".



$$Q = av$$

Donde;

Q, es la descarga total en m³ por segundo o m³ por segundo

a, es una unidad parcial de área de la sección transversal

v, es la velocidad media correspondiente del flujo normal al área parcial

La sección transversal está definida por profundidades en lugares 1, 2, 3, . . . n. En cada lugar las velocidades se miden para obtener la media de la distribución vertical de la velocidad. La descarga parcial es ahora computarizada para cualquier corte parcial en la posición x como:

$$\begin{aligned} q_x &= v_x [(bx - b(x-1)) / 2 + (b(x+1) - bx) / 2] dx \\ &= v_x [b(x+1) - b(x-1)] / 2 dx \end{aligned}$$

Donde;

x = 1, 2, 3, . . . n, puntos de observación

q_x = descarga a través de la sección parcial x

v_x = velocidad media en la ubicación x

b_x = la distancia del punto inicial a la posición x

b_(x-1) = distancia desde el punto inicial a la ubicación anterior

b_(x+1) = distancia desde el punto inicial hasta la siguiente posición

dx = profundidad del agua en la posición x

³ De la Lanza, Guadalupe; et al. Diccionario de hidrología y ciencias afines. Plaza y Valdez.

⁴ Swiffer 3000, operation manual. Swiffer instruments, Inc.

El v_x 's en la fórmula anterior se miden generalmente usando uno de dos métodos:

1. Medición de velocidad tomada en profundidad (0,6) dx.
2. El promedio de dos mediciones de velocidad tomada a profundidades de (0.2) dx y (0.8) dx.



NOTA: Otros métodos también son válidas y, de hecho, se les llama en tipos especiales de situaciones de medición. Los indicados aquí son usados como guías para ayudar a utilizar y aplicar el modelo 3000 en los arroyos naturales.

Este procedimiento para la medición de descarga es utilizado por el Servicio Geológico de los Estados Unidos y se describe en detalle en Capítulo A8, mediciones del caudal de estaciones de aforo, una publicación de la US Geological Survey. Existen otras referencias para el método. Entre estas se pueden describir; en Hidrología y sistemas hidráulicos, Ram S. Gupta, Prentice Hall, y la Ingeniería Hidráulica Roberson / Cassidy / Chaudhry, Houghton Mifflin. Flujo en canales abiertos, M. Hanif Chaudhry, Prentice Hall, ISBN 0-13-637141-8

Tabla 10. Caudales de estaciones de monitoreo

Estación de monitoreo	Mes de medición	m ³ /s	Mes de medición	m ³ /s	Mes de medición	m ³ /s
SW1	Mayo	0.2561	Agosto	0.2130	Diciembre	0.0190
SW1-2	Mayo	0.2636	Agosto	0.2320	Diciembre	0.0200
SW2	Mayo	0.2727	Agosto	0.2670	Diciembre	0.0220
SW3	Mayo	0.1518	Septiembre	0.0660	Diciembre	0.0045
SW4	Mayo	na	Septiembre	na	Diciembre	3.50
SW5	Mayo	na	Septiembre	na	Diciembre	4.21

Fuente: Departamento de ambiente 2017.

*na; no aforado por seguridad.

Caudal del pozo producción

El caudal promedio del pozo en el cuarto trimestre 2017 es 45 m³/h, éste no opera de manera continua está conectado a un tanque de almacenamiento para un consumo promedio mensual durante el trimestre de 5,257 m³. El agua fresca usualmente se utiliza para usos domésticos de oficinas, cocinas y campamentos y en la etapa de cierre para labores de lavado en la planta.

Resultados y Discusión

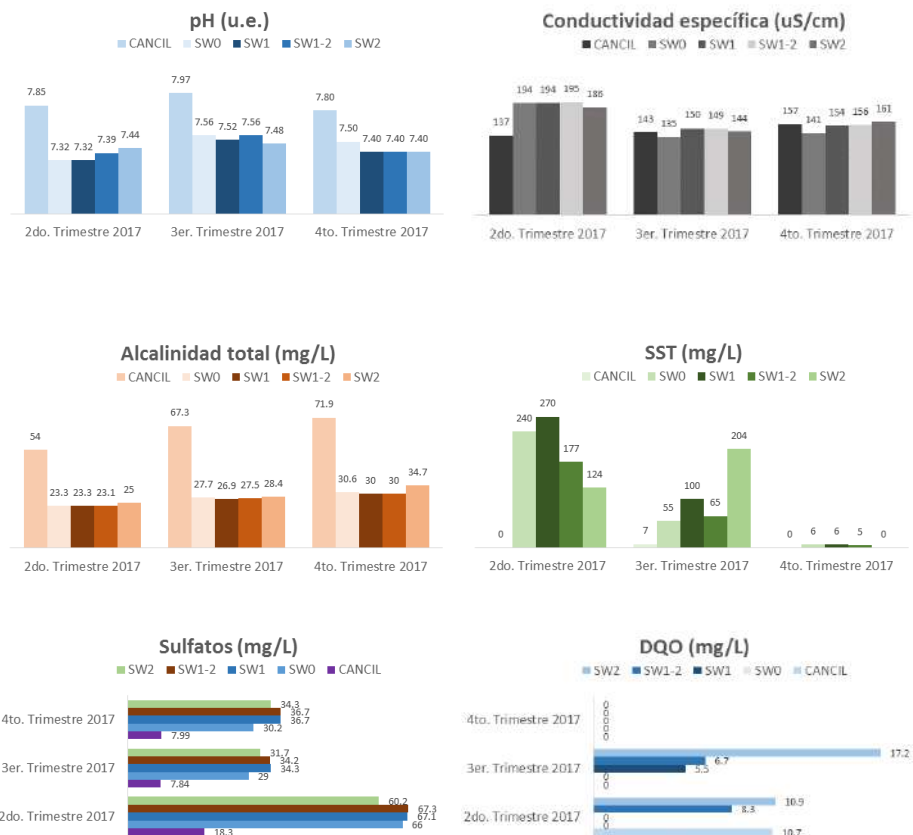
Agua superficial

Río Tzalá

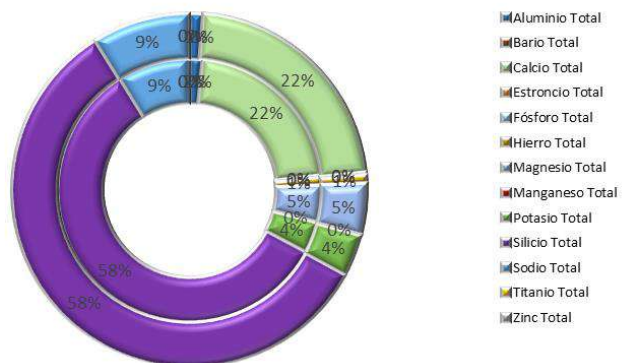
El Río Tzalá, confluye con el Río Cuilco, éste se ubica hacia el sur del parteaguas de la microcuenca del Riachuelo Quivichil, estos puntos de monitoreo sufren cambios estacionales puesto no hay descargas asociadas al proyecto minero sobre este cauce. Los valores de pH varían en el rango de la línea base y no muestran tendencias, en el presente trimestre los parámetros tienen variaciones que no son significativas y están relacionadas a la estacionalidad.

En la tabla 11 se presentan los resultados y línea de base de comparación (**LB**) para todas las estaciones. Los resultados muestran estacionalidad y se encuentran cercanos a la línea base. En los demás puntos los parámetros guardan relación con los trimestres anteriores, los sólidos suspendidos disminuyen considerablemente derivados de la ausencia de lluvia.

La dispersión de metales entre SW1 y SW2 mantiene una relación consistente y proporcional al recorrido del cauce.



Dispersión y comparación de metales detectados SW1-SW2



No se observaron cambios significativos entre las estaciones SW1 y SW2.

Riachuelo Quivichil y río Cuilco

En tabla 12 se muestran los resultados de calidad de agua para las estaciones SW3, SW4, y SW5, se adjuntan como comparación la estación SW11 y SW12 (río Cuilco antes y después de confluencia con el río Tzalá).

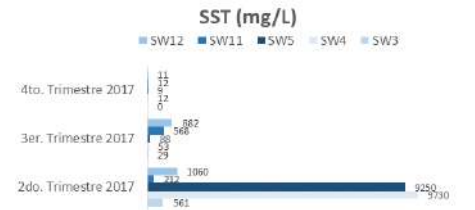
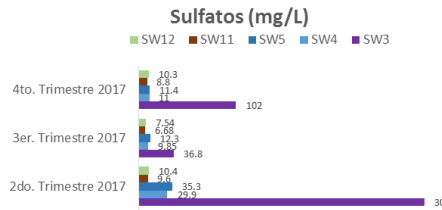
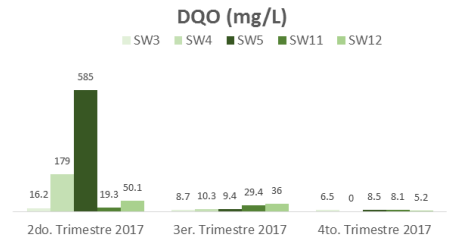
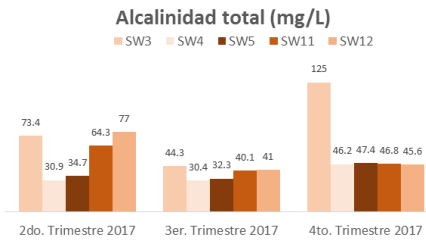
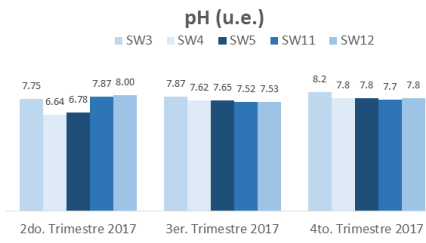
El riachuelo Quivichil SW3 se encuentra aguas abajo del proyecto minero y es el cuerpo receptor de la descarga. El pH se mantiene en el rango de línea base en el presente trimestre es similar a los trimestres anteriores. La conductividad sin variaciones significativas al trimestre anterior.

En SW3 en el 4to. Trimestre 2017 no se detectó aluminio, antimonio, arsénico, berilio, cadmio, cobalto, cobre, cromo, hierro, litio, manganeso, mercurio, níquel, plata, plomo, selenio, titanio, vanadio y talio. Otros, metales se muestran valores cercanos a sus límites de detección y responde también a la estacionalidad y arrastre en el cauce. Hay presencia de los metales mayoritarios, calcio, magnesio, potasio y sodio. Estos metales se pueden encontrar en fuentes naturales también, los mismos no representan un riesgo a la salud.

Para las otras estaciones los parámetros generalmente tienen variaciones en función de la etapa sin lluvia, los datos son similares en SW4 y SW5 reflejando el recorrido del cauce. Es importante destacar que las muestras son muestras simples, que dan a conocer resultados en un momento específico. Los resultados en la cuenca del Cuilco son influenciados directamente por las condiciones meteorológicas por ello este cambio.

En las estaciones SW11 y SW12 los valores de pH siguen un comportamiento similar, éstas estaciones no son de influencia directa son de referencia.

Además de los parámetros fisicoquímicos se evalúan los cuerpos de agua mediante estudios, monitoreos de peces y macroinvertebrados. En la cuenca del riachuelo Quivichil, se llevan controles para que el hábitat de la quebrada permanezca inalterado.



Agua subterránea

El pozo PSA3 se mantiene con una conductividad similar al trimestre anterior y los demás parámetros se mantienen sin diferencias significativas. La presencia de algunos metales es característica de la profundidad de operación del pozo y de una matriz de agua subterránea.

El pozo MW3B y G11 se ubican aguas abajo de la represa de colas, la conductividad es similar para los dos últimos trimestres.

En los tres pozos no se muestran diferencias significativas para los demás parámetros, respecto a trimestres anteriores, no se muestra presencia de compuestos asociados a la represa de colas ni otros.

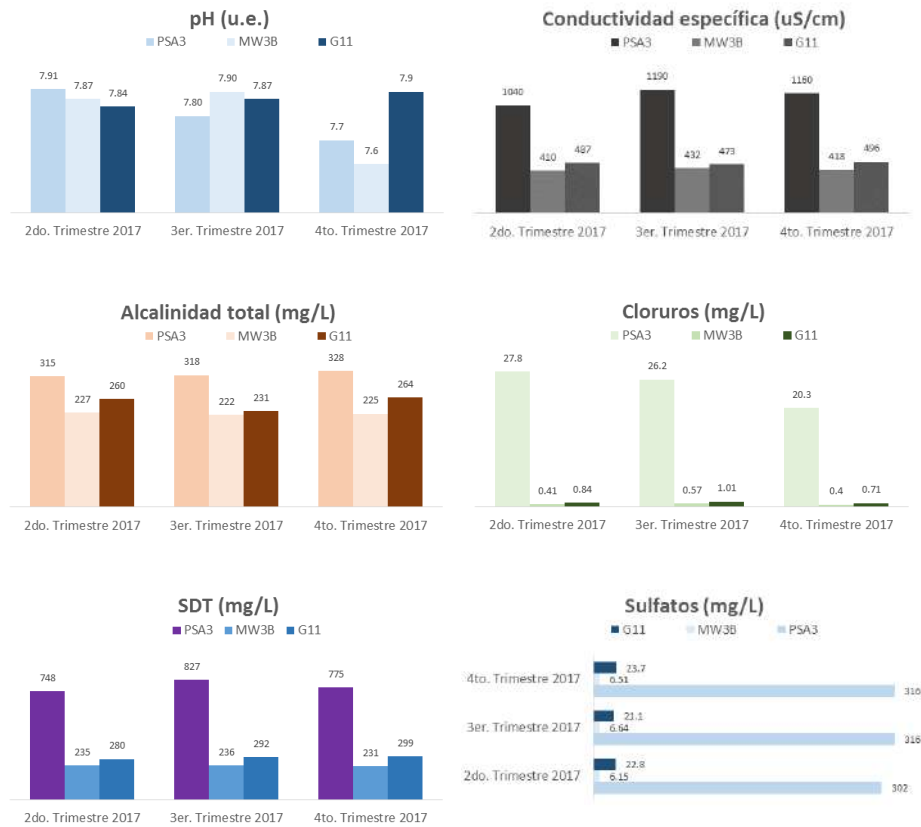


Tabla 11: Resultados de calidad de agua río Tzalá

Estación	CANCIL						SW0						SW1						SW1-2						SW2					
	2do. Trimestre 2017	3er. Trimestre 2017	4to. Trimestre 2017	LB		2do. Trimestre 2017	3er. Trimestre 2017	4to. Trimestre 2017	LB		2do. Trimestre 2017	3er. Trimestre 2017	4to. Trimestre 2017	LB		2do. Trimestre 2017	3er. Trimestre 2017	4to. Trimestre 2017	LB		2do. Trimestre 2017	3er. Trimestre 2017	4to. Trimestre 2017	LB						
Fecha de muestreo	05/25/2017	08/30/2017	11/27/2017	Max	Min	05/25/2017	08/30/2017	11/27/2017	Max	Min	05/25/2017	08/30/2017	11/27/2017	Max	Min	05/25/2017	08/30/2017	11/27/2017	Max	Min	05/25/2017	08/30/2017	11/27/2017	Max	Min					
Mes	May	Ago	Nov			May	Ago	Nov			May	Ago	Nov			May	Ago	Nov			May	Ago	Nov							
Laboratorio	SVL	SVL	SVL			SVL	SVL	SVL			SVL	SVL	SVL			SVL	SVL	SVL			SVL	SVL	SVL							
Número de Reporte de Laboratorio	X7B0190-02	X7E0583-05	X7L0034-05			X7E0583-01	X7I0050-02	X7L0034-01			X7E0583-02	X7I0050-03	X7L0034-02			X7E0583-03	X7I0050-04	X7L0034-03			X7E0583-04	X7I0050-05	X7L0034-04							
pH del campo	7.17	8.51	7.92	8.38	6.71	7.44	8.22	7.97	8.16	6.87	7.45	8.09	7.94	8.15	6.63	7.89	8.25	7.89	8.1	6.63	7.6	8.09	7.88	8.4	6.63					
pH – lab	7.85	7.97	7.8	8.04	7.65	7.32	7.56	7.56	7.72	7.29	7.32	7.52	7.46	7.4	7.3	7.39	7.56	7.22	NA	NA	7.44	7.48	7.23	7.8	7.3					
Temp del campo	25.45	15.4	17.54	19.03	11.45	22.18	21.88	17.22	23.62	14.28	23.11	21.98	17.36	26.3	11.3	23.23	20.35	17.45	26.3	14.6	21.9	17.26	17.53	26.8	11.3					
Conductividad del campo	153.3	138.3	156	143.6	89.47	231.5	125	17.30	153.5	94.34	232.1	140	17.3	445	123	217.8	134	17.4	703	125	260.4	130	17.4	450	123					
Conductividad - lab @ 25°C	137	143	157	124.0	98.4	194	135	141	139	100	194	150	154	187	133	195	149	156	NA	NA	186	144	161	178	133					
Oxígeno Disuelto del campo	7.51	7.3	ND	8.42	7.79	7.98	7.98	ND	7.76	7.04	7.81	6.35	ND	8.02	3.88	7.91	6.87	ND	8.93	4.22	7.75	6.9	ND	8.2	3.88					
Alcalinidad Total	54	67.3	71.9	57.9	39	23.3	27.7	30.6	41.4	18	23.3	26.9	30	134	14	23.1	27.5	30	164	14	25	28.4	34.7	148	14					
Bicarbonato como CaCO3	54	67.3	71.9	57.9	39	23.3	27.7	30.6	41.4	18	23.3	26.9	30	52.5	14	23.1	27.5	30	61.7	14	25	28.4	34.7	70	14					
Carbonato como CaCO3	<1	<1	<1	ND	ND	<1	<1	<1	ND	ND	<1	<1	<1	ND	ND	<1	<1	<1	ND	ND	<1	<1	<1	ND	ND					
Hidróxido como CaCO3	<1	<1	<1	ND	ND	<1	<1	<1	ND	ND	<1	<1	<1	ND	ND	<1	<1	<1	ND	ND	<1	<1	<1	ND	ND					
Amonio	<0.03	<0.03	<0.03	0.043	ND	0.059	<0.03	<0.03	0.164	ND	0.06	<0.03	<0.03	0.307	0.103	0.058	<0.03	<0.03	0.103	0.103	0.05	<0.03	<0.03	0.06	0.103					
Cloruros	2.01	1.25	1.02	1.83	0.78	3.81	2.21	1.81	2.17	1.4	3.76	2.23	1.81	20.6	0.818	3.74	2.25	1.85	20.6	0.818	3.66	2.23	1.79	41	0.818					
Fluoruros	0.137	0.131	0.122	0.17	0.11	0.116	0.11	<0.1	0.18	0.11	0.107	0.114	0.1	0.41	0.41	0.108	0.121	0.102	0.45	0.41	0.114	0.128	0.109	0.38	0.38					
Cianuro Total	<0.01	<0.01	<0.01	ND	ND	<0.01	<0.01	<0.01	ND	ND	<0.01	<0.01	<0.01	ND	ND	<0.01	<0.01	<0.01	ND	ND	<0.01	<0.01	<0.01	ND	ND					
Cianuro WAD	<0.01	<0.01	<0.01	ND	ND	<0.01	<0.01	<0.01	ND	ND	<0.01	<0.01	<0.01	ND	ND	<0.01	<0.01	<0.01	ND	ND	<0.01	<0.01	<0.01	ND	ND					
Cianuro Libre	<0.01	<0.01	<0.005	ND	ND	<0.01	<0.01	<0.005	ND	ND	<0.01	<0.01	<0.005	ND	ND	<0.01	<0.01	<0.005	ND	ND	<0.01	<0.01	<0.005	ND	ND					
Nitrógeno Total	<0.5	<0.5	<0.5	ND	ND	0.79	<0.5	<0.5	0.64	ND	0.79	<0.5	<0.5	1.2	1.2	0.79	<0.5	<0.5	1.2	1.2	0.84	<0.5	<0.5	1.7	1.2					
TKN	<0.5	<0.5	<0.5	ND	ND	<0.5	<0.5	<0.5	0.95	ND	<0.5	<0.5	<0.5	8	1.7	<2.5	<0.5	<0.5	3.4	3.4	0.52	<0.5	<0.5	3	8					
Nitritos/Nitratos como N	0.148	0.119	0.182	0.313	0.071	0.919	0.34	0.367	0.634	0.196	0.733	0.316	0.368	0.319	0.319	0.627	0.307	0.376	ND	ND	0.628	0.303	0.353	0.319	0.319					
Sulfatos	18.3	7.84	7.99	9.89	4.34	66	29	30.2	27.9	4.1	67.1	34.3	36.7	118	13	67.3	34.2	36.7	118	32.8	60.2	31.7	34.3	126	13					
Sulfuro de hidrógeno	<1	<1	<1	0	ND	<1	<1	<1	ND	ND	<1	<1	<1	ND	ND	<1	<1	<1	ND	ND	<1	<1	<1	ND	ND					
Sólidos Disueltos	163	153	130	192	61	187	155	110	171	80	184	162	123	875	129	181	179	123	875	150	226	232	128	1208	129					
Sólidos Suspendidos	<5	7	<5	15	ND	240	55	6	525	ND	270	100	6	165	10	177	65	5	165	14.8	124	204	<5	874	12.4					
Sólidos Totales	168	163	143	208	102	438	217	135	693	76	462	281	143	909	98	372	264	148	909	160	348	473	141	256	98					
Hidrocarburos totales	<1	<1	<1	ND	ND	<1	3.6	<1	ND	ND	<1	<1	2.83	ND	ND	<1	<1	<1	ND	ND	<1	<1	<1	ND	ND					
Grasas y Aceites	<0.5	<0.5	<0.5	ND	ND	<0.5	<0.5	<0.5	ND	ND	<0.5	<0.5	<0.5	ND	ND	<0.5	<0.5	<0.5	ND	ND	<0.5	<0.5	<0.5	ND	ND					
DQO	10.7	<5	<5	17.4	ND	<5	<5	<5	54	ND	<5	5.5	<5	46	12	8.3	6.7	<5	46	12	10.9	17.7	<5	80	12					
Aluminio Disuelto	0.08	<0.08	<0.08	ND	ND	<0.08	0.22	0.15	0.156	ND	<0.08	0.26	0.35	9.63	ND	<0.08	0.35	0.18	9.63	0.22	0.12	0.15	0.18	7.71	0.22					
Aluminio Total	2.43	2.36	0.31	8.46	0.173	20.2	9.37	0.91	43.8	0.443	20.9	9.38	1.09	18.8	ND	14.3	12.6	0.84	18.8	0.538	13.2	31.6	0.77	20.8	0.489					
Antimonio Disuelto	<0.003	<0.003	<0.003	ND	ND	<0.003	<0.003	<0.003	ND	ND	<0.003	<0.003	<0.003	ND	ND	<0.003	<0.003	<0.003	ND	ND	<0.003	<0.003	<0.003	ND	ND					
Antimonio Total	<0.003	<0.003	<0.003	ND	ND	<0.003	<0.003	<0.003	ND	ND	<0.003	<0.003	<0.003	0.012	ND	<0.003	<0.003	<0.003	0.032	ND	<0.003	<0.003	<0.003	0.012	ND					

Estación	CANCIL						SW0						SW1						SW1-2						SW2					
	2do. Trimestre 2017	3er. Trimestre 2017	4to. Trimestre 2017	LB		2do. Trimestre 2017	3er. Trimestre 2017	4to. Trimestre 2017	LB		2do. Trimestre 2017	3er. Trimestre 2017	4to. Trimestre 2017	LB		2do. Trimestre 2017	3er. Trimestre 2017	4to. Trimestre 2017	LB		2do. Trimestre 2017	3er. Trimestre 2017	4to. Trimestre 2017	LB						
Fecha de muestreo	05/25/2017	08/30/2017	11/27/2017	Max	Min	05/25/2017	08/30/2017	11/27/2017	Max	Min	05/25/2017	08/30/2017	11/27/2017	Max	Min	05/25/2017	08/30/2017	11/27/2017	Max	Min	05/25/2017	08/30/2017	11/27/2017	Max	Min					
Mes	May	Ago	Nov			May	Ago	Nov			May	Ago	Nov			May	Ago	Nov			May	Ago	Nov							
Laboratorio	SVL	SVL	SVL			SVL	SVL	SVL			SVL	SVL	SVL			SVL	SVL	SVL			SVL	SVL	SVL							
Número de Reporte de Laboratorio	X7B0190-02	X7E0583-05	X7L0034-05			X7E0583-01	X7I0050-02	X7L0034-01			X7E0583-02	X7I0050-03	X7L0034-02			X7E0583-03	X7I0050-04	X7L0034-03			X7E0583-04	X7I0050-05	X7L0034-04							
Arsénico Disuelto	<0.003	<0.003	<0.003	ND	ND	<0.003	<0.003	<0.003	ND	ND	<0.003	<0.003	<0.003	ND	ND	<0.003	<0.003	<0.003	ND	ND	<0.003	<0.003	<0.003	ND	ND					
Arsénico Total	<0.003	<0.003	<0.003	ND	ND	<0.003	<0.003	<0.003	ND	ND	<0.003	<0.003	<0.003	ND	ND	<0.003	<0.003	<0.003	ND	ND	<0.003	<0.003	<0.003	ND	ND					
Bario Disuelto	0.0894	0.0894	0.0887	0.0718	0.054	0.076	0.0604	0.0417	0.0477	0.031	0.0757	0.0617	0.0438	0.178	0.019	0.0782	0.0669	0.0446	0.178	0.019	0.0801	0.0589	0.0477	0.144	0.019					
Bario Total	0.104	0.104	0.0907	0.0948	0.057	0.195	0.116	0.048	0.329	0.0369	0.193	0.114	0.0486	0.253	0.02	0.163	0.134	0.0497	0.253	0.02	0.16	0.242	0.0529	0.29	0.02					
Berilio Disuelto	<0.002	<0.002	<0.002	ND	ND	<0.002	<0.002	<0.002	ND	ND	<0.002	<0.002	<0.002	ND	ND	<0.002	<0.002	<0.002	ND	ND	<0.002	<0.002	<0.002	ND	ND					
Berilio Total	<0.002	<0.002	<0.002	ND	ND	<0.002	<0.002	<0.002	ND	ND	<0.002	<0.002	<0.002	ND	ND	<0.002	<0.002	<0.002	0.009	ND	<0.002	<0.002	<0.002	ND	ND					
Boro Disuelto	<0.04	<0.04	<0.04	ND	ND	<0.04	<0.04	<0.04	ND	ND	<0.04	<0.04	<0.04	0.299	0.006	<0.04	<0.04	<0.04	0.299	0.007	<0.04	<0.04	<0.04	0.108	0.007					
Boro Total	<0.04	<0.04	<0.04	ND	ND	<0.04	<0.04	<0.04	ND	ND	<0.04	<0.04	<0.04	0.267	0.006	<0.04	<0.04	<0.04	0.354	0.006	<0.04	<0.04	<0.04	0.101	0.011					
Cadmio Disuelto	<0.0002	<0.0002	<0.0002	ND	ND	<0.0002	<0.0002	<0.0002	ND	ND	<0.0002	<0.0002	<0.0002	ND	ND	<0.0002	<0.0002	<0.0002	ND	ND	<0.0002	<0.0002	<0.0002	ND	ND					
Cadmio Total	<0.0002	<0.0002	<0.0002	ND	ND	<0.0002	<0.0002	<0.0002	ND	ND	<0.0002	<0.0002	<0.0002	ND	ND	<0.0002	<0.0002	<0.0002	ND	ND	<0.0002	<0.0002	<0.0002	ND	ND					
Calcio Disuelto	12.7	16.1	16	12.1	8.61	19.7	13.2	13.8	14	9.7	19.9	14.7	15.4	39.1	5.8	19.7	14.7	15.6	31.3	5.8	18.7	14	16.1	33.7	5.8					
Calcio Total	12.9	16.5	15.7	12	8.67	22.9	14.2	13.8	15.4	10.3	22.7	15.4	15.4	46.1	6.11	21.5	16	15.6	49.2	6.11	20.5	16.8	15.8	44.5	6.11					
Cobalto Disuelto	<0.006	<0.006	<0.006	ND	ND	<0.006	<0.006	<0.006	ND	ND	<0.006	<0.006	<0.006	ND	ND	<0.006	<0.006	<0.006	ND	ND	<0.006	<0.006	<0.006	ND	ND					
Cobalto Total	<0.006	<0.006	<0.006	ND	ND	<0.006	<0.006	<0.006	ND	ND	<0.006	<0.006	<0.006	0.014	ND	<0.006	<0.006	<0.006	0.011	ND	<0.006	<0.006	<0.006	0.012	ND					
Cobre Disuelto	<0.01	<0.01	<0.01	ND	ND	<0.01	<0.01	<0.01	ND	ND	<0.01	<0.01	<0.01	ND	ND	<0.01	<0.01	<0.01	ND	ND	<0.01	<0.01	<0.01	ND	ND					
Cobre Total	<0.01	<0.01	<0.01	ND	ND	<0.01	<0.01	<0.01	0.015	ND	<0.01	<0.01	<0.01	0.028	0.008	<0.01	<0.01	<0.01	0.028	0.008	<0.01	0.0109	<0.01	0.013	0.008					
Cromo Disuelto	<0.006	<0.006	<0.006	ND	ND	<0.006	<0.006	<0.006	ND	ND	<0.006	<0.006	<0.006	ND	ND	<0.006	<0.006	<0.006	ND	ND	<0.006	<0.006	<0.006	ND	ND					
Cromo Total	<0.006	<0.006	<0.006	ND	ND	<0.006	<0.006	<0.006	ND	ND	<0.006	<0.006	<0.006	ND	ND	<0.006	<0.006	<0.006	ND	ND	<0.006	<0.006	<0.006	ND	ND					
Estroncio Disuelto	0.144	0.177	0.174	0.143	0.098	0.17	0.124	0.118	0.128	0.0879	0.171	0.132	0.126	0.309	ND	0.169	0.135	0.129	0.317	ND	0.163	0.128	0.136	0.269	ND					
Estroncio Total	0.149	0.186	0.174	0.144	0.108	0.22	0.142	0.119	0.188	0.0957	0.217	0.147	0.128	0.337	ND	0.198	0.155	0.13	0.354	ND	0.19	0.173	0.136	0.399	ND					
Fósforo Total	0.07	0.08	0.07	0.082	0.05	0.21	0.08	<0.05	0.345	ND	0.22	0.08	<0.05	0.459	ND	0.15	0.11	<0.05	0.158	ND	0.13	0.23	<0.05	0.3	ND					
Hierro Disuelto	<0.1	<0.1	<0.1	ND	ND	<0.1	0.166	0.109	0.09	ND	<0.1	0.179	0.239	4.87	0.256	<0.1	0.265	<0.1	4.87	0.189	<0.1	<0.1	0.101	4.24	0.244					
Hierro Total	0.964	0.993	0.162	3.22	0.129	12.2	4.77	0.612	24.9	0.288	12.6	4.71	0.648	9.58	0.326	8.63	6.41	0.539	9.58	0.422	7.43	15.9	0.488	11.5	0.288					
Litio Disuelto	<0.02	<0.02	<0.02	ND	ND	<0.02	<0.02	<0.02	ND	ND	<0.02	<0.02	<0.02	ND	ND	<0.02	<0.02	<0.02	ND	ND	<0.02	<0.02	<0.02	ND	ND					
Litio Total	<0.02	<0.02	<0.02	ND	ND	<0.02	<0.02	<0.02	ND	ND	<0.02	<0.02	<0.02	ND	ND	<0.02	<0.02	<0.02	ND	ND	<0.02	<0.02	<0.02	ND	ND					
Magnesio Disuelto	3.95	4.56	4.32	3.61	2.67	3.87	2.88	2.93	2.99	2.01	3.95	3.17	3.21	4.9	1.21	3.9	3.24	3.29	5.11	1.21	3.87	3.14	3.45	5.97	1.21					
Magnesio Total	4.18	4.58	4.2	3.45	2.94	6.16	3.29	2.91	4.81	2.38	6.21	3.49	3.21	8.69	1.26	5.6	3.81	3.27	9.48	1.26	5.21	4.75	3.4	9.19	1.26					
Manganeso Disuelto	0.0221	0.018	<0.008	0.0113	ND	0.239	0.0667	0.065	0.124	0.0201	0.241	0.0866	0.0989	0.333	0.016	0.245	0.0662	0.0766	0.333	0.013	0.234	0.0232	0.0446	0.267	0.013					
Manganeso Total	0.0408	0.0341	<0.008	0.0348	0.007	0.437	0.155	0.0748	0.529	0.0268	0.443	0.167	0.107	0.533	0.017	0.391	0.168	0.086	0.578	0.017	0.363	0.313	0.0533	0.594	0.017					
Mercurio Disuelto	<0.0002	<0.0002	<0.0002	0.00062	ND	<0.0002	<0.0002	<0.0002	ND	ND	<0.0002	<0.0002	<0.0002	0.002	ND	<0.0002	<0.0002	<0.0002	0.0056	0.0003	<0.0002	<0.0002	<0.0002	0.0006	0.0003					
Mercurio Total	<0.0002	<0.0002	<0.0002	ND	ND	<0.0002	<0.0002	<0.0002	ND	ND	<0.0002	<0.0002	<0.0002	0.467	ND	<0.0002	<0.0002	<0.0002	0.233	ND	<0.0002	<0.0002	<0.0002	0.289	ND					
Molibdeno Disuelto	<0.008	<0.008	<0.008	ND	ND	<0.008	<0.008	<0.008	ND	ND	<0.008	<0.008	<0.008	ND	ND	<0.008	<0.008	<0.008	ND	ND	<0.008	<0.008	<0.008	ND	ND					
Molibdeno Total	<0.008	<0.008	<0.008	ND	ND	<0.008	<0.008	<0.008	ND	ND	<0.008	<0.008	<0.008	ND	ND	<0.008	<0.008	<0.008	ND	ND	<0.008	<0.008	<0.008	ND	ND					
Níquel Disuelto	<0.01	<0.01	<0.01	ND	ND	<0.01	<0.01	<0.01	ND	ND	<0.01	<0.01	<0.01	ND	ND	<0.01	<0.01	<0.01	ND	ND	<0.01	<0.01	<0.01	ND	ND					
Níquel Total	<0.01	<0.01	<0.01	ND	ND	<0.01	<0.01	<0.01	ND	ND	<0.01	<0.01	<0.01	ND	ND	<0.01	<0.01	<0.01	ND	ND	<0.01	<0.01	<0.01	ND	ND					

Estación	CANCIL						SW0						SW1						SW1-2						SW2					
	2do. Trimestre 2017	3er. Trimestre 2017	4to. Trimestre 2017	LB		2do. Trimestre 2017	3er. Trimestre 2017	4to. Trimestre 2017	LB		2do. Trimestre 2017	3er. Trimestre 2017	4to. Trimestre 2017	LB		2do. Trimestre 2017	3er. Trimestre 2017	4to. Trimestre 2017	LB		2do. Trimestre 2017	3er. Trimestre 2017	4to. Trimestre 2017	LB						
Fecha de muestreo	05/25/2017	08/30/2017	11/27/2017			05/25/2017	08/30/2017	11/27/2017			05/25/2017	08/30/2017	11/27/2017			05/25/2017	08/30/2017	11/27/2017			05/25/2017	08/30/2017	11/27/2017							
Mes	May	Ago	Nov			May	Ago	Nov			May	Ago	Nov			May	Ago	Nov			May	Ago	Nov							
Laboratorio	SVL	SVL	SVL			SVL	SVL	SVL			SVL	SVL	SVL			SVL	SVL	SVL			SVL	SVL	SVL							
Número de Reporte de Laboratorio	X7B0190-02	X7E0583-05	X7L0034-05			X7E0583-01	X7I0050-02	X7L0034-01			X7E0583-02	X7I0050-03	X7L0034-02			X7E0583-03	X7I0050-04	X7L0034-03			X7E0583-04	X7I0050-05	X7L0034-04							
	Max	Min			Max	Min			Max	Min			Max	Min			Max	Min			Max	Min			Max	Min				
Plata Disuelta	<0.005	<0.005	<0.005	ND	ND	<0.005	<0.005	<0.005	ND	ND	<0.005	<0.005	<0.005	ND	ND	<0.005	<0.005	<0.005	ND	ND	<0.005	<0.005	<0.005	ND	ND					
Plata Total	<0.005	<0.005	<0.005	ND	ND	<0.005	<0.005	<0.005	ND	ND	<0.005	<0.005	<0.005	ND	ND	<0.005	<0.005	<0.005	ND	ND	<0.005	<0.005	<0.005	0.048	ND					
Plomo Disuelto	<0.0075	<0.0075	<0.0075	ND	ND	<0.0075	<0.0075	<0.0075	ND	ND	<0.0075	<0.0075	<0.0075	0.02	ND	<0.0075	<0.0075	<0.0075	ND	ND	<0.0075	<0.0075	<0.0075	ND	ND					
Plomo Total	<0.0075	<0.0075	<0.0075	ND	ND	<0.0075	<0.0075	<0.0075	ND	ND	<0.0075	<0.0075	<0.0075	0.022	ND	<0.0075	<0.0075	<0.0075	ND	ND	<0.0075	<0.0075	<0.0075	ND	ND					
Potasio Disuelto	4.35	3.26	3.14	3.69	2.15	5.27	3.38	2.61	3.67	2.07	5.29	3.29	2.65	5.28	0.96	5.32	3.29	2.7	3.99	0.96	5.01	3.25	2.77	6.17	0.96					
Potasio Total	4.22	3.37	3.08	3.71	2.3	6.31	3.73	2.67	5.4	2.26	6.08	3.68	2.68	59.9	1.02	5.74	3.81	2.67	59.9	1.02	5.45	4.35	2.76	23.5	1.02					
Selenio Disuelto	<0.003	<0.003	<0.003	ND	ND	<0.003	<0.003	<0.003	ND	ND	<0.003	<0.003	<0.003	ND	ND	<0.003	<0.003	<0.003	ND	ND	<0.003	<0.003	<0.003	ND	ND					
Selenio Total	<0.005	<0.005	<0.005	ND	ND	<0.005	<0.005	<0.005	ND	ND	<0.005	<0.005	<0.005	ND	ND	<0.005	<0.005	<0.005	ND	ND	<0.005	<0.005	<0.005	ND	ND					
Silicio Disuelto	49.3	50	55.6	60.6	49.2	32.4	36	39.1	40.9	32.9	32.9	36	39.7	21.3	2.68	32.2	35.9	39.3	21.3	2.68	32.8	34.3	40.4	23.2	2.12					
Silicio Total	57.3	60.4	55.1	76.8	54.6	100	65.6	41.2	155	38.8	94.5	66	41.6	43.6	6.34	78	65.8	41	43.6	6.34	80.5	93.8	40.9	37.9	6.34					
Sodio Disuelto	7.36	7.52	7.73	6.9	5.75	8.42	6.25	6.24	7.35	4.54	8.42	6.26	6.27	11.6	1.67	8.2	6.29	6.36	8.6	1.63	7.92	6.23	6.47	418	1.67					
Sodio Total	7.6	7.54	7.55	6.47	5.93	9.36	6.36	6.21	8.11	4.77	9.08	6.34	6.28	11.8	1.79	8.67	6.52	6.27	12.1	1.79	8.48	6.55	6.39	409	1.79					
Talio Disuelto	<0.001	<0.001	<0.001	ND	ND	<0.001	<0.001	<0.001	ND	ND	<0.001	<0.001	<0.001	0.005	ND	<0.001	<0.001	<0.001	0.005	ND	<0.001	<0.001	<0.001	ND	ND					
Talio Total	<0.001	<0.001	<0.001	ND	ND	<0.001	<0.001	<0.001	ND	ND	<0.001	<0.001	<0.001	0.003	ND	<0.001	<0.001	<0.001	0.003	ND	<0.001	<0.001	<0.001	0.003	ND					
Titanio Disuelto	<0.005	<0.005	<0.005	ND	ND	<0.005	<0.005	<0.005	ND	ND	<0.005	<0.005	<0.005	0.256	ND	<0.005	<0.005	<0.005	0.256	ND	<0.005	<0.005	<0.005	0.233	ND					
Titanio Total	0.0358	0.0357	0.0051	0.123	0.005	0.498	0.201	0.0159	0.942	0.0068	0.532	0.193	0.0156	0.511	ND	0.339	0.268	0.0112	0.511	ND	0.294	0.704	0.011	0.522	ND					
Vanadio Disuelto	<0.005	<0.005	<0.005	ND	ND	<0.005	<0.005	<0.005	ND	ND	<0.005	<0.005	<0.005	0.011	ND	<0.005	<0.005	<0.005	0.011	ND	<0.005	<0.005	<0.005	0.011	ND					
Vanadio Total	<0.005	<0.005	<0.005	0.009	ND	0.0309	0.0113	<0.005	0.0608	ND	0.0326	0.0112	<0.005	0.023	ND	0.0206	0.0143	<0.005	0.023	ND	0.018	0.036	<0.005	0.031	ND					
Zinc Disuelto	<0.01	<0.01	<0.01	ND	ND	<0.01	<0.01	<0.01	ND	ND	<0.01	<0.01	<0.01	0.053	ND	<0.01	<0.01	<0.01	0.053	ND	<0.01	<0.01	<0.01	0.047	ND					
Zinc Total	<0.01	<0.01	<0.01	ND	ND	0.025	0.013	<0.01	0.0434	ND	0.026	0.016	<0.01	0.059	ND	0.02	0.018	<0.01	0.062	ND	0.015	0.038	<0.01	0.056	ND					

ND: No detectado

Hidrocarburos Totales: Resultado por debajo del límite de detección de los rangos de diésel, hexanos, y aceites.

¹Unidades: pH: u.e., Conductividad uS/cm, metales y demás parámetros: mg/l, Temperatura: °C

²LB:: Línea Base Máximos 2005.

Fuente: Gerencia de Ambiente de Mina Marlin- Montana Exploradora de Guatemala, S.A. 2017.

Tabla 12: Resultados de calidad de agua Riachuelo Quivichil y río Cuilco

Estación	SW3					SW4					SW5					SW11			SW12		
	2do. Trimestre 2017	3er. Trimestre 2017	4to. Trimestre 2017	LB		2do. Trimestre 2017	3er. Trimestre 2017	4to. Trimestre 2017	LB		2do. Trimestre 2017	3er. Trimestre 2017	4to. Trimestre 2017	LB		2do. Trimestre 2017	3er. Trimestre 2017	4to. Trimestre 2017	LB		
Fecha de muestreo	05/24/2017	09/03/2017	11/11/2017	Max	Min	05/24/2017	09/03/2017	11/11/2017	Max	Min	05/24/2017	09/03/2017	11/11/2017	Max	Min	05/18/2017	08/29/2017	11/11/2017	05/18/2017	08/29/2017	11/11/2017
Mes	May	Sep	Nov			May	Sep	Nov			May	Sep	Nov			May	Ago	Nov	May	Ago	Nov
Laboratorio	SVL	SVL	SVL			SVL	SVL	SVL			SVL	SVL	SVL			SVL	SVL	SVL	SVL	SVL	SVL
Número de Reporte de Laboratorio	X7E0582-01	X7I0078-02	X7K0264-01			X7E0582-02	X7I0078-03	X7K0264-02			X7E0582-03	X7I0078-04	X7K0264-03			X7E0431-01	X7I0050-06	X7K0263-01	X7E0431-02	X7I0050-07	X7K0263-02
pH del campo	7.85	8.63	8.24	8.85	6.77	7.99	8.69	7.86	8.48	6.77	7.54	8.72	7.94	8.42	7.19	8.43	8.22	6.65	8.7	8.08	7.05
pH – lab	7.75	7.87	7.14	8.21	7.61	6.64	7.62	7.88	7.59	7.22	6.78	7.65	7.42	7.55	7.19	7.87	7.52	7.45	8	7.53	7.32
Temp del campo	20.72	19.68	17.55	30.8	18.2	19.62	18.71	15.00	22.9	18.8	19.21	19.73	15.38	23.2	17.6	17.07	23.15	18.17	17.61	24.17	18.89
Conductividad del campo	843.6	187.5	17.3	588	110	115.6	92.1	17.30	193	78	116.7	99	17.20	218	87	185.2	97	17.30	342.8	102	17.60
Conductividad - lab @ 25°C	809	201	467	219	119	123	98.9	129	114	92	143	108	130	121	92.5	154	110	125	167	111	125
Oxígeno Disuelto del campo	7.79	7.3	7.27	7.64	3.25	7.72	ND	7.91	11.5	3.42	7.48	ND	7.77	13.22	3.6	7.82	ND	7.28	7.45	7.45	7.31
Alcalinidad Total	73.4	44.3	125	170	41	30.9	30.4	46.2	162	30	34.7	32.3	47.4	170	28	64.3	40.1	46.8	77	41	45.6
Bicarbonato como CaCO3	73.4	44.3	125	170	41	30.9	30.4	46.2	87.5	30	34.7	32.3	47.4	90	28	64.3	40.1	46.8	77	41	45.6
Carbonato como CaCO3	<1	<1	<1	ND	ND	<1	<1	<1	ND	ND	<1	<1	<1	6.66	6.66	<1	<1	<1	<1	<1	<1
Hidróxido como CaCO3	<1	<1	<1	ND	ND	<1	<1	<1	ND	ND	<1	<1	<1	ND	ND	<1	<1	<1	<1	<1	<1
Amonio	5.16	0.1	<0.03	0.44	ND	0.283	<0.03	<0.03	0.13	0.13	0.345	<0.03	<0.03	0.61	0.61	<0.03	<0.03	<0.03	<0.03	<0.03	<0.03
Cloruros	21.3	4.19	6.42	16.8	2.35	4.39	2.69	3.23	10.4	1.7	4.59	2.74	3.17	5.87	1.63	3.45	2.85	3.33	3.04	2.81	3.14
Fluoruros	0.366	0.104	0.182	0.45	0.1	0.122	0.108	<0.1	0.47	0.47	0.172	0.105	<0.1	0.46	0.46	0.293	0.112	<0.1	0.327	0.11	<0.1
Cianuro Total	0.08	<0.01	<0.01	ND	ND	<0.01	<0.01	<0.01	ND	ND	<0.01	<0.01	<0.01	ND	ND	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
Cianuro WAD	0.016	<0.01	<0.01	ND	ND	<0.01	<0.01	<0.01	ND	ND	<0.01	<0.01	<0.01	ND	ND	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
Cianuro Libre	<0.01	<0.01	<0.005	ND	ND	<0.05	<0.01	<0.005	ND	ND	<0.05	<0.01	<0.005	ND	ND	<0.01	<0.01	<0.005	<0.01	<0.01	<0.005
Nitrógeno Total	9.06	1.28	1.21	ND	ND	2.11	0.94	1.17	1.3	1.3	2.17	0.92	1.17	1.1	ND	1.01	0.92	1.44	0.91	0.88	1.26
TKN	5.86	<0.5	<0.5	3	2.87	7.03	<0.5	<0.5	3.6	1.26	2.78	<0.5	<0.5	3	1.79	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5
Nitritos/Nitratos como N	5.43	1.19	1.11	0.2	0.2	1.83	0.893	1.05	0.401	0.401	1.77	0.897	1.05	0.295	0.295	0.78	0.965	1.24	0.91	0.92	1.09
Sulfatos	300	36.8	102	97.4	8	29.9	9.85	11	15.8	7.7	35.3	12.3	11.4	14.7	6.9	9.6	6.68	8.8	10.4	7.54	10.3
Sulfuro de hidrógeno	<1	<1	<1	ND	ND	<1	<1	<1	ND	ND	<1	<1	<1	ND	ND	<1	<1	<1	<1	<1	<1
Sólidos Disueltos	621	288	332	587	120	310	218	123	245	95	210	211	104	395	55	284	244	123	324	232	130
Sólidos Suspendidos	561	29	<5	158	5.33	9730	53	12	1090	6.5	9250	88	9	1490	7.5	212	568	12	1060	882	11
Sólidos Totales	1210	347	332	340	170	9900	237	130	1335	119	9750	321	170	1808	55	583	938	112	1510	1200	141
Hidrocarburos totales	<1	<1	<1	ND	ND	1	1.2	<1	ND	ND	<1	<1	<1	ND	ND	<1	<2	<1	<1	<2	<1
Grasas y Aceites	<0.5	<0.5	<0.5	6.16	ND	<0.5	<0.5	<0.5	ND	ND	<0.5	<0.5	<0.5	ND	ND	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5
DQO	16.2	8.7	6.5	34	ND	179	10.3	<5	239	14	585	9.4	8.5	165	10	19.3	29.4	8.1	50.1	36	5.2
Aluminio Disuelto	1.18	0.44	<0.08	0.789	0.689	0.64	0.75	<0.08	2.27	2.27	0.13	0.78	<0.08	1.53	1.53	<0.08	0.08	0.13	<0.08	0.33	<0.08
Aluminio Total	40.8	18.1	0.25	32.3	ND	928	22	3.58	35	ND	754	25.2	2.04	44.6	0.016	42.9	89.8	3.97	118	125	1.98
Antimonio Disuelto	<0.003	<0.003	<0.003	ND	ND	<0.003	<0.003	<0.003	ND	ND	<0.003	<0.003	<0.003	ND	ND	<0.003	<0.003	<0.003	<0.003	<0.003	<0.003
Antimonio Total	<0.003	<0.003	<0.003	ND	ND	<0.005	<0.003	<0.003	ND	ND	<0.005	<0.003	<0.003	ND	ND	<0.003	<0.003	<0.003	<0.003	<0.003	<0.003

Estación	SW3					SW4					SW5					SW11			SW12		
	2do. Trimestre 2017	3er. Trimestre 2017	4to. Trimestre 2017	2do. Trimestre 2017	3er. Trimestre 2017	4to. Trimestre 2017	2do. Trimestre 2017	3er. Trimestre 2017	4to. Trimestre 2017	2do. Trimestre 2017	3er. Trimestre 2017	4to. Trimestre 2017	2do. Trimestre 2017	3er. Trimestre 2017	4to. Trimestre 2017	2do. Trimestre 2017	3er. Trimestre 2017	4to. Trimestre 2017			
Fecha de muestreo	05/24/2017	09/03/2017	11/11/2017	05/24/2017	09/03/2017	11/11/2017	05/24/2017	09/03/2017	11/11/2017	05/24/2017	09/03/2017	11/11/2017	05/18/2017	08/29/2017	11/11/2017	05/18/2017	08/29/2017	11/11/2017			
Mes	May	Sep	Nov	May	Sep	Nov	May	Sep	Nov	May	Sep	Nov	May	Ago	Nov	May	Ago	Nov			
Laboratorio	SVL	SVL	SVL	SVL	SVL	SVL	SVL	SVL	SVL	SVL	SVL	SVL	SVL	SVL	SVL	SVL	SVL	SVL			
Número de Reporte de Laboratorio	X7E0582-01	X7I0078-02	X7K0264-01	X7E0582-02	X7I0078-03	X7K0264-02	X7E0582-03	X7I0078-04	X7K0264-03	X7E0431-01	X7I0050-06	X7K0263-01	X7E0431-02	X7I0050-07	X7K0263-02						
LB																					
Max					Min					Max					Min						
Arsénico Disuelto	0.00683	<0.003	<0.003	0.012	ND	<0.003	<0.003	<0.003	0.006	ND	<0.003	<0.003	<0.003	ND	ND	<0.003	<0.003	<0.003	<0.003		
Arsénico Total	0.00843	<0.003	<0.003	0.021	ND	0.0503	<0.003	<0.003	0.006	ND	0.053	<0.003	<0.003	0.006	ND	0.00584	0.00835	<0.003	0.0148		
Bario Disuelto	0.191	0.0814	0.122	0.218	0.005	0.181	0.0671	0.0373	0.087	0.017	0.067	0.07	0.0375	0.058	0.016	0.0586	0.0328	0.035	0.0635		
Bario Total	0.339	0.144	0.133	0.474	0.065	6.35	0.176	0.0626	0.847	0.018	5.59	0.206	0.0592	1.1	0.017	0.38	0.716	0.0634	0.851		
Berilio Disuelto	<0.002	<0.002	<0.002	ND	ND	<0.002	<0.002	<0.002	ND	ND	<0.002	<0.002	<0.002	ND	ND	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002		
Berilio Total	<0.002	<0.002	<0.002	ND	ND	<0.02	<0.002	<0.002	ND	ND	<0.02	<0.002	<0.002	ND	ND	<0.002	0.0023	<0.002	0.003		
Boro Disuelto	0.385	0.079	0.136	0.237	ND	<0.04	<0.04	<0.04	0.028	ND	<0.04	<0.04	<0.04	0.189	ND	<0.04	<0.04	<0.04	<0.04		
Boro Total	0.416	0.072	0.148	0.454	ND	<0.4	<0.04	<0.04	0.099	ND	<0.4	<0.04	<0.04	0.232	ND	<0.04	<0.04	<0.04	<0.04		
Cadmio Disuelto	<0.0002	<0.0002	<0.0002	ND	ND	<0.0002	<0.0002	<0.0002	ND	ND	<0.0002	<0.0002	<0.0002	ND	ND	<0.0002	<0.0002	<0.0002	<0.0002		
Cadmio Total	<0.0002	<0.0002	<0.0002	0.035	ND	0.00308	<0.0002	<0.0002	ND	ND	0.0029	<0.0002	<0.0002	ND	ND	<0.0002	<0.0002	<0.0002	0.00027		
Calcio Disuelto	60.9	17.7	44.5	76.4	8	9.71	9.36	11.9	25.2	4.2	9.03	10.3	12.3	12.1	4	13.6	9.64	11	16.4		
Calcio Total	61.4	17.9	47.5	115	10.4	63.3	10.3	12.4	26.8	3.6	61.5	11.6	12.5	28.4	4.2	18	14.9	11.9	31		
Cobalto Disuelto	<0.006	<0.006	<0.006	ND	ND	<0.006	<0.006	<0.006	ND	ND	<0.006	<0.006	<0.006	ND	ND	<0.006	<0.006	<0.006	<0.006		
Cobalto Total	0.0079	<0.006	<0.006	ND	ND	0.18	<0.006	<0.006	ND	ND	0.163	<0.006	<0.006	0.019	0.014	0.0062	0.0111	<0.006	0.0196		
Cobre Disuelto	0.0239	<0.01	<0.01	ND	ND	0.0122	<0.01	<0.01	ND	ND	<0.01	<0.01	<0.01	ND	ND	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01		
Cobre Total	0.033	0.0103	<0.01	0.017	0.008	0.37	<0.01	<0.01	ND	ND	0.336	<0.01	<0.01	0.037	0.007	0.0184	0.0359	<0.01	0.056		
Cromo Disuelto	<0.006	<0.006	<0.006	ND	ND	<0.006	<0.006	<0.006	ND	ND	<0.006	<0.006	<0.006	ND	ND	<0.006	<0.006	<0.006	<0.006		
Cromo Total	<0.006	<0.006	<0.006	0.012	0.012	0.204	<0.006	<0.006	ND	ND	0.375	<0.006	<0.006	0.011	0.005	0.0086	0.0111	<0.006	0.0336		
Estroncio Disuelto	0.656	0.181	0.447	0.921	ND	0.112	0.0798	0.097	0.167	ND	0.0913	0.0893	0.0998	0.123	ND	0.101	0.0764	0.089	0.114		
Estroncio Total	0.686	0.192	0.466	1.14	ND	1.01	0.0958	0.101	0.257	ND	0.892	0.111	0.0994	0.198	ND	0.144	0.153	0.0952	0.222		
Fósforo Total	0.3	0.1	<0.05	0.232	ND	8.93	0.12	0.05	1	ND	7.93	0.15	0.05	0.395	ND	0.36	0.48	0.06	0.78		
Hierro Disuelto	0.996	0.314	<0.1	0.267	ND	0.366	0.552	<0.1	1.6	ND	0.103	0.55	<0.1	ND	ND	<0.1	<0.1	0.105	<0.1		
Hierro Total	22.2	7.46	0.144	20.2	ND	497	9.12	1.58	23.2	ND	412	10.8	1.01	29.8	ND	20.9	40.5	1.81	64.3		
Litio Disuelto	0.053	<0.02	<0.02	ND	ND	<0.02	<0.02	<0.02	ND	ND	<0.02	<0.02	<0.02	ND	ND	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02		
Litio Total	0.063	<0.02	<0.02	ND	ND	<0.2	<0.02	<0.02	ND	ND	<0.2	<0.02	<0.02	ND	ND	<0.02	0.025	<0.02	0.047		
Magnesio Disuelto	7.98	4	9.5	15.2	2.34	2.33	2.34	3.4	4.42	1.12	2.37	2.46	3.46	3.3	1.08	3.56	2.46	3.23	3.67		
Magnesio Total	10.6	4.63	9.94	25.8	3.12	39.8	2.98	3.52	7.13	1.26	33.6	3.27	3.47	6.93	1.18	5.58	5.6	3.48	13		
Manganeso Disuelto	0.312	0.0241	<0.008	0.076	0.006	0.117	0.0445	0.0308	0.062	0.013	0.0848	0.0427	0.0297	0.033	0.008	0.0224	<0.008	0.0279	<0.008		
Manganeso Total	0.462	0.0795	0.0099	0.524	0.007	13.1	0.134	0.0611	1.46	0.016	12.6	0.185	0.0539	2	0.016	0.549	0.987	0.0643	1.55		
Mercurio Disuelto	<0.0002	<0.0002	<0.0002	0.024	ND	<0.0002	<0.0002	<0.0002	0.0007	ND	<0.0002	<0.0002	<0.0002	ND	ND	<0.0002	<0.0002	<0.0002	<0.0002		
Mercurio Total	<0.0002	<0.0002	<0.0002	0.0374	ND	0.00081	<0.0002	<0.0002	0.0071	ND	0.00067	<0.0002	<0.0002	ND	ND	<0.0002	<0.0002	<0.0002	<0.0002		
Molibdeno Disuelto	0.046	<0.008	0.013	0.007	ND	<0.008	<0.008	<0.008	ND	ND	<0.008	<0.008	<0.008	ND	ND	<0.008	<0.008	<0.008	<0.008		
Molibdeno Total	0.065	0.008	0.014	0.006	ND	<0.08	<0.008	<0.008	ND	ND	<0.08	<0.008	<0.008	ND	ND	<0.008	<0.008	<0.008	<0.008		
Níquel Disuelto	<0.01	<0.01	<0.01	ND	ND	<0.01	<0.01	<0.01	ND	ND	<0.01	<0.01	<0.01	ND	ND	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01		
Níquel Total	<0.01	<0.01	<0.01	ND	ND	<0.1	<0.01	<0.01	ND	ND	<0.1	<0.01	<0.01	0.008	ND	<0.01	<0.01	<0.01	0.0235		

Estación	SW3					SW4					SW5					SW11			SW12					
	2do. Trimestre 2017	3er. Trimestre 2017	4to. Trimestre 2017	LB		2do. Trimestre 2017	3er. Trimestre 2017	4to. Trimestre 2017	LB		2do. Trimestre 2017	3er. Trimestre 2017	4to. Trimestre 2017	LB		2do. Trimestre 2017	3er. Trimestre 2017	4to. Trimestre 2017	LB		2do. Trimestre 2017	3er. Trimestre 2017	4to. Trimestre 2017	
Fecha de muestreo	05/24/2017	09/03/2017	11/11/2017			05/24/2017	09/03/2017	11/11/2017			05/24/2017	09/03/2017	11/11/2017			05/18/2017	08/29/2017	11/11/2017			05/18/2017	08/29/2017	11/11/2017	
Mes	May	Sep	Nov			May	Sep	Nov			May	Sep	Nov			May	Ago	Nov			May	Ago	Nov	
Laboratorio	SVL	SVL	SVL			SVL	SVL	SVL			SVL	SVL	SVL			SVL	SVL	SVL			SVL	SVL	SVL	
Número de Reporte de Laboratorio	X7E0582-01	X7I0078-02	X7K0264-01			X7E0582-02	X7I0078-03	X7K0264-02			X7E0582-03	X7I0078-04	X7K0264-03			X7E0431-01	X7I0050-06	X7K0263-01			X7E0431-02	X7I0050-07	X7K0263-02	
	Max		Min		Max		Min		Max		Min		Max		Min		Max		Min		Max		Min	
Plata Disuelta	<0.005	<0.005	<0.005	ND	ND	<0.005	<0.005	<0.005	ND	ND	<0.005	<0.005	<0.005	ND	ND	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	
Plata Total	<0.005	<0.005	<0.005	0.116	0.116	<0.05	<0.005	<0.005	ND	ND	<0.05	<0.005	<0.005	ND	ND	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	
Plomo Disuelto	0.0129	<0.0075	<0.0075	ND	ND	<0.0075	<0.0075	<0.0075	ND	ND	<0.0075	<0.0075	<0.0075	ND	ND	<0.0075	<0.0075	<0.0075	<0.0075	<0.0075	<0.0075	<0.0075	<0.0075	
Plomo Total	0.0226	<0.0075	<0.0075	0.014	0.003	0.155	<0.0075	<0.0075	0.018	0.003	0.158	0.0078	<0.0075	0.022	0.003	0.0154	0.0211	<0.0075	0.0467	0.0277	<0.0075	<0.0075	<0.0075	
Potasio Disuelto	10.1	5.45	5.12	30.7	1.42	5.05	2.88	2.81	51.9	1.06	5.02	2.94	2.8	3.87	1.01	4.85	2.92	2.68	4.84	3.22	2.63	2.63	2.63	
Potasio Total	11.6	4.38	5.53	11.7	1.58	22.5	3.86	3.03	6.08	1.17	21.7	4.18	2.92	6.83	1.1	6.33	6.17	3.02	8.87	6.92	2.94	2.94	2.94	
Selenio Disuelto	0.0045	<0.003	<0.003	ND	ND	<0.003	<0.003	<0.003	ND	ND	<0.003	<0.003	<0.003	ND	ND	<0.003	<0.003	<0.003	<0.003	<0.003	<0.003	<0.003	<0.003	
Selenio Total	0.0055	<0.005	<0.005	ND	ND	0.0269	<0.005	<0.005	ND	ND	0.0228	<0.005	<0.005	ND	ND	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	
Silicio Disuelto	25.6	40.8	37.9	27.1	3.3	23.3	36.7	44.7	22.7	2.33	24.2	36.8	44.8	21.5	2.71	42.3	31.8	43.1	37.5	31.9	42.3	42.3	42.3	
Silicio Total	107	85.3	40.8	60.3	5.8	91.8	97.5	54.4	37.2	2.33	117	102	49.3	42.1	5.86	136	130	53.2	124	135	48.7	48.7	48.7	
Sodio Disuelto	94.8	17.4	31.6	45.8	1.9	6.55	5.82	7.53	12.5	1.92	8.54	6.63	7.47	8.85	1.73	9.42	5.75	6.92	8.88	5.84	6.64	6.64	6.64	
Sodio Total	96.2	15.3	33.5	85.1	2	11.5	5.87	7.69	20.8	2.17	12.7	6.81	7.49	17.2	2.09	9.85	6.35	7.18	9.72	6.65	7.09	7.09	7.09	
Talio Disuelto	<0.001	<0.001	<0.001	ND	ND	<0.001	<0.001	<0.001	ND	ND	<0.001	<0.001	<0.001	ND	ND	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	
Talio Total	<0.001	<0.001	<0.001	0.003	ND	0.00503	<0.001	<0.001	0.003	ND	0.00466	<0.001	<0.001	0.003	ND	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	
Titanio Disuelto	0.0066	0.0059	<0.005	0.046	ND	0.0061	0.0141	<0.005	0.111	ND	<0.005	0.0148	<0.005	0.065	ND	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	
Titanio Total	0.602	0.312	<0.005	0.876	ND	24.1	0.508	0.0924	1.62	ND	20.6	0.59	0.0536	2.34	ND	1.35	2.82	0.105	3.53	3.89	0.0511	0.0511	0.0511	
Vanadio Disuelto	0.0076	<0.005	<0.005	ND	ND	<0.005	<0.005	<0.005	0.006	ND	<0.005	<0.005	<0.005	0.006	ND	<0.005	<0.005	<0.005	0.0058	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	
Vanadio Total	0.0432	0.0173	<0.005	0.056	ND	1.1	0.0213	<0.005	0.069	ND	0.934	0.0251	<0.005	0.087	ND	0.0537	0.094	0.0061	0.161	0.126	<0.005	<0.005	<0.005	
Zinc Disuelto	0.04	<0.01	<0.01	0.044	ND	0.031	<0.01	<0.01	0.027	ND	<0.01	<0.01	<0.01	0.02	ND	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	0.022	<0.01	<0.01	<0.01	
Zinc Total	0.067	0.023	<0.01	0.05	ND	1.02	0.023	<0.01	0.073	ND	0.969	0.028	<0.01	0.079	ND	0.054	0.091	<0.01	0.168	0.121	<0.01	<0.01	<0.01	

ND: No detectado

Hidrocarburos Totales: Resultado por debajo del límite de detección de los rangos de diésel, hexanos, y aceites.

¹Unidades: pH: u.e., Conductividad uS/cm, metales y demás parámetros: mg/l, Temperatura: °C

²LB: Línea Base Máximos 2005.

Fuente: Gerencia de Ambiente de Mina Marlin- Montana Exploradora de Guatemala, S.A. 2017.

Tabla 13: Resultados de calidad de agua subterránea

Estación	PSA3			MW3B			G11		
	2do. Trimestre 2017	3er. Trimestre 2017	4to. Trimestre 2017	2do. Trimestre 2017	3er. Trimestre 2017	4to. Trimestre 2017	2do. Trimestre 2017	3er. Trimestre 2017	4to. Trimestre 2017
Fecha de muestreo	05/22/2017	08/31/2017	11/11/2017	05/13/2017	08/29/2017	11/11/2017	05/16/2017	08/14/2017	11/11/2017
Mes	May	Ago	Nov	May	Ago	Nov	May	Ago	Nov
Laboratorio	SVL	SVL	SVL	SVL	SVL	SVL	SVL	SVL	SVL
Número de Reporte de Laboratorio	X7E0583-06	X7I0050-09	X7K0403-02	X7E0319-06	X7I0050-08	X7K0264-06	X7E0431-04	X7H0456-03	X7K0403-01
pH del campo	7.08	7.22	7.34	7.54	7.73	7.35	7.72	7.89	7.19
pH – lab	7.91	7.8	7.26	7.87	7.9	7.5	7.84	7.87	7.45
Temp del campo	26.66	25.2	27.8	24.26	24.2	23.56	27.04	22.41	23.36
Conductividad del campo	1235.3	1246	17.4	451	397	17.5	538.7	500	17.7
Conductividad - lab @ 25°C	1040	1190	1160	410	432	418	487	473	496
Oxígeno Disuelto del campo	5.91	5.9	5.67	0.56	0.56	0.82	3.87	3.47	3.11
Alcalinidad Total	315	318	328	227	222	225	260	231	264
Bicarbonato como CaCO3	315	318	328	227	222	225	260	231	264
Carbonato como CaCO3	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1
Hidróxido como CaCO3	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1
Amonio	<0.03	<0.03	<0.03	<0.03	<0.03	<0.03	<0.03	<0.03	<0.03
Cloruros	27.8	26.2	20.3	0.41	0.57	0.4	0.84	1.01	0.71
Fluoruros	0.664	0.636	0.477	0.112	0.113	<0.1	0.336	0.317	0.253
Cianuro Total	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
Cianuro WAD	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
Nitrógeno Total	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5
TKN	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5
Nitritos/Nitratos como N	<0.05	<0.05	<0.05	0.093	0.118	0.115	<0.05	0.102	<0.05
Sulfatos	302	316	316	6.15	6.64	6.51	22.8	21.1	23.7
Sulfuro de hidrógeno	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1
Sólidos Disueltos Totales @180°C	748	827	775	235	236	231	280	292	299
Sólidos Suspendidos Totales	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	6
Sólidos Totales @ 105°C	803	860	819	248	250	268	307	296	312
Hidrocarburos totales	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5
Aluminio Disuelto	<0.08	<0.08	<0.08	<0.08	<0.08	<0.08	<0.08	<0.08	<0.08
Antimonio Disuelto	<0.003	<0.003	<0.003	<0.003	<0.003	<0.003	<0.005	<0.003	<0.003
Arsénico Disuelto	0.0505	0.0152	0.0234	<0.003	<0.003	<0.003	<0.0075	0.00329	<0.003
Bario Disuelto	0.0268	0.116	0.0646	0.447	0.475	0.429	0.138	0.131	0.159
Berilio Disuelto	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002
Boro Disuelto	0.415	<0.04	0.406	<0.04	<0.04	<0.04	<0.04	<0.04	<0.04
Cadmio Disuelto	<0.0002	<0.0002	<0.0002	<0.0002	<0.0002	<0.0002	<0.0005	<0.0002	<0.0002
Calcio Disuelto	128	95.1	150	29.9	32.7	32.1	53.1	55.1	60.1
Cobalto Disuelto	<0.006	<0.006	<0.006	<0.006	<0.006	<0.006	<0.006	<0.006	<0.006
Cobre Disuelto	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
Cromo Disuelto	<0.006	<0.006	<0.006	<0.006	<0.006	<0.006	<0.006	<0.006	<0.006

Estación	PSA3			MW3B			G11		
	2do. Trimestre 2017	3er. Trimestre 2017	4to. Trimestre 2017	2do. Trimestre 2017	3er. Trimestre 2017	4to. Trimestre 2017	2do. Trimestre 2017	3er. Trimestre 2017	4to. Trimestre 2017
Trimestre	05/22/2017	08/31/2017	11/11/2017	05/13/2017	08/29/2017	11/11/2017	05/16/2017	08/14/2017	11/11/2017
Fecha de muestreo									
Mes	May	Ago	Nov	May	Ago	Nov	May	Ago	Nov
Laboratorio	SVL	SVL	SVL	SVL	SVL	SVL	SVL	SVL	SVL
Número de Reporte de Laboratorio	X7E0583-06	X7I0050-09	X7K0403-02	X7E0319-06	X7I0050-08	X7K0264-06	X7E0431-04	X7H0456-03	X7K0403-01
Estroncio Disuelto	2.22	2.21	2.3	0.646	0.668	0.605	0.451	0.453	0.516
Hierro Disuelto	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	0.111
Litio Disuelto	0.191	0.204	0.189	0.058	0.052	0.056	0.027	0.027	0.029
Magnesio Disuelto	22.6	23.5	28.5	8.16	9.17	8.77	11.4	12	12.2
Manganeso Disuelto	0.0716	0.0752	0.05	<0.008	<0.008	<0.008	<0.008	0.145	0.0572
Mercurio Disuelto	<0.0002	<0.0002	<0.0002	<0.0002	<0.0002	<0.0002	<0.0002	<0.0002	<0.0002
Molibdeno Disuelto	<0.008	<0.008	0.011	<0.008	<0.008	<0.008	<0.008	<0.008	<0.008
Níquel Disuelto	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
Plata Disuelta	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005
Plomo Disuelto	<0.0075	<0.0075	<0.0075	<0.0075	<0.0075	<0.0075	<0.0075	<0.0075	<0.0075
Potasio Disuelto	3.37	3.39	3.99	7.18	7.3	6.76	7.51	6.98	7.39
Selenio Disuelto	<0.003	<0.003	<0.003	<0.003	<0.003	<0.003	<0.005	<0.003	<0.003
Silicio Disuelto	42.7	42.4	39	28.2	26.1	28	35.7	34.1	38
Sodio Disuelto	80	83.4	77.3	45	48.9	45.8	33.6	35.2	32
Talio Disuelto	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001
Titanio Disuelto	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005
Vanadio Disuelto	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005
Zinc Disuelto	0.232	0.154	0.727	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	0.01	<0.01

ND: No detectado

Hidrocarburos Totales: Resultado por debajo del límite de detección de los rangos de diésel, hexanos, y aceites.

¹Unidades: pH: u.e., Conductividad uS/cm, metales y demás parámetros: mg/l, Temperatura: °C

²LB:: Línea Base Máximos 2005.

Fuente: Gerencia de Ambiente de Mina Marlin- Montana Exploradora de Guatemala, S.A. 2017.

Conclusión

El Monitoreo de Mina Marlin para el Informe de Cumplimiento del 4to. Trimestre 2017, fue realizado según los requerimientos establecidos y no mostró ni se observaron datos fuera de especificación para la calidad de aire, ruido y agua en los alrededores, en cumplimiento con las guías y normativas ambientales especificadas para la Mina Marlin.

Los desmantelamientos se han llevado a cabo siguiendo una planificación, bajo los lineamientos ambientales correspondientes.

Anexos

Anexo 1 Resultados de laboratorio calidad de aire

Anexo 2 Resultados de laboratorio de calidad de agua