

INFORME TÉCNICO-CIENTÍFICO

DE LA CALIDAD DEL AGUA

ALREDEDOR DE LA MINA MARLIN

SISTEMATIZACIÓN DE INFORMACIÓN DE CINCO AÑOS DE MONITOREO CONSTANTE
2007 - 2012



COMISIÓN PAZ Y ECOLOGÍA -COPAE-

MAYO 2013

www.copaeguatemala.org





“INFORME TÉCNICO-CIENTÍFICO DE LA CALIDAD DEL AGUA ALREDEDOR DE LA MINA MARLIN”

**SISTEMATIZACIÓN DE INFORMACIÓN DE CINCO AÑOS DE
MONITOREO CONSTANTE
2007 - 2012**

COMISIÓN PAZ Y ECOLOGÍA –COPAE–

MAYO 2013

Comisión Paz y Ecología –COPAE-
6ta Calle 11-40 Zona 4, San Marcos,
San Marcos, Guatemala
Teléfono: (502) 7760-3701
www.resistencia-mineria.org

TABLA DE CONTENIDO

Contenido	Página
1. INTRODUCCIÓN	2
2. ANTECEDENTES	4
2.1. Marco Referencial	5
2.1.1. Descripción del sitio de Estudio	5
2.1.1.1. Ubicación	5
2.1.1.2. Clima	5
2.1.1.3. Fisiografía	5
2.1.1.4. Sistemas Montañosos	5
2.1.1.5. Vertientes	5
2.1.1.6. Zonas de Vida presentes en el área.....	5
2.1.1.7. Hidrografía.....	6
2.1.1.8. Aspectos Socioeconómicos	7
2.2. Marco Conceptual	8
2.2.1. Monitoreo Ambiental	8
2.2.2. El Agua	8
2.2.3. Calidad del Agua	9
2.2.4. Análisis de Calidad del Agua	9
2.2.5. Metales Pesados.....	9
2.2.6. Parámetros de Ley	9
2.2.7. Base Legal	10
2.3. Investigaciones referentes al tema ambiental realizadas en el Área.....	11
3. JUSTIFICACIÓN.....	12
4. OBJETIVOS	14
4.1. General	15
4.2. Específicos	15
5. METODOLOGIA.....	16
5.1. Introducción	17
5.2. Garantía de Calidad	17
5.3. Procedimiento	17
5.3.1. Selección de los puntos de muestreo.....	17
5.3.2. Muestreo	21
5.3.2.1. Toma de datos in Situ	21
5.3.2.2. Toma de la muestra.....	21
5.3.3. Análisis de Laboratorio	22
5.3.3.1. Calibración del equipo.....	22
5.3.3.2. Análisis Físico-Químicos	22
5.3.4. Interpretación de Resultados	23
6. RESULTADOS, DISCUSIÓN E INTERPRETACIÓN DE ANÁLISIS.....	24

6.1. Resultados de análisis físico químicos de aguas superficiales (Ríos Tzalá y Quivichil)..... 25

6.1.1. Temperatura..... 25

6.1.2. Potencial de Hidrogeno (pH) 26

6.1.3. Conductividad Eléctrica (CE) en el campo 27

6.1.4. Cobre 28

6.1.5. Hierro..... 29

6.1.6. Aluminio 31

6.1.7. Manganeseo 32

6.1.8. Zinc 34

6.1.9. Sulfato..... 35

6.1.10. Nitrato 36

6.1.11. Arsénico..... 37

6.1.12. Níquel 39

6.1.13. Cadmio..... 40

6.2. Resultados de análisis físico químicos de aguas de nacimientos..... 41

6.2.1. Temperatura..... 41

6.2.2. Potencial de Hidrogeno (pH) 41

6.2.3. Conductividad Eléctrica (CE) en el campo 42

6.2.4. Cobre 42

6.2.5. Hierro..... 43

6.2.6. Aluminio 44

6.2.7. Manganeseo 45

6.2.8. Zinc 46

6.2.9. Sulfato..... 47

6.2.10. Nitrato 48

6.2.11. Arsénico..... 49

6.2.12. Cadmio..... 50

6.2.13. Níquel 51

7. CONCLUSIONES 53

8. RECOMENDACIONES 57

9. BIBLIOGRAFÍA 59

10. GLOSARIO 62

11. ANEXOS..... 65

11.1. Tablas de resultados del monitoreo de aguas en ríos..... 66

11.2. Tabla de resultados del monitoreo de aguas en nacimientos (pozos)..... 87

11.3. Carta que respalda la vigencia del espectrofotómetro HACH DR 2800. 98

RESUMEN

1

El presente informe muestra los resultados consolidados, obtenidos durante cinco años de monitoreo ambiental (período de estudio en los años 2007 a 2012) realizado por la Comisión Paz y Ecología –COPAE-, en donde se ha estudiado la calidad del agua superficial de los ríos Tzálá y Quivichil y pozos (nacimientos), ubicados en los municipios de Sipacapa y San Miguel Ixtahuacán, departamento de San Marcos, Guatemala.

Dichos resultados muestran que las aguas de los puntos de muestreo ubicados abajo del centro de operaciones de la mina, tienden a ser afectadas en su calidad de forma negativa, comparada con los puntos ubicados arriba del centro de operaciones de ésta. Se ha generado preocupación en la población que hace uso del agua, tanto río abajo, como en los pozos. El agua está siendo utilizada para beber, bañarse, lavar ropa, lavar utensilios de cocina, para la pesca y para riego de cultivos agrícolas. Esto ha generado impactos negativos en los pobladores que habitan en el área de influencia de la Mina Marlín.

Después de 5 años de monitoreo y de 8 años de operación de la Mina Marlin en el área, los resultados muestran la necesidad de tomar acciones para evitar que continúe la contaminación de las aguas, la cual es un bien natural y un derecho para el consumo humano, de lo contrario las consecuencias a largo plazo serán inevitables.

1.INTRODUCCIÓN

La Minería Metálica a tajo abierto es una actividad industrial que extrae productos (metales) que se encuentran debajo de la superficie de la tierra, por lo que también se le conoce como Minería a Cielo Abierto. Esta es una de las industrias que en el mundo están calificadas como de más alto riesgo tanto para quienes trabajan en ésta, por los insumos que se utilizan en los diferentes procesos entre otras cosas, así como por los impactos externos que generan para las personas que viven en las comunidades cercanas por el uso irracional de algunos bienes naturales, como por ejemplo el agua. Por consiguiente, dicha actividad produce fuertes impactos ambientales, económicos, sociales y culturales, debido a que implica un cambio en el uso del suelo, del agua, destrucción de ecosistemas y cambios en las costumbres de las personas de los lugares donde ésta se realiza.

Desde hace algunos años Guatemala es un país que no escapa del interés de las empresas mineras por sus recursos minerales, realizándose la extracción de distintos minerales en varias regiones del país. Tal es el caso del proyecto minero *Marlin*, que se encuentra ubicado entre los Municipios de San Miguel Ixtahuacán y Sipacapa, del Departamento de San Marcos, en donde se realiza la extracción de minerales preciosos como oro y plata desde el año 2005; en el proceso se utilizan grandes cantidades de agua (aproximadamente 250,000 lt/hora [EIA, 2003]), así como la utilización y producción de diversos compuestos químicos peligrosos que también contaminan el agua utilizada, poniendo en riesgo a las comunidades cercanas al área de influencia de dicho proyecto, tanto en la disponibilidad del agua como también en la calidad de ésta.

Es por ello que nace la preocupación de los pobladores de dichas comunidades, quienes a través de sus parroquias solicitaron el apoyo para monitorear de forma independiente la calidad de las fuentes de agua ubicadas en el área de influencia del proyecto minero *Marlin*.

En respuesta a dicha solicitud, La Comisión Paz y Ecología –COPAE– de San Marcos, desde el año 2007, dio inicio a un monitoreo independiente de la calidad de aguas superficiales y de pozos, con el fin de determinar la presencia de metales pesados en éstas, así como el comportamiento en las concentraciones de éstos a través del tiempo. Dicho monitoreo se realiza en los ríos Tzalá y Quivichil, micro cuencas del Río Cuilco ubicados alrededor del centro de operaciones del proyecto Minero.

En el sistema de monitoreo llevado a cabo por COPAE, se estudian aspectos físicos y químicos de los cuerpos y fuentes de agua ya mencionados, con el objetivo de saber de primera mano y con datos confiables lo que está sucediendo. En todo el proceso de monitoreo están involucradas personas de las comunidades, quienes han sido capacitadas y pueden dar fe de los procedimientos utilizados.

El presente informe presenta los resultados obtenidos durante cinco años; período comprendido entre 2008 y 2012 de las aguas superficiales de los ríos mencionados anteriormente y de fuentes de agua como nacimientos o pozos alrededor del centro de operación de la mina Marlin.

COPAE, cuenta con un laboratorio de análisis de aguas, que funciona de manera independiente, y su único fin es el de analizar muestras de agua alrededor de los centros de operación de las mineras, aunque este no está certificado, los datos obtenidos sirven para poner en alerta a la población sobre el comportamiento de los metales pesados provenientes de las distintas actividades mineras en todo su proceso e informar sobre la contaminación que puedan estar sufriendo las fuentes de agua. Para validar los resultados, estos son comparados con análisis de las mismas muestras en laboratorios externos privados y de universidades reconocidos a nivel del país.

2. ANTECEDENTES

2.1. Marco Referencial

2.1.1. Descripción del sitio de Estudio

2.1.1.1. Ubicación

La Mina Marlin se encuentra ubicada en los Municipios de San Miguel Ixtahuacán y Sipacapa del Departamento de San Marcos (ver figura 1), en el occidente de Guatemala, a 48 km del sur-oeste de la cabecera departamental del Departamento de Huehuetenango y a 275 km de la ciudad capital de Guatemala.

5

2.1.1.2. Clima

El área de estudio presenta elevaciones entre los 1,600 y 2,300 metros sobre el nivel del mar, registrándose una temperatura media anual entre los 13 y 20 °C (UPIE-MAGA, et al., 2001). La época lluviosa generalmente se presenta en los meses de mayo a noviembre y la precipitación anual es alrededor de 1,100 y 1,199mm (UPIE-MAGA, et al., 2001).

2.1.1.3. Fisiografía

Según la clasificación fisiográfica del país, el área se encuentra ubicada entre las Tierras altas cristalinas y las tierras altas volcánicas, lo que se traduce, dentro del gran paisaje, en montañas volcánicas altas de occidente y laderas muy inclinadas y escarpe de erosión de la sierra madre (MAGA, 2001).

2.1.1.4. Sistemas Montañosos

La región pertenece al Sistema de la Sierra Madre, el cual atraviesa el territorio desde el occidente al oriente del país, paralelo al pacífico, donde se desarrolla lo que se conoce como el altiplano occidental (CONAP, 2008).

2.1.1.5. Vertientes

Dentro del sistema orográfico del país, el área pertenece a la vertiente del golfo de México, la cual tiene un área de 50,803 km² (CONAP, 2008).

2.1.1.6. Zonas de Vida presentes en el área

Según el sistema de clasificación de Holdridge (1978), el área de estudio se encuentra dentro de la zona de vida Bosque húmedo montano bajo subtropical, típico de especies como *Quercus spp.*, *Pinus pseudostrobus*, *P. montezumae*, *Juniperus comitana*, *Alnus jorullensis*, *Ostrya spp.*, *Carpinus spp.*, *Prunus capulli* y *Arbutus xalapensis* (CONAP, 2008).

FIGURA 1: Ubicación de Mina Marlín



6

2.1.1.7. Hidrografía

El proyecto minero Marlín se encuentra ubicado en la Cuenca del Río Cuilco, una de las 34 cuencas del país de Guatemala. La cual tiene un área de 2,274 km² (www.insivumeh.gob.gt/hidrologia).

Hacia el Río Cuilco fluyen el río permanente Tzalá y el riachuelo intermitente Quivichil, mismos que pasan alrededor de la mina Marlín (Ver mapa 1). El río Cuilco se empieza a formar en los departamentos de Quetzaltenango y San Marcos, donde continua con su cauce natural hacia cuatro municipios del Departamento de Huehuetenango, siendo estos San Gaspar Ixil, Colotenango, Ixtahuacán y Cuilco. Este río pasa de Guatemala a México donde cambia de nombre a Río Grijalva, hasta desembocar en el Golfo de México. “Antes de la confluencia del río Tzalá, el río Cuilco recibe las aguas del río Grande, con una cuenca de 450 km² y del río Ixchol, con una cuenca de 90 km² (EIA, 2003).

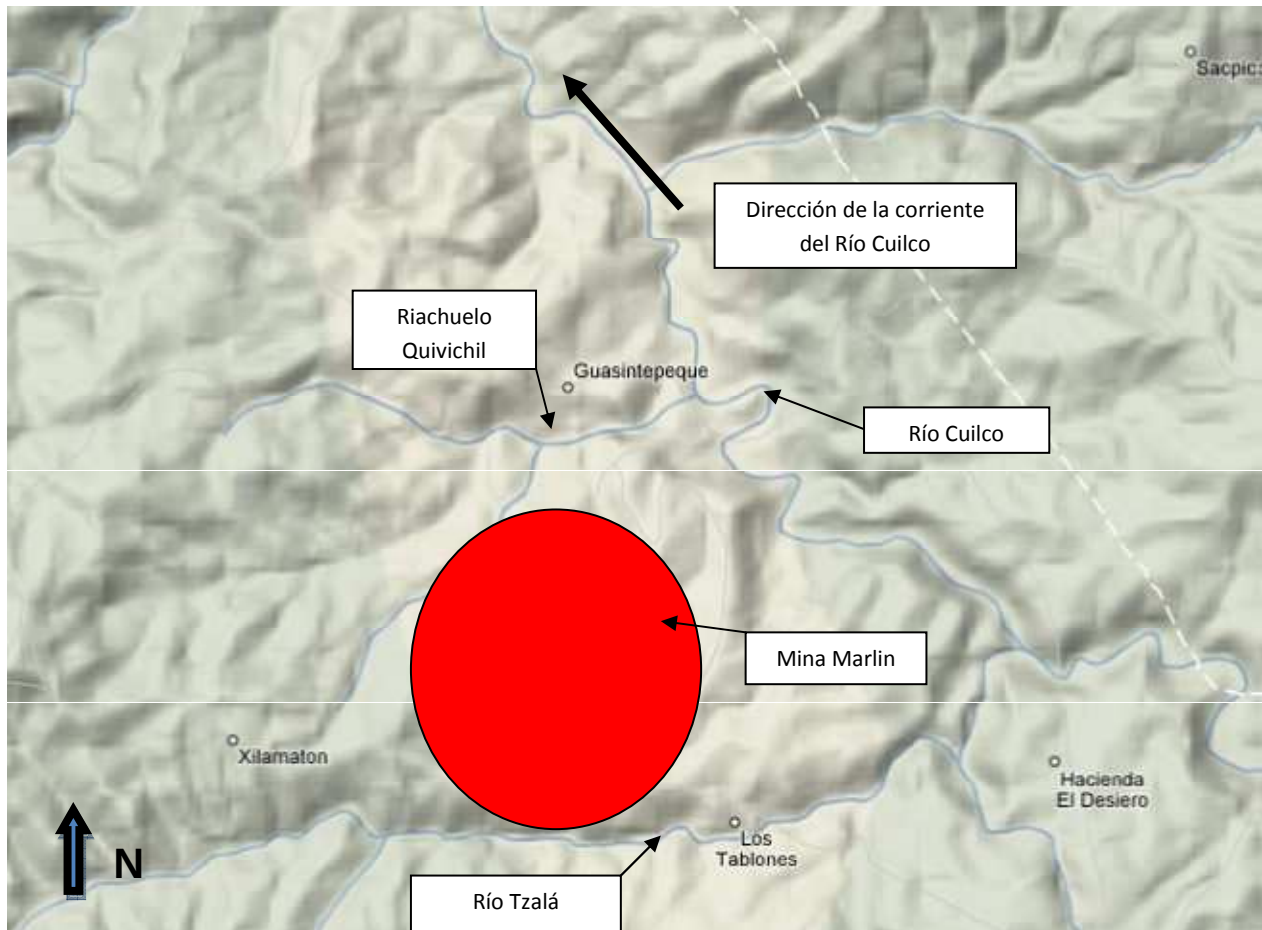
El caudal del río Tzalá varía significativamente durante la época seca y lluviosa, desde menos de 0.5 hasta casi 7 m³/s con un caudal medio de 1.31 m³/s. El riachuelo Quivichil es intermitente, con un pequeño flujo durante los meses secos y el caudal varía de 0 hasta 0.70 m³/s y un caudal medio de 0.13 m³/s.” (EIA, 2003)

Tabla 1: Características básicas de los ríos.

RÍO	ÁREA (km ²)	DESCARGA EN LA ÉPOCA DE INVIERNO (l/s)	DESCARGA EN LA ÉPOCA DE VERANO (l/s)
Riachuelo Quivichil	18	680	0
Río Tzalá	60	6,680	300
Río Cuilco	2,274	31,680	3,200

Fuente: CAO, 2005; EIA, 2003 e INSIVUMEH

Mapa 1: Sistemas locales de agua.



Fuente: Biesheuvel y Bouman, Technical note, 2008.

Según el EIA realizado en 2003, la cantidad de agua de ambos ríos es en general buena para la vida acuática y no presenta evidencias de toxicidad. La vida acuática presente en los ríos del área está caracterizada por la presencia de macroinvertebrados y una o dos especies de peces, dependiendo de la estación del año.

2.1.1.8. Aspectos Socioeconómicos

a. San Miguel Ixtahuacán

El municipio tiene un área aproximada de 184 km². Colinda al norte con Concepción Tutuapa (San Marcos), San Gaspar Ixil e Ixtahuacán (Huehuetenango), al este con Santa Bárbara (Huehuetenango), al sur con Tejutla y Comitancillo (San Marcos) y al oeste con Concepción Tutuapa (San Marcos) (IGN, 2002).

La población total es de 29,658 habitantes, de los cuales aproximadamente el 91 por ciento viven en el área rural (INE, 2002). El idioma que habla la mayor parte de la población es el mam y como segundo idioma castellano.

b. Sipacapa

El municipio tiene un área aproximada de 152 km². Colinda al norte con Malacatancito (Huehuetenango); al este con San Carlos Sija (Quetzaltenango) y Malacatancito (Huehuetenango); al sur con Comitancillo (San Marcos), San Carlos Sija (Quetzaltenango) y Cabricán (Quetzaltenango); al oeste con Tejutla y San Miguel Ixtahuacán (San Marcos) (IGN, 2002).

La población total es de 14,043 habitantes, de los cuales aproximadamente el 96 por ciento viven el área rural (INE, 2002). El idioma que habla la mayor parte de la población es el sipakapense y como segundo idioma castellano.

c. Actividades Productivas

En el área la tenencia de la tierra es de aproximadamente 0.7 hectáreas por familia, los cuales se dedican a la producción de cultivo anuales como maíz, frijol asociados con ayote, haba, güicoy, güisquil, hierbas nativas, trigo en pocas cantidades, cebada, cultivos perennes (café en la zona baja, frutales deciduos como manzana y durazno, aguacate), pasto para alimento de ganado menor y mayor (ovejas, vacas, cerdos, aves), y sobre todo conservan sus bosques de pino, encino, roble, aliso, madrón, ciprés, etc. (Valiente, Com.Pers; 2009).

8

2.2. Marco Conceptual

2.2.1. Monitoreo Ambiental

Según Sors, 1987, se define como un sistema continuo de observación y medidas y evaluaciones para alcanzar algún propósito que se tenga definido, por lo que se considera una herramienta importante en el proceso de evaluación de impactos ambientales y en cualquier programa de seguimiento y control (<http://www2.ine.gob.mx/publicaciones/libros/105/8.html>)

2.2.2. El Agua

El agua es un compuesto químico (molécula) con fórmula H_2O , constituido por dos átomos de Hidrógeno (H) y un átomo de Oxígeno (O), ambos en su estado iónico (H^+ y O^{2-} respectivamente). Ésta puede encontrarse en estado líquido, sólido y gaseoso sin alterar su composición química.

Las propiedades físicas del agua están determinadas por su estructura, en donde los enlaces entre los iones H^+ y O^{2-} , forman un ángulo de 105° entre unos y otros (ver figura 2), lo que da como resultado que los iones H^+ se encuentren hacia el mismo lado de la molécula, dándole un carácter bipolar (Hem, 1985)

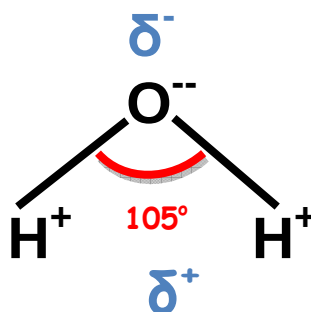


Figura 2: Molécula de Agua

La naturaleza bipolar de las moléculas del agua es un factor determinante en su comportamiento como solvente y en el comportamiento de los iones disueltos en ella. Las moléculas de agua son fuertemente atraídas por la mayoría de minerales y dependiendo del tipo de mineral, las formas en que éstos estén disueltos en ella (Hem, 1985).

2.2.3. Calidad del Agua

Se entiende por calidad natural del agua, al conjunto de características físicas, químicas y biológicas (matriz natural) que ésta posee sin intervención del ser humano. En los casos en que la calidad ha sido influenciada por el ser humano, la definición de la calidad del agua depende directamente del uso al que ésta esté destinada (Sancha et.al., 2002; Beamonte et.al., 2004).

2.2.4. Análisis de Calidad del Agua

El análisis de los compuestos disueltos en el agua, se basa en métodos estandarizados, que comprenden una serie de procedimientos tanto de campo como en el laboratorio (Hem, 1985). Dentro de dichos procedimientos se realiza una serie de mediciones tanto físicas (pH, Conductividad eléctrica, temperatura, etc.) como químicas (Alcalinidad, dureza, concentraciones de minerales, etc.).

9

2.2.5. Metales Pesados

Se llama así a aquellos metales cuya densidad es cinco o más veces mayor que la del agua (1 g/ml), cuando están en forma elemental (Navarro et al, 2007). Dentro de este tipo de metales existen dos grupos (Navarro et al, 2007):

- **Oligoelementos o Micronutrientes**

Indispensables en pequeñas cantidades por plantas y animales para completar su ciclo vital, sin embargo arriba de ciertas concentraciones se vuelven tóxicos. Dentro de este grupo se encuentran: As, B, Co, Cr, Cu, Mo, Mn, Ni, Se y Zn.

- **Metales pesados sin Función Biológica Conocida**

Son aquellos cuya presencia en determinadas cantidades en seres vivos, produce disfunciones de sus organismos, ya que son altamente tóxicos y presentan la propiedad de acumularse en éstos. Dentro de este grupo podemos encontrar: Ba, Cd, Hg, Pb, Sb y Bi.

2.2.6. Parámetros de Ley

En primer término se utiliza el reglamento nacional que establece el Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales -MARN- sobre las Descargas y Reuso de Aguas Residuales y Disposición de Lodos, y la Norma Guatemalteca Obligatoria de Agua Potable (normas COGUANOR), con las cuales se tienen que regir las empresas mineras que operen en el país.

En segundo término las normas internacionales que establece el Banco Mundial para minería a cielo abierto, la Guía de la Organización Mundial de la Salud para agua potable con sus siglas en inglés WHO, los valores de la agencia de protección ambiental de los Estados Unidos para agua potable con sus siglas en inglés US EPA, como también los límites canadienses de calidad de agua.

Tabla 2: Parámetros de ley para calidad de aguas superficiales, agua potable y aguas residuales (efluentes).

Parámetro	Unidad de medida	BM para minería a cielo abierto	Guía WHO	Guía (US EPA)	Límites canadienses de calidad de agua	Reglamento del MARN	Norma guatemalteca de agua potable *** (COGUANOR)
Parámetros Físicos							
Temperatura	°C	< 3 °de diferencial				TCR* +/- 7	
pH		6.0 - 9.0	6.5 – 8.5	6.5 – 8.5 **	6.5 – 8.5	6.0 – 9.0	6.5 – 8.5
Conductividad eléctrica	µS/cm						1 – 1500
Parámetros Químicos (Metales Pesados)							
Aluminio	mg/L		0.5	0.05 a 0.2 **	0.1		0.1
Arsénico	mg/L	0.1	0.01	0.01	0.025	0.5	0.01
Cadmio	mg/L	0.05	0.003	0.005		0.4	
Cobre	mg/L	0.3	2.0	1.3	1.0	4.0	1.5
Hierro (total)	mg/L	2.0		0.3 **	0.3		1.0
Manganeso	mg/L			0.05 **	0.05		0.5
Níquel	mg/L	0.5	0.07			4.0	
Zinc total	mg/L	0.5		5.0 **	5.0	10.0	3.0
Otros Parámetros							
Cianuro total	mg/L	1.0		0.2****	0.2	3.0	0.07
Sulfatos	mg/L			250.0 **	200.0		250.0
Nitrato	mg/L		50	10.0			10.0

* TCR= Temperatura del cuerpo receptor
** Pertenecen a la lista de regulaciones secundarias para agua potable de US EPA.
*** Límite Máximo Permisible.
**** Como Cianuro Libre

FUENTE:

- World Bank Mining Guide. 2007. Environmental, Health and Safety Guidelines for Mining. Table 1. Effluent Guidelines Pág. 26.
- www.who.int. World Health Organization.
- www.epa.gov/safewater 2003. EPA National Primary Drinking Water Standards.
- Calidad de agua natural: Límites canadienses de calidad de agua (5ta ed.).
- MARN. 2006. Reglamento de Descargas y Reúso de Aguas Residuales y Disposición de Lodos. Acuerdo Gubernativo 236-2006.
- Departamento de regulación de los programas de salud y ambiente. 2003. Norma guatemalteca obligatoria agua potable. Primera edición.

Se han utilizado las normas establecidas por Canadá y Estados Unidos por ser los países de origen de la empresa minera, en donde las normas deben ser utilizadas de igual forma a nivel internacional como en Guatemala.

En la tabla No. 2, se muestran los lineamientos para efluentes industriales. Para este estudio se han considerado solamente los parámetros que se están monitoreando, evaluando y analizando, porque no se cuenta con los recursos financieros necesarios para realizar un estudio de todas las sustancias químicas que se generan en la empresa minera.

2.2.7. Base Legal

Según los Artículos 97, 127, 128 de la Constitución Política de la República, Artículo 1 de la Ley de Protección y Mejoramiento del Medio Ambiente Decreto No. 90-2000, el

Estado Guatemalteco está obligado a garantizarle a los habitantes el derecho a un Ambiente Sano y al agua, de conformidad con el ordenamiento jurídico vigente (Decreto 68-86; Constitución Política de la República de Guatemala).

2.3. Investigaciones referentes al tema ambiental realizadas en el Área

En abril del año 2007, la Comisión Pastoral Paz y Ecología COPAE, de la Diócesis de San Marcos, por solicitud de las Comunidades ubicadas en el área y preocupada por la presencia de la empresa minera Marlin en ésta, inicia con un proceso de monitoreo de la calidad de las aguas superficiales alrededor de la mina Marlin. Dicho monitoreo se inició con la toma de muestras de las aguas superficiales en 5 puntos ubicados en los ríos Tzalá y Quivichil alrededor de la mina Marlin.

En abril de 2009 se finaliza el segundo año de monitoreo de las aguas, haciéndose público el segundo informe ante los medios de prensa e invitados nacionales e internacionales.

Durante los años 2008 y 2009 se realizó un Estudio de Casas Rajadas, el cual fue desarrollado por un equipo de ingenieros del Unitarian Universalist Service Committee –UUSC- y la COPAE. Dicho estudio consistió en la investigación y análisis preliminares de daños a 33 de un total de 120 casas dañadas en las Aldeas Agel, Salitre, San José Ixcaniche y San José Nueva Esperanza, Municipios San Miguel Ixtahuacán y Sipacapa, Departamento de San Marcos, Guatemala, las cuales se encuentran alrededor del proyecto minero Marlin.

En mayo de 2010, se presentó el informe de un estudio preliminar de salud, el cual fue realizado por la Universidad de Michigan a petición de Physicians for Human Rights –PHR-. Dicho estudio consistió en la medición de concentraciones de metales potencialmente tóxicos en la orina y la sangre de una muestra de habitantes de comunidades cercanas a la mina Marlin, así como habitantes de comunidades más alejadas de ésta. Además se realizó una evaluación de la calidad del agua cercana a la mina Marlin.

En los años 2010 y 2011 se continuo con el monitoreo de las aguas alrededor de la mina Marlin, aumentando los puntos de monitoreo de las aguas superficiales y agregando nuevos puntos referenciales de pozos (fuentes de nacimientos de agua). De igual forma que los dos anteriores, los resultados y el informe se hicieron públicos.

3. JUSTIFICACIÓN

Debido al proceso químico y al método de lixiviación utilizado para la separación de metales pesados de la roca de las montañas, que como resultado genera contaminación al ambiente por la liberación de químicos utilizados en el proceso de extracción de oro y plata en todas sus actividades, y en vista que no se realiza un estudio objetivo, independiente a la empresa minera y permanente por parte del Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales –MARN-, nace la preocupación de las comunidades ubicadas en el área de operaciones del Proyecto de la Mina Marlin por conocer cuál es la calidad del agua presente en sus comunidades.

En base a lo anterior y considerando que dichas comunidades dependen directamente de estas fuentes de agua para sus diversas actividades, la Comisión Paz y Ecología, ve la necesidad de realizar un estudio independiente que determine la presencia de contaminación en las fuentes de agua del área de influencia de la Mina Marlin.

Durante los cuatro años anteriores en que se ha realizado el monitoreo, se ha detectado concentraciones de metales como **Cobre, Hierro, Aluminio, manganeso y arsénico**. En la tabla número dos, se presentaron los límites máximos permisibles, según las normas nacionales e internacionales citadas para el consumo del agua y para aguas residuales. Los resultados con concentraciones altas de metales se encontraron en los puntos de monitoreo CSW1 (Río Tzalá parte baja), CSW2 (Riachuelo Quivichil parte baja) y CSW3 (Riachuelo abajo del dique de colas), los cuales se encuentran abajo del centro de operaciones de la Mina Marlin, por lo que se hizo necesario continuar con el monitoreo de las aguas superficiales y de pozos para conocer cuál ha sido el comportamiento de la presencia de los metales y saber si estos han aumentado su concentración o no, y al mismo tiempo determinar si el agua es apta para consumo humano.

Adicionalmente, en un estudio preliminar de salud realizado por la Universidad de Michigan, a petición de PHR, se detectó la presencia de metales potencialmente tóxicos en una muestra de pobladores de comunidades cercanas a la mina y pobladores de comunidades ubicadas lejos de la mina, siendo los habitantes de las comunidades más cercanas, los que presentan una mayor concentración de estos. En el estudio también se realizó un análisis de la calidad del agua de los ríos cercanos a la mina, obteniendo resultados similares a los de COPAE.

Tomando en cuenta todos estos aspectos, se considera necesario continuar con el monitoreo durante el tiempo que continúen las operaciones de la Mina Marlin.

4.OBJETIVOS

4.1. General

Evidenciar la contaminación del agua resultante de la extracción de metales en los Ríos Quivichil y Tzálá y en pozos (nacimientos de agua), en los Municipios de San Miguel Ixtahuacán y Sipakapa, San Marcos, después de cinco años de monitoreo constante.

15

4.2. Específicos

- Determinar la presencia y concentración de metales pesados en las partes alta y baja de los ríos Quivichil y Tzálá, como también en los pozos (nacimientos de agua) en la parte alta y baja de la mina Marlin.
- Dar continuidad al monitoreo realizado en el período 2007-2011.
- Que las comunidades y autoridades locales y nacionales, dispongan de un informe técnico confiable de la calidad del agua alrededor de la mina Marlin, para que tomen las precauciones, decisiones y acciones pertinentes para evitar la contaminación del agua.

5. METODOLOGIA

5.1. Introducción

El propósito de la actividad es evidenciar si existe contaminación de las fuentes de agua proveniente de la mina, específicamente del proceso de extracción de oro y plata. La metodología incluye el muestreo de agua en la parte alta de los ríos Tzalá y Quivichil (antes de pasar por el proyecto) y en la parte baja (luego de pasar por el proyecto), y también en pozos (nacimientos). El estudio también consiste en realizar los análisis físico-químicos de las muestras de agua para determinar la contaminación típica proveniente de la operación y actividades de la minería para la extracción del oro y plata. Los recursos financieros de COPAE limitan el muestreo y análisis debido a que algunos reactivos para determinar posibles contaminantes (metales pesados) son muy costosos para analizar.

Es importante mencionar que los diques de colas como el de la mina Marlin casi siempre tienen fugas que pueden contaminar el agua subterránea y otras fuentes de agua por lo que la lista de parámetros de calidad del agua seleccionados por COPAE y sus asesores, debe servir de alerta de problemas de contaminación de fuentes de agua superficial y de pozos en el área.

17

5.2. Garantía de Calidad

La calidad del monitoreo se basa en los siguientes aspectos:

- La metodología aplicada está basada en las recomendaciones hechas por expertos internacionales en el tema como Robert Moran (consultor independiente) y Robert Robinson (consultor de UUSC), así como el “National Field Manual for the Collection of Water-Quality Data” y el “Study and Interpretation of the Chemical Characteristics of Natural Water” del Servicio Geológico de Estados Unidos.
- El uso de protocolos y equipo estandarizado.
- Un contraanálisis hecho por laboratorios independientes.
- Revisión de los procedimientos e informes por expertos internacionales (Aqua for All de Holanda y la Universidad de Ciencias Ambientales de Noruega).

5.3. Procedimiento

El estudio se realizó durante el período comprendido entre los años 2007 y 2012, y se desarrolló en cinco fases, que se describen a continuación:

5.3.1. Selección de los puntos de muestreo

Durante los 5 años de monitoreo se seleccionaron 10 puntos de muestreo de agua superficial en los ríos Tzalá y Quivichil (ver tabla No. 3), y 6 puntos de monitoreo para nacimientos de aguas alrededor de la mina Marlin. Sin embargo el punto número 4 (CSW4) que se encontraba dentro del área de operaciones de la mina Marlin desapareció; y en el punto número 10 (CSW10), no se pudo continuar con el monitoreo porque ya no se permitió el ingreso al área. Los puntos de monitoreo se seleccionaron bajo los siguientes criterios:

- 3 puntos abajo del centro de operaciones de la mina
 - ✓ El primer punto (CSW1¹) se ubicó en la parte baja del río Tzalá, ya que por encontrarse abajo del depósito de roca de desecho de la mina, corre el riesgo de ser contaminado por un drenaje ácido.

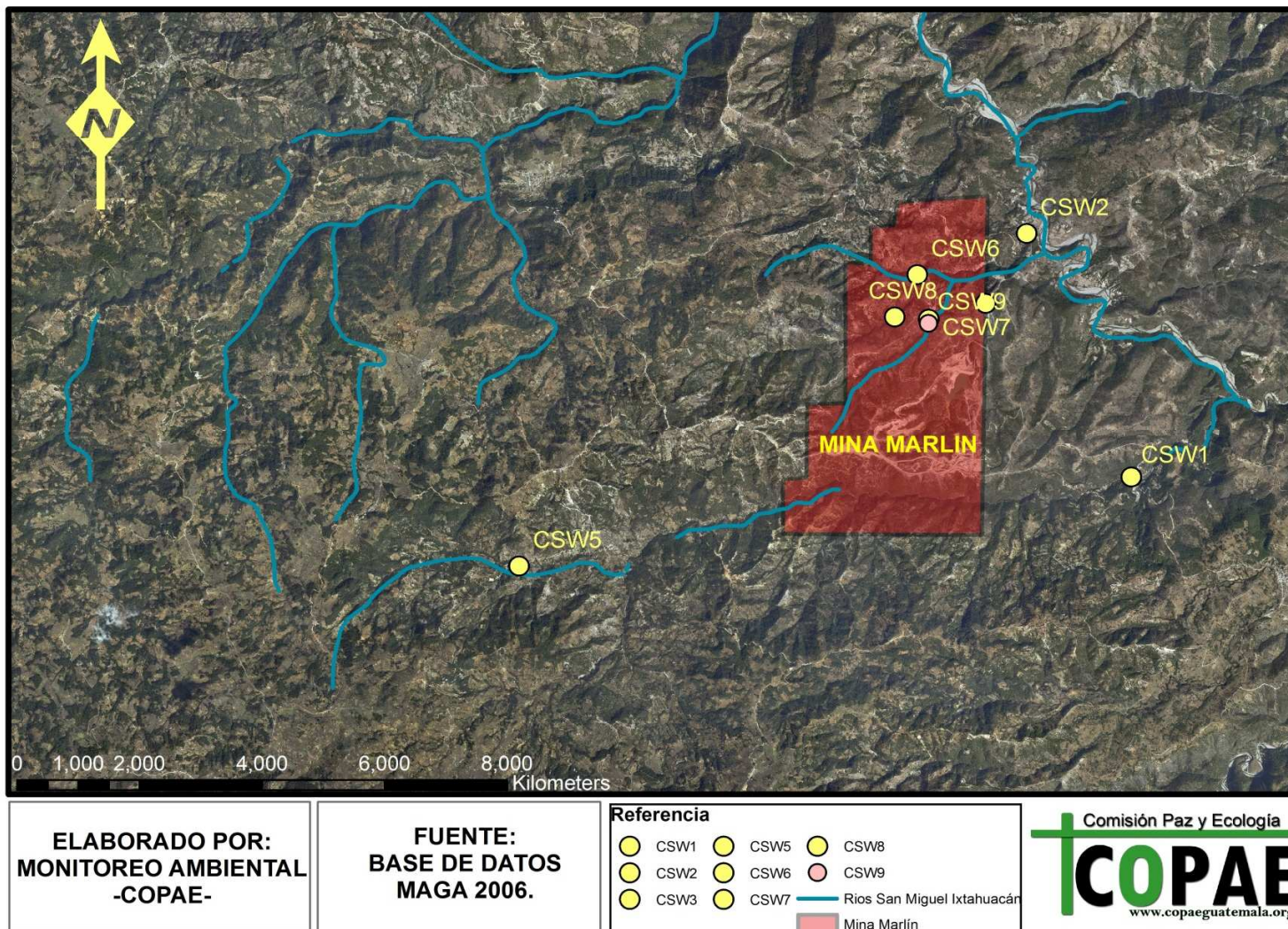
¹ CSW significa: COPAE Surface Water (Agua Superficial desde COPAE)

- ✓ Los otros dos puntos (CSW2 y CSW3) se encuentran abajo del dique de colas y antes de unirse al río Cuilco, ya que serían los primeros en recibir contaminación, al momento de existir una descarga, una fuga, lixiviación o infiltración desde el dique.
- 2 puntos arriba del centro de operaciones de la mina, donde no hay vertidos químicos, para comparar los resultados con los de las aguas abajo de la mina (CSW5 y CSW6).
- Para el siguiente estudio se añadieron tres puntos más de monitoreo CSW7, CSW8 y CSW9, en la parte media y parte alta del Riachuelo Quivichil para contar con datos comparativos.
- Selección de 6 puntos de monitoreo en nacimientos de agua para conocer su calidad, los cuales están ubicados alrededor de la mina Marlin. En el punto número 1 (CP1), ya no se continuo con el monitoreo a partir de marzo, debido a que al propietario del pozo empezó a trabajar en la mina y ya no permitió la continuidad del monitoreo.
- A partir de noviembre de 2012 ya no se continuo con el monitoreo y análisis de muestras por el terremoto sucedido que afecto el Departamento de San Marcos. Los muestreos y análisis se reanudaron en Enero de 2013.

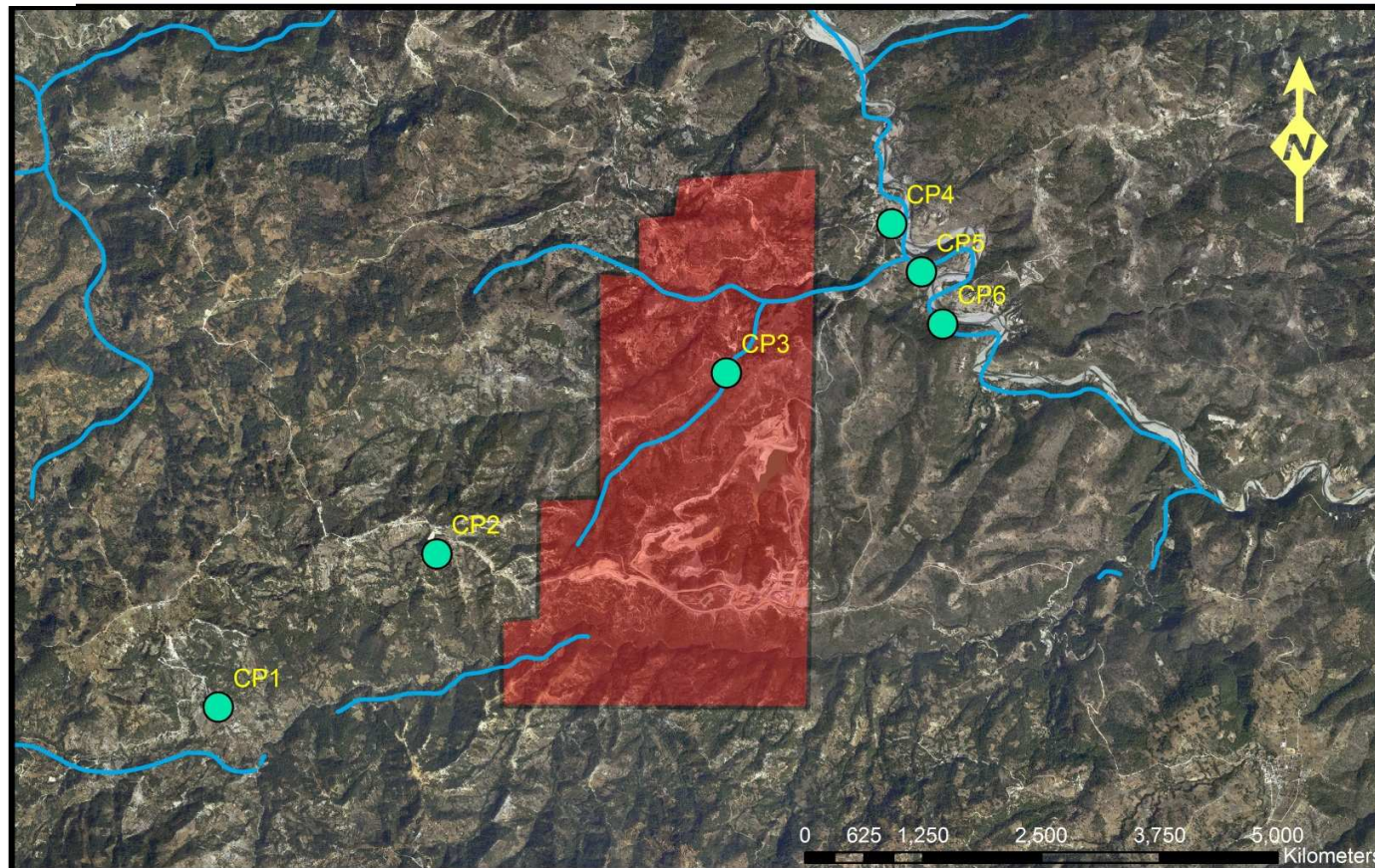
Tabla 3: Descripción de puntos de muestreo

Punto No.	Lugar	N	WO	altitud
CP1	Aldea Chininhuitz	15°13'02.4"	91°44'45.3"	2260
CP2	Aldea Agel	15°13'58.8"	91°43'00.9"	2316
CP3	San José Ixcaniche	15°15'01.1"	91°41'18.4"	1885
CP4	aldea Siete Platos	15°15'53.0"	91°40'19.9"	1636
CP5	aldea Siete Platos	15°15'37.1"	91°40'10.3"	1645
CP6	aldea Siete Platos	15°15'23.7"	91°40'06.7"	1669
CSW1	Río Tzalá (parte baja), Aldea Salem, Sipacapa	15°13'76"	91°39'31.9"	1735
CSW2	Riachuelo Quivichil (parte baja), Aldea Siete Platos, San Miguel Ixt.	15°15'87.9"	91°40'41.5"	1669
CSW3	Quebrada Seca, Aldea San José Ixcaniche, San Miguel Ixt.	15°15'13.4"	91°40'76.1"	1834
CSW5	Río Tzalá (parte alta) Caserío Chinihuitz, San Miguel Ixt.	15°12.8'	91°45'0.19"	2285
CSW6	Quebrada Xac, Aldea San José Ixcaniche, San Miguel Ixt.	15°15'31.7"	91°41'24.8"	1800
CSW7	Riachuelo Quivichil (parte media), Aldea San José Ixaniche, San Miguel Ixt.	15°15'28.8"	91°41'24.5"	1807
CSW8	Riachuelo Quivichil (parte alta), Aldea San José Ixcaniche, Sn. Miguel Ixt.	15°15'06.2"	91°41'37.1"	1870
CSW9	Riachuelo Quivichil (parte alta), Aldea San José Ixcaniche, San Miguel Ixt.	00372346	01686738	1881

MAPA 2: Puntos de muestreo de aguas superficiales -COPAE-



MAPA 3: puntos de muestreo de nacimientos de agua -COPAE-



Elaborado por:
Monitoreo Ambiental
-COPAE-

FUENTE:
Base de datos
MAGA 2006

Referencia

- Puntos de muestreo de nacimientos
- Rios
- Mina Marlin

5.3.2. Muestreo

La toma de muestras se realizó una vez al mes, con el apoyo de promotores comunitarios capacitados como a continuación se describe:

5.3.2.1. Toma de datos in Situ

- Con equipo de medición de campo (conductivimetro, pHmetro y termómetro) se tomó en el cuerpo de agua:
 - ✓ Temperatura
 - ✓ Conductividad eléctrica
 - ✓ pH
- A través de la observación directa se describió:
 - ✓ Presencia de sol
 - ✓ Transparencia
 - ✓ Olor
 - ✓ Presencia de espuma
 - ✓ Presencia de insectos y peces

21

5.3.2.2. Toma de la muestra

- Buscar el punto del río con más corriente
- Utilizando guantes estériles de látex tomar un frasco plástico estéril, el cual debe ser lavado tres veces (llenándolo y vaciándolo) con el agua del río, poniendo la boca de éstos contra la corriente para evitar que los guantes contaminen el frasco.
- De la misma forma coleccionar la muestra, llenando nuevamente el frasco.
- Repetir el procedimiento con otro frasco y agregarle ácido nítrico (HNO_3) hasta llevar la muestra a un pH entre 5 y 6.
- Repetir el procedimiento con otro frasco y agregarle ácido clorhídrico (HCL) hasta llevar la muestra a un pH 2; para análisis de arsénico.
- Rotular el frasco con los siguientes datos:
 - ✓ Nombre del punto
 - ✓ Fecha
 - ✓ Hora
 - ✓ Anotar si se le agregó ácido nítrico o ácido clorhídrico.

Los datos colectados del muestreo se encuentran anotados en las boletas de toma de muestras en el campo.

Las muestras colectadas fueron conservadas en una hielera a una temperatura promedio de 5 grados centígrados, para luego ser trasladadas a la cabecera Municipal de San Marcos donde se realizó la fase de análisis y otra parte de las muestras se trasladó a los laboratorios externo para su respectivo análisis.

5.3.3. Análisis de Laboratorio

22

Los análisis para determinar los metales pesados se iniciaron en el laboratorio de COPAE en la cabecera Departamental de San Marcos un día después de la toma de las muestras.

5.3.3.1. Calibración del equipo

Antes de iniciar los análisis físico-químicos, se procedió a calibrar cada instrumento de medición como a continuación se describe:

- El conductivímetro con una solución calibradora 1314 $\mu\text{S}/\text{cm}$
- El pHmetro con una solución buffer pH 7, solución buffer pH 4.01, o solución buffer pH 10.

5.3.3.2. Análisis Físico-Químicos

a. Análisis Físicos

Con el equipo previamente calibrado se llevó a cabo la toma de los siguientes datos:

- pH
- Conductividad eléctrica
- Temperatura

b. Análisis Químicos

Para la realización de análisis a través de espectrofotometría, se utilizó un espectrofotómetro DR 2800 marca Hach y los reactivos correspondientes. Se pudo determinar la presencia y la concentración de nitratos, sulfatos y los siguientes metales en las diferentes muestras de agua:

- Hierro
- Cobre
- Aluminio
- Zinc
- Manganeseo
- Níquel
- Cadmio

En el caso del níquel y el cadmio se iniciaron a analizar a partir del año 2012.

La alcalinidad y dureza se midieron a través de un método colorimétrico.

El arsénico a través de kits de pruebas rápidas de papel.

A las muestras conservadas con ácido nítrico (HNO_3) se les realizó el análisis de metales pesados (hierro, cobre, zinc, manganeso, níquel, cadmio y aluminio), a las muestras conservadas con ácido clorhídrico (HCL) se les analizó arsénico, a las muestras que no se les agregó ningún aditivo se les analizó sulfatos, nitratos, alcalinidad, pH y conductividad eléctrica. Es importante mencionar que las muestras analizadas no fueron filtradas.

5.3.4. Interpretación de Resultados

Para realizar la interpretación de los resultados obtenidos de los análisis físico-químicos realizados, se utilizaron los parámetros establecidos por las normas y leyes nacionales e internacionales.

6. RESULTADOS, DISCUSIÓN E INTERPRETACIÓN DE ANÁLISIS

Los siguientes resultados se basan en el estudio realizado durante el período comprendido entre los años 2007 y 2012.

Los límites máximos permisibles que aparecen en los gráficos, fueron tomados de los valores establecidos por la Guía del Banco Mundial para minería a cielo abierto, algunos de la Agencia de Protección del Medio Ambiente de los Estados Unidos y de la Norma Guatemalteca Obligatoria para el Agua Potable.

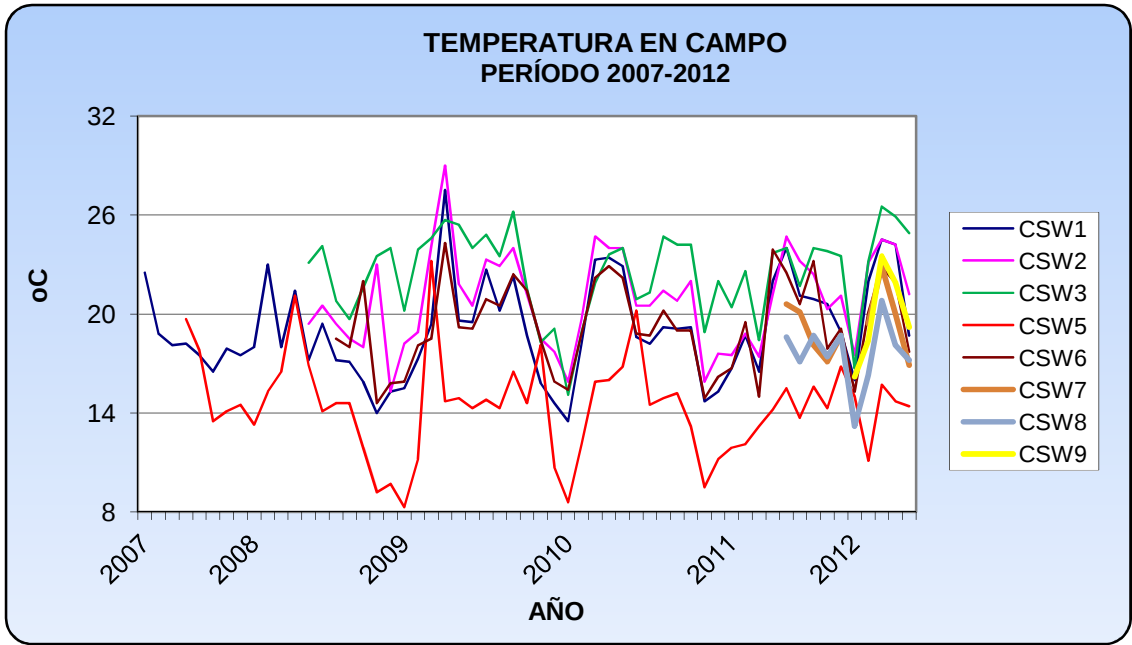
Los cuadros con los resultados se anexan al presente documento.

6.1. Resultados de análisis físico químicos de aguas superficiales (Ríos Tz'alá y Quivichil)

6.1.1. Temperatura

En el gráfico 1 se puede observar el comportamiento de la temperatura en los ocho puntos de muestreo, en donde las mediciones tomadas siguen el patrón anual de temperatura, presentándose las más bajas durante los meses de octubre, noviembre, diciembre, enero y febrero, que corresponden a la época más fría del año en el Departamento de San Marcos.

Gráfico 1. Temperatura medida en 8 puntos de monitoreo.

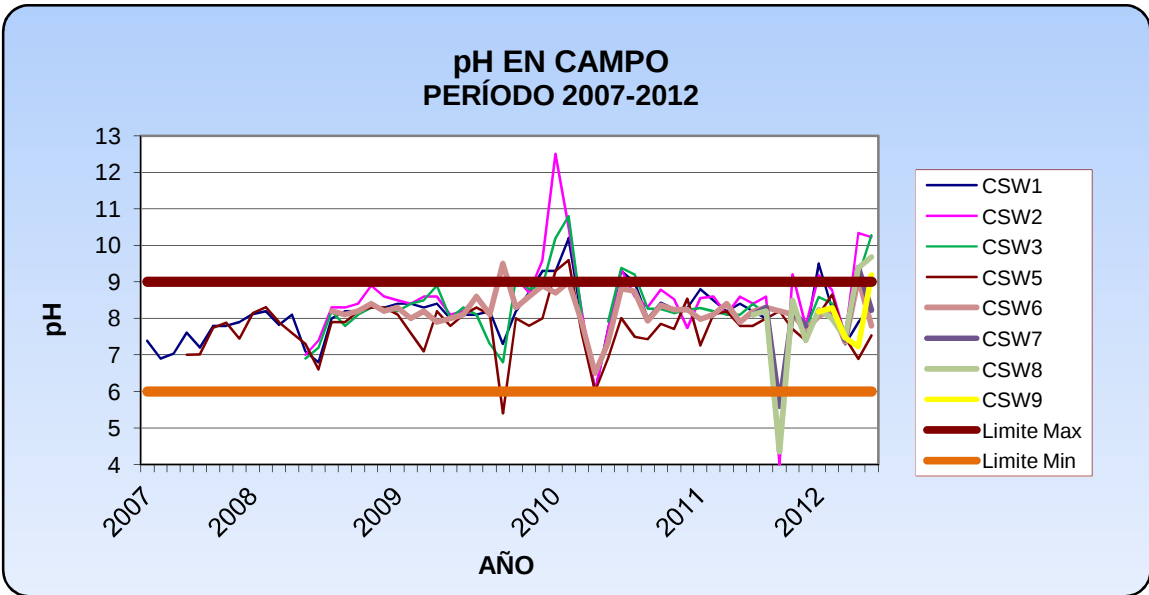


El punto CSW3 muestra la temperatura más alta que en los demás puntos durante la mayor parte del año, debido a que el caudal de este riachuelo es muy pequeño y las horas de monitoreo se realizaron a horas cercanas al medio día. El punto CSW5 mantiene temperaturas más bajas que los otros puntos de monitoreo debido a que el lugar de monitoreo se encuentra en una de las regiones más altas, muy cercanas al nacimiento del río y regularmente se realizaron los muestreos durante las primeras horas de la mañana. El comportamiento y patrón de la temperatura se mantiene constante en cada punto de monitoreo dependiendo de la época del año.

6.1.2. Potencial de Hidrogeno (pH)

Los resultados obtenidos de los 8 puntos de monitoreo (grafico 2), presentan una disminución en el mes de julio de 2011, donde hubo una disminución en el pH (ácido) en los puntos CSW2, CSW3, CSW7 y CSW8, todos correspondientes a las aguas del Riachuelo Quivichil y la quebrada seca abajo de la Mina Marlin. Durante los meses de enero y febrero de 2010 en los puntos CSW1, CSW2 y CSW3 se mostró un incremento en el pH sobrepasando los niveles máximos permisibles. La única explicación para ello es una descarga de aguas del dique de colas con un pH alto hacia los efluentes de la quebrada y riachuelo Quivichil (CSW2 y CSW3).

Grafico 2. pH de 7 puntos de monitoreo medido en el campo.



NOTA: Los límites máximos y mínimos que se presentan en el gráfico corresponden a las normas establecidas por el Banco Mundial para minería a cielo abierto.

Es muy importante para este estudio a futuro, conocer las fechas (día y hora) en que la mina Marlin realizará la descarga de las aguas del dique de colas a los efluentes del riachuelo Quivichil que desemboca en el Río Cuilco, para hacer el análisis de las aguas en ese momento.

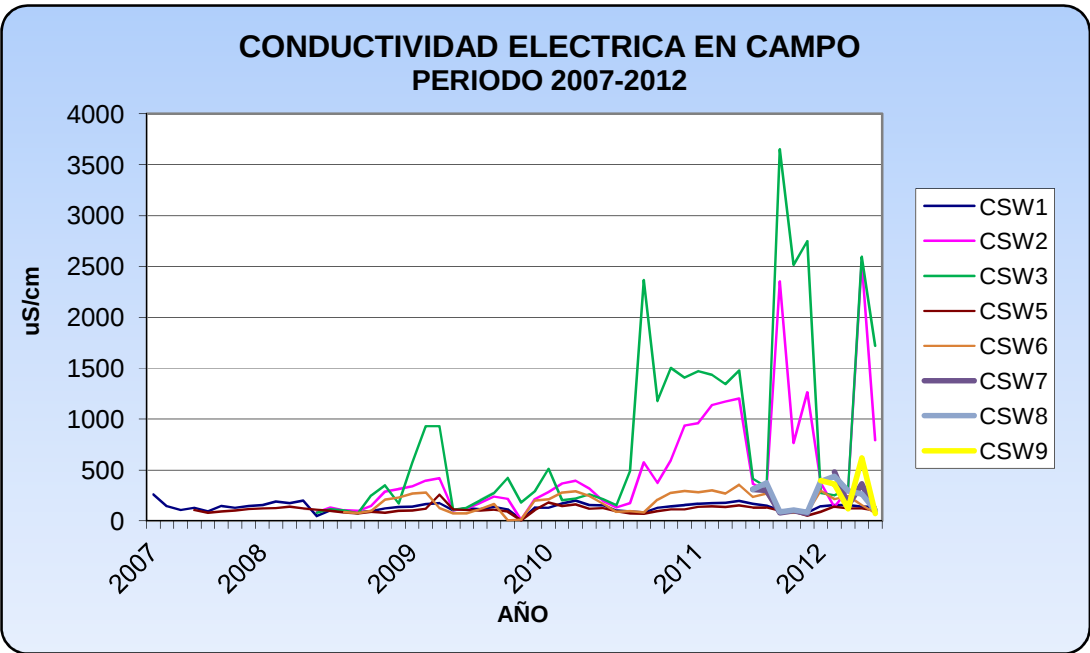
6.1.3. Conductividad Eléctrica (CE) en el campo

En el gráfico 3 se puede observar que los puntos que muestran una mayor conductividad eléctrica son el CSW2 y CSW3, el cual se empezó a incrementar a finales del año 2008, llegando a puntos llegando a cantidades que van desde los 2,500 a 3,500 $\mu\text{S}/\text{cm}$. Esto es un indicador que en ambos puntos, existe una mayor cantidad de sales disueltas o metales pesados disueltos en el agua. El punto CSW3 influye directamente en los resultados del punto CSW2, puesto que las aguas del CSW3 o quebrada seca del río Quivichil es afluente del CSW2.

A partir del año 2010 los valores de CSW2 y CSW3 sobrepasaron los límites máximos permisibles registrados en la Norma Guatemalteca Obligatoria para el Agua Potable, siendo la única norma que presenta un límite máximo permisible de este parámetro, el cual es de 1,500 $\mu\text{S}/\text{cm}$. Este incremento se debe a las descargas realizadas del agua presente en el dique de colas. El 31 de julio de 2011 se realizó una descarga del agua del dique de colas por parte de la empresa minera con observadores del Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales.

27

Grafico 3. Conductividad eléctrica de 8 puntos de monitoreo medida en el campo

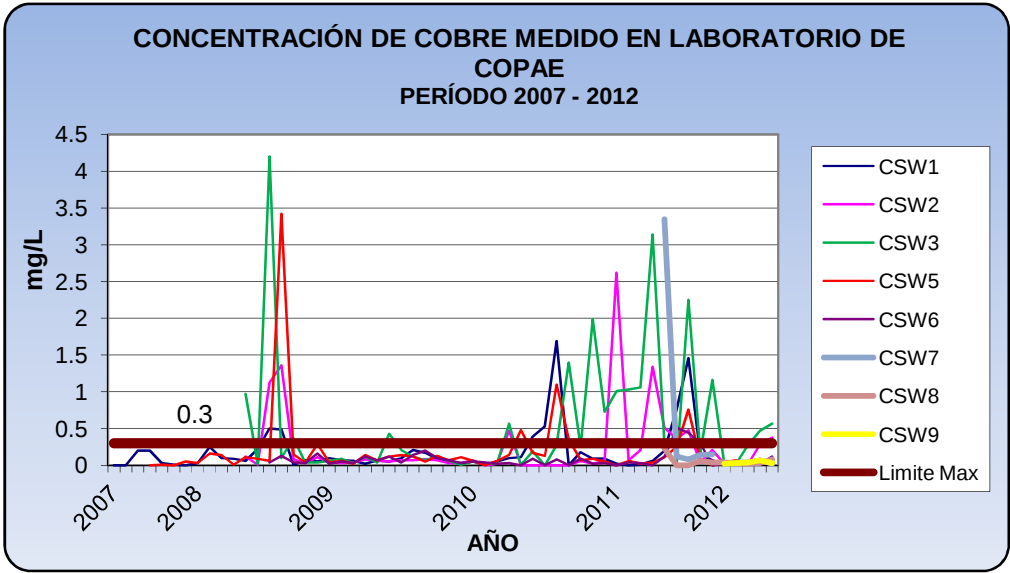


La conductividad eléctrica en los demás puntos de monitoreo presenta un comportamiento similar durante el período de estudio.

6.1.4. Cobre

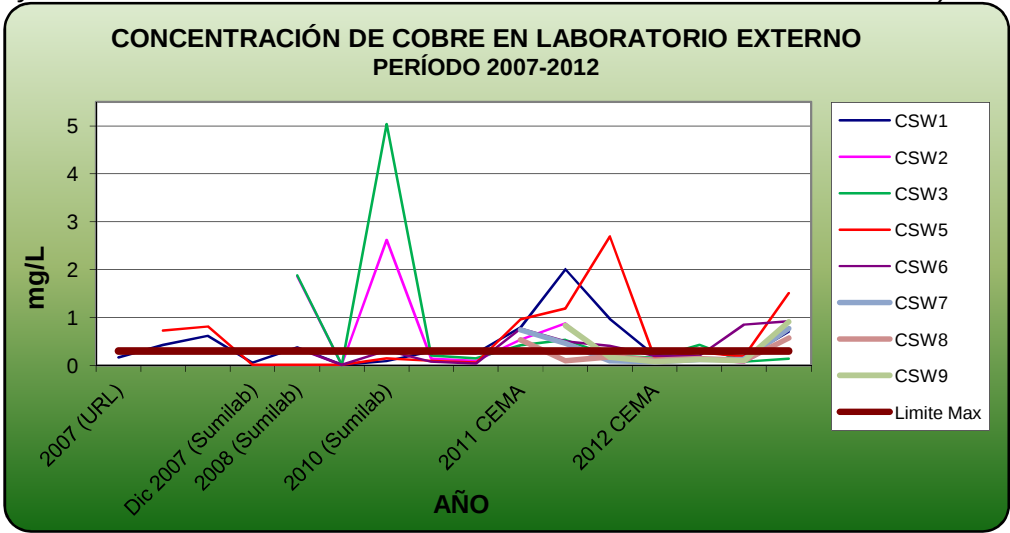
En el gráfico 5 se puede observar que a finales del año 2008 las concentraciones de Cobre en los puntos de muestreo CSW2, CSW3 y CSW5 presentaron concentraciones arriba del límite máximo permisible (0.3 mg/L). A finales del año 2010 al año 2012 los resultados del análisis del cobre en el punto SCW3 (quebrada seca abajo del dique de colas) tiende a presentar concentraciones altas y por arriba del límite máximo permisible, debido a las descargas de aguas del dique de colas o filtración en esta zona, esta concentración repercute en la concentración de cobre en el Ríachuelo Quivichil (CSW2) donde desemboca la quebrada presentando también concentraciones altas de cobre por arriba de lo permisible. De acuerdo a los resultados presentados por los laboratorios externos, en mayo del año 2010 los puntos CSW2 y CSW3 presentaron valores por arriba de límite permisible, estos datos varían con los de COPAE que presentan valores dentro del rango permisible en este mes. El río Tzalá presenta valores por arriba de lo permisible tanto en la parte alta como en la parte abajo de la mina Marlin en dos veces del monitoreo realizado; una en el año 2010 y otra en el año 2011. Este último también lo registra el laboratorio del Centro de Estudios del Mar y Acuicultura de la Universidad de San Carlos de Guatemala, CEMA de aquí en adelante.

Grafico 4. Concentraciones de Cobre en 8 puntos de monitoreo medidos en el laboratorio de COPAE



NOTA: Los límites máximos que se presentan en el gráfico corresponden a las normas establecidas por el Banco Mundial para minería a cielo abierto.

Grafico 5. Concentraciones de Cobre en 8 puntos de Monitoreo medidas en el laboratorio externo (Sumilab, Universidad Rafael Landívar –URL- y Centro de Estudios del Mar y Acuicultura de la Universidad San Carlos de Guatemala –CEMA-)



NOTA: Los límites máximos que se presentan en la grafico corresponden a las normas establecidas por el Banco Mundial para minería a cielo abierto.

6.1.5. Hierro

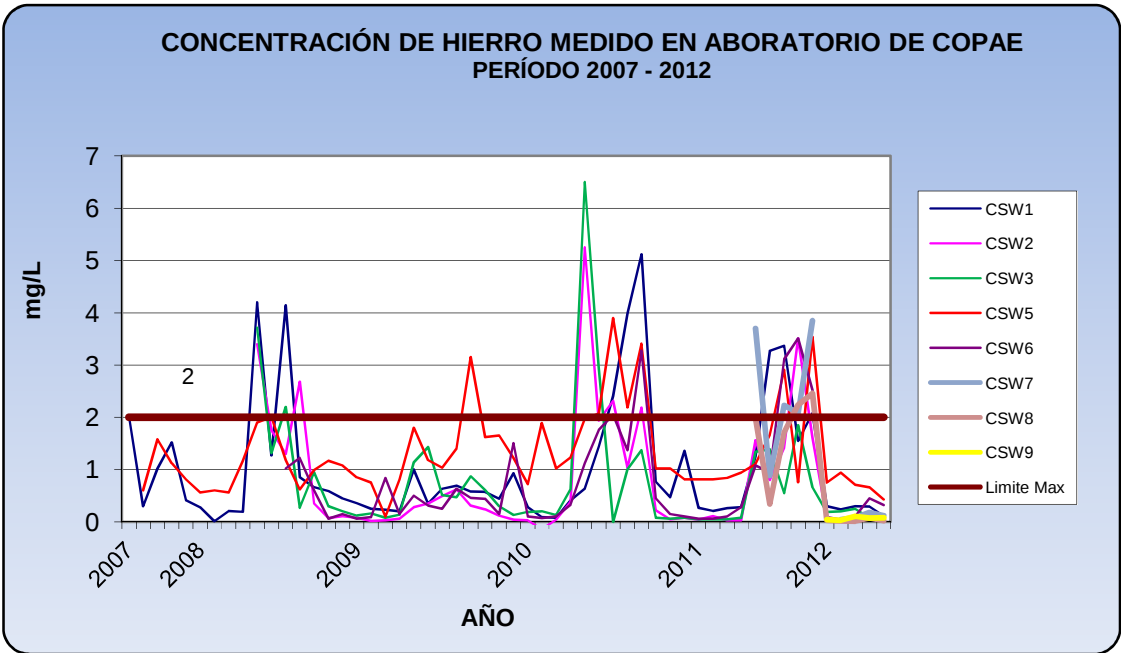
El gráfico 6 muestra que los resultados obtenidos en el punto CSW1 (río Tzalá parte baja) presenta concentraciones de hierro por arriba del límite máximo permisible por las normas del Banco Mundial para minería a cielo abierto. Las concentraciones arriba del límite se presentaron cuatro veces durante los cinco años y su comportamiento es muy similar al del punto CSW5 (río Tzalá parte alta), lo que nos indica que por naturaleza el río Tzalá tiene presencia del ion hierro.

Este metal es el segundo elemento más abundante de la corteza terrestre, lo cual da lugar a que el agua de los ríos presenten ciertas concentraciones en miligramos por litro de hierro disuelto a un rango de pH entre 6.5 y 8.5 (Hem, 1985). , tal es el caso de los puntos CSW1, CSW2, CSW3, CSW5 y CSW7 en donde se presentaron concentraciones de hierro arriba del límite en el año 2011 y 2012.

El CEMA también determino presencia de iones hierro en los puntos CSW2, CSW6, CSW7 y CSW9 durante el análisis realizado en el mes de julio de 2012, por arriba del límite permisible por el Banco Mundial para minería a cielo abierto.

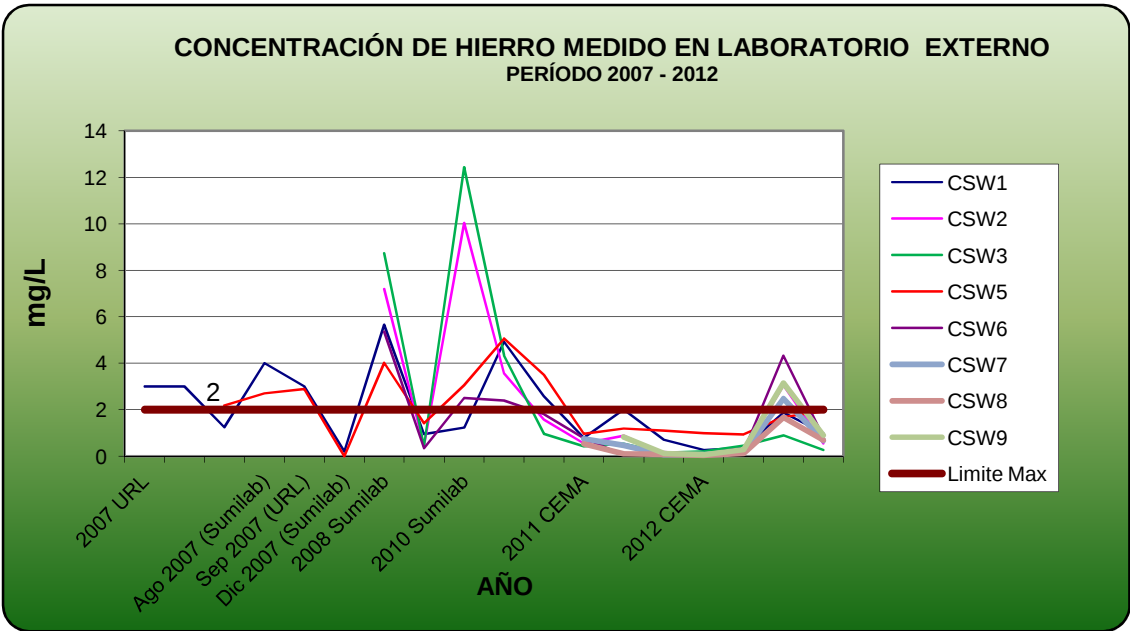
El grafico 9, muestra los resultados de los análisis realizados en el laboratorio SUMILAB, que también demuestra la presencia de hierro en los puntos CSW1, CSW2, CSW3 y SW5. Los valores se encuentran por encima de los límites máximos permitidos por el Banco Mundial para minería a cielo abierto. Estos resultados corresponden al año 2010 que coincide con los resultados realizados en el laboratorio de COPAE.

Grafico 6. Concentraciones de Hierro en 8 puntos de monitoreo medidas en el laboratorio de COPAE



NOTA: Los límites máximos que se presentan en la gráfica corresponden a las normas establecidas por el Banco Mundial para minería a cielo abierto.

Grafico 7. Concentraciones de Hierro en 8 puntos de Monitoreo medidas en laboratorio Externo.



NOTA: Los límites máximos que se presentan en la gráfica corresponden a las normas establecidas por el Banco Mundial para minería a cielo abierto.

6.1.6. Aluminio

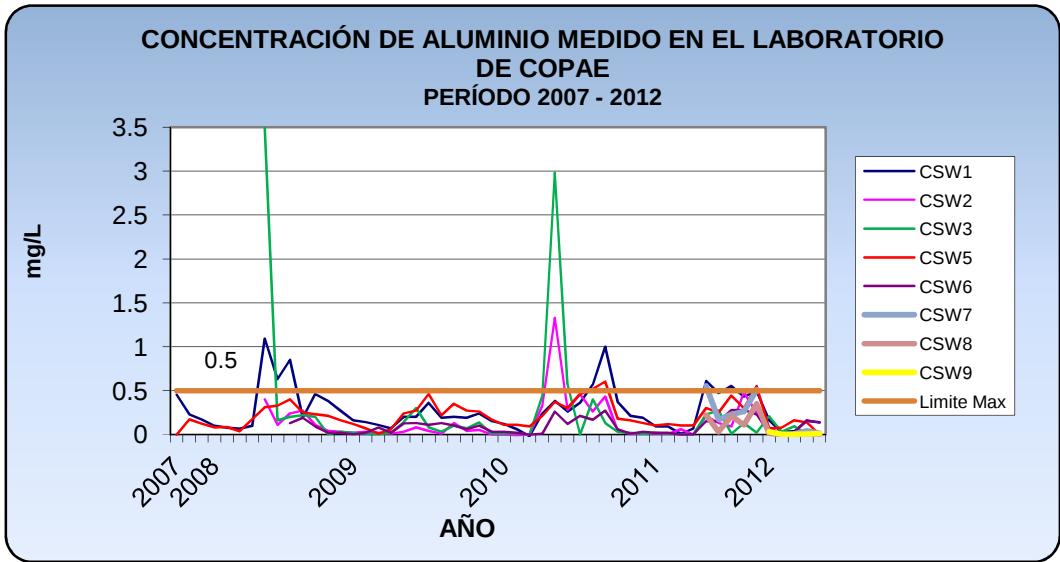
El límite máximo permitido para aluminio no aparece establecido en las normas del Banco Mundial para minería a cielo abierto por lo que se utilizó la de la Organización Mundial de la Salud, que a pesar de su límite establecido se encuentra por arriba del límite máximo permitido por la norma Guatemalteca para agua potable y de las normas internacionales de Estado Unidos para el medio ambiente.

El Gráfico 8 muestra que en todos los puntos de monitoreo alrededor de la mina Marlin se encuentra la presencia del ion aluminio por su misma naturaleza. Sin embargo solamente en los puntos CSW1, CSW2 y CSW3 (ríos Tzalá, quebrada seca abajo del dique de colas y río Quivichil) debajo de la mina Marlin, sobrepasan los límites máximos permisibles por la Organización Mundial de la Salud. Esta presencia se da en la época más lluviosa en los años 2008 y 2010, lo que se atribuye al lavado de minerales en las rocas expuestas al ambiente por la operación minera y que se encuentran susceptibles a la lluvia.

Es importante mencionar, que estos resultados también tienen influencia de las características geológicas de la región, en donde los suelos son ricos en minerales, lo que incrementa la probabilidad de encontrar altas concentraciones de algunos de estos en el agua, dependiendo de la capacidad de disolución de ésta. Según Hem (1985), el Aluminio es el tercer elemento más abundante de la corteza terrestre, lo cual hace que las aguas naturales tengan grandes posibilidades de disolverlo.

La tendencia de la presencia del aluminio es el de mantenerse dentro del rango establecido durante el año 2011 y 2012 observándose un aumento en sus cantidades en la época lluviosa del año 2011.

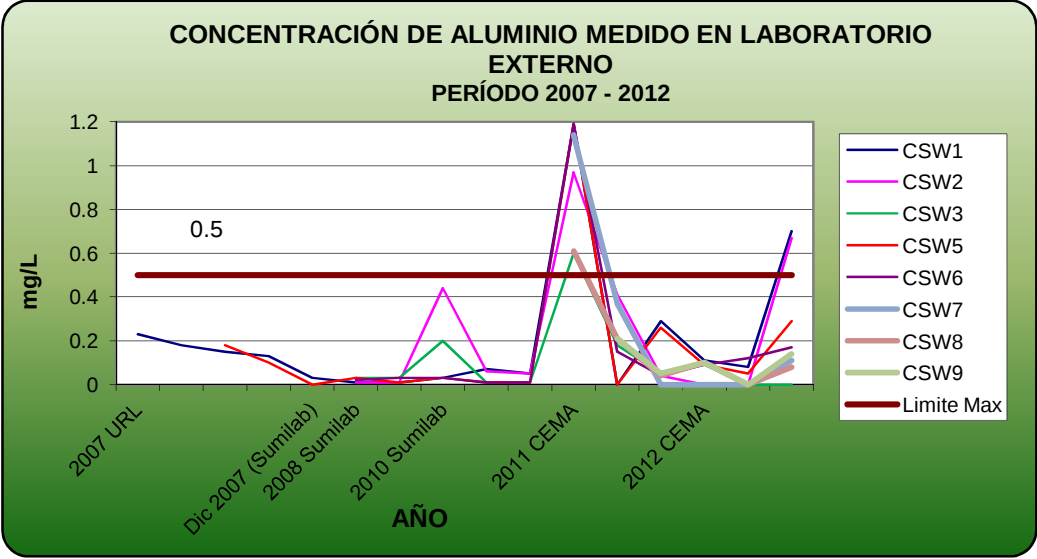
Grafico 8. Concentraciones de Aluminio en 8 puntos de monitoreo medidas en el Laboratorio de COPAE



NOTA: Los límites máximos que se presentan en la gráfica corresponden a la Organización Mundial de la Salud.

En uno de los análisis realizados en el año 2011 en el laboratorio externo del CEMA, se reportan valores por arriba de lo permitido en los puntos CSW1, CSW2, CSW3, CSW7, y CSW8 debajo de la mina Marlin y en el 2012 un aumento por arriba de los límites en los puntos CSW1 y CSW2. Estos valores altos coinciden en la época lluviosa del año 2011 (Grafico 9).

Grafico 9. Concentraciones de Aluminio en 8 puntos de monitoreo medidas en laboratorio externo.



NOTA: Los límites máximos que se presentan en la gráfica corresponden a la Organización Mundial de la Salud.

6.1.7. Manganeseo

El límite máximo permitido para Manganeseo no aparece establecido en las normas del Banco Mundial para minería a cielo abierto por lo que se utilizó la norma Guatemalteca para agua potable, que a pesar de su límite establecido se encuentra por arriba del límite máximo permitido por la Organización Mundial de la Salud y de las normas internacionales de Estado Unidos para el medio ambiente.

En el gráfico 10, se puede observar la dinámica de la concentración de este metal en los 8 puntos de muestreo. El manganeseo se empieza a observar en mayores cantidades en todos los puntos de monitoreo, especialmente en la época lluviosa de los años 2008, 2010 y 2011.

Sin embargo, en los puntos ubicados abajo de la mina (CSW2 y CSW3), las concentraciones de este metal se presentaron en mayores cantidades por encima de los límites máximos permisibles (0.50 mg/l).

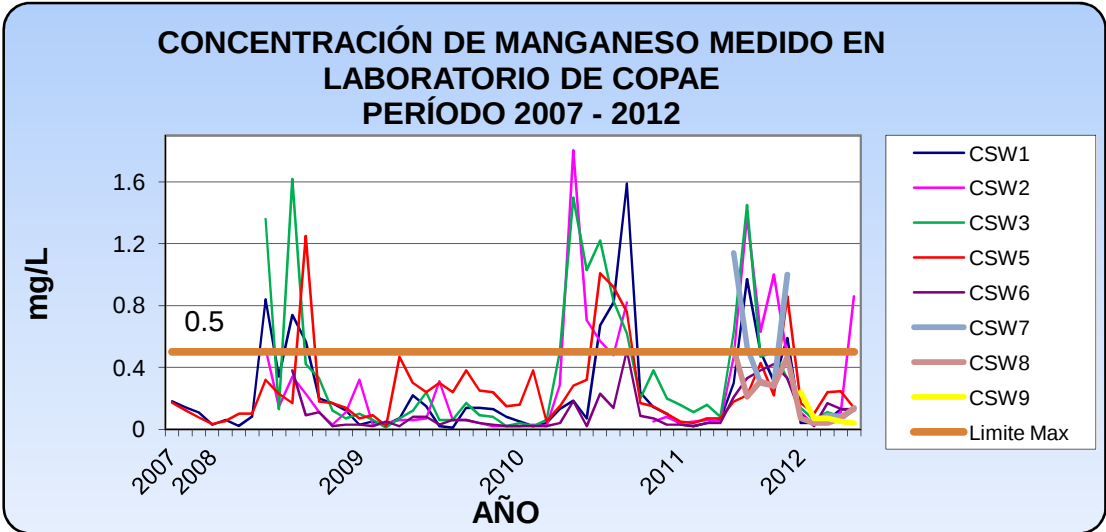
Esto se explica porque además de ser uno de los elementos más abundantes de la corteza terrestre, puede presentar altas concentraciones (hasta mayores de 1 mg/l) en

ríos que han recibido drenajes ácidos provenientes de minería y puede persistir por grandes distancias río abajo desde la fuente de contaminación (Hem, 1985).

El comportamiento del manganeso en el río Tzalá parte alta y parte baja es muy similar, siendo más alta su concentración en la parte baja en las épocas lluviosas.

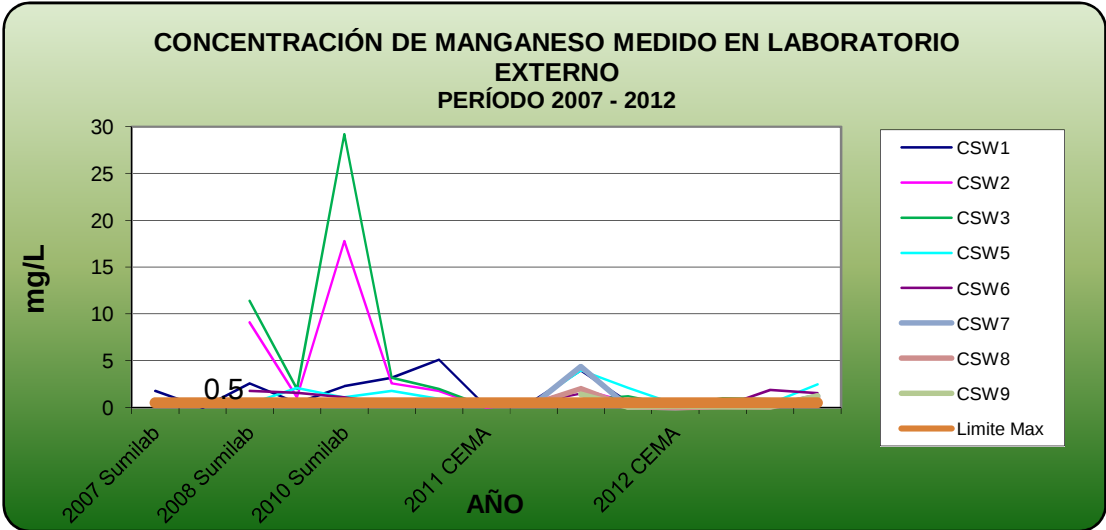
Sumilab presento resultados con valores altos arriba de lo permitido de manganeso en el año 2010 en los puntos CSW 1, 2 y 3 debajo de la mina Marlin y el CEMA en el 2011 en los puntos CSW 5, 7, 8 y 9 respectivamente.

Grafico 10. Concentraciones de Manganeso en 8 puntos de monitoreo medidas en el laboratorio de COPAE



NOTA: Los límites máximos corresponden a las normas establecidas por Guatemala para agua potable.

Grafico 11. Concentraciones de Manganeso en 8 puntos de Monitoreo medidas en laboratorio externo

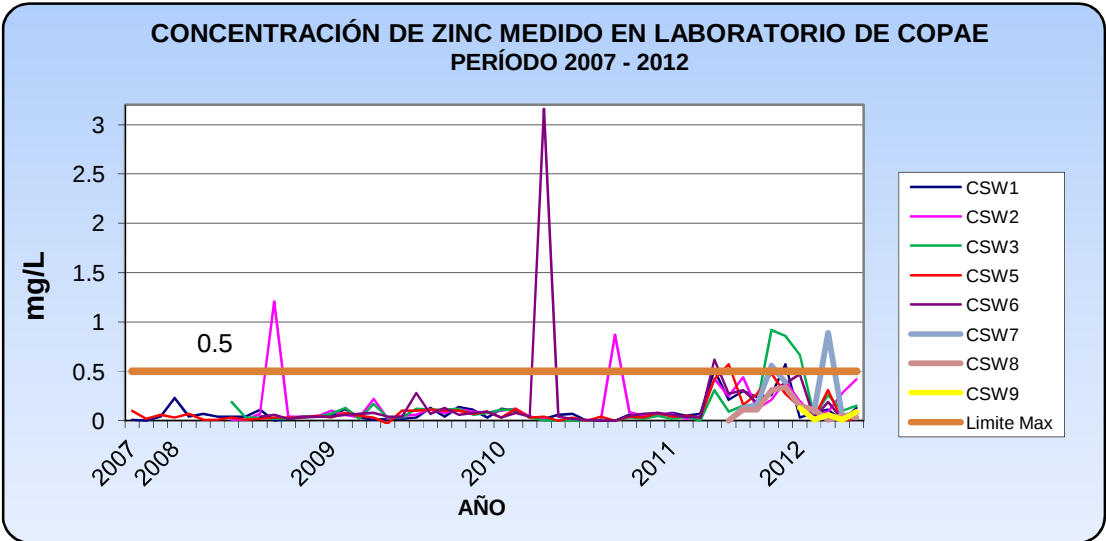


NOTA: Los límites máximos corresponden a las normas establecidas por Guatemala para agua potable.

6.1.8. Zinc

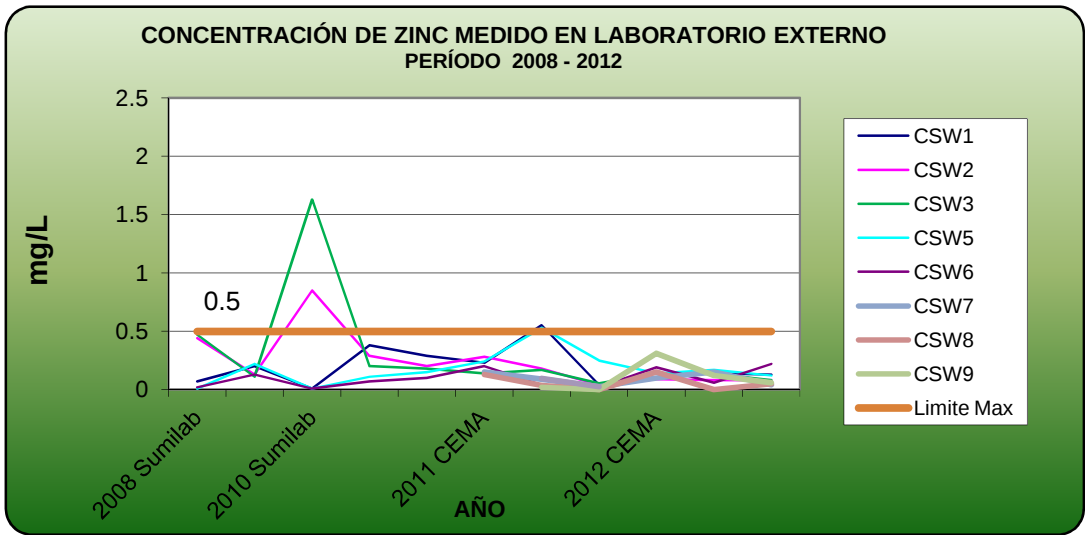
Para el caso de Zinc, en el gráfico 12 se muestra que los puntos CSW 2, 3, 6 y 7 abajo de la mina Marlin presentaron concentraciones arriba de lo permitido por las normas del banco mundial para minería en alguna ocasión durante el estudio. La tendencia es en aumento a partir del año 2011. Los resultados presentados por Sumilab en 2010, mostraron, como se indica en el grafico 13 que los puntos SW 2 y 3 presentan valores arriba de lo permitido.

Grafico 12. Concentraciones de Zinc en 8 puntos de monitoreo medidas en el Laboratorio de COPAE



NOTA: Los límites máximos que se presentan en la gráfica corresponden a las normas establecidas por el Banco Mundial para minería a cielo abierto.

Grafico 13. Concentraciones de Zinc en 8 puntos de monitoreo medidas en Laboratorio Externo

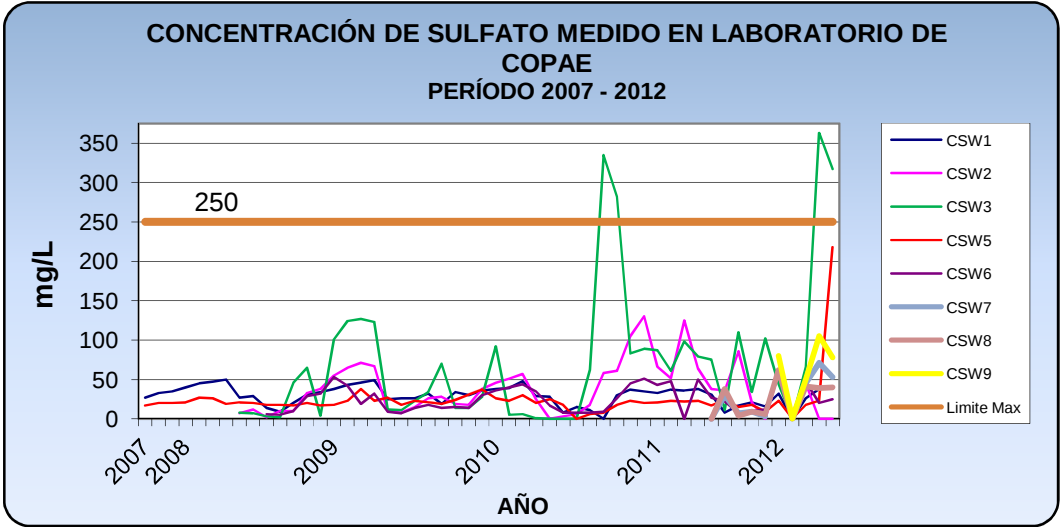


NOTA: Los límites máximos que se presentan en la gráfica corresponden a las normas establecidas por el Banco Mundial para minería a cielo abierto.

6.1.9. Sulfato

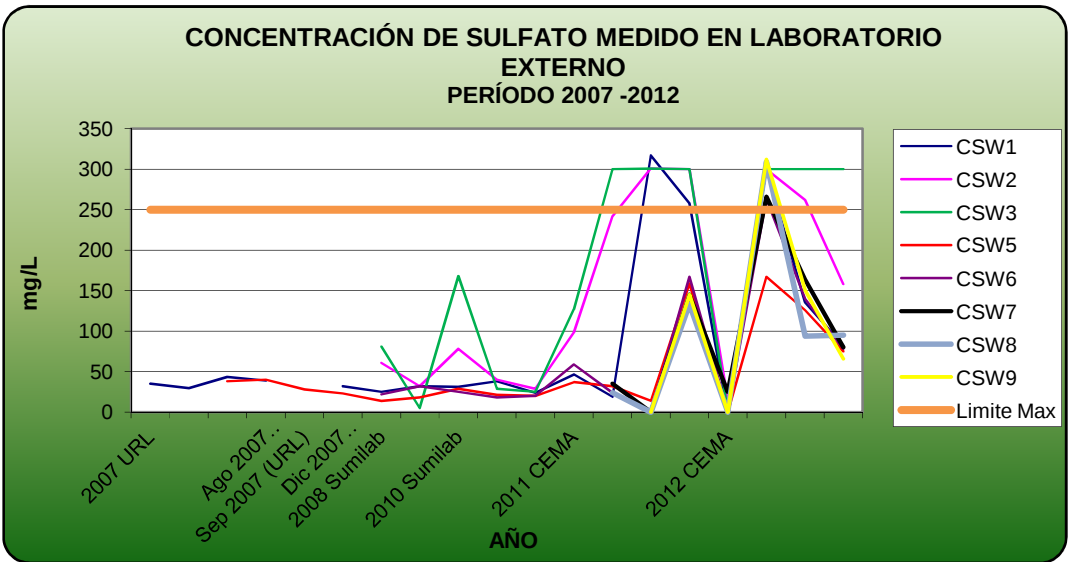
Las concentraciones de sulfato se presentaron por arriba de los límites máximos permitidos por la agencia de protección ambiental y las normas guatemaltecas de agua potable (ver gráfico 14) en el punto CSW3 en dos ocasiones. Los resultados del laboratorio externo CEMA, indicaron concentraciones arriba de lo permitido en los años 2011 y 2012, en los puntos CSW1, 2, 3, 8 y 9.

Grafico 14. Concentraciones de Sulfato en 8 puntos de monitoreo medidas en el Laboratorio de COPAE



NOTA: Los límites máximos corresponden a las normas establecidas por la agencia de protección ambiental de los Estados Unidos y guatemalteca para agua potable.

Grafico 15. Concentraciones de Sulfato en 8 puntos de monitoreo medidas en Laboratorio Externo.

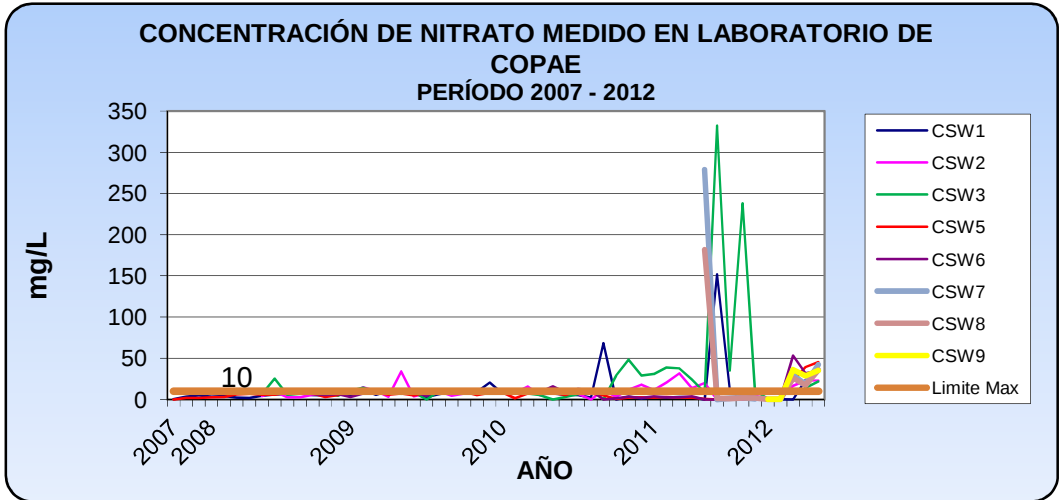


NOTA: Los límites máximos corresponden a las normas establecidas por la agencia de protección ambiental de los Estados Unidos y guatemalteca para agua potable.

6.1.10. Nitrato

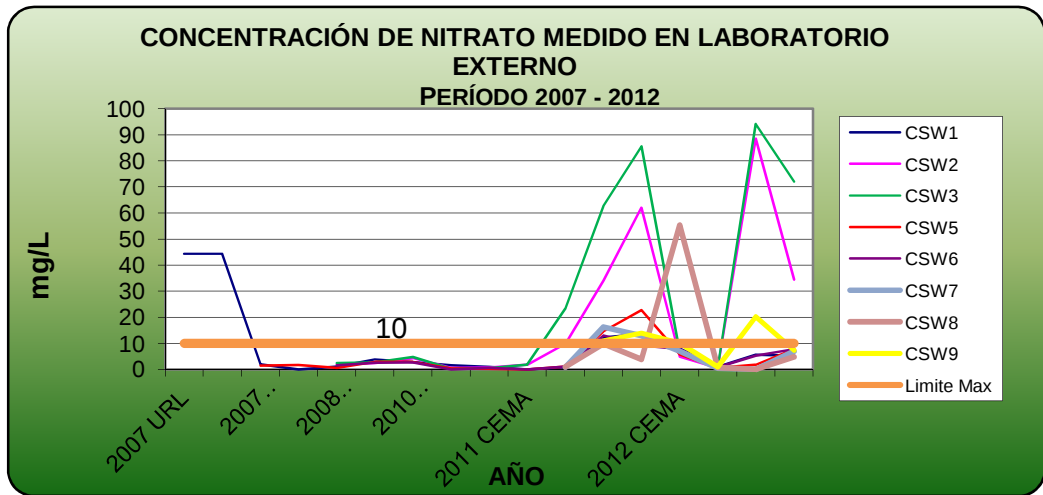
En el gráfico 16 se puede observar que durante el año 2011 en la época lluviosa se presentó una alta concentración de nitratos en los puntos CSW1, 3, 7 y 8 abajo y alrededor del dique de colas. En el 2012 se presentó un incremento en los valores sobrepasando los límites máximos permitidos por las normas establecidas por la agencia de protección ambiental de los Estados Unidos y las normas guatemaltecas para agua potable, en los puntos CSW3, 6, 7, 8 y 9. Durante los años 2011 y 2012, el CEMA reporta alta concentración de nitratos en los puntos CSW2 y 3 abajo del dique de colas y CSW8 a un costado del dique de colas.

Grafico 16. Concentraciones de Nitrato en 8 puntos de monitoreo medidas en el Laboratorio de COPAE



NOTA: Los límites máximos que se presentan en la gráfica corresponden a las normas establecidas por la agencia de protección ambiental de los Estados Unidos y las normas guatemaltecas para agua potable.

Grafico 17. Concentraciones de Nitrato en 8 puntos de monitoreo medidas en Laboratorio Externo



NOTA: Los límites máximos que se presentan en la gráfica corresponden a las normas establecidas por la agencia de protección ambiental de los Estados Unidos y las normas guatemaltecas para agua potable.

6.1.11. Arsénico

El gráfico 18 muestra que se detectó este metal en una ocasión, por arriba de los límites máximos permisibles por el Banco Mundial para minería, en el punto CSW3 en la quebrada seca abajo del dique de colas durante el año 2009, manteniendo valores altos en este punto durante el estudio realizado pero no sobrepasando el límite máximo permitido por el banco mundial. Esto probablemente se debe a las descargas de aguas del dique de colas que contienen este elemento y que influye en el punto CSW2 río Quivichil punto de desembocadura de la quebrada seca. Sin embargo durante la época de estudio no se observó ningún otro dato por arriba de los límites establecidos por el Banco Mundial ni por las normas establecidas por el Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales que han fijado valores permisibles altos para las descargas de aguas residuales industriales, arriba de los fijados por las normas guatemaltecas para agua potable.

El arsénico es un elemento que se encuentra naturalmente en las rocas, y que se libera al momento de subir o bajar el nivel de agua del manto freático, lo cual se da al extraer el agua por medio de pozos mecánicos. Este elemento es transportado a la superficie de la tierra y liberado en el agua utilizada en la operación minera, por lo que la presencia de este elemento se le atribuye a los pozos mecánicos y el agua que utiliza la empresa minera y que es liberada en las aguas superficiales y dique de colas.

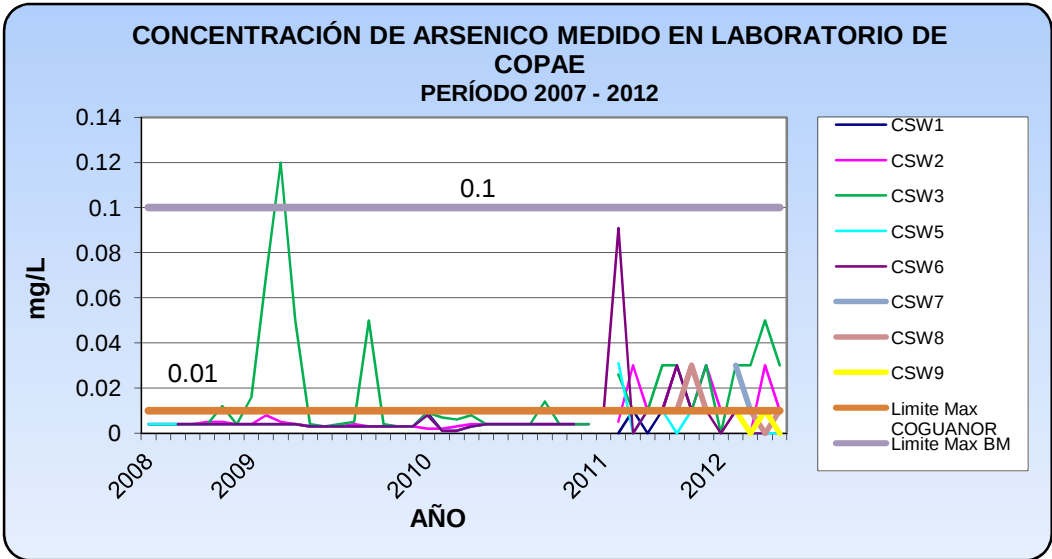
En el punto CSW6 durante el año 2011 presento un valor alto de arsénico (ver gráfico 18) no sobrepasando los límites permisibles del Banco Mundial, pero si los límites establecidos por la agencia de protección ambiental de los Estados Unidos, la organización mundial de la salud y las normas guatemaltecas para agua potable, lo que indica que el agua no es apta para consumo humano, uso en riego y para bebida de animales domésticos.

En los puntos CSW2, 3, 6, 7 y 8, se presentan valores de arsénico por arriba de lo permisible por las normas internacionales establecidas por la agencia de protección ambiental de los Estados Unidos, la organización mundial de la salud y las normas guatemaltecas para agua potable, lo que indica que el agua de estos puntos no es apta para el consumo humano, uso en riego de cultivos y para bebida de animales domésticos, y lo que constituye un riesgo para la salud de las personas y los seres vivos que hacen uso de esta agua.

Los resultados obtenidos en el laboratorio externo CEMA, durante el año 2011 demuestran un incremento del arsénico en 4 puntos de monitoreo (ver gráfico 19), siendo estos el CSW2, 3, 5 y 6 sobrepasando el límite máximo permitido por el Banco Mundial para minería a cielo abierto.

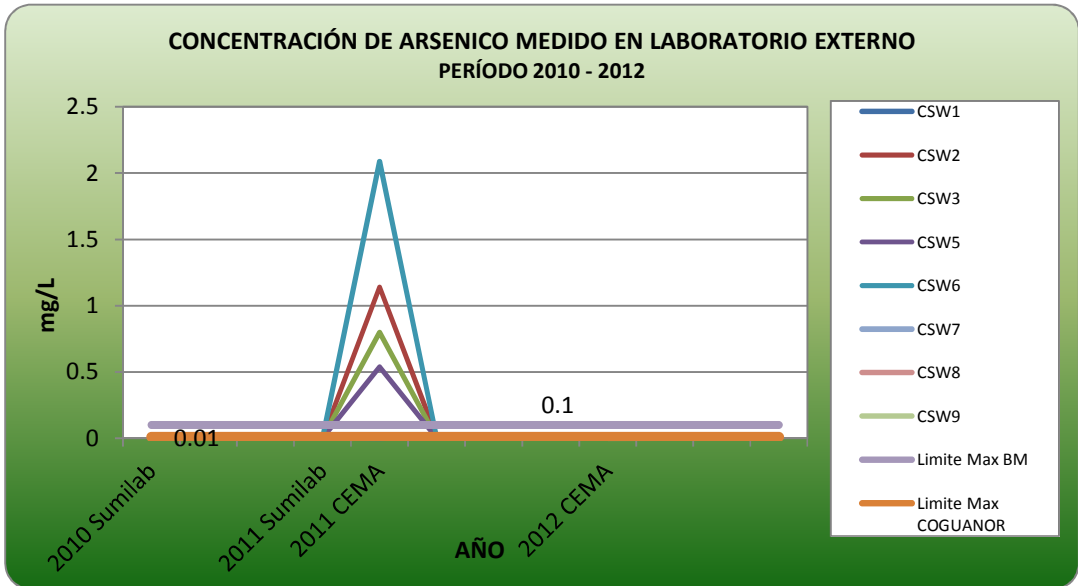
Los puntos SW2 y SW3 aún continúan con presencia alta de arsénico debido a la influencia de las operaciones mineras y las descargas del agua que realizan del dique de colas de la mina Marlin.

Grafico 18. Concentraciones de Arsénico en 8 puntos de monitoreo Medidas en el Laboratorio de COPAE



NOTA: Los límites máximos corresponden a las normas establecidas por la agencia de protección ambiental de los Estados Unidos, la organización mundial de la salud y las normas guatemaltecas para agua potable, siendo esta de 0.01 mg/L y la norma establecida por el Banco Mundial para minería siendo de 0.1 mg/L.

Grafico 19. Concentraciones de Arsénico en 8 puntos de monitoreo medidas en Laboratorio Externo

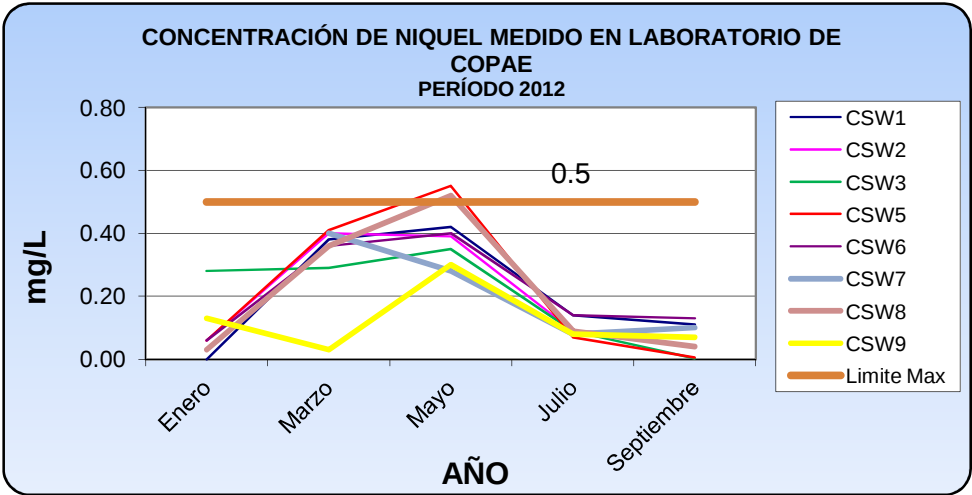


NOTA: Los límites máximos corresponden a las normas establecidas por la agencia de protección ambiental de los Estados Unidos, la organización mundial de la salud y las normas guatemaltecas para agua potable, siendo esta de 0.01 mg/L y la norma establecida por el Banco Mundial para minería siendo de 0.1 mg/L.

6.1.12. Níquel

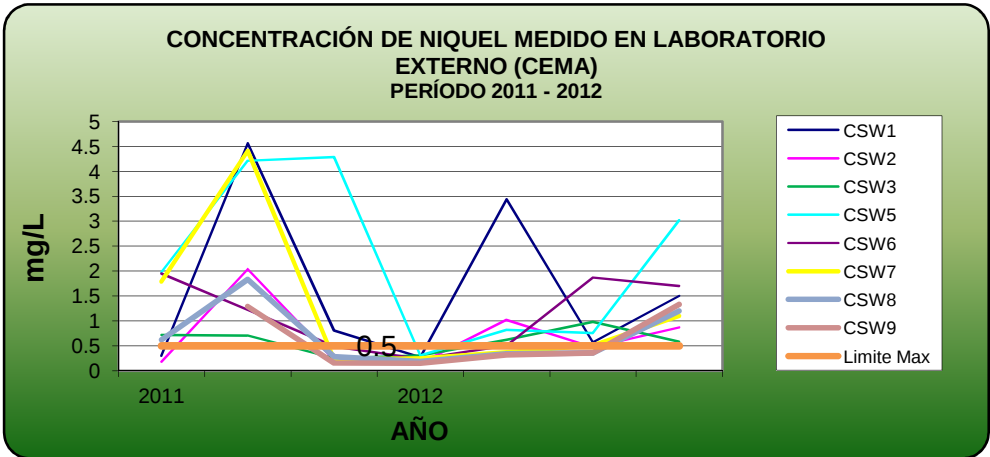
En el gráfico 20 se puede observar que los resultados del análisis del Níquel, en los diferentes puntos de muestreo, tiende a presentar concentraciones abajo del límite máximo permisible (0.5 mg/L) establecido por las normas establecidas por el Banco Mundial para Minería; sin embargo estas sobre pasan por mucho los límites establecidos por la organización mundial de la salud. El laboratorio externo CEMA reporto en sus resultados de los 8 puntos de muestro (grafica 21) valores por arriba de lo establecido por el Banco Mundial para minería. Los datos difieren mucho de los de COPAE por lo que se sugiere continuar con el monitoreo por más tiempo para este elemento y así poder evaluar objetivamente y también mandar a realizar análisis de las aguas a otro laboratorio externo.

Grafico 20. Concentraciones de Níquel en 8 puntos de monitoreo Medidas en el Laboratorio de COPAE



NOTA: Los límites máximos que se presentan en la gráfica corresponden a las normas establecidas por el Banco Mundial para minería a cielo abierto.

Grafico 21. Concentraciones de Níquel en 8 puntos de monitoreo medidas en Laboratorio Externo

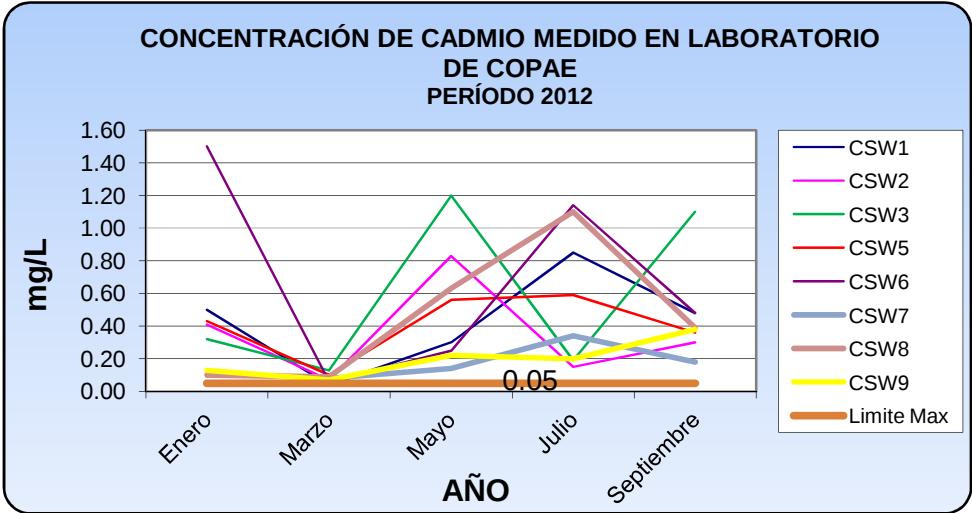


NOTA: Los límites máximos que se presentan en la gráfica corresponden a las normas establecidas por el Banco Mundial para minería a cielo abierto.

6.1.13. Cadmio

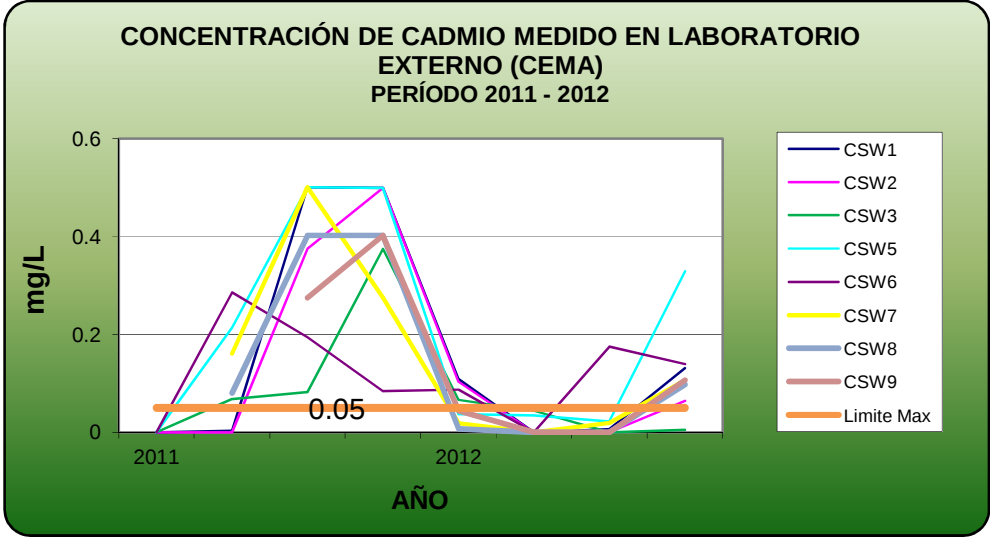
De acuerdo a los resultados encontrados en el laboratorio de COPAE y CEMA, la concentración de Cadmio en todos los puntos de muestreo se encuentra por arriba de las normas establecidas por el Banco Mundial para minería; lo que indica por el momento que es un elemento que se encuentra en concentraciones altas en la zona y generalmente tiene una relación estrecha con el Zinc. Por lo que se recomienda continuar con el estudio de este elemento ya que es muy temprano para hacer una evaluación del comportamiento del metal.

Grafico 22. Concentraciones de Cadmio en 8 puntos de monitoreo Medidas en el Laboratorio de COPAE



NOTA: Los límites máximos que se presentan en la gráfica corresponden a las normas establecidas por el Banco Mundial para minería a cielo abierto.

Grafico 23. Concentraciones de Cadmio en 8 puntos de monitoreo medidas en Laboratorio Externo



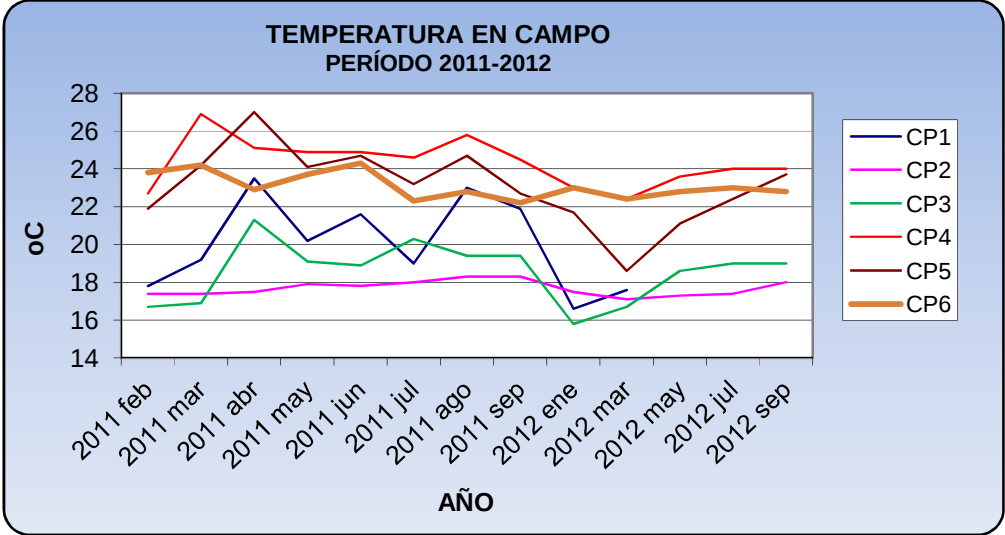
NOTA: Los límites máximos que se presentan en la gráfica corresponden a las normas establecidas por el Banco Mundial para minería a cielo abierto.

6.2. Resultados de análisis físico químicos de aguas de nacimientos

6.2.1. Temperatura

En el gráfico 24 se puede observar el comportamiento de la temperatura en los 6 puntos de muestreo, en donde las mediciones tomadas siguen el patrón anual de temperatura para el caso del departamento de San Marcos y el lugar del muestreo.

Grafico 24. Temperatura medida en 6 puntos de monitoreo.

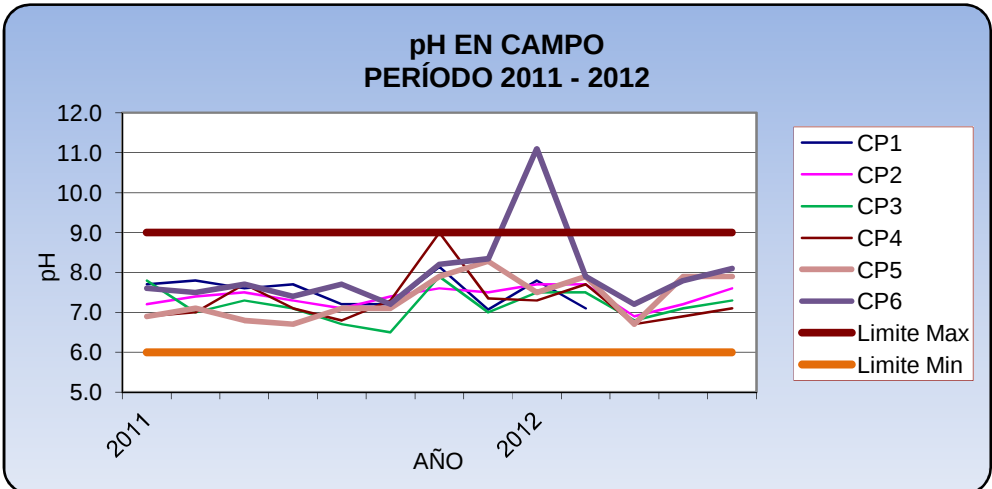


41

6.2.2. Potencial de Hidrogeno (pH)

Los resultados obtenidos muestran el comportamiento general del pH, el cual se mantuvo entre el rango permisible de 6 y 9. El único punto que mostro un pH elevado fue el CP6 en una ocasión por lo que no es significativo (grafico 25).

Grafico 25. pH de 6 puntos de monitoreo medido en el campo

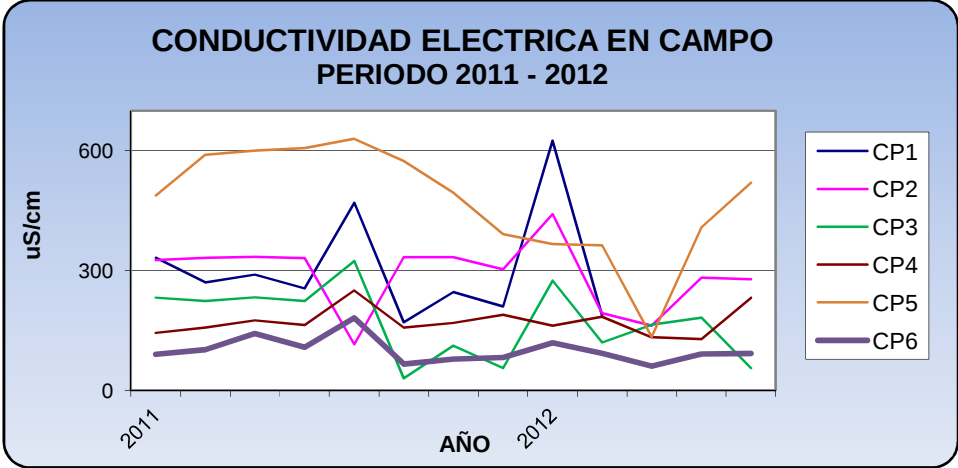


NOTA: Los límites máximos y mínimos que se presentan en la gráfica corresponden a las normas establecidas por el Banco Mundial para minería a cielo abierto.

6.2.3. Conductividad Eléctrica (CE) en el campo

En el gráfico 26 se puede observar que el punto que muestra una mayor conductividad eléctrica es el CP5 y en algún momento el CP6. Esto nos indica que en estos puntos se presenta una mayor cantidad de sales disueltas. Sin embargo en ninguno de los puntos sobrepasa el límite máximo permisible por las normas guatemaltecas para agua potable. Es importante resaltar que las otras agencias no presentan límites máximos permisibles para este parámetro.

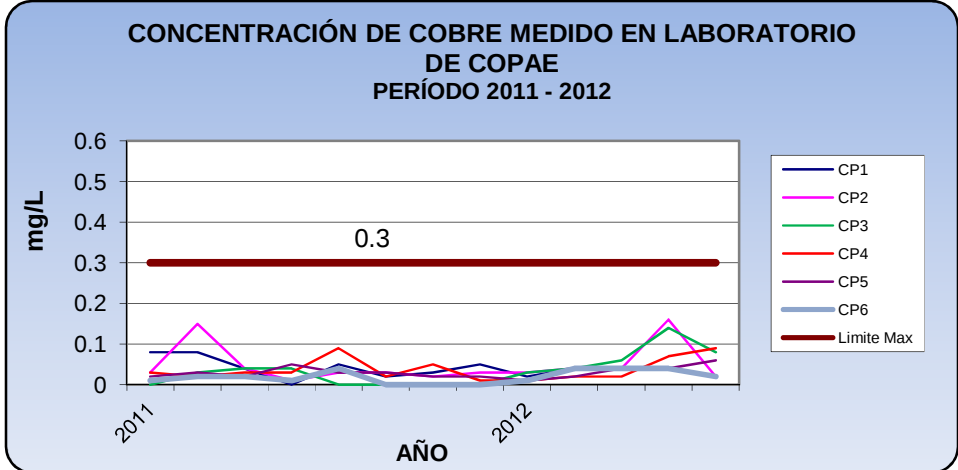
Grafico 26. CE de 6 puntos de monitoreo medida en el campo



6.2.4. Cobre

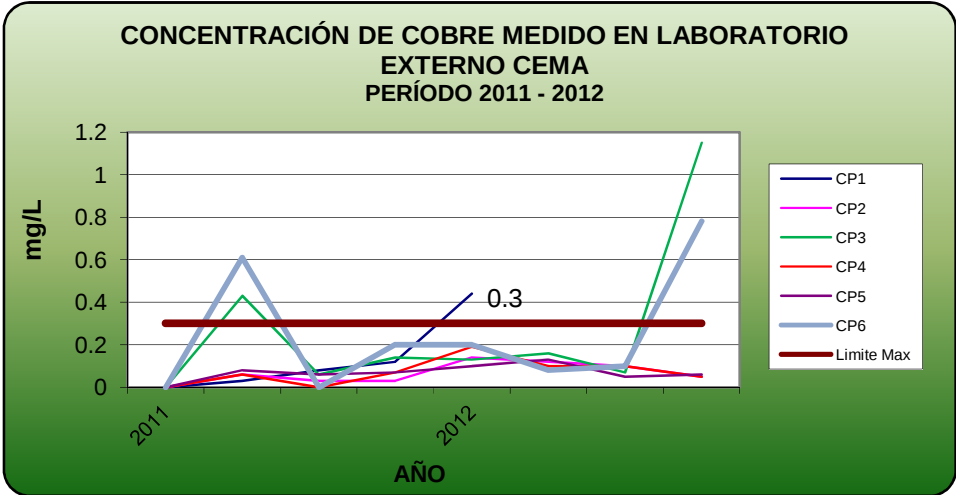
En el gráfico 27 se puede observar que los resultados del análisis del cobre, en los diferentes puntos de muestreo, tiende a presentar concentraciones abajo del límite máximo permisible (0.3 mg/L), sin embargo en la gráfica 28, se muestra un aumento de pH arriba de lo permisible en dos puntos CP3 y CP6 reportado por laboratorio externo.

Grafico 27. Concentraciones de Cobre en 6 puntos de monitoreo medidas en Laboratorio de COPAE



NOTA: Los límites máximos que se presentan en la gráfica corresponden a las normas establecidas por el Banco Mundial para minería a cielo abierto.

Grafico 28. Concentraciones de Cobre en 6 puntos de monitoreo medidas en Laboratorio Externo

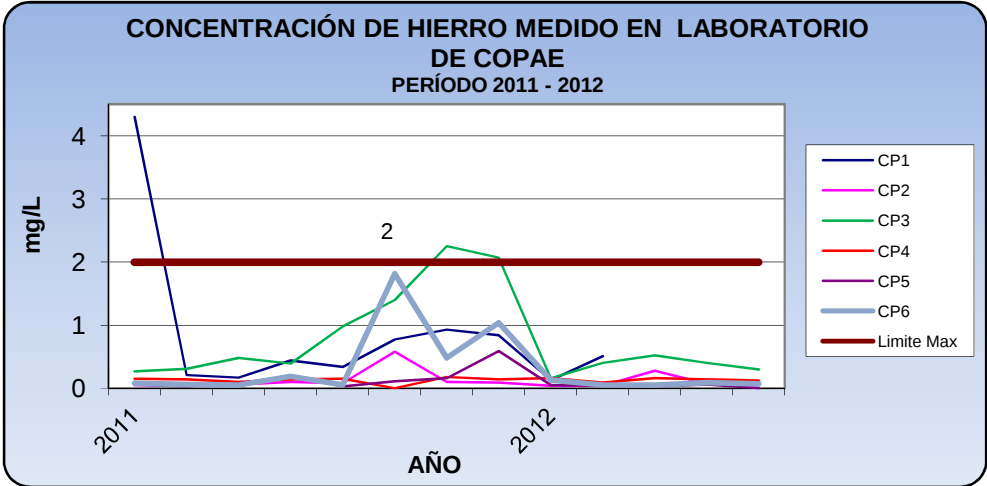


NOTA: Los límites máximos que se presentan en la gráfica corresponden a las normas establecidas por el Banco Mundial para minería a cielo abierto.

6.2.5. Hierro

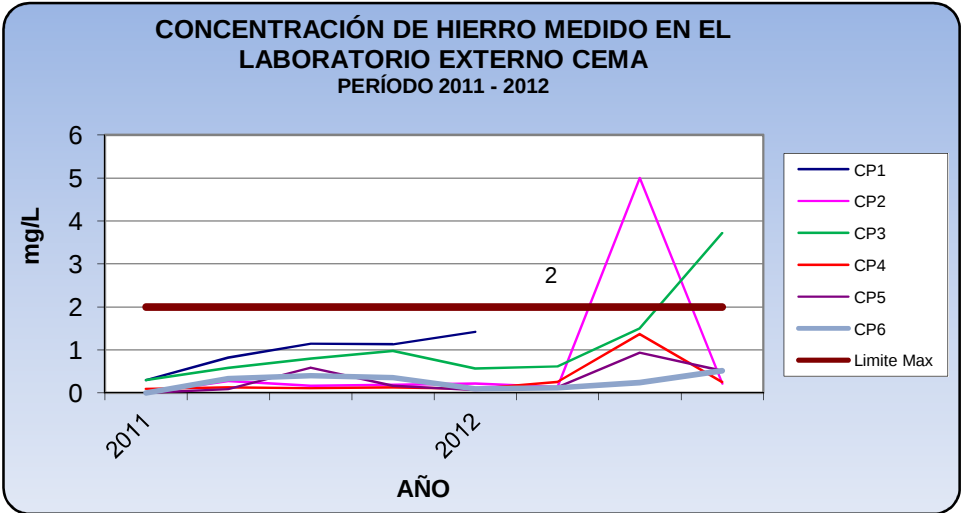
El gráfico 29 muestra que los puntos CP1 y CP3 presentan valores por arriba las normas establecidas por el Banco Mundial para minería. El laboratorio externo CEMA reportan una vez valores altos por arriba de lo permitido en los puntos de muestro CP2 y CP3. El punto CP3 se encuentra a un costado y en la parte baja del dique de colas de la mina Marlin.

Grafico 29. Concentraciones de Hierro en 6 puntos de monitoreo medidas en el Laboratorio de COPAE



NOTA: Los límites máximos que se presentan en la gráfica corresponden a las normas establecidas por el Banco Mundial para minería a cielo abierto.

Grafico 30. Concentraciones de Hierro en 6 puntos de monitoreo medidas en Laboratorio Externo

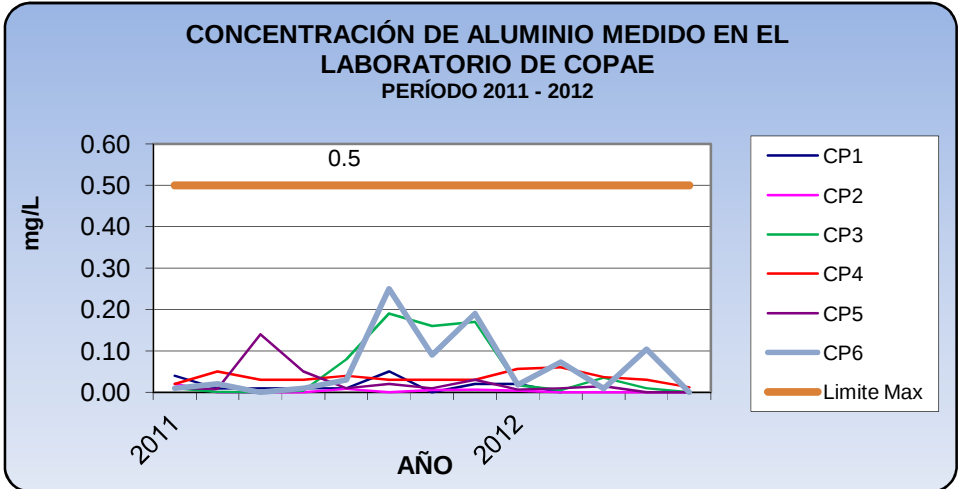


NOTA: Los límites máximos que se presentan en la gráfica corresponden a las normas establecidas por el Banco Mundial para minería a cielo abierto.

6.2.6. Aluminio

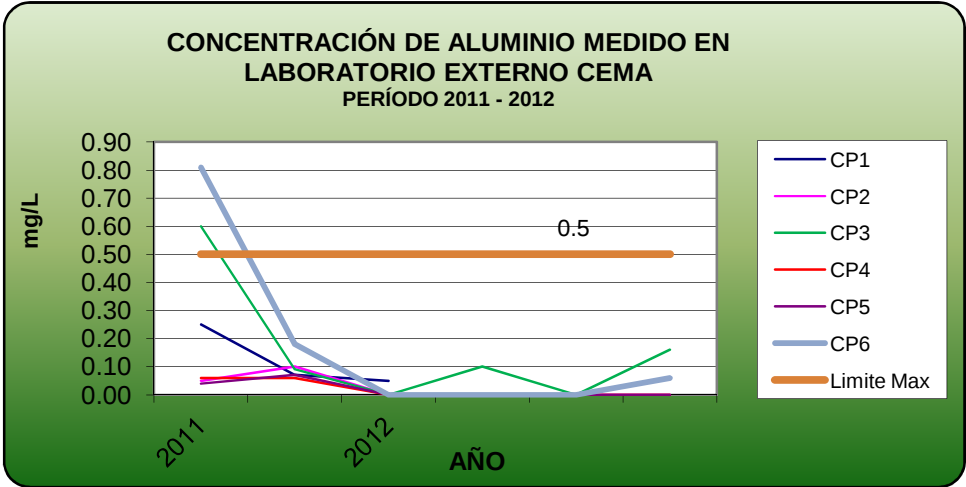
El Gráfico 31 muestra que los en todos los puntos existe presencia de aluminio pero ningún sobre pasa las normas establecidas por la organización mundial de la salud, sin embargo en los análisis del laboratorio externo CEMA, los puntos CP3 y CP6 presentan concentraciones arriba de los límites máximos permisibles. Estos puntos se encuentran cercanos y en la parte baja del centro de operaciones de la mina Marlin, por lo que las aguas pueden estar influenciadas por infiltración del agua del dique de colas en algún momento.

Grafico 31. Concentraciones de Aluminio en 6 puntos de monitoreo medidas en el Laboratorio de COPAE



NOTA: Los límites máximos que se presentan en la gráfica corresponden a la Organización Mundial de la Salud.

Grafico 32. Concentraciones de Aluminio en 6 puntos de monitoreo medidas en Laboratorio Externo

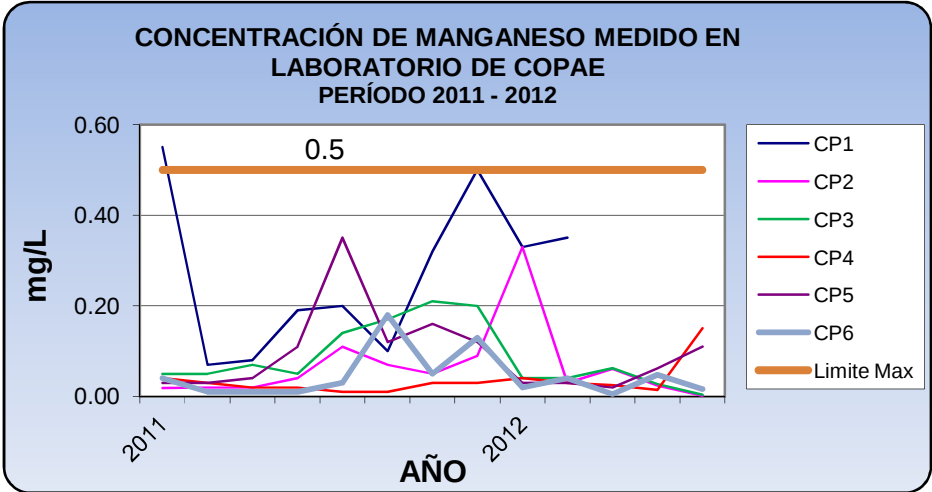


NOTA: Los límites máximos que se presentan en la gráfica corresponden a la Organización Mundial de la Salud.

6.2.7. Manganeseo

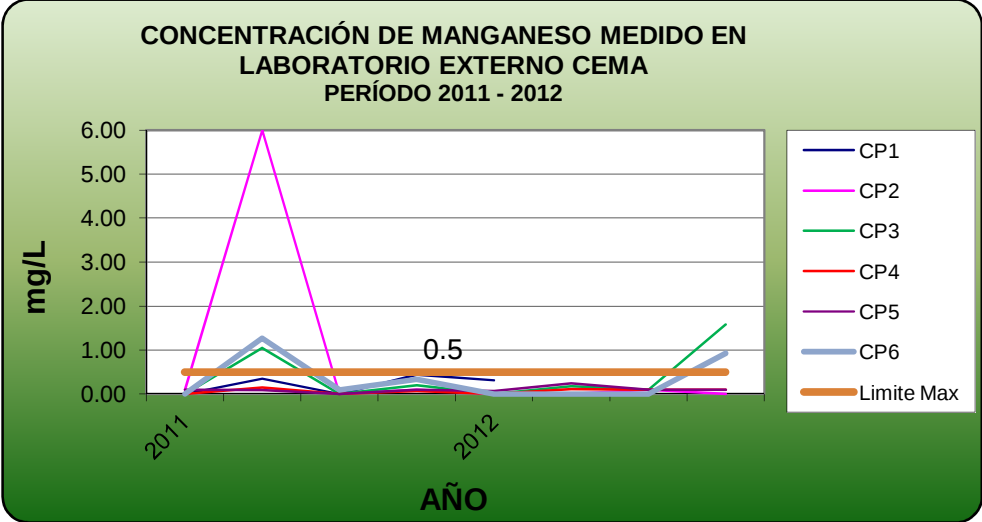
En el gráfico 33, se puede observar la dinámica de la concentración del manganeseo en los 6 puntos de muestreo. Los resultados no son significativos debido a que ninguno sobrepasa los límites máximos permitidos por las normas establecidas por Guatemala para agua potable (0.50 mg/L), que fue la utilizada para este caso. Sin embargo sobrepasa los límites máximos permisibles por las normas internacionales de la agencia de protección ambiental de los Estados Unidos y los limites canadienses para la calidad del agua (0.05 mg/L) los cuales tienen una gran diferencia. El laboratorio externo CEMA reporta concentraciones altas de manganeseo en los puntos CP2, 3 y 6 arriba de lo permisible por las normas guatemaltecas.

Grafico 33. Concentraciones de Manganeseo en 6 puntos de monitoreo medidas en el Laboratorio de COPAE



NOTA: Los límites máximos corresponden a las normas establecidas por Guatemala para agua potable.

Grafico 34. Concentraciones de Manganeso en 6 puntos de monitoreo medidas en Laboratorio Externo

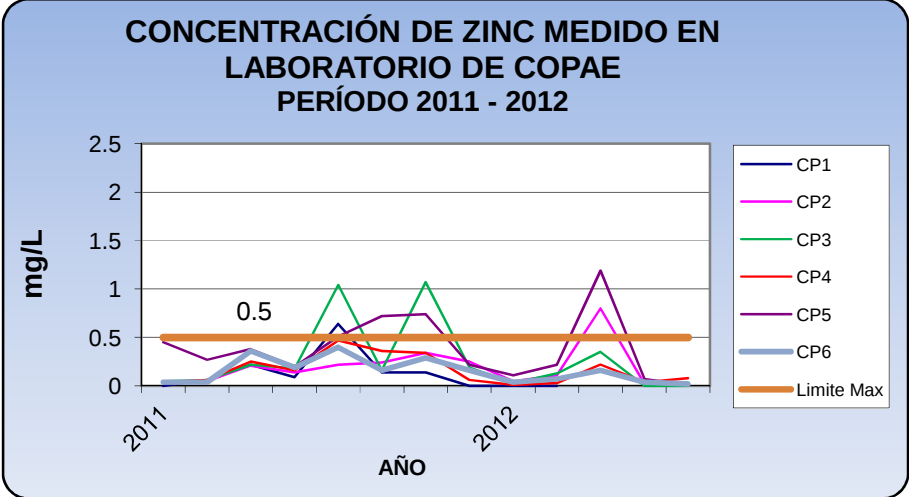


NOTA: Los límites máximos corresponden a las normas establecidas por Guatemala para agua potable.

6.2.8. Zinc

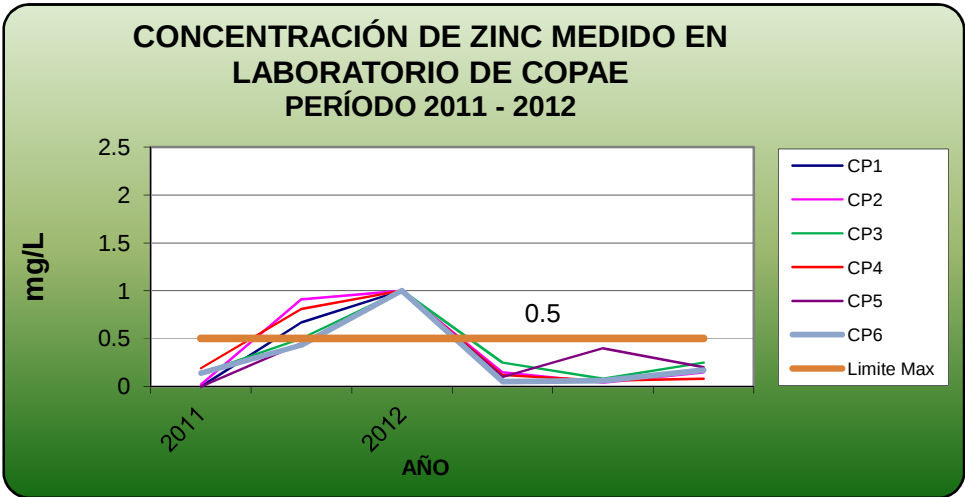
Los resultados sobre el Zinc obtenidos en el laboratorio de COPAE, demuestran que una vez en el punto CP2 y más de una vez en los puntos CP3 y CP5, la concentración de zinc está por arriba de lo permitido por el Banco Mundial para minería, como se puede apreciar en el gráfico 35. Los resultados del laboratorio externo CEMA indican que la concentración de zinc en los puntos CP1, CP2 y CP4 durante el mes de noviembre de 2011 y que en todos los puntos de muestreo durante el mes de marzo de 2012, los valores se encuentran en concentraciones por arriba de lo permisible.

Grafico 35. Concentraciones de Zinc en 6 puntos de monitoreo medidas en el Laboratorio de COPAE



NOTA: Los límites máximos que se presentan en la gráfica corresponden a las normas establecidas por el Banco Mundial para minería a cielo abierto.

Grafico 36. Concentraciones de Zinc en 6 puntos de monitoreo medidas en Laboratorio Externo

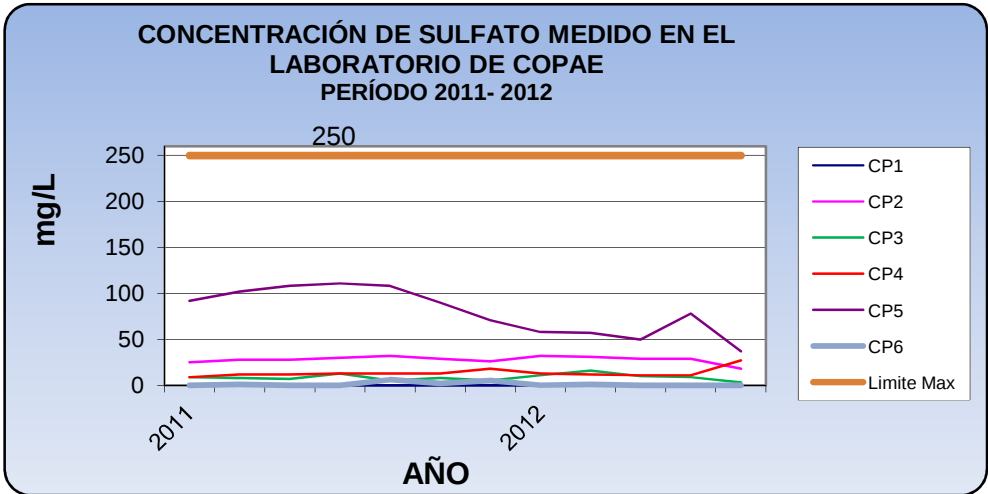


NOTA: Los límites máximos que se presentan en la gráfica corresponden a las normas establecidas por el Banco Mundial para minería a cielo abierto.

6.2.9. Sulfato

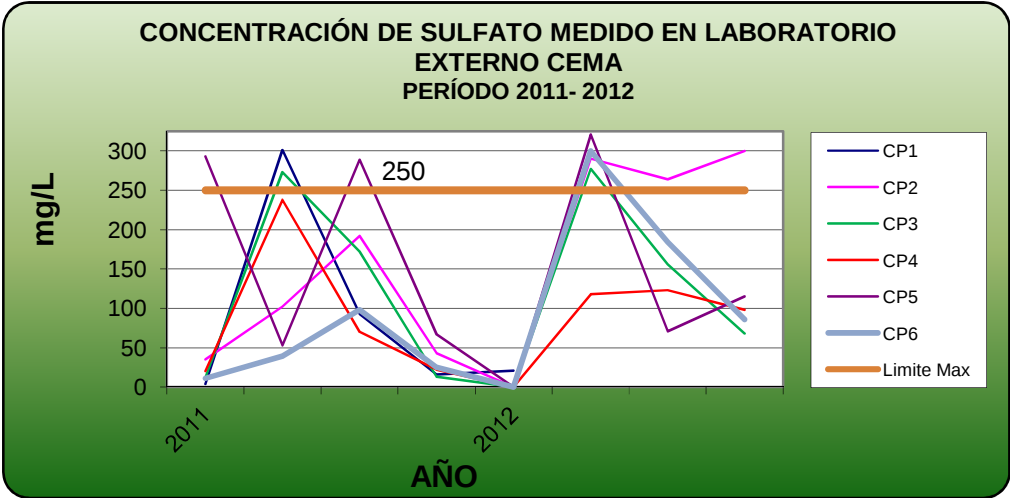
De acuerdo a los resultados de la concentración de sulfatos obtenidos por el laboratorio de COPAE, estos se presentaron por abajo de los límites máximos permitidos por la agencia de protección ambiental de los Estados Unidos y las normas guatemaltecas para agua potable (ver gráfico 37), sin embargo en el laboratorio del CEMA todos los puntos de muestreo presentaron un valor arriba de lo permisible al menos una vez de las veces que se muestreo, por lo que no será significativo, debido a que los datos de sulfato variaron entre ambos laboratorios.

Grafico 37. Concentraciones de Sulfato en 6 puntos de monitoreo medidas en el Laboratorio de COPAE



NOTA: Los límites máximos corresponden a las normas establecidas por la agencia de protección ambiental de los Estados Unidos y guatemalteca para agua potable.

Grafico 38. Concentraciones de Sulfato en 6 puntos de monitoreo medidas en Laboratorio Externo

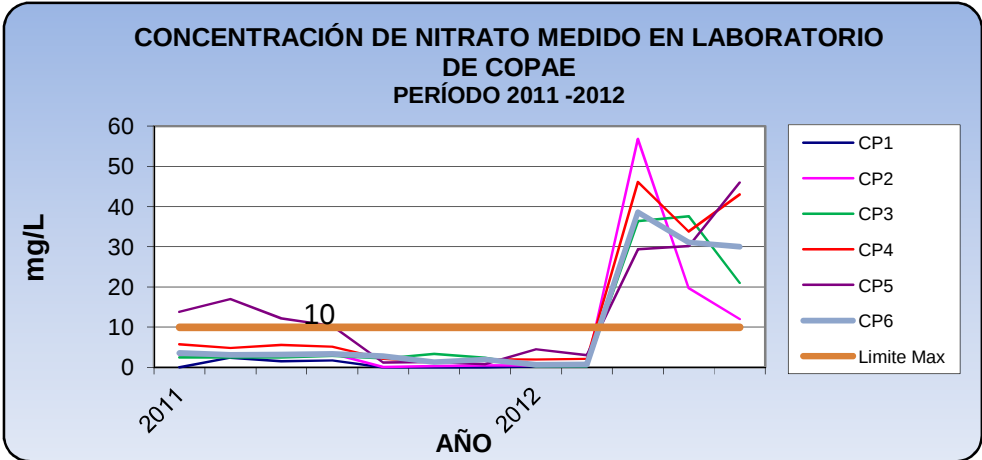


NOTA: Los límites máximos corresponden a las normas establecidas por la agencia de protección ambiental de los Estados Unidos y guatemalteca para agua potable.

6.2.10. Nitrato

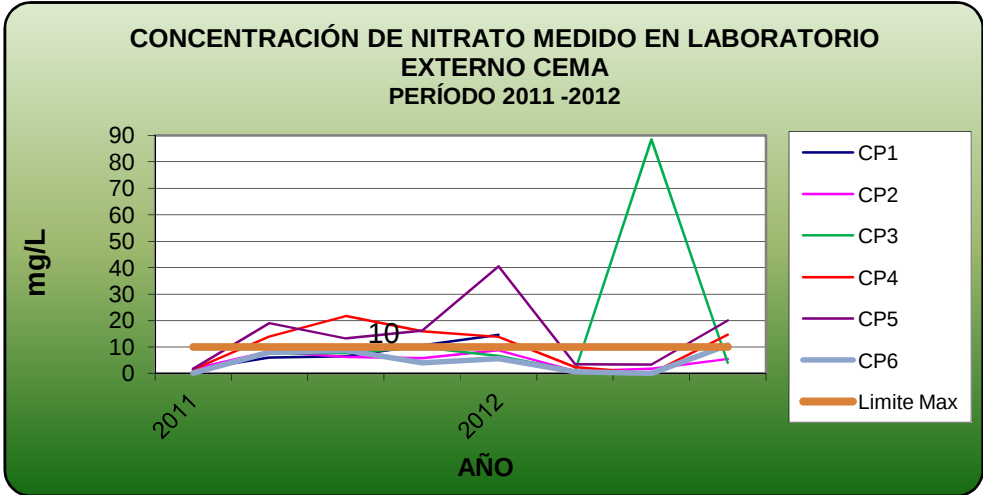
En el gráfico 39 se puede observar que durante el año 2012 se presentó una alta concentración de nitratos en todos los puntos de muestreo. El CEMA reporta concentraciones altas de nitratos en los puntos CP4 y 5 que se encuentran ubicados abajo del dique de colas de la mina Marlin, por lo que existe influencia en la calidad del agua. De igual forma el CP3, 4 y 5 presentaron concentraciones altas de nitrato en el 2012 (ver gráfico 40).

Grafico 39. Concentraciones de Nitrato en 6 puntos de monitoreo medidas en el Laboratorio de COPAE



NOTA: Los límites máximos que se presentan en la gráfica corresponden a las normas establecidas por la agencia de protección ambiental de los Estados Unidos y las normas guatemaltecas para agua potable.

Grafico 40. Concentraciones de Nitrato en 6 puntos de monitoreo medidas en Laboratorio Externo

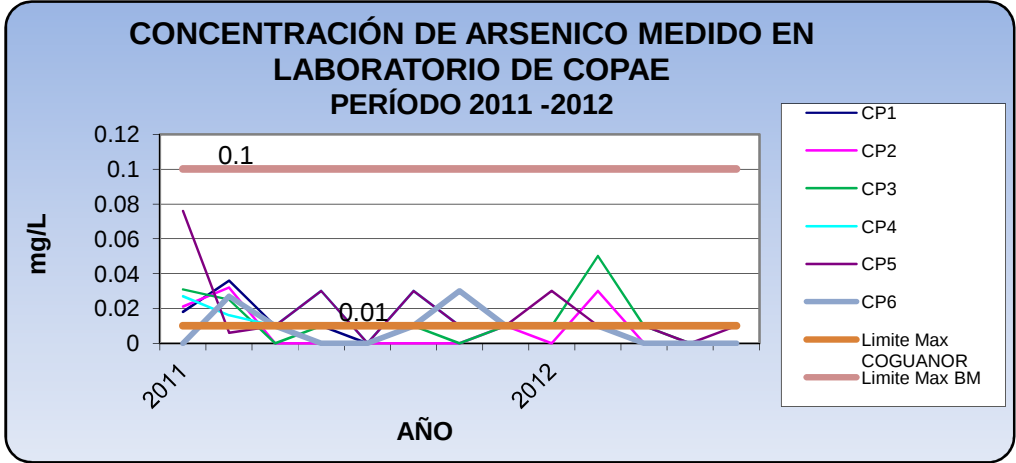


NOTA: Los límites máximos que se presentan en la gráfica corresponden a las normas establecidas por la agencia de protección ambiental de los Estados Unidos y las normas guatemaltecas para agua potable.

6.2.11. Arsénico

De acuerdo a los resultados obtenidos en el laboratorio de COPAE en ninguno de los puntos muestreados se sobre pasa el límite máximo permisible por el Banco Mundial para minería. Sin embargo en todos los puntos de nacimientos de agua para consumo humano se encuentra una concentración alta de arsénico sobre pasando los límites permisibles por las normas guatemaltecas para agua potable, la agencia de protección ambiental de los Estados Unidos y la Organización Mundial de la Salud.

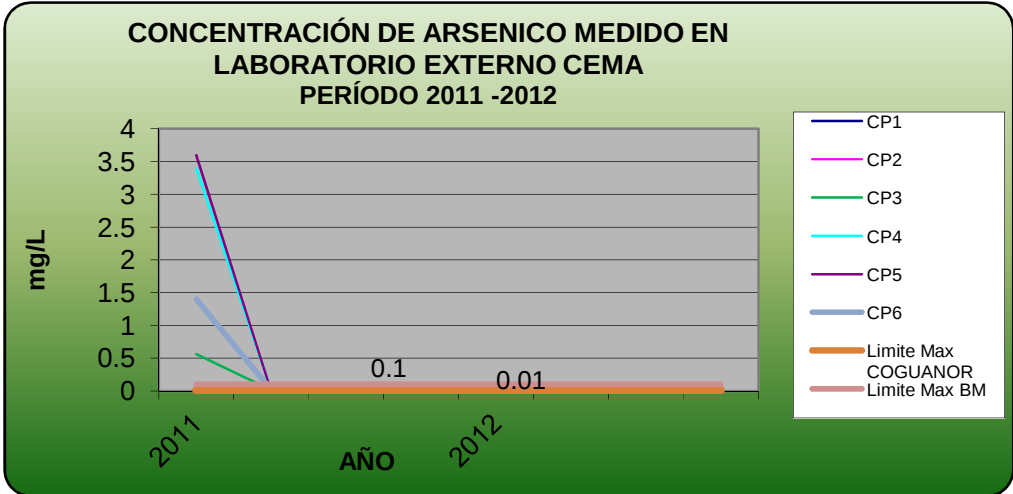
Grafico 41. Concentraciones de Arsénico en 6 puntos de monitoreo medidas en el Laboratorio de COPAE



NOTA: Los límites máximos corresponden a las normas establecidas por la agencia de protección ambiental de los Estados Unidos, la organización mundial de la salud y las normas guatemaltecas para agua potable, siendo esta de 0.01 mg/L y la norma establecida por el Banco Mundial para minería siendo de 0.1 mg/L.

El gráfico 42 muestra el reporte del laboratorio externo CEMA, el cual detectó que el contenido de arsénico sobrepasa los límites máximos permisibles por el Banco Mundial para minería en los puntos CP3, 4 y 5 y 6, los cuales se encuentran abajo y alrededor del dique de colas.

Grafico 42. Concentraciones de Arsénico en 6 puntos de monitoreo medidas en Laboratorio Externo

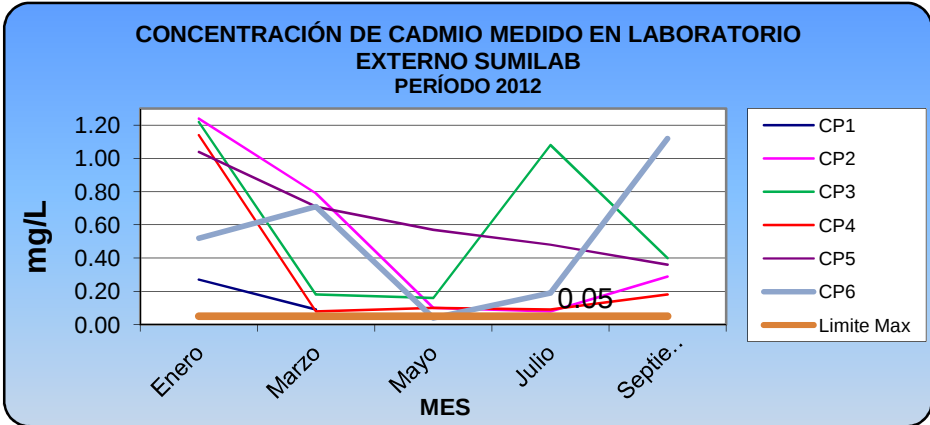


NOTA: Los límites máximos corresponden a las normas establecidas por la agencia de protección ambiental de los Estados Unidos, la organización mundial de la salud y las normas guatemaltecas para agua potable, siendo esta de 0.01 mg/L y la norma establecida por el Banco Mundial para minería siendo de 0.1 mg/L.

6.2.12. Cadmio

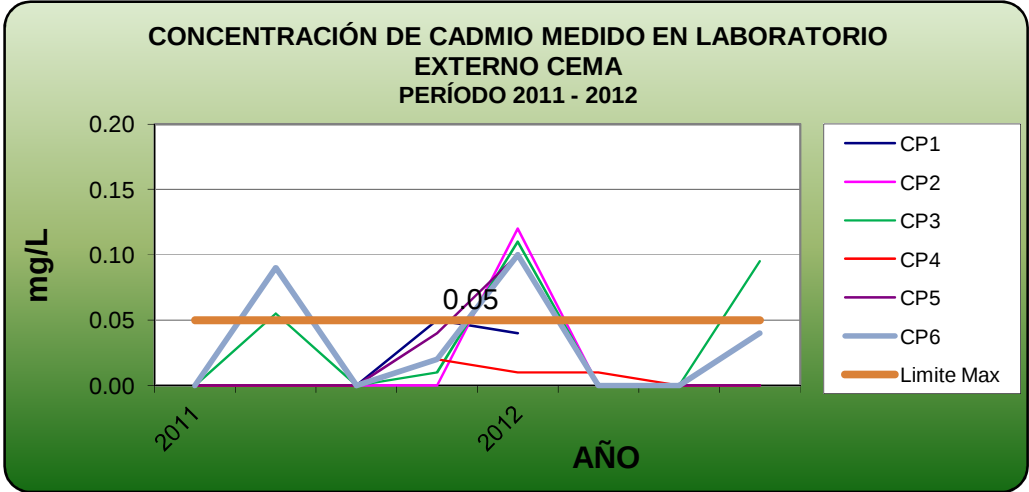
La concentración de cadmio se presentó en los 6 puntos de muestreo por arriba de las normas establecidas por el Banco Mundial para minería de acuerdo a los resultados obtenidos en el laboratorio de COPAE, de igual forma lo reporto una vez el laboratorio de Sumilab en los puntos CP2, 3, 5 y 6.

Grafico 43. Concentraciones de Cadmio en 6 puntos de monitoreo medidas en el Laboratorio de COPAE



NOTA: Los límites máximos que se presentan en la gráfica corresponden a las normas establecidas por el Banco Mundial para minería a cielo abierto.

Grafico 44. Concentraciones de Cadmio en 6 puntos de monitoreo medidas en Laboratorio Externo

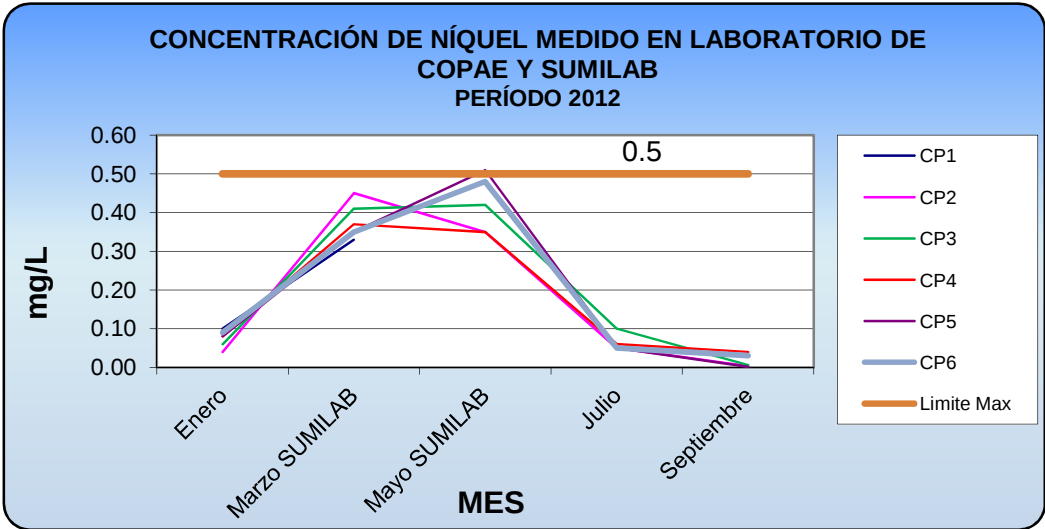


NOTA: Los límites máximos que se presentan en la gráfica corresponden a las normas establecidas por el Banco Mundial para minería a cielo abierto.

6.2.13. Níquel

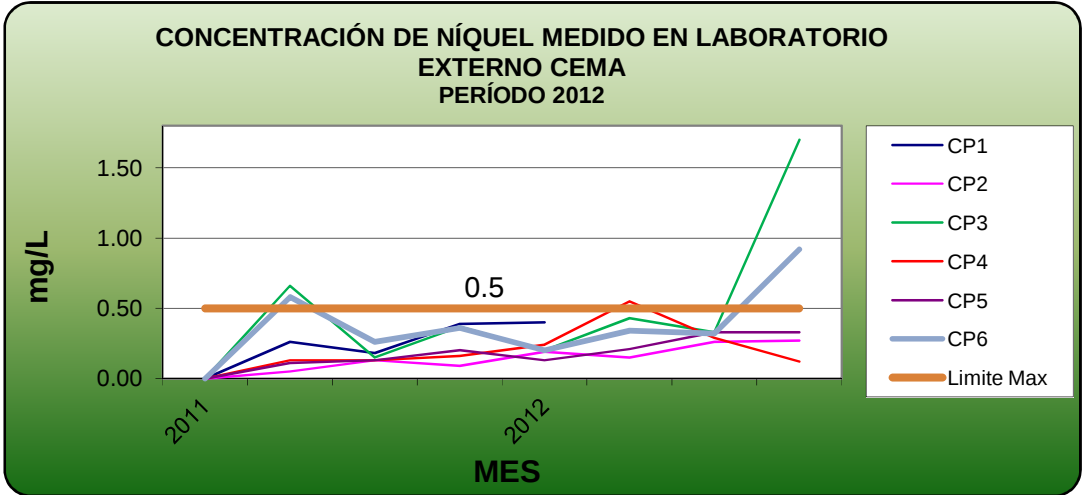
De acuerdo a los resultados obtenidos en el laboratorio de COPAE, ninguno de los puntos muestreados sobrepasa los límites máximos permisibles por el Banco Mundial para minería. Sin embargo los resultados obtenidos en el laboratorio externo Sumilab, los puntos CP3 y CP6 presentaron por arriba de lo permisible.

Grafico 45. Concentraciones de Níquel en 6 puntos de monitoreo medidas en el Laboratorio de COPAE



NOTA: Los límites máximos que se presentan en la gráfica corresponden a las normas establecidas por el Banco Mundial para minería a cielo abierto.

Grafico 46. Concentraciones de Níquel en 6 puntos de monitoreo medidas en Laboratorio Externo



NOTA: Los límites máximos que se presentan en la gráfica corresponden a las normas establecidas por el Banco Mundial para minería a cielo abierto.

7.CONCLUSIONES

- 7.1.** Durante el período de monitoreo de cinco años, existieron picos anuales en la contaminación de la Quebrada Seca abajo del dique colas de la Mina Marlin, específicamente el punto de muestreo CSW3, y la contaminación persistió aguas abajo en el Río Quivichil, en el punto de muestreo CSW2. Debido a que la Quebrada Seca se une al río Quivichil; la misma tiene influencia directa sobre este. Estos picos presentados de contaminación anual de los metales como el **cobre, hierro, aluminio, manganeso, zinc, arsénico, cadmio** y otros compuestos como **sulfato y nitrato**, excedieron significativamente las normas establecidas por el Banco Mundial para minería, donde han definido valores o rangos permitidos para metales en aguas residuales y también excedieron las normas internacionales de la Organización Mundial de la Salud, la Agencia de Protección del Medio Ambiente y la norma guatemalteca para agua potable; lo que implica una contaminación directa desde la mina Marlin en estos dos puntos de muestreo. El punto CSW3, se encuentran inmediatamente aguas abajo del dique de colas y de varias zanjas de desviación de aguas que funcionan como drenaje de aguas superficiales que van desde las instalaciones de la mina, las escombreras y un área de los tajos por lo que este punto funciona como receptor de estas aguas que vienen contaminadas.

Desde la comienzo del período de monitoreo hasta finales del año 2012, el pico anual de contaminación del agua, generalmente tuvo un número creciente de los analitos, los cuales excedieron las normas para la calidad de agua. El año 2009 fue una excepción, con una disminución en la tendencia, antes de continuar la tendencia ascendiente en los próximos tres años. En general, los picos ocurrieron en la estación de lluvias. Sin embargo, nuevamente en el año 2009 fue una excepción, ya que la calidad del agua fue peor en la estación seca. Además, la mayoría de los analitos tuvieron concentraciones más altas en los últimos tres años que en los primeros dos años.

Los resultados encontrados de acuerdo a la estación anual de los cinco años para los puntos CSW2 y CSW3, fueron los siguientes:

2008 Estación de lluvias: Junio a Octubre.

- 5 analitos excedieron las normas: cobre, hierro, aluminio, nitrato y manganeso.
- 2 analitos fueron cerca de las normas: arsénico y zinc.

2009 Estación seca - Enero hasta Abril

- 2 analitos excedieron las normas: nitrato y arsénico.
- 1 analito fue cerca de la norma: cobre.
- La conductividad eléctrica fue anómala.

2010 Estación de lluvias:

- 8 analitos excedieron las normas: cobre, hierro, aluminio, sulfato, nitrato, arsénico, zinc, y manganeso.
- La conductividad eléctrica y pH fueron anómalos.

2011 Estación de lluvias:

- 5 analitos excedieron las normas: cobre, aluminio, nitrato, arsénico, y manganeso.
- 2 analitos fueron cerca de las normas: hierro y zinc.
- Conductividad eléctrica y pH fueron anómalos.

2012 Estación de lluvias:

- 5 analitos excedieron las normas: cobre, sulfato, nitrato, arsénico, y manganeso.
- 1 analito fue cerca de la norma: zinc.
- 2 analitos adicionales fueron muestreados por primera vez: níquel fue cerca de la norma y cadmio excedió la norma.
- La conductividad eléctrica fue anómala.

Debido a que la lluvia diluye los efluentes de la industria minera, los picos de contaminación en las estaciones de lluvias son algo inusual en este estudio. Los resultados se ven reflejados en la liberación o descargas del agua provenientes del dique de colas durante la estación de lluvias. En la época de lluvias, se propicia la liberación del agua, debido a que la población no se percatara de estas descargas.

Los picos anuales procedentes de contaminación del agua en los puntos de muestreo CSW2 y CSW3 excedieron las concentraciones de los analitos, medidos en las muestras de control, ubicadas río arriba del Quivichil, específicamente en los puntos CSW6, CSW7, y CSW8. El nitrato fue una excepción, ya que el nitrato fue generalmente mayor en las muestras de los puntos de monitoreo de comparación, es decir río arriba.

El analito de mayor preocupación fue el arsénico, debido a sus altos riesgos en la salud humana. El arsénico alcanzó concentraciones de 0,14 miligramos por litro en el punto CSW3 en el mes de septiembre de 2010. Esta concentración fue de 1.4 veces mayor a la norma establecida por el Banco Mundial y 14 veces mayor a las normas para calidad de agua, establecida en 0.01 miligramos por litro por la norma guatemalteca para agua potable y la Organización Mundial de la Salud. En 2011 y 2012, los altos valores de arsénico continuaron, de 0,03 y

0,05 miligramos por litro, respectivamente. Otros metales muestreados que tienen altos riesgos en la salud fueron cobre, aluminio, nitrato, manganeso y cadmio.

Los puntos de muestreo en el Río Tzalá fueron CSW5 y CSW1. El punto CSW5 fue el punto de muestreo de comparación o referencia de aguas arriba de las operaciones mineras del Proyecto Marlin I y CSW1 es el punto de muestreo ubicado aguas abajo de la operación minera. En la mayoría de los eventos de muestreo, las concentraciones de los analitos en los dos puntos de muestreo fueron similares. Esta respuesta implica que la concentración reportada en el punto de muestreo de CSW1 tuvo su origen en las aguas arriba de la mina, y cualquier contaminación detectada, proviene de las fuentes naturales.

56

Los resultados de muestreo no fueron sorprendentes, porque la contaminación del Río Tzalá es probable que ocurra mucho después del cierre de operaciones de la mina. Hasta el momento, cualquier agua que fluya hacia dentro del tajo abierto y a la mina subterránea, ha sido bombeada a la superficie para su utilización en las operaciones del tratamiento.

Mientras tanto, el muestreo del Río Tzalá debe continuar, para establecer un registro de la calidad del agua existente, para la comparación con la calidad del agua después del cierre de la mina.

- 7.2.** De acuerdo al muestreo realizado en nacimientos y/o pozos de agua, el punto CP3 es el más contaminado de los nacimientos que fueron muestreados por efectos de la mina Marlin, ya que es el más cercano a la misma, y por encontrarse en una pendiente descendente y paralela al dique de colas.

No hay ninguna tendencia obvia en los datos de los otros nacimientos por lo que se debe continuar con el monitoreo por un periodo más largo. En particular, no parece haber ninguna tendencia al alza, que podría indicar contaminación desde la mina Marlin.

- 7.3.** El río Quivichil no es una fuente de agua potable, sin embargo los pobladores de las comunidades aledañas, hacen usos de estas aguas para beber, para bañarse, lavar ropa, para dar de beber a los animales domésticos y para riego de los cultivos, lo cual tiene serias implicaciones en la salud humana y el medio ambiente. El simple hecho de no ser agua potable, no le da derecho a nadie de contaminarla y de hacer un uso desmedido de ella, ya que es un bien común y un derecho de la población.

8. RECOMENDACIONES

8.1. A la empresa minera Montana Exploradora S.A. y el proyecto minero Marlin I:

- Exigimos dar a conocer la línea de base elaborada sobre la calidad del agua antes de la operación minera (año 2005) y evitar las descargas de las aguas del dique de colas hacia la Quebrada Seca abajo del dique de colas y por consiguiente el Río Quivichil que desemboca en el Río Cuilco, para evitar que se continúe con la contaminación detectada en nuestro estudio.

8.2. A las instituciones del Estado Guatemalteco y entes que velan por la defensa y protección de los Derechos Humanos:

58

- Debido al estudio realizado por COPAE, que demuestra que hay contaminación en el Río Quivichil y la Quebrada Seca abajo del dique de colas, **EXIGIMOS** al Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales –MARN- que realice un monitoreo constante, a cada dos meses sobre la calidad y cantidad del agua en este río que desemboca en el Río Cuilco y que se tomen las medidas necesarias para la protección del medio ambiente y evitar la contaminación en la salud de la población.
- Hacemos un llamado a los organismos internacionales, relacionados al agua y el medio ambiente a que realicen una verificación con estudios éticos, confiables y verídicos sobre la contaminación detectada en el Río Quivichil.

8.3. A las autoridades municipales y centros de salud:

- Se exige a las autoridades municipales locales que verifiquen el nivel de contaminación existente en el Río Quivichil y el Río Cuilco, así como abastecer de agua libre de contaminación a la población que vive aledaña a la Mina Marlin. Al mismo tiempo alertar a la población por medio de rótulos, sobre la contaminación detectada en el Río Quivichil para que la población no haga uso de estas aguas para consumo y riego de sus cultivos.

9. BIBLIOGRAFÍA

- Beamonte, et. al. 2004. Un Indicador Global para la Calidad del Agua. Aplicación a las aguas superficiales de la Comunidad Valenciana. Vol.46, Núm. 156. Departamento de Economía Aplicada y Departamento de Estadística e Investigación Operativa, Universitat de València. España. Págs. 357 a 384.
- Congreso de la República. 2008. Iniciativa de Reforma de la Ley de Minería. Guatemala. 37 pp.
- CONAP. 2008. Guatemala y su biodiversidad: Un enfoque histórico, cultural, biológico y económico. Oficina Técnica de Biodiversidad. Guatemala. 650 pp.
- Constitución Política de la República de Guatemala. Decreto de la Asamblea Nacional Constituyente C.P. Guatemala. 126 pp.
- Decreto 68-86. Ley de Protección y Mejoramiento del Medio Ambiente. Guatemala. 53 pp.
- EIA. 2003. Proyecto Minero Marlin. Municipio de San Miguel Ixtahuacan, San Marcos. Guatemala.
- EPA. National Primary and Secondary Drinking Water Standards. USA. 6 pp.
- DRPSA. 2003. Norma guatemalteca obligatoria Agua Potable. Primera Edición. Guatemala 20 pp.
- Hem, J. 1985. Study and Interpretation of the Chemical Characteristics of Natural Water. Third Edition. U.S. Geological Survey. United States Govrnment Printing Office. USA. 272 pp.
- IGN. 2002. Diccionario Geográfico Nacional. Versión digital. Guatemala.
- INE. 2002. Características generales de la población, Censo 2002. Departamento de análisis estadístico. Guatemala.
- MAGA. 2001. Mapa Fisiográfico-Geomorfológico de la República de Guatemala, a escala 1:250,000 -Memoria Técnica-. Guatemala. 109 pp.
- Navarro, et. al. 2007. Aspectos Bioquímicos y Genéticos de la Tolerancia y Acumulación de metales pesados en plantas. Revista Ecosistemas 16(2): 10-25.
- NNC-IAH. 2008. Arsenic in Ground Water-A World Problem. Publication No. 5. Seminar Utrecht 29 November 2006. Netherlands. 133 pp.
- Sancha, et.al. 2002. Desafíos de la Aplicación de las Normas de Calidad para la Protección de las Aguas Continentales Superficiales en Chile. Departamento de

Ingeniería Civil, Universidad de Chile. XXVIII Congreso Interamericano de Ingeniería Sanitaria y Ambiental, Cancún, México. 5 pp.

- UPIE-MAGA, CATIE-ESPRED. 2001. Base de Datos Digital de la República de Guatemala a escala 1:250,000. Unidad de Políticas e Información Estratégica. Proyecto Guatemala.
- Valiente, F. 2009. Comunicación Personal. San Marcos. Guatemala.
- World Bank Mining Guide. 2007. Environmental, Health and Safety Guidelines for Mining. Table 1. Effluent Guidelines Pág. 26.

Páginas web consultadas

- www.insivumeh.gob.gt/hidrologia
- <http://www2.ine.gob.mx/publicaciones/libros/105/8.html>

10. GLOSARIO

Analito: En química analítica un analito es el componente (elemento, compuesto o ion) de interés analítico de una muestra. Son especies químicas cuya presencia o concentración se desea conocer. El analito es una especie química que puede ser identificado y cuantificado, es decir, determinar su cantidad y concentración en un proceso de medición química, constituye un tipo particular de mensurando en la metrología química.

Átomo: Unidad más pequeña de un elemento químico que mantiene sus propiedades por lo que no es posible dividirlo de forma química.

Caudal: Cantidad de un fluido (agua) que pasa en cierta cantidad de tiempo en un lugar (río).

Conductividad Eléctrica: Capacidad de un cuerpo de hacer pasar corriente eléctrica a través de si

Contaminación: presencia de cualquier sustancia o forma de energía que puede provocar desequilibrios o daños al ambiente (elementos vivos y no vivos)

Cuenca Hidrográfica: Territorio que rodea a un río principal, formado por la unión de las aguas que descienden de las montañas buscando el nivel más bajo del terreno. Estos ríos desaguan en el lago, mar u océano.

Dique de colas: Lugar donde se represa el agua de desecho de la extracción minera.

Disolución: También llamada solución, es una mezcla homogénea de dos o más especies químicas que no reaccionan entre sí.

Geología: Ciencia que estudia la forma interior del globo terrestre, la materia que la compone, su mecanismo de formación, los cambios o alteraciones que ésta ha sufrido desde su origen, la textura y estructura que tiene en el actual estado.

Geoquímica: Rama de la geología que estudia la composición y comportamiento químico de la Tierra.

Lixiviación: Proceso en el que un disolvente líquido se pone en contacto con un sólido pulverizado para que se disuelva uno de los componentes del sólido

Molécula: Partícula neutra formada por un conjunto estable de por lo menos dos átomos enlazados.

pH: Medida de acidez o alcalinidad de una solución.

Precipitado: Sólido que se produce en una disolución por efecto de una reacción química o bioquímica.

Sal: Compuesto químico formado por cationes (iones con carga positiva) y aniones (iones con carga negativa).

Sedimento: Material sólido que es transportado por una corriente de agua y se deposita en el fondo de un río, embalse, etc.

Solubilidad: Medida de la capacidad de una determinada sustancia para disolverse en otra.

Soluto: Sustancia que se encuentra en una disolución.

Solvente: También llamado disolvente. Sustancia que permite que otra se disuelva en ella.

Vertiente Hidrográfica: Conjunto de ríos con sus afluentes que desembocan en un mismo mar.

11. ANEXOS

11.1. Tablas de resultados del monitoreo de aguas en ríos

11.1.1. Tabla de resultados de Temperatura en °C tomada in Situ

TEMPERATURA en °C									
Puntos de monitoreo		CSW1	CSW2	CSW3	CSW5	CSW6	CSW7	CSW8	CSW9
FECHA DE MUESTREO	AÑO								
28/05/2007	2007	22.5							
17/06/2007		18.8							
26/07/2007		18.1							
21/08/2007		18.2			19.7				
25/09/2007		17.5			17.8				
30/10/2007		16.5			13.5				
19/11/2007		17.9			14.1				
10/12/2007		17.5			14.5				
28/01/2008	2008	18			13.3				
25/02/2008		23			15.3				
10/03/2008		18			16.5				
21/04/2008		21.4			21.1				
05/06/2008		17.2	19.4	23.1	16.9				
29/07/2008		19.4	20.5	24.1	14.1				
27/08/2008		17.2	19.4	20.8	14.6	18.5			
23/09/2008		17.1	18.5	19.7	14.6	18			
28/10/2008		15.9	18	21.6	11.9	22			
20/11/2008		14	23	23.5	9.2	14.6			
09/12/2008		15.3	15.3	24	9.7	15.8			
21/01/2009	2009	15.5	18.2	20.2	8.3	15.9			
23/02/2009		17.3	18.9	23.9	11.2	18.1			
09/03/2009		19.4	24.1	24.6	23.2	18.5			
13/04/2009		27.5	29	25.7	14.7	24.3			
22/05/2009		19.6	21.8	25.4	14.9	19.2			
25/06/2009		19.5	20.5	24	14.3	19.1			
24/07/2009		22.7	23.3	24.8	14.8	20.9			
19/08/2009		20.2	22.9	23.5	14.3	20.5			
25/09/2009		22.3	24	26.2	16.5	22.4			
14/10/2009		18.7	21.2	21.5	14.6	21.4			
18/11/2009		15.8	18.5	18.3	18.1	18.4			
09/12/2009		14.6	17.7	19.1	10.7	15.9			
20/01/2010	2010	13.5	15.9	15.1	8.6	15.4			
24/02/2010		18.2	19.7	18.9	12.1	18.8			
19/03/2010		23.3	24.7	21.9	15.9	22.2			
30/04/2010		23.4	24	23.6	16	22.9			
26/05/2010		22.9	24	24	16.8	22.2			
29/06/2010		18.6	20.5	20.9	20.2	18.8			
28/07/2010		18.2	20.5	21.3	14.5	18.7			
31/08/2010		19.2	21.4	24.7	14.9	20.2			
22/09/2010		19.1	20.8	24.2	15.2	19			
20/10/2010		19.2	22	24.2	13.2	19			

17/11/2010		14.7	15.9	18.9	9.5	14.9			
05/12/2010		15.3	17.6	22	11.2	16.2			
27/01/2011	2011	16.7	17.5	20.4	11.9	16.7			
16/02/2011		18.7	18.8	22.6	12.1	19.5			
16/03/2011		16.5	17.4	18.4	13.2	15			
06/04/2011		22	21.2	23.7	14.2	23.9			
11/05/2011		24	24.7	24	15.5	22.5	20.6	18.6	
08/06/2011		21.1	23.2	21.7	13.7	20.6	20.1	17.1	
07/07/2011		20.9	22.4	24	15.6	23.2	18.1	18.7	
03/08/2011		20.6	20.3	23.8	14.3	17.9	17.1	17.4	
06/09/2011		18.9	21.1	23.5	16.8	19.1	18.7	18.7	
18/01/2012	2012	16	17.5	16.7	15	15.3		13.2	16.2
13/03/2012		22	23.1	23.2	11.1	20.1	19.4	16.3	18.4
15/05/2012		24.5	24.5	26.5	15.7	22.8	22.9	20.8	23.5
24/07/2012		24.2	24.2	25.9	14.7	21.9	20	18.1	21.9
11/09/2012		18.7	21.2	24.9	14.4	17.7	16.9	17.2	19.2
Sumatoria de mediciones		1087	938.3	1013	778.7	828	173.8	176.1	99.2
Número de mediciones		57	45	45	54	43	9	10	5
Promedio		19.1	20.9	22.5	14.4	19.3	19.3	17.6	19.8
Máximo		27.5	29	26.5	23.2	24.3	22.9	20.8	23.5
Mínimo		13.5	15.3	15.1	8.3	14.6	16.9	13.2	16.2

11.1.2. Tabla de Resultados de pH Tomado in Situ											
		pH									
Puntos de monitoreo		CSW1	CSW2	CSW3	CSW5	CSW6	CSW7	CSW8	CSW9	Limite Max	Limite Min
FECHA DE MUESTREO	AÑO										
28/05/2007	2007	7.39								9	6
17/06/2007		6.9								9	6
26/07/2007		7.04								9	6
21/08/2007		7.61			7					9	6
25/09/2007		7.2			7.01					9	6
30/10/2007		7.8			7.75					9	6
19/11/2007		7.8			7.88					9	6
10/12/2007		7.9			7.45					9	6
28/01/2008	2008	8.12			8.15					9	6
25/02/2008		8.2			8.31					9	6
10/03/2008		7.82			7.9					9	6
21/04/2008		8.1			7.6					9	6
05/06/2008		7.1	7	6.9	7.3					9	6
29/07/2008		6.8	7.4	7.2	6.6					9	6
27/08/2008		8	8.3	8.2	7.9	8.2				9	6
23/09/2008		8.2	8.3	7.8	7.9	8.1				9	6
28/10/2008		8.2	8.4	8.1	8.2	8.2				9	6
20/11/2008		8.3	8.9	8.3	8.3	8.4				9	6
09/12/2008		8.3	8.6	8.3	8.3	8.2				9	6
21/01/2009	2009	8.4	8.5	8.2	8.1	8.3				9	6
23/02/2009		8.4	8.4	8.4	7.6	8.0				9	6

09/03/2009		8.3	8.6	8.5	7.1	8.2				9	6
13/04/2009		8.4	8.6	8.9	8.2	7.9				9	6
19/05/2009		8.0	8.1	8.0	7.8	8.0				9	6
23/06/2009		8.1	8.2	8.3	8.1	8.1				9	6
16/07/2009		8.1	8.6	8.1	8.3	8.6				9	6
18/08/2009		8.2	8.1	7.3	8.1	8.1				9	6
23/09/2009		7.3		6.8	5.4	9.5				9	6
13/10/2009		8.2	9.1	9.1	8.0	8.3				9	6
18/11/2009		8.7	8.7	8.8	7.8	8.6				9	6
08/12/2009		9.3	9.6	8.9	8.0	8.9				9	6
19/01/2010		9.3	12.5	10.2	9.3	8.7				9	6
23/02/2010		10.2	10.5	10.8	9.6	9.0				9	6
29/04/2010	2010	8.0	8.2	8.1	7.6	7.9				9	6
26/05/2010		6.0	6.0		6.0	6.5				9	6
29/06/2010		7.7	7.7	7.9	6.9	7.4				9	6
28/07/2010		9.3	9.4	9.4	8.0	8.8				9	6
31/08/2010		9.0	8.6	9.2	7.5	8.7				9	6
22/09/2010		8.0	8.3	8.3	7.4	7.9				9	6
20/10/2010		8.4	8.8	8.3	7.9	8.4				9	6
17/11/2010		8.3	8.5	8.2	7.7	8.2				9	6
05/12/2010		8.3	7.7	8.2	8.5	8.2				9	6
27/01/2011	2011	8.8	8.6	8.3	7.3	8.0				9	6
16/02/2011		8.5	8.6	8.2	8.1	8.1				9	6
16/03/2011		8.2	8.1	8.1	8.2	8.4				9	6
06/04/2011		8.4	8.6	8.1	7.8	7.9				9	6
11/05/2011		8.2	8.4	8.4	7.8	8.2	8.1	8.1		9	6
08/06/2011		8.0	8.6	8.1	8.0	8.3	8.3	8.2		9	6
07/07/2011			4.0	4.7	8.2	8.2	5.6	4.4		9	6
03/08/2011		8.2	9.2	8.3	7.7	8.1	8.2	8.5		9	6
06/09/2011		7.5	7.8	7.7	7.4	7.7	7.8	7.4		9	6
18/01/2012	2012	9.5	9.2	8.6	8.1	8.1		8.2	8.2	9	6
13/03/2012		8.3	8.8	8.4	8.7	8.2	8.3	8.0	8.3	9	6
15/05/2012		7.3	7.5	7.6	7.5	7.4	7.4	7.5	7.5	9	6
24/07/2012		7.9	10.3	9.2	6.9	9.1	9.4	9.4	7.2	9	6
11/09/2012		8.3	10.2	10.3	7.5	7.8	8.2	9.7	9.2	9	6
Sumatoria de mediciones		445.7	365.5	356.5	411.6	344.8	71.3	79.3	40.4		
Número de mediciones		55	43	43	53	42	9	10	5		
Promedio		8.1	8.5	8.3	7.8	8.2	7.9	7.9	8.1		
Máximo		10.2	12.5	10.8	9.6	9.5	9.39	9.68	9.19		
Mínimo		6	4	4.7	5.4	6.5	5.6	4.35	7.23		

11.1.3. Tabla de Resultados de Conductividad Eléctrica Tomada in Situ (uS/cm)

CONDUCTIVIDAD ELECTRICA									
Puntos de monitoreo		CSW1	CSW2	CSW3	CSW5	CSW6	CSW7	CSW8	CSW9
FECHA DE MUESTREO	AÑO								
28/05/2007	2007	260							

17/06/2007		145						
26/07/2007		108						
21/08/2007		130			108			
25/09/2007		96			81			
30/10/2007		146			93			
19/11/2007		130			100			
10/12/2007		148			118			
28/01/2008		157			124			
25/02/2008		191			126			
10/03/2008	2008	176			140			
21/04/2008		198			122			
05/06/2008		45	86	80	110			
29/07/2008		104	133	116	98			
27/08/2008		96	103	101	82	87		
23/09/2008		86	98	75	74	76		
28/10/2008		96	147	250	88	98		
20/11/2008		122	287	350	81	207		
09/12/2008		138	314	173	98	231		
21/01/2009	2009	142	339	574	101	270		
23/02/2009		167	394	930	119	278		
09/03/2009		174	420	932	257	125		
22/05/2009		105	105	111	115	75		
25/06/2009		127	121	129	107	73		
24/07/2009		117	177	203	102	117		
19/08/2009		138	238	274	109	165		
25/09/2009		115	219	424	93	5		
14/10/2009		14	9	180	7	14		
09/12/2009	2010	133	215	291	108	199		
20/01/2010		130	282	512	180	210		
24/02/2010		173	368	201	148	278		
19/03/2010		200	396	220	161	290		
30/04/2010		155	320	259	121	245		
26/05/2010		152	196	216	125	169		
28/07/2010		101	133	154	96	90		
31/08/2010		91	174	493	74	96		
22/09/2010		83	576	2365	71	83		
20/10/2010	2011	128	373	1179	94	208		
17/11/2010		144	598	1503	114	277		
05/12/2010		155	937	1407	115	294		
27/01/2011		168	961	1472	138	283		
16/02/2011		175	1138	1435	143	300		
16/03/2011		178	1172	1345	139	270		
06/04/2011		196	1202	1480	154	355		
11/05/2011		169	364	415	133	235	310	310
08/06/2011		149	298	335	132	270	301	375
07/07/2011	2012	105	2353	3650	101	76	80	90
03/08/2011		101	766	2515	91	80	100	106
06/09/2011		82	1265	2749	51	80	73	85
18/01/2012	2012	144	376	275	90	298	390	395

13/03/2012	155	139	251	140	216	481	438	360
15/05/2012	156	310	316	123	246	153	294	120
24/07/2012	142	2548	2597	122	156	363	265	620
11/09/2012	142	792	1721	102	78	99	104	75
Sumatoria de mediciones	7378	21442	34258	5719	7203	1960	2457	1570
Número de mediciones	54	42	42	51	40	9	10	5
Promedio	137	511	816	112	180	218	246	314
Máximo	260	2548	3650	257	355	481	438	620
Mínimo	14	9	75	7	5	73	85	75

11.1.4. Resultados de Cobre obtenidos en Laboratorio de COPAE (mg/L)										
COBRE										
Puntos de monitoreo		CSW1	CSW2	CSW3	CSW5	CSW6	CSW7	CSW8	CSW9	Limite Max
FECHA DE MUESTREO	AÑO									
28/05/2007	2007	0								0.3
17/06/2007		0								0.3
26/07/2007		0.2								0.3
21/08/2007		0.2			0					0.3
30/10/2007		0.03			0.01					0.3
19/11/2007		0.01			0					0.3
10/12/2007		0			0.05					0.3
28/01/2008		0.03			0.03					0.3
25/02/2008	2008	0.25			0.16					0.3
10/03/2008		0.1			0.14					0.3
21/04/2008		0.09			0.01					0.3
05/06/2008		0.06	0.12	0.97	0.11					0.3
29/07/2008		0.22	0.01	0.02	0.09					0.3
27/08/2008		0.5	1.13	4.2	0.06	0.04				0.3
23/09/2008		0.49	1.36	0.1	3.42	0.13				0.3
28/10/2008		0.01	0.08	0.37	0.15	0.04				0.3
20/11/2008		0.07	0.03	0.04	0.04	0.03				0.3
09/12/2008		0.05	0.11	0.04	0.29	0.16				0.3
21/01/2009		0.1	0.04	0.06	0.04	0.02				0.3
23/02/2009		0.07	0.03	0.09	0.06	0.05				0.3
09/03/2009		0.06	0.04	0.03	0.02	0.03				0.3
13/04/2009		0.02	0.08	0.12	0.14	0.12				0.3
22/05/2009		0.07	0.06	0.04	0.07	0.07				0.3
25/06/2009		0.05	0.05	0.43	0.12	0.12				0.3
24/07/2009		0.1	0.07	0.21	0.14	0.04				0.3
19/08/2009		0.21	0.07	0.12	0.12	0.14				0.3
25/09/2009	2009	0.17	0.08	0.07	0.05	0.2				0.3
14/10/2009		0.09	0.07	0.13	0.13	0.1				0.3
18/11/2009		0.04	0.03	0.06	0.07	0.07				0.3
09/12/2009		0.03	0.03	0.01	0.11	0.03				0.3
20/01/2010		0.05	0.07	0.05	0.06	0.05				0.3
24/02/2010		0.01	0	0.02	0	0.04				0.3
19/03/2010	2010	0.05	0.02	0.02	0.06	0.02				0.3

30/04/2010		0.1	0.47	0.57	0.14	0.03				0.3
26/05/2010		0.11	0	0	0.48	0				0.3
29/06/2010		0.39	0	0.19	0.17	0.09				0.3
28/07/2010		0.53	0	0	0.13	0				0.3
31/08/2010		1.69	0	0.28	1.1	0.08				0.3
22/09/2010		0	0	1.4	0.35	0				0.3
20/10/2010		0.18	0.06	0.25	0.07	0.09				0.3
17/11/2010		0.09	0.02	1.99	0.09	0.02				0.3
05/12/2010		0.09	0.06	0.73	0.05	0.03				0.3
27/01/2011		0.02	2.62	1.01	0	0				0.3
16/02/2011	2011	0	0.07	1.03	0.06	0.04				0.3
16/03/2011		0.01	0.21	1.06	0.02	0.03				0.3
06/04/2011		0.06	1.34	3.14	0.04	0				0.3
11/05/2011		0.2	0.51	0.29	0.11	0.12	3.35	0.23		0.3
08/06/2011		0.76	0.36	0	0.25	0.51	0.12	0		0.3
07/07/2011		1.46	0.48	2.25	0.76	0.44	0.08	0		0.3
03/08/2011		0.15	0.04	0.17	0.08	0.3	0.14	0.06		0.3
06/09/2011		0.07	0.21	1.16	0	0	0.15	0.04		0.3
18/01/2012	2012	0.01	0.02	0.02	0.04	0.02		0.04	0.02	0.3
13/03/2012		0.04	0.02	0.03	0.07	0.04	0.04	0.03	0.03	0.3
15/05/2012		0.04	0.02	0.28	0.02	0.03	0.04	0.02	0.04	0.3
24/07/2012		0.09	0.29	0.47	0.04	0.02	0.07	0.03	0.07	0.3
11/09/2012		0.02	0.38	0.57	0.01	0.12	0.02	0.08	0.03	0.3
Sumatoria de mediciones		9.54	10.76	24.09	9.83	3.51	4.01	0.53	0.19	
Número de mediciones		56	45	45	53	43	9	10	5	
Promedio		0.17	0.24	0.54	0.19	0.08	0.45	0.05	0.04	
Máximo		1.69	2.62	4.2	3.42	0.51	3.35	0.23	0.07	
Mínimo		0	0	0	0	0	0.02	0	0.02	

11.1.5. Resultados de Cobre obtenidos en laboratorio externo (mg/L)										
COBRE en laboratorio externo										
Puntos de monitoreo		CSW 1	CSW 2	CSW 3	CSW 5	CSW 6	CSW 7	CSW 8	CSW 9	Limite Max
FECHA DE MUESTREO	AÑO									
17/06/2007	2007 (URL)	0.17								0.3
21/08/2007		0.43			0.73					0.3
25/09/2007		0.62			0.81					0.3
10/12/2007	Dic 2007 (Sumilab)	0.06			0.01					0.3
27/08/2008	2008 (Sumilab)	0.38	1.86	1.88	0.01	0.36				0.3
09/12/2008		0.01	0.01	0.01	0.01	0.01				0.3
26/05/2010	2010 (Sumilab)	0.09	2.62	5.04	0.15	0.31				0.3
31/08/2010		0.29	0.14	0.21	0.1	0.08				0.3
05/12/2010		0.25	0.1	0.15	0.06	0.04				0.3
07/07/2011	2011 CEMA	0.79	0.54	0.42	0.96	0.77	0.74	0.53		0.3
06/09/2011		2.01	0.88	0.53	1.19	0.5	0.46	0.1	0.83	0.3
02/11/2011		0.97	0.11	0.21	2.69	0.41	0.1	0.18	0.17	0.3

13/03/2012	2012 CEMA	0.21	0.1	0.16	0.14	0.2	0.08	0.11	0.08	0.3
15/05/2012		0.33	0.14	0.43	0.27	0.2	0.12	0.14	0.12	0.3
24/07/2012		0.15	0.06	0.08	0.19	0.85	0.12	0.1	0.1	0.3
11/09/2012		0.7	0.58	0.14	1.51	0.92	0.77	0.57	0.91	0.3
Sumatoria de mediciones		7.46	7.14	9.26	8.83	4.65	2.39	1.73	2.21	
Número de mediciones		16	12	12	15	12	7	7	6	
Promedio		0.47	0.60	0.77	0.59	0.39	0.34	0.25	0.37	
Máximo		2.01	2.62	5.04	2.69	0.92	0.77	0.57	0.91	
Mínimo		0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.08	0.1	0.08	

11.1.6. Resultados de Hierro obtenidos en Laboratorio de COPAE (mg/L)										
HIERRO										
Puntos de monitoreo		CSW1	CSW2	CSW3	CSW5	CSW6	CSW7	CSW8	CSW9	Limite Max
FECHA DE MUESTREO	MES									
26/07/2007	2007	2								2
21/08/2007		0.3			0.6					2
30/10/2007		1.02			1.58					2
19/11/2007		1.52			1.12					2
10/12/2007		0.41			0.81					2
28/01/2008		0.28			0.56					2
25/02/2008		0.01			0.6					2
10/03/2008		0.21			0.56					2
21/04/2008		0.19			1.16					2
05/06/2008		4.2	3.4	3.71	1.9					2
29/07/2008		1.27	1.75	1.32	2					2
27/08/2008		4.14	1.3	2.2	1.18	1.02				2
23/09/2008		0.85	2.68	0.27	0.62	1.22				2
28/10/2008		0.66	0.35	0.95	0.99	0.6				2
20/11/2008		0.59	0.07	0.3	1.17	0.06				2
09/12/2008	2008	0.45	0.11	0.2	1.08	0.15				2
21/01/2009	2009	0.36	0.08	0.12	0.85	0.06				2
23/02/2009		0.25	0.02	0.16	0.75	0.09				2
09/03/2009		0.23	0.03	0.08	0.1	0.84				2
13/04/2009		0.2	0.06	0.14	0.81	0.15				2
22/05/2009		1	0.28	1.14	1.8	0.5				2
25/06/2009		0.35	0.35	1.43	1.18	0.31				2
24/07/2009		0.63	0.49	0.51	1.04	0.25				2
19/08/2009		0.69	0.62	0.47	1.4	0.63				2
25/09/2009		0.58	0.31	0.87	3.15	0.46				2
14/10/2009		0.57	0.24	0.61	1.62	0.44				2
18/11/2009		0.44	0.12	0.3	1.65	0.15				2
09/12/2009		0.93	0.04	0.13	1.22	1.51				2
20/01/2010	2010	0.28	0.03	0.19	0.72	0.1				2
24/02/2010		0.09	0	0.2	1.89	0.07				2
19/03/2010		0.08	0.04	0.13	1.02	0.1				2
30/04/2010		0.41	0.38	0.62	1.23	0.32				2

26/05/2010		0.64	5.25	6.5	1.97	1.12				2
29/06/2010		1.44	1.94	2.95	2.07	1.76				2
28/07/2010		2.41	2.31	0	3.9	2.05				2
31/08/2010		3.99	1.04	1.01	2.19	1.37				2
22/09/2010		5.12	2.19	1.37	3.41	3.28				2
20/10/2010		0.77	0.22	0.08	1.02	0.45				2
17/11/2010		0.47	0.05	0.06	1.02	0.15				2
05/12/2010		1.36	0.08	0.08	0.81	0.1				2
27/01/2011		0.27	0.04	0.05	0.81	0.06				2
16/02/2011		0.21	0.11	0.05	0.81	0.06				2
16/03/2011		0.26	0.03	0.05	0.84	0.1				2
06/04/2011		0.28	0.03	0.08	0.94	0.28				2
11/05/2011		1.25	1.56	1.34	1.1	1.08	3.7	1.99		2
08/06/2011		3.27	0.8	1.39	1.66	0.95	0.88	0.34		2
07/07/2011		3.37	1.42	0.55	2.91	3.11	2.23	1.71		2
03/08/2011		1.55	3.51	1.85	0.76	3.51	2.08	2.24		2
06/09/2011	2011	2.08	1.61	0.66	3.54	2.52	3.85	2.46		2
18/01/2012		0.3	0.06	0.19	0.75	0.09		0.03	0.04	2
13/03/2012		0.24	0.04	0.2	0.94	0.04	0.04	0.02	0.03	2
15/05/2012		0.3	0.1	0.25	0.71	0.1	0.08	0.01	0.11	2
24/07/2012		0.29	0.09	0.08	0.66	0.45	0.18	0.08	0.07	2
11/09/2012	2012	0.11	0.12	0.09	0.43	0.32	0.12	0.02	0.08	2
Sumatoria de mediciones		55.17	35.35	34.93	69.61	31.98	13.16	8.9	0.33	
Número de mediciones		54	45	45	53	43	9	10	5	
Promedio		1.02	0.79	0.78	1.31	0.74	1.46	0.89	0.07	
Máximo		5.12	5.25	6.5	3.9	3.51	3.85	2.46	0.11	
Mínimo		0.01	0	0	0.1	0.04	0.04	0.01	0.03	

11.1.7. Resultados de Hierro obtenidos en laboratorio externo (mg/L)										
HIERRO en lab externo										
Puntos de monitoreo		CSW 1	CSW 2	CSW 3	CSW 5	CSW 6	CSW 7	CSW 8	CSW 9	Limite Max
FECHA DE MUESTREO	MES									
17/06/2007	2007 URL	3								2
21/08/2007		3								2
25/09/2007		1.24			2.18					2
21/08/2007	Ago 2007 (Sumilab)	4			2.7					2
25/09/2007	Sep 2007 (URL)	3			2.89					2
10/12/2007	Dic 2007 (Sumilab)	0.19			0					2
27/08/2008	2008 Sumilab	5.65	7.2	8.74	4.01	5.36				2
09/12/2008		0.94	0.43	0.42	1.42	0.34				2
26/05/2010	2010 Sumilab	1.23	10.04	12.44	3.05	2.5				2
31/08/2010		4.92	3.56	4.32	5.06	2.4				2
05/12/2010		2.58	1.58	0.96	3.5	1.8				2
07/07/2011	2011 CEMA	0.79	0.54	0.42	0.96	0.77	0.74	0.53		2

06/09/2011		2.01	0.88	0.53	1.19	0.05	0.46	0.1	0.83	2
02/11/2011		0.7	0.09	0.14	1.09	0.18	0.06	0.07	0.11	2
13/03/2012		0.26	0.12	0.21	0.98	0.07	0.06	0.03	0.06	2
15/05/2012		0.36	0.21	0.45	0.93	0.21	0.15	0.12	0.28	2
24/07/2012		1.87	3.04	0.89	1.68	4.32	2.48	1.67	3.14	2
11/09/2012	2012 CEMA	0.98	0.54	0.26	1.92	0.82	0.66	0.69	0.91	2
Sumatoria de mediciones		36.72	28.23	29.78	33.56	18.82	4.61	3.21	5.33	
Número de mediciones		18	12	12	16	12	7	7	6	
Promedio		2.04	2.35	2.48	2.10	1.57	0.66	0.46	0.89	
Máximo		5.65	10.04	12.44	5.06	5.36	2.48	1.67	3.14	
Mínimo		0.19	0.09	0.14	0	0.05	0.06	0.03	0.06	

11.1.8. Resultados de Aluminio obtenidos en Laboratorio de COPAE (mg/L)										
ALUMINIO										
Puntos de monitoreo		CSW1	CSW2	CSW3	CSW5	CSW6	CSW7	CSW8	CSW9	Limite Max
FECHA DE MUESTREO	MES									
30/10/2007	2007	0.451			0					0.5
19/11/2007		0.228			0.171					0.5
10/12/2007		0.168			0.123					0.5
28/01/2008	2008	0.098			0.079					0.5
25/02/2008		0.076			0.082					0.5
10/03/2008		0.066			0.036					0.5
21/04/2008		0.096			0.177					0.5
05/06/2008		1.09	0.40	3.50	0.31					0.5
29/07/2008		0.63	0.11	0.16	0.33					0.5
27/08/2008		0.85	0.24	0.20	0.40	0.13				0.5
23/09/2008		0.19	0.27	0.22	0.25	0.19				0.5
28/10/2008		0.46	0.11	0.20	0.23	0.09				0.5
20/11/2008		0.38	0.04	0.002	0.21	0.02				0.5
09/12/2008		0.27	0.03	0.03	0.16	0.02				0.5
21/01/2009	2009	0.16	0.02	0.02	0.12	0.003				0.5
23/02/2009		0.14	0.03	0.005	0.07	0.02				0.5
09/03/2009		0.11	0.02	0.001	0.01	0.08				0.5
13/04/2009		0.07	0.01	0.02	0.06	0.02				0.5
22/05/2009		0.2	0.03	0.14	0.24	0.125				0.5
25/06/2009		0.2	0.08	0.3	0.27	0.131				0.5
24/07/2009		0.36	0.04	0.08	0.46	0.11				0.5
19/08/2009		0.19	0.01	0.03	0.22	0.13				0.5
25/09/2009		0.2	0.13	0.1	0.35	0.1				0.5
14/10/2009		0.19	0.04	0.07	0.27	0.06				0.5
18/11/2009		0.24	0.05	0.135	0.26	0.1				0.5
09/12/2009		0.15	0	0.01	0.17	0.03				0.5
20/01/2010	2010	0.12	0	0.01	0.11	0.032				0.5
24/02/2010		0.06	0	0.014	0.11	0.02				0.5
19/03/2010		0	0	0.001	0.09	0				0.5
30/04/2010		0.24	0.33	0.44	0.21	0.01				0.5
26/05/2010		0.38	1.33	2.98	0.37	0.26				0.5

29/06/2010		0.26	0.28	0.57	0.30	0.12				0.5
28/07/2010		0.36	0.46	0.00	0.46	0.21				0.5
31/08/2010		0.57	0.26	0.40	0.52	0.17				0.5
22/09/2010		1.00	0.43	0.13	0.60	0.27				0.5
20/10/2010		0.37	0.04	0.03	0.18	0.06				0.5
17/11/2010		0.21	0.01	0.02	0.16	0.01				0.5
05/12/2010		0.19	0.01	0.01	0.13	0.03				0.5
27/01/2011	2011	0.09	0.01	0.02	0.10	0.02				0.5
16/02/2011		0.09	0.01	0.01	0.12	0.02				0.5
16/03/2011		0.01	0.06	0.001	0.10	0.00				0.5
06/04/2011		0.07	0.000	0.000	0.10	0.001				0.5
11/05/2011		0.61	0.21	0.23	0.30	0.15	0.55	0.22		0.5
08/06/2011		0.47	0.13	0.27	0.25	0.150	0.17	0.030		0.5
07/07/2011		0.55	0.09	0.010	0.44	0.28	0.23	0.21		0.5
03/08/2011	2012	0.43	0.48	0.130	0.30	0.28	0.26	0.11		0.5
06/09/2011		0.49	0.24	0.02	0.55	0.23	0.51	0.35		0.5
18/01/2012		0.16	0.08	0.207	0.07	0.02		0.01	0.03	0.5
13/03/2012		0.03	0.003	0.031	0.08	0.004	0.00	0.00	0.002	0.5
15/05/2012		0.04	0.01	0.094	0.16	0.02	0.01	0.00	0.002	0.5
24/07/2012		0.16	0.00	0.001	0.14	0.16	0.04	0.01	0.01	0.5
11/09/2012		0.14	0.00	0.005	0.001	0.13	0.01	0.002	0.01	0.5
Sumatoria de mediciones		14.35	6.12	10.85	11.00	4.02	1.78	0.94	0.05	
Número de mediciones		52	45	45	52	43	9	10	5	
Promedio		0.28	0.14	0.24	0.21	0.09	0.20	0.09	0.01	
Máximo		1.09	1.33	3.50	0.60	0.28	0.55	0.35	0.03	
Mínimo		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	

11.1.9. Resultados de Aluminio obtenidos en laboratorio externo (mg/L)										
ALUMINIO en lab externo										
Puntos de monitoreo		CSW1	CSW2	CSW3	CSW5	CSW6	CSW7	CSW8	CSW9	Limite Max
FECHA DE MUESTREO	MES									
17/06/2007	2007 URL	0.23								0.5
26/07/2007		0.18								0.5
21/08/2007		0.15			0.18					0.5
25/09/2007		0.13			0.1					0.5
10/12/2007	Dic 2007 (Sumilab)	0.03			0					0.5
27/08/2008	2008 Sumilab	0.01	0.01	0.03	0.03	0.02				0.5
09/12/2008		0.01	0.01	0.03	0.01	0.03				0.5
26/05/2010	2010 Sumilab	0.03	0.44	0.2	0.03	0.03				0.5
31/08/2010		0.07	0.06	0.01	0.01	0.01				0.5
05/12/2010		0.05	0.05	0.01	0.01	0.01				0.5
07/07/2011	2011 CEMA	1.19	0.97	0.6	1.19	1.19	1.14	0.61		0.5
06/09/2011		0	0.41	0.18	0	0.15	0.37	0.21	0.21	0.5
02/11/2011		0.29	0.04	0.05	0.26	0.04	0	0.04	0.05	0.5
15/05/2012		0.11	0	0.09	0.09	0.09	0	0.1	0.1	0.5
24/07/2012	2012 CEMA	0.08	0	0	0.05	0.12	0	0	0	0.5

11/09/2012		0.7	0.67	0	0.29	0.17	0.11	0.08	0.14	0.5
Sumatoria de mediciones		3.26	2.66	1.2	2.25	1.86	1.62	1.04	0.5	
Número de mediciones		16	11	11	14	11	6	6	5	
Promedio		0.20	0.24	0.11	0.16	0.17	0.27	0.17	0.10	
Máximo		1.19	0.97	0.6	1.19	1.19	1.14	0.61	0.21	
Mínimo		0	0	0	0	0.01	0	0	0	

11.1.10. Resultados de Manganese obtenidos en Laboratorio de COPAE (mg/L)										
MANGANESO										
Puntos de monitoreo		CSW1	CSW2	CSW3	CSW5	CSW6	CSW7	CSW8	CSW9	Limite Max
FECHA DE MUESTREO	MES									
30/10/2007	2007	0.181			0.173					0.5
19/11/2007		0.141			0.123					0.5
10/12/2007		0.109			0.076					0.5
28/01/2008	2008	0.031			0.035					0.5
25/02/2008		0.06			0.055					0.5
10/03/2008		0.023			0.101					0.5
21/04/2008		0.083			0.101					0.5
05/06/2008		0.84	0.52	1.36	0.32					0.5
29/07/2008		0.34	0.15	0.13	0.23					0.5
27/08/2008		0.74	0.34	1.62	0.17	0.38				0.5
23/09/2008		0.57	0.23	0.42	1.25	0.09				0.5
28/10/2008		0.20	0.11	0.33	0.18	0.11				0.5
20/11/2008		0.17	0.03	0.12	0.17	0.02				0.5
09/12/2008		0.12	0.11	0.07	0.14	0.03				0.5
21/01/2009	2009	0.03	0.32	0.10	0.07	0.03				0.5
23/02/2009		0.05	0.03	0.06	0.09	0.02				0.5
09/03/2009		0.03	0.040	0.01	0.02	0.05				0.5
13/04/2009		0.07	0.06	0.07	0.47	0.02				0.5
22/05/2009		0.22	0.06	0.12	0.3	0.08				0.5
25/06/2009		0.15	0.07	0.24	0.24	0.08				0.5
27/07/2009		0.02	0.31	0.06	0.3	0.03				0.5
20/08/2009		0.01	0.06	0.06	0.24	0.06				0.5
28/09/2009		0.14	0.06	0.17	0.38	0.06				0.5
15/10/2009		0.14	0.04	0.09	0.25	0.04				0.5
20/11/2009		0.13	0.02	0.08	0.24	0.03				0.5
10/12/2009		0.08	0.02	0.02	0.15	0.02				0.5
21/01/2010	2010	0.05	0.02	0.04	0.16	0.02				0.5
24/02/2010		0.02	0.03	0.02	0.38	0.02				0.5
19/03/2010		0.04	0.02	0.06	0.05	0.02				0.5
30/04/2010		0.13	0.29	0.5	0.15	0.04				0.5
01/06/2010		0.19	1.80	1.50	0.28	0.18				0.5
30/06/2010		0.07	0.71	1.03	0.32	0.02				0.5
29/07/2010		0.67	0.57	1.22	1.01	0.23				0.5
02/09/2010		0.82	0.48	0.83	0.92	0.14				0.5
14/10/2010		1.59	0.82	0.62	0.76	0.51				0.5
26/10/2010		0.24		0.20	0.17	0.09				0.5

23/11/2010		0.14	0.05	0.38	0.15	0.07				0.5
09/12/2010		0.10	0.08	0.20	0.10	0.03				0.5
27/01/2011		0.03	0.04	0.16	0.05	0.03				0.5
16/02/2011		0.02	0.05	0.11	0.04	0.02				0.5
16/03/2011		0.04	0.06	0.16	0.07	0.04				0.5
06/04/2011		0.06	0.05	0.08	0.07	0.04				0.5
11/05/2011		0.30	0.47	0.63	0.18	0.21	1.14	0.52		0.5
08/06/2011		0.97	1.38	1.45	0.22	0.33	0.53	0.21		0.5
07/07/2011		0.50	0.63	0.47	0.43	0.38	0.30	0.31		0.5
03/08/2011		0.31	1.00	0.50	0.22	0.42	0.28	0.28		0.5
06/09/2011	2011	0.59	0.46	0.33	0.86	0.33	1.00	0.47		0.5
18/01/2012		0.04	0.11	0.14	0.17	0.10		0.07	0.24	0.5
13/03/2012		0.04	0.03	0.06	0.10	0.02	0.04	0.04	0.07	0.5
15/05/2012		0.06	0.06	0.11	0.24	0.17	0.09	0.04	0.07	0.5
24/07/2012		0.13	0.11	0.08	0.25	0.13	0.08	0.07	0.05	0.5
11/09/2012	2012	0.12	0.86	0.12	0.14	0.13	0.13	0.14	0.04	0.5
Sumatoria de mediciones		11.95	12.76	16.13	13.36	4.87	3.59	2.15	0.47	
Número de mediciones		52	44	45	52	43	9	10	5	
Promedio		0.23	0.29	0.36	0.26	0.11	0.40	0.22	0.09	
Máximo		1.59	1.80	1.62	1.25	0.51	1.14	0.52	0.24	
Mínimo		0.01	0.020	0.01	0.02	0.02	0.04	0.04	0.04	

11.1.11. Resultados de Manganese obtenidos en laboratorio externo (mg/L)										
MANGANESO en lab externo										
Puntos de monitoreo		CSW1	CSW2	CSW3	CSW5	CSW6	CSW7	CSW8	CSW9	Limite Max
FECHA DE MUESTREO	MES									
21/08/2007	2007 Sumilab	1.8			0.6					0.5
10/12/2007		0			0.7					0.5
27/08/2008	2008 Sumilab	2.6	9.1	11.4	0.4	1.8				0.5
09/12/2008		0.5	1.1	2	2.1	1.6				0.5
26/05/2010	2010 Sumilab	2.3	17.8	29.2	1.1	1.1				0.5
31/08/2010		3.2	2.6	3.2	1.8	0.4				0.5
05/12/2010		5.1	1.8	1.98	0.91	0.35				0.5
06/04/2011	2011 CEMA	0.1	0	0.1	0.1	0.1				0.5
07/07/2011		0.76	0.58	0.22	0.51	0.57	0.37	0.36		0.5
06/09/2011		3.98	1.95	0.82	3.98	1.48	4.4	2.03	1.43	0.5
02/11/2011		0.59	0.58	1.21	2.12	0.31	0.1	0.1	0.07	0.5
13/03/2012	2012 CEMA	0.05	0	0.2	0.35	0	0	0	0.16	0.5
15/05/2012		0.17	0.13	0.98	0.56	0.12	0.15	0.1	0.09	0.5
24/07/2012		0.3	0.72	0.88	0.41	1.9	0.14	0.07	0.1	0.5
11/09/2012		1.35	0.96	0.59	2.5	1.54	1.23	1.07	1.27	0.5
Sumatoria de mediciones		22.8	37.32	52.78	18.14	11.27				
Número de mediciones		3	3	3	3	3				
Promedio		1.52	2.87	4.06	1.21	0.87				
Máximo		5.1	17.8	29.2	3.98	1.9				
Mínimo		0	0	0.1	0.1	0				

11.1.12. Resultados de Zinc obtenidos en Laboratorio de COPAE (mg/L)										
		ZINC								
Puntos de monitoreo		CSW1	CSW2	CSW3	CSW5	CSW6	CSW7	CSW8	CSW9	Limite Max
FECHA DE MUESTREO	MES									
30/10/2007	2007	0.01			0.1					0.5
19/11/2007		0			0.02					0.5
10/12/2007		0.04			0.06					0.5
28/01/2008		0.23			0.03					0.5
25/02/2008		0.04			0.07					0.5
10/03/2008		0.07			0.01					0.5
21/04/2008		0.04			0.01					0.5
05/06/2008		0.04	0.01	0.19	0.03					0.5
29/07/2008	2008	0.04	0.01	0.03	0.01					0.5
27/08/2008		0.11	0.07	0.03	0.02	0.04				0.5
23/09/2008		0	1.21	0.02	0.03	0.06				0.5
28/10/2008		0.02	0.04	0.02	0.03	0.02				0.5
20/11/2008		0.03	0.04	0.04	0.03	0.04				0.5
09/12/2008		0.04	0.04	0.04	0.05	0.04				0.5
21/01/2009		0.04	0.1	0.07	0.03	0.04				0.5
23/02/2009		0.12	0.06	0.13	0.08	0.06				0.5
09/03/2009	2009	0.03	0.03	0.02	0.05	0.07				0.5
13/04/2009		0.01	0.22	0.17	0.03	0.08				0.5
22/05/2009		0.02	0.02	0.03	0	0.04				0.5
25/06/2009		0.02	0.05	0.03	0.1	0.04				0.5
27/07/2009		0.03	0.06	0.12	0.1	0.28				0.5
20/08/2009		0.13	0.12	0.11	0.11	0.07				0.5
28/09/2009		0.04	0.08	0.11	0.1	0.13				0.5
15/10/2009		0.14	0.12	0.12	0.1	0.06				0.5
20/11/2009	2010	0.11	0.09	0.06	0.07	0.08				0.5
10/12/2009		0.03	0.08	0.08	0.09	0.09				0.5
21/01/2010		0.12	0.1	0.11	0.03	0.03				0.5
24/02/2010		0.1	0.12	0.11	0.12	0.08				0.5
19/03/2010		0.04	0.04	0.03	0.03	0.04				0.5
30/04/2010		0.02	0.02	0.002	0.04	3.16				0.5
01/06/2010		0.06	0	0	0	0.04				0.5
30/06/2010		0.07	0	0	0.03	0.02				0.5
29/07/2010	2011	0	0	0	0	0.01				0.5
02/09/2010		0	0.01	0.01	0.04	0				0.5
14/10/2010		0	0.87	0	0	0				0.5
26/10/2010		0.06	0.086	0.03	0.04	0.05				0.5
18/11/2010		0.04	0.05	0.02	0.03	0.07				0.5
09/12/2010		0.05	0.06	0.05	0.08	0.08				0.5
27/01/2011		0.08	0.07	0.02	0.04	0.06				0.5

16/02/2011		0.05	0.02	0.04	0.05	0.04				0.5
16/03/2011		0.07	0.04	0	0.03	0.03				0.5
06/04/2011		0.51	0.42	0.31	0.42	0.62				0.5
11/05/2011		0.21	0.25	0.09	0.57	0.27	0	0		0.5
08/06/2011		0.3	0.44	0.15	0.16	0.31	0.13	0.11		0.5
07/07/2011		0.24	0.12	0.16	0.27	0.18	0.16	0.11		0.5
03/08/2011		0.26	0.21	0.92	0.48	0.29	0.56	0.31		0.5
06/09/2011		0.57	0.4	0.86	0.27	0.38	0.39	0.34		0.5
18/01/2012		0.03	0.2	0.67	0.14	0.47		0.15	0.13	0.5
13/03/2012	2012	0.08	0.05	0.05	0.03	0.03	0.09	0.11	0.01	0.5
15/05/2012		0.11	0.09	0.26	0.31	0.19	0.89	0.01	0.06	0.5
24/07/2012		0	0.28	0.1	0	0.01	0.04	0.05	0.01	0.5
11/09/2012		0.13	0.42	0.15	0.02	0.03	0.08	0.03	0.09	0.5
Sumatoria de mediciones		4.63	6.816	5.562	4.59	7.73	2.34	1.22	0.3	
Número de mediciones		52	45	45	52	43	9	10	5	
Promedio		0.09	0.15	0.12	0.09	0.18	0.26	0.12	0.06	
Máximo		0.57	1.21	0.92	0.57	3.16	0.89	0.34	0.13	
Mínimo		0	0	0	0	0	0	0	0.01	

11.1.13. Resultados de Zinc obtenidos en laboratorio externo (mg/L)										
ZINC EN LAB EXTERNO										
Puntos de monitoreo		CSW1	CSW2	CSW3	CSW5	CSW6	CSW7	CSW8	CSW9	Limite Max
FECHA DE MUESTREO	MES									
27/08/2008	2008 Sumilab	0.07	0.44	0.47	0.01	0.02				0.5
09/12/2008		0.2	0.13	0.11	0.22	0.13				0.5
26/05/2010	2010 Sumilab	0.01	0.85	1.63	0.01	0.01				0.5
31/08/2010		0.38	0.29	0.2	0.11	0.07				0.5
05/12/2010		0.29	0.2	0.18	0.15	0.1				0.5
07/07/2011	2011 CEMA	0.23	0.28	0.14	0.24	0.2	0.15	0.13		0.5
06/09/2011		0.55	0.18	0.17	0.53	0.037	0.089	0.035	0.019	0.5
02/11/2011		0.042	0.038	0.055	0.248	0.02	0.025	0	0	0.5
13/03/2012	2012 CEMA	0.14	0.09	0.14	0.14	0.19	0.1	0.15	0.31	0.5
15/05/2012		0.14	0.08	0.137	0.17	0.06	0.15	0	0.12	0.5
24/07/2012		0.13	0.08	0.08	0.12	0.22	0.04	0.05	0.06	0.5
11/09/2012		0.22	0.29	0.4	0.34	0.24	0.21	0.2	0.2	0.5
Sumatoria de mediciones		2.402	2.948	3.712	2.288	1.297	0.764	0.565	0.709	
Número de mediciones		12	12	12	12	12	7	7	6	
Promedio		0.20	0.25	0.31	0.19	0.11	0.11	0.08	0.12	
Máximo		0.55	0.85	1.63	0.53	0.24	0.21	0.2	0.31	
Mínimo		0.01	0.038	0.055	0.01	0.01	0.025	0	0	

11.1.14. Resultados de Sulfatos obtenidos en Laboratorio de COPAE (mg/L)										
SULFATO										
Puntos de monitoreo		CSW 1	CSW2	CSW3	CSW5	CSW6	CSW 7	CSW 8	CSW 9	Limite Max
FECHA DE MUESTREO	MES									

30/10/2007	2007	27			17					250
19/11/2007		33			20					250
10/12/2007		35			20					250
28/01/2008		40			21					250
25/02/2008		45			27					250
10/03/2008	2008	47			26					250
21/04/2008		50			19					250
05/06/2008		27	7	8	21					250
29/07/2008		29	12	7	20					250
27/08/2008		14	2	3	18	6				250
23/09/2008	2009	9	10	2	18	5				250
28/10/2008		20	10	46	17	10				250
20/11/2008		31	33	65	20	29				250
09/12/2008		34	38	4	17	32				250
21/01/2009		38	55	101	18	53				250
23/02/2009	2010	43	65	124	23	42				250
09/03/2009		46	71	127	38	19				250
13/04/2009		49	67	123	23	32				250
22/05/2009		25	10	12	27	9				250
25/06/2009		26	8	11	18	7				250
24/07/2009	2011	26	15	23	23	14				250
19/08/2009		32	26	34	21	18				250
25/09/2009		19	28	70	19	14				250
14/10/2009		34	19	14	24	15				250
18/11/2009		30	18	14	31	14				250
09/12/2009	2012	36	38	28	37	30				250
20/01/2010		38	46	92	26	36				250
24/02/2010		39	51	5	23	40				250
19/03/2010		48	57	6	30	44				250
30/04/2010		29	25	1	20	35				250
26/05/2010	2013	28	0	0	25	17				250
29/06/2010		8	3	0	18	8				250
28/07/2010		15	6	0	0	8				250
31/08/2010		11	18	62	6	8				250
22/09/2010		0	58	335	8	9				250
20/10/2010	2014	30	61	282	18	26				250
17/11/2010		37	105	83	23	45				250
05/12/2010		35	130	89	20	51				250
27/01/2011		33	66	87	21	43				250
16/02/2011		37	52	61	23	48				250
16/03/2011	2015	36	125	98	22	0				250
06/04/2011		38	64	79	23	50				250
11/05/2011		31	38	75	17	27	0	0		250
08/06/2011		8	36	11	24	22	30	38		250
07/07/2011		17	86	110	15	7	7	4		250
03/08/2011	2016	21	21	34	18	10	9	9		250
06/09/2011		16	0	102	9	12	3	6		250
18/01/2012		32	59	44	23	54		62	80	250
13/03/2012		0	0.3	0.2	0.4	0.3	0.4	0.3	0.5	250

15/05/2012		26	45	66	18	47	45	41	50	250
24/07/2012		38	0	363	23	20	71	39	105	250
11/09/2012		40	0	317	218	25	53	40	78	250
Sumatoria de mediciones		1536	1684.3	3218.2	1254.4	1041.3	218.4	239.3	313.5	
Número de mediciones		52	45	45	52	43	9	10	5	
Promedio		30	37	72	24	24	24	24	63	
Máximo		50	130	363	218	54	71	62	105	
mínimo		0	0	0	0	0	0	0	0.5	

11.1.15. Resultados de Sulfatos obtenidos en laboratorio externo (mg/L)

SULFATO en lab externo										
Puntos de monitoreo		CSW1	CSW2	CSW3	CSW5	CSW6	CSW7	CSW8	CSW9	Limite Max
FECHA DE MUESTREO	MES									
17/06/2007	2007 URL	35								250
26/07/2007		29.5								250
21/08/2007		43.6			38.3					250
21/08/2007	Ago 2007 (Sumilab)	39			40					250
25/09/2007	Sep 2007 (URL)				28.1					250
10/12/2007	Dic 2007 (Sumilab)	32			23					250
27/08/2008	2008 Sumilab	25	61	81	14	22				250
09/12/2008		32	32	5	18	32				250
26/05/2010	2010 Sumilab	31	78.2	168	29	25				250
31/08/2010		38	40	29	21	18				250
05/12/2010		24	29	25	20	20				250
06/04/2011	2011 CEMA	46.5	98.7	127	37	59				250
07/07/2011		19	242	300	32	24	35	24		250
06/09/2011		317	301	301	14	0	0	0	0	250
02/11/2011	2012 CEMA	258	300	300	159	167	145	133	145	250
13/03/2012		0	15	0	0	0	25	0	0	250
15/05/2012		300	300	300	167	263	266	309	312	250
24/07/2012	2012 CEMA	136	262	300	126	140	164	94	151	250
11/09/2012		82	158	300	75	78	80	95	66	250
Sumatoria de mediciones		1487.6	1916.9	2236	841.4	848	715	655	674	
Número de mediciones		18	13	13	17	13	7	7	6	
Promedio		83	147	172	49	65	102	94	112	
Máximo		317	301	301	167	263	266	309	312	
mínimo		0	15	0	0	0	0	0	0	

11.1.16. Resultados de Nitratos Obtenidos en Laboratorio de COPAE (mg/L)										
Puntos de monitoreo		NITRATO								
FECHA DE MUESTREO	MES	CSW1	CSW2	CSW3	CSW5	CSW6	CSW7	CSW8	CSW9	Limite Max
30/10/2007	2007	0.2			0.1					10
19/11/2007		3.2			1.7					10
10/12/2007		5			1.8					10
28/01/2008	2008	3.5			2.7					10
25/02/2008		4.2			3					10
10/03/2008		2.4			5.9					10
21/04/2008		1.7			6.7					10
05/06/2008		4.4	4	6.4	5.7					10
29/07/2008		6	9.6	25.2	5.7					10
27/08/2008		6.4	2.7	5.7	8.6	7.2				10
23/09/2008		7	2.7	6.6		8.6				10
28/10/2008		5.1	5.7	9.3	7	6.3				10
20/11/2008		4.9	6	7.6	2.9	5.1				10
09/12/2008		6.3	5.9	4.6	5.3	6.5				10
21/01/2009	2009	5	7.3	10.7	8.9	2.9				10
23/02/2009		12.2	14.6	14.2	7.3	7.2				10
09/03/2009		5.5	10.1	8.7	8.1	10				10
13/04/2009		10.2	3.4	10	5.6	8				10
22/05/2009		7.2	34	6.8	7.2	10.3				10
25/06/2009		8.7	3.8	8.6	4.7	9.5				10
24/07/2009		3.1	7.1	0	8.3	4.1				10
19/08/2009		6.3	9.7	10.4	12	12.3				10
25/09/2009		8.9	4.6	7.1	8.9	10.3				10
14/10/2009		10.5	7.2	9.7	9	9.7				10
18/11/2009		9	10.9	9.8	5.1	8.2				10
09/12/2009		20.5	10.5	10.2	7.9	8.5				10
20/01/2010	2010	7.7	8.4	11.6	8.6	7.2				10
24/02/2010		10.5	7.9	7.5	1.3	9.1				10
19/03/2010		7.6	15.8	7	7.2	8.1				10
30/04/2010		6.5	4.8	5.4	9.8	8.9				10
26/05/2010		7.3	10.8	0	7.8	15.9				10
29/06/2010		5.5	7.8	2.9	5.1	8.5				10
28/07/2010		5.3	6.6	6.5	10.2	12.7				10
31/08/2010		2.4	0	12.3	7.1	11.4				10
22/09/2010		68.4	11.3	0	4.9	0				10
20/10/2010		0	3.2	29.1	0.8	1.4				10
17/11/2010		3.3	11.8	48.2	2.2	3.2				10
05/12/2010		1	18.1	28.9	2.6	1.9				10
27/01/2011	2011	2.5	11.4	30.9	2.3	3.7				10
16/02/2011		2.4	20.9	38.9	3	2.6				10
16/03/2011		2.9	31.8	37.6	2.3	2.7				10
06/04/2011		2.6	13.5	24.5	2.1	3.9				10
11/05/2011		0	20	8.5	0.6	0	279.2	181.7		10

08/06/2011		152.1	0	332.5	0	0	0	1.4		10
07/07/2011		11.4	0	35	0	0.5	1.6	1.2		10
03/08/2011		0.4	0	238.1	1	4.8	2.2	1.9		10
06/09/2011		0.9	4.4	10.4	0	3.1	0.6	1.7		10
18/01/2012		0	0.7	1	0.6	0.4		0.4	0.4	10
13/03/2012		0.3	0.3	0.4	0.1	0.3	0.3	0.5	0.4	10
15/05/2012		0.1	16.6	36.5	23	53.2	29.5	25.9	36.4	10
24/07/2012		23.3	23	14	39.2	31.8	18.5	17.2	28.7	10
11/09/2012	2012	35.5	23	22	45.2	35	42.3	36	35	10
Sumatoria de mediciones		527.3	431.9	1161.3	337.1	365	374.2	267.9	100.9	
Número de mediciones		52	45	45	51	43	9	10	5	
Promedio		10.1	9.6	25.8	6.6	8.5	41.6	26.8	20.2	
Máximo		152.1	34.0	332.5	45.2	53.2	279.2	181.7	36.4	
mínimo		0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.4	0.4	

11.1.17. Resultados de Nitratos obtenidos en laboratorio externo (mg/L)										
NITRATO										
Puntos de monitoreo		CSW1	CSW2	CSW3	CSW5	CSW6	CSW7	CSW8	CSW9	Limite Max
FECHA DE MUESTREO	MES									
17/06/2007	2007 URL	44.3								10
26/07/2007		44.3								10
21/08/2007		1.94			1.5					10
10/12/2007	2007 Sumilab	0			1.76					10
27/08/2008	2008 Sumilab	1.1	2	2.4	0.66	1.58				10
09/12/2008		3.83	2.42	2.68	2.9	2.6				10
26/05/2010	2010 Sumilab	2.82	4.31	4.84	2.95	2.64				10
31/08/2010		1.63	0.62	0.35	0.44	0.09				10
05/12/2010		1.06	0.79	0.48	0.35	0.66				10
06/04/2011	2011 CEMA	0.04	1.8	1.9	0.05	0.05				10
07/07/2011		0.9	9.9	23.5	1.1	1.1	0.9	1		10
06/09/2011		12.3	34.1	62.8	14.6	13.1	16.3	9.9	11	10
02/11/2011	13.7	62	85.6	22.7	9.2	12.9	3.9	13.9	10	
13/03/2012	2012 CEMA	8	5	6.4	5.8	7.8	7	55.3	10.1	10
15/05/2012		1	0.6	0.9	0.6	0.9	0.5	0.8	1	10
24/07/2012		5.7	88.5	94.2	1.8	5.3	0	0	20.2	10
11/09/2012		5.3	34.5	72.1	7.8	7.8	7	4.8	7.3	10
Sumatoria de mediciones		147.92	246.5	358.2	65.01	52.82	44.6	75.7	63.5	
Número de mediciones		17	13	13	15	13	7	7	6	
Promedio		8.7	19.0	27.6	4.3	4.1	6.4	10.8	10.6	
Máximo		44.3	88.5	94.2	22.7	13.1	16.3	55.3	20.2	
mínimo		0.0	0.6	0.4	0.1	0.1	0.0	0.0	1.0	

11.1.18. Resultados de Arsénico Obtenidos en Laboratorio de COPAE (mg/L)											
ARSENICO											
Puntos de monitoreo		CSW1	CSW2	CSW3	CSW5	CSW6	CSW7	CSW8	CSW9	Limite Max BM	Limite Max COGUA NOR
FECHA DE MUESTREO	MES										
05/06/2008	2008	0.004	0.004	0.004	0.004					0.1	0.01
29/07/2008		0.004	0.004	0.004	0.004					0.1	0.01
27/08/2008		0.004	0.004	0.004	0.004	0.004				0.1	0.01
23/09/2008		0.004	0.004	0.004	0.004	0.004				0.1	0.01
28/10/2008		0.004	0.005	0.004	0.004	0.004				0.1	0.01
20/11/2008		0.004	0.005	0.012	0.004	0.004				0.1	0.01
09/12/2008		0.004	0.004	0.004	0.004	0.004				0.1	0.01
21/01/2009		0.004	0.004	0.016	0.004	0.004				0.1	0.01
23/02/2009	2009	0.004	0.008	0.07	0.004	0.004				0.1	0.01
09/03/2009		0.004	0.005	0.12	0.004	0.004				0.1	0.01
13/04/2009		0.004	0.004	0.05	0.004	0.004				0.1	0.01
22/05/2009		0.003	0.003	0.004	0.003	0.003				0.1	0.01
25/06/2009		0.003	0.003	0.003	0.003	0.003				0.1	0.01
24/07/2009		0.003	0.003	0.004	0.003	0.003				0.1	0.01
19/08/2009		0.003	0.004	0.005	0.003	0.003				0.1	0.01
25/09/2009		0.003	0.003	0.05	0.003	0.003				0.1	0.01
14/10/2009		0.003	0.003	0.004	0.003	0.003				0.1	0.01
18/11/2009		0.003	0.003	0.003	0.003	0.003				0.1	0.01
09/12/2009		0.003	0.003	0.003	0.003	0.003				0.1	0.01
20/01/2010	2010	0.009	0.002	0.009	0.008	0.008				0.1	0.01
24/02/2010		0.001	0.002	0.007	0.001	0.001				0.1	0.01
19/03/2010		0.001	0.003	0.006	0.001	0.001				0.1	0.01
30/04/2010		0.003	0.004	0.008	0.003	0.003				0.1	0.01
01/06/2010		0.004	0.004	0.004	0.004	0.004				0.1	0.01
30/06/2010		0.004	0.004	0.004	0.004	0.004				0.1	0.01
29/07/2010		0.004	0.004	0.004	0.004	0.004				0.1	0.01
02/09/2010		0.004	0.004	0.004	0.004	0.004				0.1	0.01
14/10/2010		0.004	0.004	0.014	0.004	0.004				0.1	0.01
21/10/2010		0.004	0.004	0.004	0.004	0.004				0.1	0.01
18/11/2010		0.004	0.004	0.004	0.004	0.004				0.1	0.01
06/12/2010	2011		0.004	0.004						0.1	0.01
16/02/2011						0.01				0.1	0.01
16/03/2011		0	0.005	0.026	0.031	0.091				0.1	0.01
06/04/2011		0.01	0.03	0.01	0	0				0.1	0.01
11/05/2011		0	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01		0.1	0.01
08/06/2011		0.01	0.01	0.03	0.01	0.01	0.01	0.01		0.1	0.01
07/07/2011		0.03	0.03	0.03	0	0.03	0.01	0.01		0.1	0.01
03/08/2011		0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.03		0.1	0.01
06/09/2011		0.01	0.03	0.03	0.01	0.01	0.01	0.01		0.1	0.01
18/01/2012	2012	0.01	0.01	0	0.01	0		0.01	0.01	0.1	0.01
13/03/2012		0.01	0.01	0.03	0.01	0.01	0.03	0.01	0.01	0.1	0.01
15/05/2012		0.01	0	0.03	0	0	0.01	0.01	0	0.1	0.01
24/07/2012		0.01	0.03	0.05	0	0	0.01	0	0.01	0.1	0.01

11/09/2012		0	0.01	0.03	0	0.01	0.01	0.01	0	0.1	0.01
Sumatoria de mediciones		0.22	0.304	0.726	0.2	0.292	0.11	0.11	0.03		
Número de mediciones		42	43	43	42	41	9	10	5		
Promedio		0.005	0.007	0.017	0.005	0.007	0.012	0.011	0.006		
Máximo		0.03	0.03	0.12	0.031	0.091	0.03	0.03	0.01		
mínimo		0	0	0	0	0	0.01	0	0		

11.1.19. Resultados de Arsénico obtenidos en laboratorio externo (mg/L)											
ARSENICO en lab externo											
Puntos de monitoreo		CSW 1	CSW 2	CSW 3	CSW 5	CSW 6	CSW 7	CSW 8	CSW 9	Limite Max BM	Limite Max COGUANOR
FECHA DE MUESTREO	MES										
26/05/2010	2010 Sumilab	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002				0.1	0.01
31/08/2010		0.004	0.004	0.002	0.002	0.002				0.1	0.01
05/12/2010		0.002	0.002	0.002	0.002	0.004				0.1	0.01
01/02/2011	2011 Sumilab	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004				0.1	0.01
06/04/2011	2011 CEMA	0	1.14	0.8	0.54	2.09				0.1	0.01
07/07/2011		0.009	0.009	0.003	0.003	0.003	0.002	0.019		0.1	0.01
06/09/2011		0.003	0.015	0.003	0.002	0.018	0.008	0.005	0.005	0.1	0.01
02/11/2011		0.005	0.006	0.005	0.003	0.005	0.005	0.004	0.005	0.1	0.01
13/03/2012		0.005	0.005	0.004	0.005	0.006	0.01	0.004	0.005	0.1	0.01
15/05/2012		0.004	0.005	0.004	0.004	0.005	0.004	0.005	0.004	0.1	0.01
24/07/2012		0.008	0.008	0.006	0.006	0.003	0.006	0.007	0.003	0.1	0.01
11/09/2012	2012 CEMA	0.006	0.019	0.005	0.022	0.006	0.005	0.005	0.006	0.1	0.01
Sumatoria de mediciones		0.052	1.219	0.84	0.595	2.148	0.04	0.049	0.028		
Número de mediciones		12	12	12	12	12	7	7	6		
Promedio		0.004	0.102	0.070	0.050	0.179	0.006	0.007	0.005		
Máximo		0.009	1.140	0.800	0.540	2.090	0.010	0.019	0.006		
mínimo		0.000	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.004	0.003		

11.1.20. Resultados de Níquel obtenidos en Laboratorio de COPAE (mg/L)										
NIQUEL										
Puntos de monitoreo		CSW1	CSW2	CSW3	CSW5	CSW6	CSW7	CSW8	CSW9	Limite Max
FECHA DE MUESTREO	MES									
18/01/2012	Enero	0.00	0.06	0.28	0.06	0.06		0.03	0.13	0.5
13/03/2012	Marzo	0.38	0.40	0.29	0.41	0.36	0.40	0.36	0.03	0.5
15/05/2012	Mayo	0.42	0.39	0.35	0.55	0.40	0.28	0.52	0.30	0.5
24/07/2012	Julio	0.14	0.09	0.09	0.07	0.14	0.08	0.09	0.08	0.5
11/09/2012	Septiembre	0.11	0.07	0.00	0.01	0.13	0.10	0.04	0.07	0.5
Sumatoria de mediciones		1.05	1.01	1.01	1.10	1.09	0.86	1.04	0.61	
Número de mediciones		5	5	5	5	5	4	5	5	
Promedio		0.21	0.20	0.20	0.22	0.22	0.22	0.21	0.12	
Máximo		0.42	0.40	0.35	0.55	0.40	0.40	0.52	0.30	
mínimo		0.00	0.060	0.00	0.01	0.06	0.08	0.03	0.03	

11.1.21. Resultados de Níquel obtenidos en laboratorio externo (mg/L)										
NIQUEL en lab externo (CEMA)										
Puntos de monitoreo		CSW1	CSW2	CSW3	CSW5	CSW6	CSW7	CSW8	CSW9	Limite Max
FECHA DE MUESTREO	MES									
07/07/2011	2011	0.3	0.18	0.72	1.98	1.95	1.79	0.62		0.5
06/09/2011		4.56	2.04	0.71	4.21	1.22	4.41	1.83	1.29	0.5
02/11/2011		0.81	0.22	0.25	4.29	0.49	0.23	0.28	0.16	0.5
13/03/2012		0.27	0.15	0.31	0.31	0.24	0.25	0.19	0.15	0.5
15/05/2012	2012	3.44	1.02	0.62	0.82	0.51	0.37	0.34	0.32	0.5
24/07/2012		0.57	0.47	0.98	0.76	1.87	0.51	0.36	0.36	0.5
11/09/2012		1.50	0.87	0.58	3.02	1.70	1.10	1.20	1.33	0.5
Sumatoria de mediciones		11.45	4.95	4.17	15.39	7.98	8.66	4.82	3.61	
Número de mediciones		7	7	7	7	7	7	7	6	
Promedio		1.64	0.71	0.60	2.20	1.14	1.24	0.69	0.60	
Máximo		4.56	2.04	0.98	4.29	1.95	4.41	1.83	1.33	
mínimo		0.27	0.15	0.25	0.31	0.24	0.23	0.19	0.15	

11.1.22. Resultados de Cadmio obtenidos en Laboratorio de COPAE (mg/L)										
CADMIO										
Puntos de monitoreo		CSW1	CSW2	CSW3	CSW5	CSW6	CSW7	CSW8	CSW9	Limite Max
FECHA DE MUESTREO	MES									
18/01/2012	Enero	0.50	0.41	0.32	0.43	1.50		0.10	0.13	0.05
13/03/2012	Marzo	0.04	0.07	0.13	0.10	0.06	0.08	0.09	0.07	0.05
15/05/2012	Mayo	0.30	0.83	1.20	0.56	0.25	0.14	0.63	0.22	0.05
24/07/2012	Julio	0.85	0.15	0.19	0.59	1.14	0.34	1.10	0.20	0.05
11/09/2012	Septiembre	0.48	0.30	1.10	0.36	0.48	0.18	0.39	0.38	0.05
Sumatoria de mediciones		2.17	1.76	2.94	2.04	3.43	0.74	2.31	1.00	
Número de mediciones		5	5	5	5	5	4	5	5	
Promedio		0.43	0.35	0.59	0.41	0.69	0.19	0.46	0.20	
Máximo		0.85	0.83	1.20	0.59	1.50	0.34	1.10	0.38	
mínimo		0.04	0.070	0.13	0.10	0.06	0.08	0.09	0.07	

11.1.23. Resultados de Cadmio obtenidos en laboratorio externo (mg/L)										
CADMIO en lab externo (CEMA)										
Puntos de monitoreo		CSW1	CSW2	CSW3	CSW5	CSW6	CSW7	CSW8	CSW9	Limite Max
FECHA DE MUESTREO	MES									
06/04/2011	2011	0	0	0	0	0				0.05
07/07/2011		0.003	0.000	0.068	0.214	0.286	0.161	0.080		0.05
06/09/2011		0.501	0.375	0.082	0.501	0.194	0.501	0.402	0.275	0.05
02/11/2011		0.500	0.500	0.375	0.500	0.084	0.275	0.402	0.402	0.05
13/03/2012	2012	0.109	0.103	0.066	0.037	0.087	0.018	0.007	0.044	0.05
15/05/2012		0.000	0.000	0.044	0.034	0.000	0.000	0.000	0.000	0.05

24/07/2012		0.006	0.000	0.000	0.022	0.175	0.019	0.000	0.000	0.05
11/09/2012		0.131	0.064	0.005	0.329	0.139	0.106	0.097	0.106	0.05
Sumatoria de mediciones		1.25	1.042	0.64	1.637	0.965	1.08	0.988	0.827	
Número de mediciones		8	8	8	8	8	7	7	6	
Promedio		0.16	0.13	0.08	0.20	0.12	0.15	0.14	0.14	
Máximo		0.501	0.5	0.375	0.501	0.286	0.501	0.402	0.402	
Mínimo		0	0	0	0	0	0	0	0	

11.2. Tabla de resultados del monitoreo de aguas en nacimientos (pozos)

11.2.1. Tabla de resultados de Temperatura en oC tomada in Situ

TEMPERATURA en °C							
Puntos de monitoreo		CP1	CP2	CP3	CP4	CP5	CP6
FECHA	MES	Chininguitz	Agel	San José Ixcanichel	Siete Platos	Siete Platos	Siete Platos
23/02/2011	2011 feb	17.8	17.4	16.7	22.7	21.9	23.8
24/03/2011	2011 mar	19.2	17.4	16.9	26.9	24.2	24.2
12/04/2011	2011 abr	23.5	17.5	21.3	25.1	27	22.9
18/05/2011	2011 may	20.2	17.9	19.1	24.9	24.1	23.7
15/06/2011	2011 jun	21.6	17.8	18.9	24.9	24.7	24.3
14/07/2011	2011 jul	19	18	20.3	24.6	23.2	22.3
10/08/2011	2011 ago	23	18.3	19.4	25.8	24.7	22.8
27/09/2011	2011 sep	21.9	18.3	19.4	24.5	22.7	22.2
24/01/2012	2012 ene	16.6	17.5	15.8	23	21.7	23
14/03/2012	2012 mar	17.6	17.1	16.7	22.4	18.6	22.4
16/05/2012	2012 may		17.3	18.6	23.6	21.1	22.8
25/07/2012	2012 jul		17.4	19	24	22.4	23
12/09/2012	2012 sep		18	19	24	23.7	22.8
Sumatoria de mediciones		200.4	229.9	241.1	316.4	300	300.2
Número de mediciones		10	13	13	13	13	13
Promedio		20.0	17.7	18.5	24.3	23.1	23.1
Máximo		23.5	18.3	21.3	26.9	27	24.3
mínimo		16.6	17.1	15.8	22.4	18.6	22.2

11.2.2. Tabla de resultados de pH tomado in Situ

pH									
Puntos de monitoreo		CP1	CP2	CP3	CP4	CP5	CP6	Limite Max	Limite Min
FECHA	MES	Chininguitz	Agel	San José Ixcanichel	Siete Platos	Siete Platos	Siete Platos		
23/02/2011	2011	7.7	7.2	7.8	6.9	6.9	7.6	9	6
24/03/2011		7.8	7.4	7.0	7.0	7.1	7.5	9	6
12/04/2011		7.6	7.5	7.3	7.7	6.8	7.7	9	6

18/05/2011		7.7	7.3	7.1	7.1	6.7	7.4	9	6
15/06/2011		7.2	7.1	6.7	6.8	7.1	7.7	9	6
14/07/2011		7.2	7.4	6.5	7.3	7.1	7.2	9	6
10/08/2011		8.1	7.6	7.9	9.0	7.9	8.2	9	6
27/09/2011		7.1	7.5	7.0	7.4	8.3	8.3	9	6
24/01/2012	2012	7.8	7.7	7.5	7.3	7.5	11.1	9	6
14/03/2012		7.1	7.7	7.5	7.7	7.9	7.9	9	6
16/05/2012			6.9	6.8	6.7	6.7	7.2	9	6
25/07/2012			7.2	7.1	6.9	7.9	7.8	9	6
12/09/2012			7.6	7.3	7.1	7.9	8.1	9	6
Sumatoria de mediciones		75.3	96.1	93.5	94.9	95.8	103.7		
Número de mediciones		10	13	13	13	13	13		
Promedio		7.5	7.4	7.2	7.3	7.4	8.0		
Máximo		8.14	7.7	7.9	9	8.28	11.1		
Mínimo		7.07	6.9	6.5	6.7	6.7	7.2		

11.2.3. Tabla de Resultados de Conductividad Eléctrica Tomada in Situ (uS/cm)							
CONDUCTIVIDAD ELECTRICA							
Puntos de monitoreo		CP1	CP2	CP3	CP4	CP5	CP6
FECHA	MES	Chininguitz	Agel	San José Ixcanichel	Siete Platos	Siete Platos	Siete Platos
23/02/2011	2011	332	326	232	144	488	90
24/03/2011		270	332	223	157	590	102
12/04/2011		290	334	233	175	600	142
18/05/2011		255	331	223	163	606	108
15/06/2011		470	115	324	250	630	181
14/07/2011		170	333	30	157	574	66
10/08/2011		246	333	112	169	495	78
27/09/2011		210	303	56	189	391	82
24/01/2012	2012	625	441	275	162	366	119
14/03/2012		187	193	120	184	363	92
16/05/2012			162	164	133	134	60
25/07/2012			282	182	128	408	91
12/09/2012			278	56	232	520	92
Sumatoria de mediciones		3055	3763	2230	2243	6165	1303
Número de mediciones		10	13	13	13	13	13
Promedio		306	289	172	173	474	100
Máximo		625	441	324	250	630	181
mínimo		170	115	30	128	134	60

11.2.4. Resultados de Cobre obtenidos en Laboratorio de COPAE (mg/L)								
COBRE								
Puntos de monitoreo		CP1	CP2	CP3	CP4	CP5	CP6	Limite Max
FECHA	MES	Chininguitz	Agel	San José Ixcanichel	Siete Platos	Siete Platos	Siete Platos	
23/02/2011	2011	0.08	0.03	0	0.03	0.02	0.01	0.3

24/03/2011		0.08	0.15	0.03	0.02	0.03	0.02	0.3
12/04/2011		0.04	0.04	0.04	0.03	0.02	0.02	0.3
18/05/2011		0	0.01	0.04	0.03	0.05	0.01	0.3
15/06/2011		0.05	0.03	0	0.09	0.03	0.04	0.3
14/07/2011		0.02	0.03	0	0.02	0.03	0	0.3
10/08/2011		0.03	0.02	0	0.05	0.02	0	0.3
27/09/2011		0.05	0.03	0	0.01	0.02	0	0.3
24/01/2012		2012	0.02	0.03	0.03	0.01	0.01	0.01
14/03/2012	0.04		0.04	0.04	0.02	0.02	0.04	0.3
16/05/2012			0.04	0.06	0.02	0.04	0.04	0.3
25/07/2012			0.16	0.14	0.07	0.04	0.04	0.3
12/09/2012			0.02	0.08	0.09	0.06	0.02	0.3
Sumatoria de mediciones			0.41	0.63	0.46	0.49	0.39	0.25
Número de mediciones		10	13	13	13	13	13	
Promedio		0.04	0.05	0.04	0.04	0.03	0.02	
Máximo		0.08	0.16	0.14	0.09	0.06	0.04	
mínimo		0	0.01	0	0.01	0.01	0	

11.2.5. Resultados de Cobre obtenidos en Laboratorio Externo (mg/L)								
COBRE								
Puntos de monitoreo		CP1	CP2	CP3	CP4	CP5	CP6	Limite Max
FECHA	MES	Chininguitz	Agel	San José Ixcanichel	Siete Platos	Siete Platos	Siete Platos	
12/04/2011	2011	0	0	0	0	0	0	0.3
14/07/2011		0.03	0.06	0.43	0.06	0.08	0.61	0.3
27/09/2011		0.08	0.03	0.06	0	0.06	0	0.3
02/11/2011		0.12	0.03	0.14	0.07	0.07	0.2	0.3
14/03/2012	2012	0.44	0.14	0.13	0.19	0.1	0.2	0.3
16/05/2012			0.12	0.16	0.1	0.13	0.08	0.3
25/07/2012			0.1	0.07	0.1	0.05	0.1	0.3
12/09/2012			0.05	1.15	0.05	0.06	0.78	0.3
Sumatoria de mediciones		0.67	0.53	2.14	0.57	0.55	1.97	
Número de mediciones		5	8	8	8	8	8	
Promedio		0.13	0.07	0.27	0.07	0.07	0.25	
Máximo		0.44	0.14	1.15	0.19	0.13	0.78	
mínimo		0	0	0	0	0	0	

11.2.6. Resultados de Hierro obtenidos en Laboratorio de COPAE (mg/L)								
HIERRO								
Puntos de monitoreo		CP1	CP2	CP3	CP4	CP5	CP6	Limite Max
FECHA	MES	Chininguitz	Agel	San José Ixcanichel	Siete Platos	Siete Platos	Siete Platos	
23/02/2011		4.3	0.05	0.27	0.15	0.06	0.08	2
24/03/2011		0.21	0.04	0.31	0.14	0.03	0.06	2
12/04/2011		0.17	0.06	0.48	0.1	0.08	0.05	2
18/05/2011		0.44	0.1	0.39	0.14	0.19	0.19	2

15/06/2011		0.34	0.08	0.98	0.15	0.03	0.05	2
14/07/2011		0.77	0.58	1.4	0	0.11	1.82	2
10/08/2011		0.93	0.1	2.25	0.18	0.16	0.48	2
27/09/2011		0.84	0.09	2.07	0.14	0.59	1.04	2
24/01/2012	2012	0.13	0.04	0.16	0.16	0.05	0.13	2
14/03/2012		0.51	0.04	0.4	0.09	0.04	0.05	2
16/05/2012			0.28	0.52	0.16	0.03	0.05	2
25/07/2012			0.07	0.4	0.14	0.06	0.09	2
12/09/2012			0.01	0.3	0.12	0	0.07	2
Sumatoria de mediciones		8.64	1.54	9.93	1.67	1.43	4.16	
Número de mediciones		10	13	13	13	13	13	
Promedio		0.86	0.12	0.76	0.13	0.11	0.32	
Máximo		4.3	0.58	2.25	0.18	0.59	1.82	
mínimo		0.13	0.01	0.16	0	0	0.05	

11.2.7. Resultados de Hierro obtenidos en Laboratorio Externo (mg/L)								
HIERRO								
Puntos de monitoreo		CP1	CP2	CP3	CP4	CP5	CP6	Limite Max
FECHA	MES	Chininguitz	Agel	San José Ixcanel	Siete Platos	Siete Platos	Siete Platos	
12/04/2011	2011	0.3	0	0.3	0.1	0	0	2
14/07/2011		0.82	0.28	0.58	0.13	0.09	0.34	2
27/09/2011		1.15	0.17	0.8	0.11	0.59	0.4	2
02/11/2011		1.13	0.19	0.98	0.13	0.17	0.36	2
14/03/2012	2012	1.42	0.22	0.57	0.1	0.07	0.1	2
16/05/2012			0.14	0.62	0.26	0.13	0.12	2
25/07/2012			5	1.5	1.37	0.94	0.24	2
12/09/2012			0.22	3.72	0.26	0.52	0.52	2
Sumatoria de mediciones		4.82	6.22	9.07	2.46	2.51	2.08	
Número de mediciones		5	8	8	8	8	8	
Promedio		0.96	0.78	1.13	0.31	0.31	0.26	
Máximo		1.42	5	3.72	1.37	0.94	0.52	
mínimo		0.3	0	0.3	0.1	0	0	

11.2.8. Resultados de Aluminio obtenidos en Laboratorio de COPAE (mg/L)								
ALUMINIO								
Puntos de monitoreo		CP1	CP2	CP3	CP4	CP5	CP6	Limite Max
FECHA	MES	Chininguitz	Agel	San José Ixcanel	Siete Platos	Siete Platos	Siete Platos	
23/02/2011	2011	0.04	0.02	0.01	0.02	0.01	0.01	0.5
24/03/2011		0.01	0	0.001	0.05	0.01	0.02	0.5
12/04/2011		0.01	0	0	0.03	0.14	0	0.5
18/05/2011		0.01	0	0.004	0.03	0.05	0.01	0.5
15/06/2011		0.01	0.01	0.08	0.04	0.010	0.03	0.5
14/07/2011		0.05	0.00	0.190	0.03	0.02	0.25	0.5

10/08/2011	2012	0.00	0.01	0.16	0.03	0.01	0.09	0.5
27/09/2011		0.02	0.01	0.17	0.03	0.03	0.19	0.5
24/01/2012		0.02	0.004	0.017	0.06	0.01	0.02	0.5
14/03/2012		0.00	0.00	0.005	0.06	0.01	0.07	0.5
16/05/2012			0.00	0.035	0.04	0.02	0.01	0.5
25/07/2012			0.00	0.01	0.03	0.00	0.10	0.5
12/09/2012			0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.5
Sumatoria de mediciones		0.17	0.04	0.68	0.46	0.31	0.80	
Número de mediciones		10	13	13	13	13	13	
Promedio		0.02	0.00	0.05	0.04	0.02	0.06	
Máximo		0.05	0.02	0.19	0.06	0.14	0.25	
mínimo		0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	

11.2.9. Resultados de Aluminio obtenidos en Laboratorio Externo (mg/L)								
ALUMINIO								
Puntos de monitoreo		CP1	CP2	CP3	CP4	CP5	CP6	Limite Max
FECHA	MES	Chininguitz	Agel	San José Ixcanichel	Siete Platos	Siete Platos	Siete Platos	
14/07/2011	2011	0.25	0.05	0.60	0.06	0.04	0.81	0.5
02/11/2011		0.07	0.10	0.09	0.06	0.07	0.18	0.5
14/03/2012		0.05	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.5
16/05/2012	2012		0.00	0.100	0.00	0.00	0.00	0.5
25/07/2012			0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.5
12/09/2012			0.00	0.16	0.00	0.00	0.06	0.5
Sumatoria de mediciones		0.37	0.15	0.95	0.12	0.11	1.05	
Número de mediciones		3	6	6	6	6	6	
Promedio		0.12	0.03	0.16	0.02	0.02	0.18	
Máximo		0.25	0.10	0.60	0.06	0.07	0.81	
mínimo		0.05	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	

11.2.10. Resultados de Manganese obtenidos en Laboratorio de COPAE (mg/L)								
MANGANESO								
Puntos de monitoreo		CP1	CP2	CP3	CP4	CP5	CP6	Limite Max
FECHA	MES	Chininguitz	Agel	San José Ixcanichel	Siete Platos	Siete Platos	Siete Platos	
23/02/2011	2011	0.55	0.02	0.05	0.04	0.03	0.04	0.5
24/03/2011		0.07	0.02	0.05	0.03	0.03	0.01	0.5
12/04/2011		0.08	0.02	0.07	0.02	0.04	0.01	0.5
18/05/2011		0.19	0.04	0.05	0.02	0.11	0.01	0.5
15/06/2011		0.20	0.11	0.14	0.01	0.35	0.03	0.5
14/07/2011		0.10	0.07	0.17	0.01	0.12	0.18	0.5
10/08/2011		0.32	0.05	0.21	0.03	0.16	0.05	0.5
27/09/2011		0.50	0.09	0.20	0.03	0.12	0.13	0.5
24/01/2012	2012	0.33	0.33	0.04	0.04	0.03	0.02	0.5
14/03/2012		0.35	0.03	0.04	0.03	0.03	0.04	0.5
16/05/2012			0.06	0.06	0.03	0.02	0.01	0.5

25/07/2012			0.024	0.03	0.01	0.06	0.05	0.5
12/09/2012			0.002	0.004	0.15	0.11	0.02	0.5
Sumatoria de mediciones		2.69	0.87	1.11	0.45	1.21	0.59	
Número de mediciones		10	13	13	13	13	13	
Promedio		0.27	0.07	0.09	0.03	0.09	0.05	
Máximo		0.55	0.33	0.21	0.15	0.35	0.18	
mínimo		0.07	0.002	0.00	0.01	0.02	0.01	

11.2.11. Resultados de Manganese obtenidos en Laboratorio Externo (mg/L)

MANGANESO								
Puntos de monitoreo		CP1	CP2	CP3	CP4	CP5	CP6	Limite Max
FECHA	MES	Chininguitz	Agel	San José Ixcanichel	Siete Platos	Siete Platos	Siete Platos	
12/04/2011	2011	0.00	0.10	0.00	0.00	0.10	0.00	0.5
14/07/2011		0.35	6.00	1.05	0.15	0.09	1.27	0.5
27/09/2011		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.09	0.5
02/11/2011		0.44	0.10	0.20	0.07	0.10	0.33	0.5
14/03/2012	2012	0.31	0.00	0.00	0.00	0.07	0.00	0.5
16/05/2012			0.00	0.18	0.11	0.24	0.00	0.5
25/07/2012			0.10	0.10	0.10	0.10	0.00	0.5
12/09/2012			0.00	1.58	0.10	0.10	0.93	0.5
Sumatoria de mediciones		1.10	6.30	3.11	0.53	0.80	2.62	
Número de mediciones		5	8	8	8	8	8	
Promedio		0.22	0.79	0.39	0.07	0.10	0.33	
Máximo		0.44	6.00	1.58	0.15	0.24	1.27	
mínimo		0.00	0.000	0.00	0.00	0.00	0.00	

11.2.12. Resultados de Zinc obtenidos en Laboratorio de COPAE (mg/L)

ZINC								
Puntos de monitoreo		CP1	CP2	CP3	CP4	CP5	CP6	Limite Max
FECHA	MES	Chininguitz	Agel	San José Ixcanichel	Siete Platos	Siete Platos	Siete Platos	
23/02/2011	2011	0	0.04	0.05	0.04	0.45	0.04	0.5
24/03/2011		0.06	0.05	0.06	0.06	0.27	0.04	0.5
12/04/2011		0.22	0.21	0.22	0.25	0.38	0.36	0.5
18/05/2011		0.09	0.14	0.18	0.16	0.2	0.19	0.5
15/06/2011		0.64	0.22	1.04	0.47	0.51	0.4	0.5
14/07/2011		0.14	0.24	0.16	0.36	0.72	0.16	0.5
10/08/2011		0.14	0.34	1.07	0.34	0.74	0.29	0.5
27/09/2011		0	0.25	0.19	0.06	0.22	0.16	0.5
24/01/2012	2012	0	0.05	0.03	0.01	0.11	0.04	0.5
14/03/2012		0	0.11	0.13	0.03	0.22	0.07	0.5
16/05/2012			0.8	0.35	0.22	1.19	0.16	0.5
25/07/2012			0.02	0	0.04	0.07	0.04	0.5
12/09/2012	2012		0.01	0.001	0.08	0.01	0.02	0.5
Sumatoria de mediciones		1.29	2.48	3.481	2.12	5.09	1.97	

Número de mediciones		8	8	8	8	8	8	
Promedio		0.13	0.19	0.27	0.16	0.39	0.15	
Máximo		0.64	0.8	1.07	0.47	1.19	0.4	
Mínimo		0	0.01	0	0.01	0.01	0.02	

11.2.13. Resultados de Zinc obtenidos en Laboratorio Externo (mg/L)								
ZINC								
Puntos de monitoreo		CP1	CP2	CP3	CP4	CP5	CP6	Limite Max
FECHA	MES	Chininguitz	Agel	San José Ixcanichel	Siete Platos	Siete Platos	Siete Platos	
14/07/2011	2011	0	0.02	0.14	0.19	0	0.14	0.5
02/11/2011		0.67	0.91	0.5	0.81	0.45	0.43	0.5
14/03/2012		1	1	1	1	1	1	0.5
16/05/2012	2012		0.15	0.25	0.12	0.1	0.05	0.5
25/07/2012			0.04	0.08	0.06	0.4	0.06	0.5
12/09/2012			0.15	0.25	0.08	0.2	0.17	0.5
Sumatoria de mediciones								
Número de mediciones		8	8	8	8	8	8	
Promedio		0.56	0.38	0.37	0.38	0.36	0.31	
Máximo		1	1	1	1	1	1	
Mínimo		0	0.02	0.08	0.06	0	0.05	

11.2.14. Resultados de Sulfatos obtenidos en Laboratorio de COPAE (mg/L)								
SULFATO								
Puntos de monitoreo		CP1	CP2	CP3	CP4	CP5	CP6	Limite Max
FECHA	MES	Chininguitz	Agel	San José Ixcanichel	Siete Platos	Siete Platos	Siete Platos	
24/03/2011	2011	0	25	9	9	92	0	250
12/04/2011		0	28	8	12	102	1	250
18/05/2011		0	28	7	12	108	0	250
15/06/2011		0	30	13	13	111	0	250
14/07/2011		0	32	5	13	108	6	250
10/08/2011		0	29	8	13	90	2	250
27/09/2011		0	26	5	18	71	5	250
24/01/2012		0	32	11	13	58	0	250
14/03/2012	2012	0	31	16	12	57	1	250
16/05/2012			29	10	11	50	0	250
25/07/2012			29	9	11	78	0	250
12/09/2012			18	3	27	37	0	250
Sumatoria de mediciones		0	337	104	164	962	15	
Número de mediciones		9	12	12	12	12	12	
Promedio		0	28	9	14	80	1	
Máximo		0	32	16	27	111	6	
Mínimo		0	18	3	9	37	0	

11.2.15. Resultados de Sulfatos obtenidos en Laboratorio Externo (mg/L)								
SULFATO								
Puntos de monitoreo		CP1	CP2	CP3	CP4	CP5	CP6	Limite Max
FECHA	MES	Chininguitz	Agel	San José Ixcanichel	Siete Platos	Siete Platos	Siete Platos	
11/04/2011	2011	3.8	35.3	12.4	20.3	292.8	11.2	250
06/07/2011		301	102	273	238	53	39	250
05/09/2011		93	192	172	70	289	98	250
02/11/2011		16	43	13	22	67	25	250
13/03/2012	2012	21	0	0	0	0	0	250
15/05/2012			290	277	118	321	300	250
24/07/2012			264	156	123	71	184	250
11/09/2012			300	68	98	115	86	250
Sumatoria de mediciones		434.8	1226.3	971.4	689.3	1208.8	743.2	
Número de mediciones		5	8	8	8	8	8	
Promedio		87	153	121	86	151	93	
Máximo		301	300	277	238	321	300	
Mínimo		3.8	0	0	0	0	0	

11.2.16. Resultados de Nitratos Obtenidos en Laboratorio de COPAE (mg/L)								
NITRATO								
Puntos de monitoreo		CP1	CP2	CP3	CP4	CP5	CP6	Limite Max
FECHA	MES	Chininguitz	Agel	San José Ixcanichel	Siete Platos	Siete Platos	Siete Platos	
02/03/2011	2011	0	3.1	2.5	5.7	13.8	3.6	10
14/04/2011		2.4	2.9	2.5	4.8	17	3.1	10
24/05/2011		1.5	3.2	2.5	5.6	12.2	3.2	10
29/06/2011		1.7	3.4	2.9	5.1	10.3	3.3	10
18/07/2011		0	0.1	2.2	2.1	1.2	2.8	10
15/08/2011		0	0.3	3.3	1.3	1.3	1.3	10
29/09/2011		0	0.5	2.4	2	0.8	1.9	10
02/02/2012	2012	0.2	0.5	0.2	1.9	4.5	0.6	10
15/03/2012		0.2	0.4	0.2	2.1	3	0.7	10
07/06/2012			56.8	36.4	46.1	29.4	38.6	10
23/08/2012			19.7	37.6	33.8	30.2	31.1	10
25/09/2012			12	21	43	46	30	10
Sumatoria de mediciones		6	102.9	113.7	153.5	169.7	120.2	
Número de mediciones		9	12	12	12	12	12	
Promedio		0.7	8.6	9.5	12.8	14.1	10.0	
Máximo		2.4	56.8	37.6	46.1	46.0	38.6	
mínimo		0.0	0.1	0.2	1.3	0.8	0.6	

11.2.17. Resultados de Nitratos Obtenidos en Laboratorio Externo (mg/L)								
NITRATO								
Puntos de monitoreo		CP1	CP2	CP3	CP4	CP5	CP6	Limite Max
FECHA	MES	Chininguitz	Agel	San José Ixcanel	Siete Platos	Siete Platos	Siete Platos	
12/04/2011	2011	1.5	1.7	0.1	1.5	1.7	0.1	10
14/07/2011		6	8.3	7.6	13.9	19	8.1	10
27/09/2011		6.5	6.3	7.7	21.7	13.2	8.7	10
02/11/2011		10.6	5.8	9.8	15.9	16.2	4	10
14/03/2012	2012	14.7	8.7	6.6	13.8	40.6	5.6	10
16/05/2012			0.8	1	2.4	3.4	0.6	10
25/07/2012			1.8	88.5	0	3.3	0	10
12/09/2012			5.4	4	14.6	20.1	10.7	10
Sumatoria de mediciones		39.3	38.8	125.3	83.8	117.5	37.8	
Número de mediciones		5	8	8	8	8	8	
Promedio		7.9	4.9	15.7	10.5	14.7	4.7	
Máximo		14.7	8.7	88.5	21.7	40.6	10.7	
mínimo		1.5	0.8	0.1	0.0	1.7	0.0	

11.2.18. Resultados de Arsénico Obtenidos en Laboratorio de COPAE (mg/L)									
ARSENICO									
Puntos de monitoreo		CP1	CP2	CP3	CP4	CP5	CP6	Limite Max COGUANOR	Limite Max BM
FECHA	MES	Chininguitz	Agel	San José Ixcanichel	Siete Platos	Siete Platos	Siete Platos		
23/02/2011	2011	0.018	0.021	0.031	0.027	0.076	0	0.01	0.1
24/03/2011		0.036	0.032	0.025	0.016	0.006	0.027	0.01	0.1
12/04/2011		0.01	0	0	0.01	0.01	0.01	0.01	0.1
18/05/2011		0.01	0	0.01	0.03	0.03	0	0.01	0.1
15/06/2011		0	0	0.01	0	0	0	0.01	0.1
14/07/2011		0.01	0	0.01	0.03	0.03	0.01	0.01	0.1
10/08/2011		0.01	0	0	0.01	0.01	0.03	0.01	0.1
27/09/2011		0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.1
24/01/2012	2012	0.01	0	0.01	0.01	0.03	0.01	0.01	0.1
14/03/2012		0.01	0.03	0.05	0.01	0.01	0.01	0.01	0.1
16/05/2012			0	0.01	0.01	0.01	0	0.01	0.1
25/07/2012			0	0	0.01	0	0	0.01	0.1
12/09/2012			0	0	0.01	0.01	0	0.01	0.1
Sumatoria de mediciones		0.124	0.093	0.166	0.183	0.232	0.107		
Número de mediciones		10	13	13	13	13	13		
Promedio		0.012	0.007	0.013	0.014	0.018	0.008		
Máximo		0.036	0.032	0.05	0.03	0.076	0.03		
mínimo		0	0	0	0	0	0		

11.2.19. Resultados de Arsénico Obtenidos en Laboratorio Externo (mg/L)									
ARSENICO									
Puntos de monitoreo		CP1	CP2	CP3	CP4	CP5	CP6	Limite Max COGUANOR	Limite Max BM
FECHA	MES	Chininguitz	Agel	San José Ixcanichel	Siete Platos	Siete Platos	Siete Platos		
12/04/2011	2011	0	0	0.56	3.4	3.6	1.4	0.01	0.1
14/07/2011		0.018	0.004	0.016	0.012	0.003	0.016	0.01	0.1
27/09/2011		0.003	0.003	0.002	0.003	0.003	0.002	0.01	0.1
02/11/2011		0.003	0.009	0.003	0.01	0.003	0.015	0.01	0.1
14/03/2012	2012	0.004	0.005	0.004	0.005	0.005	0.003	0.01	0.1
16/05/2012			0.004	0.006	0.005	0.009	0.008	0.01	0.1
25/07/2012			0.003	0.011	0.005	0.005	0.008	0.01	0.1
12/09/2012			0.003	0.005	0.005	0.009	0.003	0.01	0.1
Sumatoria de mediciones		0.028	0.031	0.607	3.445	3.637	1.455		
Número de mediciones		5	8	8	8	8	8		
Promedio		0.006	0.004	0.076	0.431	0.455	0.182		
Máximo		0.018	0.009	0.56	3.4	3.6	1.4		
mínimo		0	0	0.002	0.003	0.003	0.002		

11.2.20. Resultados de Níquel Obtenidos en Laboratorio de COPAE (mg/L)								
NÍQUEL								
Puntos de monitoreo		CP1	CP2	CP3	CP4	CP5	CP6	Limite Max
FECHA	MES	Chininguitz	Agel	San José Ixcanichel	Siete Platos	Siete Platos	Siete Platos	
24/01/2012	Enero	0.10	0.04	0.06	0.08	0.08	0.09	0.5
14/03/2012	Marzo SUMILAB	0.33	0.45	0.41	0.37	0.35	0.35	0.5
16/05/2012	Mayo SUMILAB		0.35	0.42	0.35	0.51	0.48	0.5
25/07/2012	Julio		0.05	0.10	0.06	0.05	0.05	0.5
12/09/2012	Septiembre		0.00	0.01	0.04	0.00	0.03	0.5
Sumatoria de mediciones		0.43	0.89	1.00	0.90	0.99	1.00	
Número de mediciones		2	5	5	5	5	5	
Promedio		0.22	0.18	0.20	0.18	0.20	0.20	
Máximo		0.33	0.45	0.42	0.37	0.51	0.48	
mínimo		0.10	0.004	0.01	0.04	0.00	0.03	

11.2.21. Resultados de Níquel Obtenidos en Laboratorio Externo (mg/L)								
NÍQUEL								
Puntos de monitoreo		CP1	CP2	CP3	CP4	CP5	CP6	Limite Max
FECHA	MES	Chininguitz	Agel	San José Ixcanichel	Siete Platos	Siete Platos	Siete Platos	
12/04/2011	2011	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.5
14/07/2011		0.26	0.05	0.66	0.13	0.11	0.58	0.5
27/09/2011		0.18	0.13	0.15	0.13	0.13	0.26	0.5
02/11/2011		0.39	0.09	0.37	0.16	0.20	0.36	0.5
14/03/2012	2012	0.40	0.19	0.20	0.24	0.13	0.20	0.5
16/05/2012			0.15	0.43	0.55	0.21	0.34	0.5

25/07/2012			0.26	0.33	0.29	0.33	0.32	0.5
12/09/2012			0.27	1.70	0.12	0.33	0.92	0.5
Sumatoria de mediciones		1.23	1.14	3.84	1.62	1.44	2.98	
Número de mediciones		5	8	8	8	8	8	
Promedio		0.25	0.14	0.48	0.20	0.18	0.37	
Máximo		0.40	0.27	1.70	0.55	0.33	0.92	
mínimo		0.00	0.000	0.00	0.00	0.00	0.00	

11.2.22. Resultados de Cadmio Obtenidos en Laboratorio de COPAE (mg/L)

CADMIO								
Puntos de monitoreo		CP1	CP2	CP3	CP4	CP5	CP6	Limite Max
FECHA	MES	Chininguitz	Agel	San José Ixcanel	Siete Platos	Siete Platos	Siete Platos	
24/01/2012	Enero	0.27	1.24	1.22	1.14	1.04	0.52	0.05
14/03/2012	Marzo	0.09	0.79	0.18	0.08	0.71	0.71	0.05
16/05/2012	Mayo		0.10	0.16	0.10	0.57	0.04	0.05
25/07/2012	Julio		0.080	1.08	0.09	0.48	0.19	0.05
12/09/2012	Septiembre		0.29	0.40	0.18	0.36	1.12	0.05
Sumatoria de mediciones		0.36	2.50	3.04	1.59	3.16	2.58	
Número de mediciones		2	5	5	5	5	5	
Promedio		0.18	0.50	0.61	0.32	0.63	0.52	
Máximo		0.27	1.24	1.22	1.14	1.04	1.12	
mínimo		0.09	0.080	0.16	0.08	0.36	0.04	

11.2.23. Resultados de Cadmio Obtenidos en Laboratorio Externo (mg/L)

CADMIO								
Puntos de monitoreo		CP1	CP2	CP3	CP4	CP5	CP6	Limite Max
FECHA	MES	Chininguitz	Agel	San José Ixcanel	Siete Platos	Siete Platos	Siete Platos	
12/04/2011	2011	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.05
14/07/2011		0.00	0.00	0.06	0.00	0.00	0.09	0.05
27/09/2011		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.05
02/11/2011		0.05	0.00	0.01	0.02	0.04	0.02	0.05
14/03/2012	2012	0.04	0.12	0.11	0.01	0.10	0.10	0.05
16/05/2012			0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.05
25/07/2012			0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.05
12/09/2012			0.00	0.10	0.00	0.00	0.04	0.05
Sumatoria de mediciones		0.09	0.12	0.27	0.04	0.14	0.25	
Número de mediciones		5	8	8	8	8	8	
Promedio		0.02	0.02	0.03	0.01	0.02	0.03	
Máximo		0.05	0.12	0.11	0.02	0.10	0.10	
mínimo		0.00	0.000	0.00	0.00	0.00	0.00	

Nota: Todos los puntos que aparecen en cero “0” es porque se encuentran abajo del límite de detección.

11.3. Carta que respalda la vigencia del espectrofotómetro HACH DR 2800.



Quetzaltenango, 23 de marzo de 2012

Ingeniero
Marcos Bámaca
COPAE
San Marcos

Estimado Ingeniero Bámaca:

Reciba un cordial saludo de DILAB S.A.

Por este medio hacemos de su conocimiento que el espectrofotómetro DR/2800 marca HACH sigue vigente en el mercado. Anteriormente HACH tenía disponibles dos versiones de este modelo; uno con batería y otro sin batería; sin embargo, después de evaluar las necesidades del mercado, dejaron vigente solamente el modelo con batería.

Si fuera el caso de que este modelo llegar a ser discontinuado, HACH provee repuestos y accesorios por periodos aproximados de 10 años después de ser declarado discontinuado; por lo que podemos seguir respaldando el funcionamiento del mismo. Vale la pena mencionar que muchos modelos anteriores a éste, siguen en funcionamiento en el mercado, gracias a su buen uso, mantenimiento y a la calidad de los mismos.

De la misma forma, el hecho de que un equipo sea discontinuado, no implica que los resultados realizados con éste, ya no sean válidos o carezcan de calidad. De hecho, la validez, calidad y reproducibilidad de los resultados, dependen más bien del control de calidad que se realice en el laboratorio, del correcto uso y mantenimiento del equipo y de la calidad de los reactivos.

Espero que esta información le sea de utilidad. Me suscribo quedando a las órdenes

Atentamente,

Paola Calderón Hidalgo
Asesora de Ventas
Celular 5301-5727

DISTRIBUIDORA DE LABORATORIO Y
EQUIPO INSTITUCIONAL, S. A.
DILAB, S. A.
Edificio Médico San Lucas
13 Av. 6-20, Zona 3 Quetzaltenango, Quetzaltenango
Tel.: 7736-5242 Telefax: 7736-8841
infoventas@dilabsa.com
ventas@dilabsa.com

Oficinas Centrales y Sala de Ventas
10 Calle 5-43, Zona 10
Guatemala, Ciudad 01010
Tel.: (502) 2361-5540
Fax: (502) 2361-7848

Sala de Ventas
13 Av. 6-20, Zona 3, Edificio Médico
San Lucas, Local 106, Quetzaltenango
Tels.: (502) 7736-8241 y 42
infoventas@dilabsa.com
www.dilabsa.com

Sala de Ventas
12 Calle 3-31, Zona 1
Guatemala, Ciudad 01001
Tels.: (502) 2251-8671 y 2251-8672
Fax: (502) 2253-8383



COMISIÓN PAZ Y ECOLOGÍA - COPAE -

www.copaeguatemala.org

MAYO 2013