

# COMPAÑÍA MINERA PIMENTÓN PROYECTO PIMENTÓN

## PROGRAMA DE MEDICIONES HIDROMÉTRICAS Y CONTROL DE CALIDAD DE AGUAS



### INFORME ANÁLISIS DE PARÁMETROS CRÍTICOS Y CAUDAL EN ESTACIONES DE MONITOREO PIM 2 - PIM 3 y PIM 12

MARZO 2014

**COMPAÑÍA MINERA PIMENTÓN - PROYECTO PIMENTÓN**  
**PROGRAMA DE MEDICIONES HIDROMÉTRICAS**  
**Y CONTROL DE CALIDAD DE AGUAS**

**ANÁLISIS DE PARÁMETROS CRÍTICOS Y CAUDAL EN ESTACIONES**  
**DE MONITOREO PIM 2 - PIM 3 Y PIM 12**

**CONTENIDO**

|  |           |
|--|-----------|
| <b>1. ANTECEDENTES GENERALES.....</b>                                    | <b>1</b>  |
| <b>2. PLANO ESTACIONES DE MONITOREO QUEBRADA PIMENTÓN.....</b>           | <b>3</b>  |
| <b>3. ANÁLISIS DE PARÁMETROS.....</b>                                    | <b>4</b>  |
| <b>3.1 COBRE TOTAL (Cu).....</b>   | <b>4</b>  |
| <b>3.2 MANGANESO TOTAL (Mn).....</b>                                     | <b>6</b>  |
| <b>3.3 ALUMINIO TOTAL (Al) .....</b>                                     | <b>8</b>  |
| <b>3.4 SULFATO (SO<sub>4</sub>) .....</b>                                | <b>10</b> |
| <b>3.5 pH.....</b>   | <b>12</b> |
| <b>3.6 CONDUCTIVIDAD ESPECÍFICA (CE) Y SÓLIDOS DISUELTOS TOT.(SDT) .</b> | <b>14</b> |
| <b>4. GRÁFICO CAUDALES.....</b>  | <b>16</b> |
| <b>5. ANÁLISIS Y CONCLUSIONES .....</b>                                  | <b>17</b> |

**COMPAÑÍA MINERA PIMENTÓN**  
**PROGRAMA DE MEDICIONES HIDROMÉTRICAS**  
**Y CONTROL DE CALIDAD DE AGUAS**  
**ANÁLISIS DE PARÁMETROS CRÍTICOS EN ESTACIONES**  
**DE MONITOREO PIM 2 - PIM 3 Y PIM 12**

**1. ANTECEDENTES GENERALES**

A petición de Compañía Minera Pimentón, se desarrollará un análisis del comportamiento de elementos comprendidos en la Norma de Agua Potable N.Ch 409/1 Of. 2005 y la Norma para Riego NCh 1333, que hayan presentado niveles sobre los umbrales definidos por ellas.

Las estaciones de monitoreo definidas para el presente análisis, son aquellas emplazadas en la Quebrada Pimentón, Cuenca del Río Colorado, la cual es a su vez, afluente del Río Aconcagua y son detalladas a continuación:

| ESTACIONES DE CONTROL ANÁLISIS PARÁMETROS CRÍTICOS Y CAUDAL |                                      |                       |        |
|---|--------------------------------------|-----------------------|--------|
| Nombre  | Descripción Estación                 | Datum PSAD 1956, H19S |        |
|   |                                      | Norte                 | Este   |
| <b>PIM-2</b>  | Captación Qda. Pimentón              | 6406093               | 386392 |
| <b>PIM-3</b>  | Qda. Pimentón aguas abajo Campamento | 6404583               | 387479 |
| <b>PIM-12</b>   | Dren Tranque Relave                  | 6405434               | 387101 |

Se consideró la totalidad de los monitoreos registrados, teniendo una temporalidad de datos que abarca desde Abril 2008 para las estaciones de Monitoreo PIM-2 y PIM-3, y desde Julio 2009 para el caso de la Estación PIM-12, hasta la actualidad.

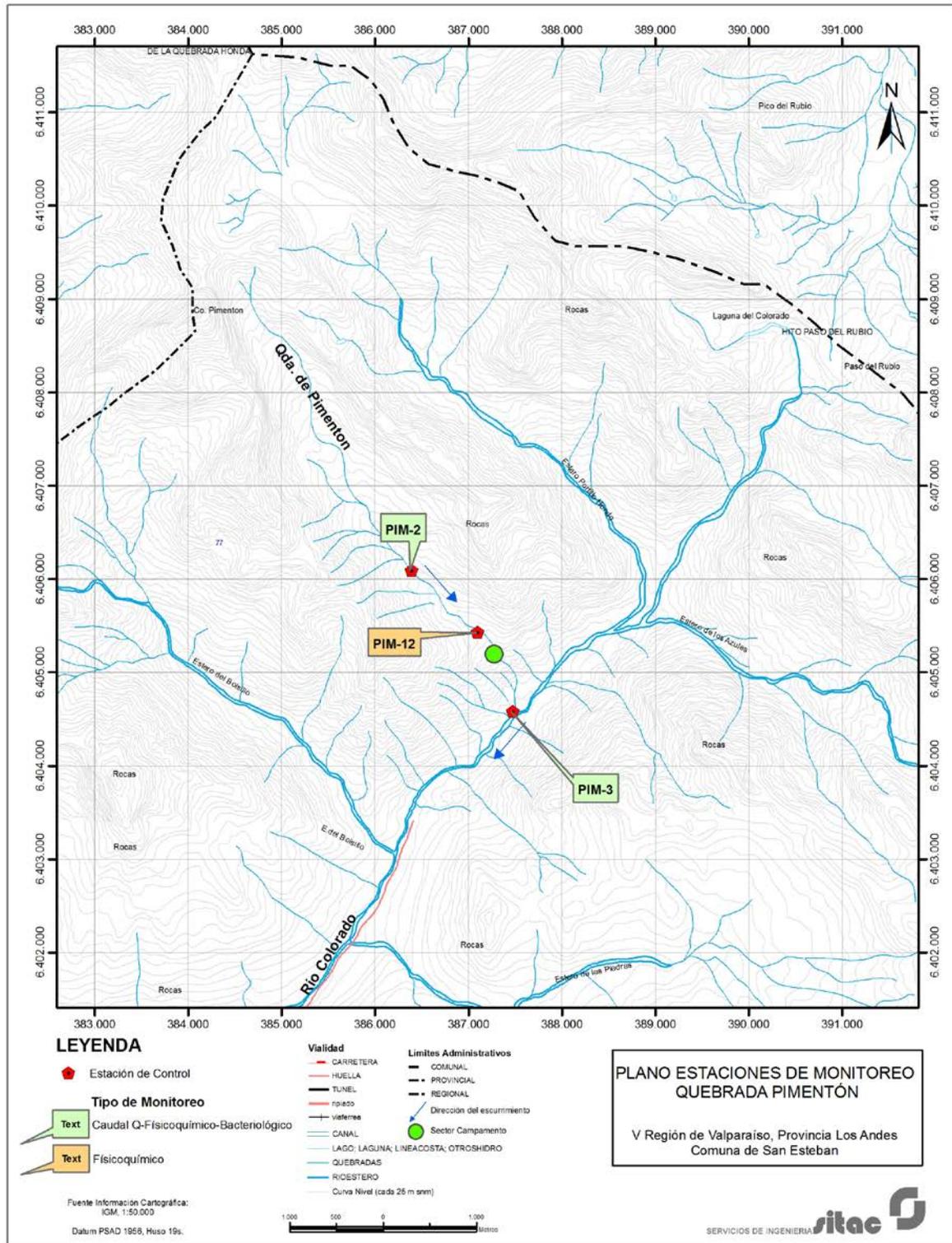
Las variaciones en el comportamiento de los parámetros hidroquímicos serán correlacionados con su caudal.

Los parámetros hidroquímicos incluidos en el presente informe fueron seleccionados debido a que en uno o más de las estaciones incluidas presentan valores medidos

que están sobre la norma NCh 1.333, por períodos de tiempo que abarcan, por lo menos, seis mediciones seguidas. Los parámetros seleccionados son:

- Cobre
- Manganeso
- Aluminio
- Sulfato
- pH
- Conductividad Específica y
- Sólidos disueltos Totales.

## 2. PLANO ESTACIONES DE MONITOREO QUEBRADA PIMENTÓN



### 3. ANÁLISIS DE PARÁMETROS

#### 3.1 COBRE TOTAL (Cu)

El Cobre posee un comportamiento diferencial al comparar su concentración entre las estaciones de monitoreo.

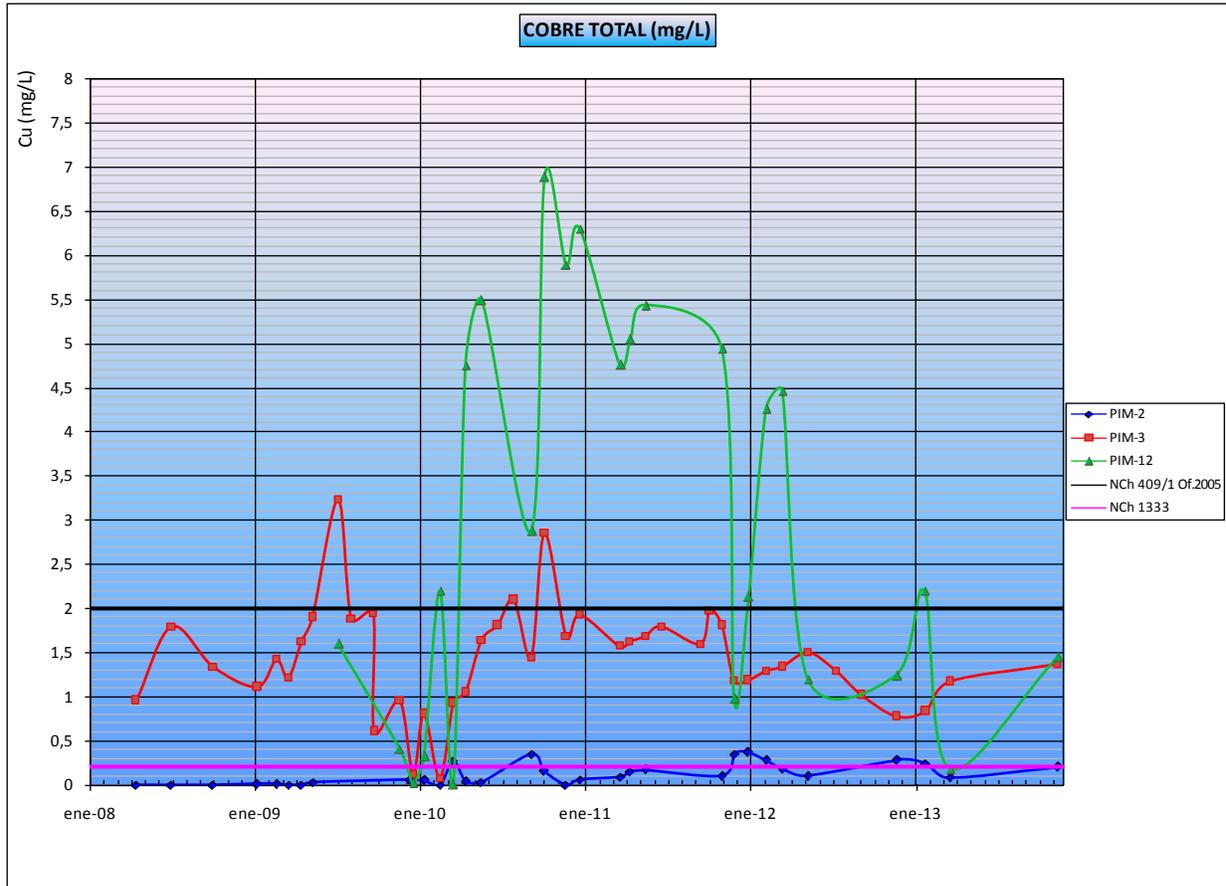
La Estación PIM-2, presenta niveles de Cu que no sobrepasan los 0,4 mg/L, excediendo el umbral de la Norma NCh1.333 levemente y sólo en 7 monitoreos. De las tres estaciones informadas en el presente estudio, es la que presenta la menor amplitud en la variación de contenido de Cu Total. No se observa una estacionalidad en los cambios de concentración de Cu Total ni una correlación con el caudal.

Por otra parte, las estaciones PIM-3 y PIM-12 Aguas abajo de PIM-2, presentan mayores concentraciones de Cu Total, una mayor amplitud en la variabilidad de los registros y ellos sobrepasan, en su mayoría, la Norma NCh 1.333. En la estación PIM-12 se identifica un periodo entre Abril 2010 y Noviembre 2011 en el que sobrepasa constantemente los 2,8 mg/L, llegando a su máximo histórico en Octubre 2010 con 6,88 mg/L.

Para las estaciones PIM-12 y PIM-3, se observa una leve correlación inversa entre el caudal y el comportamiento del Cu. Se aprecia que cuando los caudales aumentan, la concentración de Cu Total disminuye, evidentemente producto de disolución natural.

Se puede aseverar que la quebrada Pimentón ve alterado su nivel de Cu Total aguas abajo del Dren del Tranque de Relave. Comenzando, aguas arriba en la estación PIM-2 con bajos niveles de Cu Total, para luego llegar a un máximo en el Dren PIM-12, comenzando desde dicha estación de monitoreo, un proceso de degradación y dilución aguas abajo, tendiendo en PIM-3 a estabilizarse entre 1 a 2 mg/L, sobre la Norma NCh 1.333.

| Cu     | MAX  | MIN  | PROM | N Sobre Norma | Total Datos |
|--------|------|------|------|---------------|-------------|
| PIM 2  | 0,37 | 0,01 | 0,15 | 7             | 31          |
| PIM 3  | 3,23 | 0,07 | 1,43 | 41            | 43          |
| PIM 12 | 6,88 | 0,01 | 3,00 | 22            | 25          |



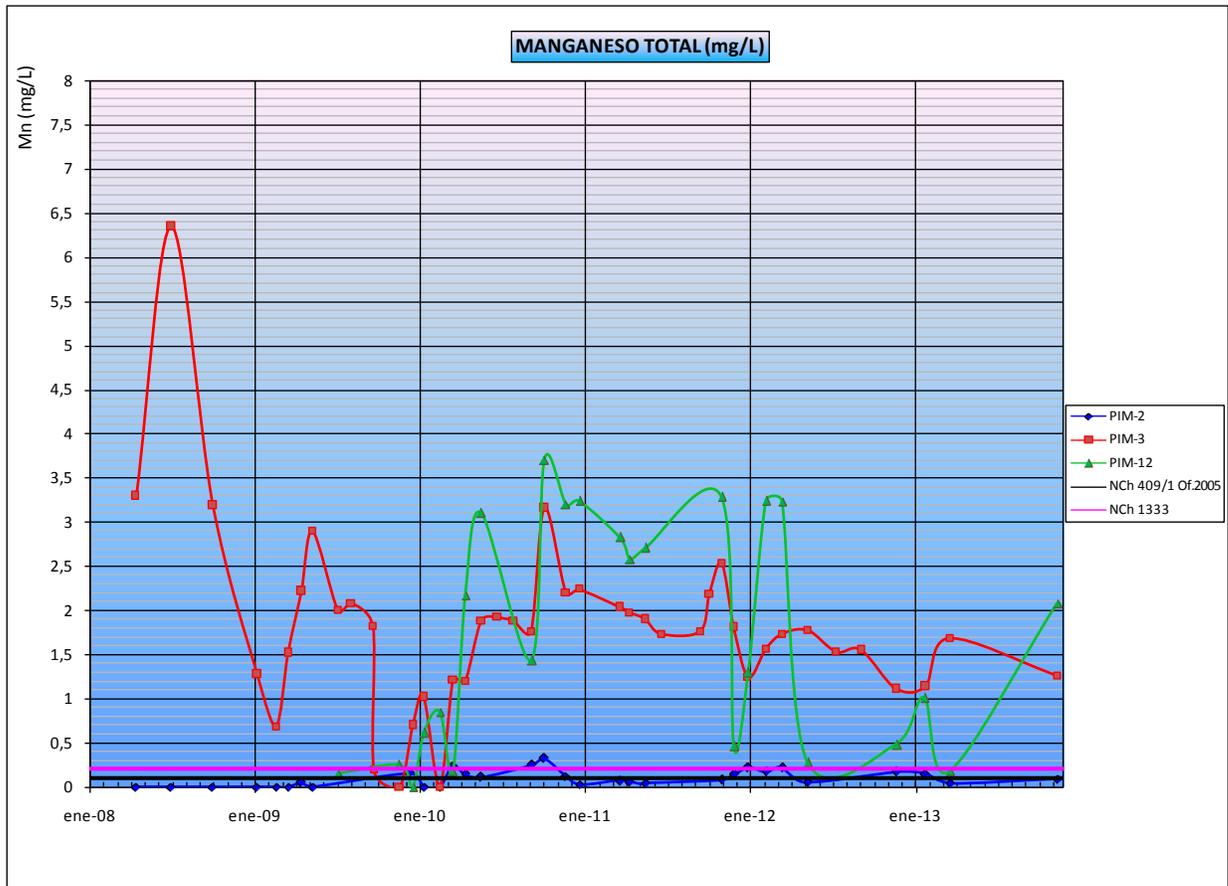
### 3.2 MANGANESO TOTAL (Mn)

El Mn total tiene en la estación PIM-2 un comportamiento estable rondando los 0,1 mg/L con una amplitud de variación que no llega a los  $\pm 0,2$  mg/L. Si bien sobrepasa la norma Nch 1.333, lo hace levemente, en períodos puntuales.

La estación de monitoreo PIM-12 tiene niveles de Mn generalmente sobre la norma NCh 1.333. En el comienzo de los monitoreos (Julio,2009) hasta Diciembre 2009, presenta niveles de Mn bajos que no sobrepasan los 0,25 mg/L, pero desde ese punto se incrementó la concentración del Mn, sobrepasando la norma casi ininterrumpidamente hasta la actualidad, llegando a un máximo en Octubre 2010 de 3,7 mg/L. Su amplitud de variación intermensual puede sobrepasar los 2,5 mg/L, siempre sobre la NCh 1.333.

Con respecto a la estación PIM-3 se puede inferir que ha transcurrido por tres etapas, desde el inicio de los monitoreos hasta la actualidad. La primera fase va desde el comienzo de los registros en Abril 2008 hasta Febrero 2010, donde comienza con altos niveles de Mn (3,3 a 6,5 mg/L), pero decrecientes en el tiempo, hasta llegar a concentraciones bajo el nivel de detección. A partir de Marzo 2010, se incrementa el indicador estabilizándose al rededor de los 2 mg/L, esto ocurre hasta Diciembre 2011. En enero 2012 hay un descenso en la concentración de Mn, punto desde el cual se estabiliza rondando los 1,5 mg/L hasta la actualidad.

| Mn     | MAX  | MIN  | PROM | N Sobre Norma | Total Datos |
|--------|------|------|------|---------------|-------------|
| PIM 2  | 0,32 | 0,03 | 0,13 | 5             | 31          |
| PIM 3  | 6,35 | 0,19 | 1,88 | 40            | 43          |
| PIM 12 | 3,70 | 0,15 | 1,77 | 21            | 25          |



### 3.3 ALUMINIO TOTAL (Al)

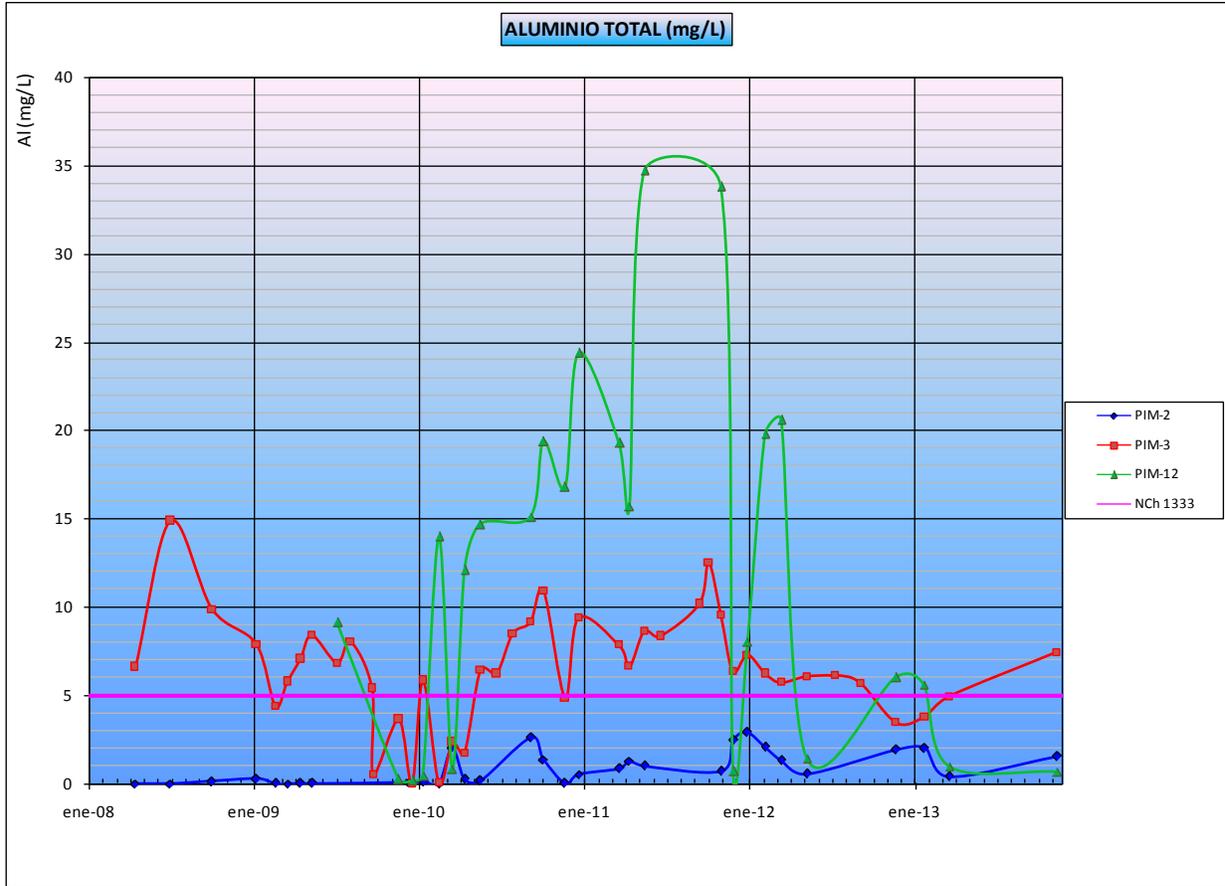
Al comparar las tres estaciones de monitoreo consideradas, se establece un patrón definido por bajos niveles de concentración de Al Total en PIN-2, siempre bajo la norma NCh 1.333; concentraciones altas para PIN-12 con un periodo entre abril 2010 y Noviembre 2011 sobre los 11mg/L y gran variabilidad intermensual la cual llega a un máximo 33,08 mg/L entre Noviembre y Diciembre 2011.

Finalmente aguas abajo, la estación PIN-3 se determinan niveles intermedios de concentración de Al Total, el cual ronda los 6,5 mg/L. Este último punto de monitoreo presenta moderados cambios en el parámetro y una leve correlación negativa con el caudal, dado que cuando presenta los máximos caudales registrados, el comportamiento del Al Total tiende a la baja en la concentración.

Se puede inferir que la estación PIM-12, la cual posee el menor caudal de las tres analizadas, es más sensible a las alteraciones o aportes artificiales de Al Total y que este efecto es paulatinamente degradado por el incremento de caudal aguas abajo hacia la estación PIM-3, la que ya operaría con un proceso natural de degradación del elemento lo que lo hace más estable e influido levemente por el caudal de la Quebrada en su concentración de Al.

No se observa una estacionalidad, en la variación de la concentración del Al Total.

| Al     | MAX   | MIN  | PROM  | N Sobre Norma | Total Datos |
|--------|-------|------|-------|---------------|-------------|
| PIM 2  | 2,91  | 0,01 | 0,99  | 0             | 31          |
| PIM 3  | 14,9  | 0,03 | 6,70  | 32            | 43          |
| PIM 12 | 34,70 | 0,18 | 11,79 | 17            | 25          |



### 3.4 SULFATO (SO<sub>4</sub>)

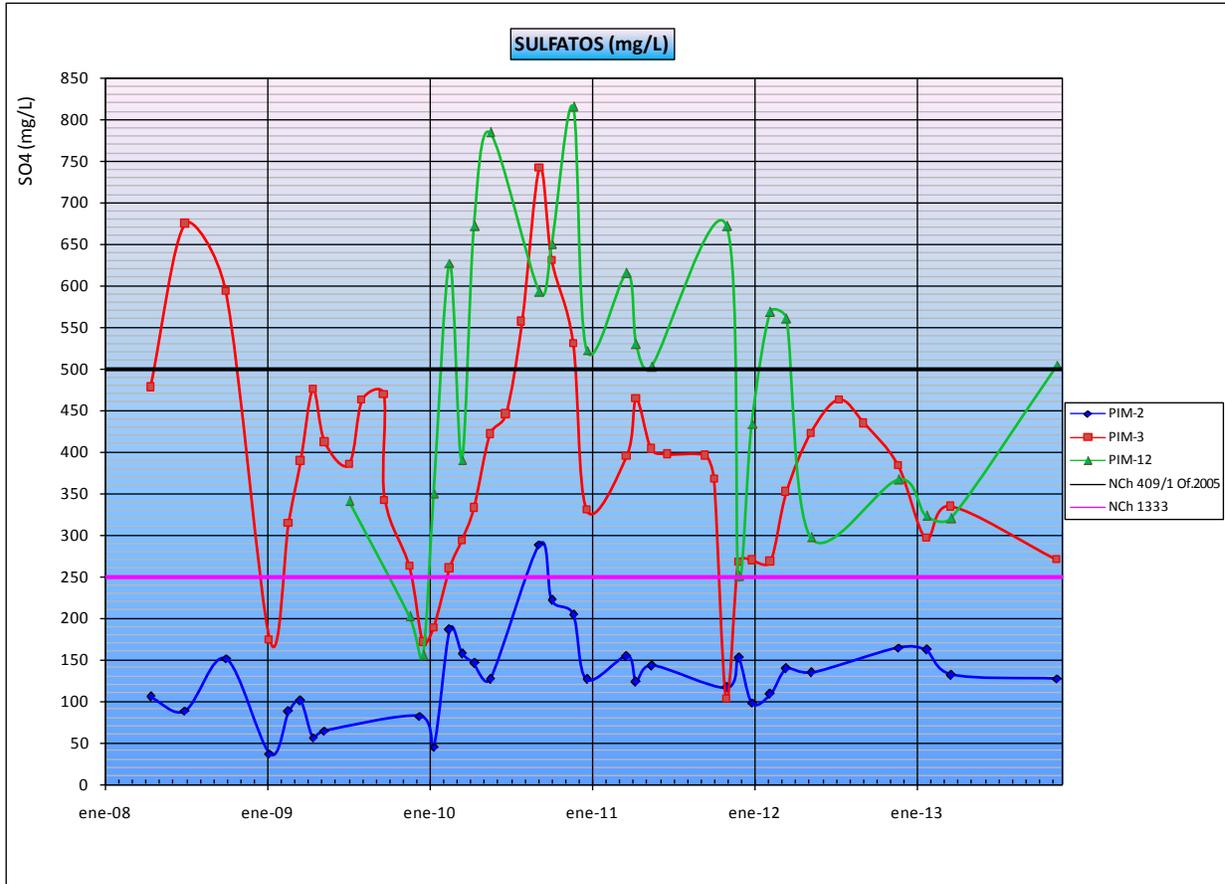
El comportamiento de los Sulfatos en la Quebrada Pimentón, tiene diferencias marcadas, según la localización de la estación de muestreo.

La estación PIM-02 posee la más baja concentración de SO<sub>4</sub>, para todo el período. Se observa que hasta enero 2010 tenía un comportamiento que promediaba los 80 mg/L, momento desde el cual incrementó su nivel, para luego alcanzar un promedio de 150 mg/L, entre esa fecha hasta la actualidad. Si bien en el año 2010 aumenta la amplitud de su variabilidad, por lo general, no supera los 40 mg/L entre un mes y otro. Se puede inferir una estacionalidad levemente denotada en los meses de verano (mayor caudal en cuencas de origen Nival), donde el SO<sub>4</sub> tiende a disminuir su concentración. No supera la norma NCh 409/1 Of. 2005 en todo el período de registro y sólo supera en un muestreo la norma NCh 1.333 (250 mg/L).

Las estaciones PIM-12 y PIM-3 poseen concentraciones superiores de SO<sub>4</sub>, en comparación a PIM-2 aguas arriba. Las mediciones de este parámetro en el Dren del Tranque de Relave (PIN-12), muestra gran variabilidad intermensual no apreciándose una influencia estacional a través de año, si no, un proceso de incremento del SO<sub>4</sub> a partir de Enero 2010, superando la norma NCh 1.333 desde ese momento, estabilizándose a partir de los registros efectuados en Mayo 2012.

La estación PIM-3, aguas abajo de las dos anteriores, presenta una marcada estacionalidad dada por la disminución de la concentración de SO<sub>4</sub> en el agua analizada en los meses estivales y un incremento en época invernal. Si bien su amplitud de variación intermensual es acotada y, por lo general, no es superior a los 100 mg/L, esta ha llegado a superar los 250 mg/ entre un mes y otro. Cabe destacar que sólo cuatro registros están por debajo del umbral de la Norma NCh 1.333.

| SO <sub>4</sub> | MAX    | MIN   | PROM   | N Sobre Norma | Total Datos |
|-----------------|--------|-------|--------|---------------|-------------|
| PIM 2           | 288,8  | 37,12 | 129,97 | 1             | 31          |
| PIM 3           | 741,3  | 102,9 | 386,43 | 39            | 43          |
| PIM 12          | 814,70 | 155,6 | 481,80 | 23            | 25          |



### 3.5 pH

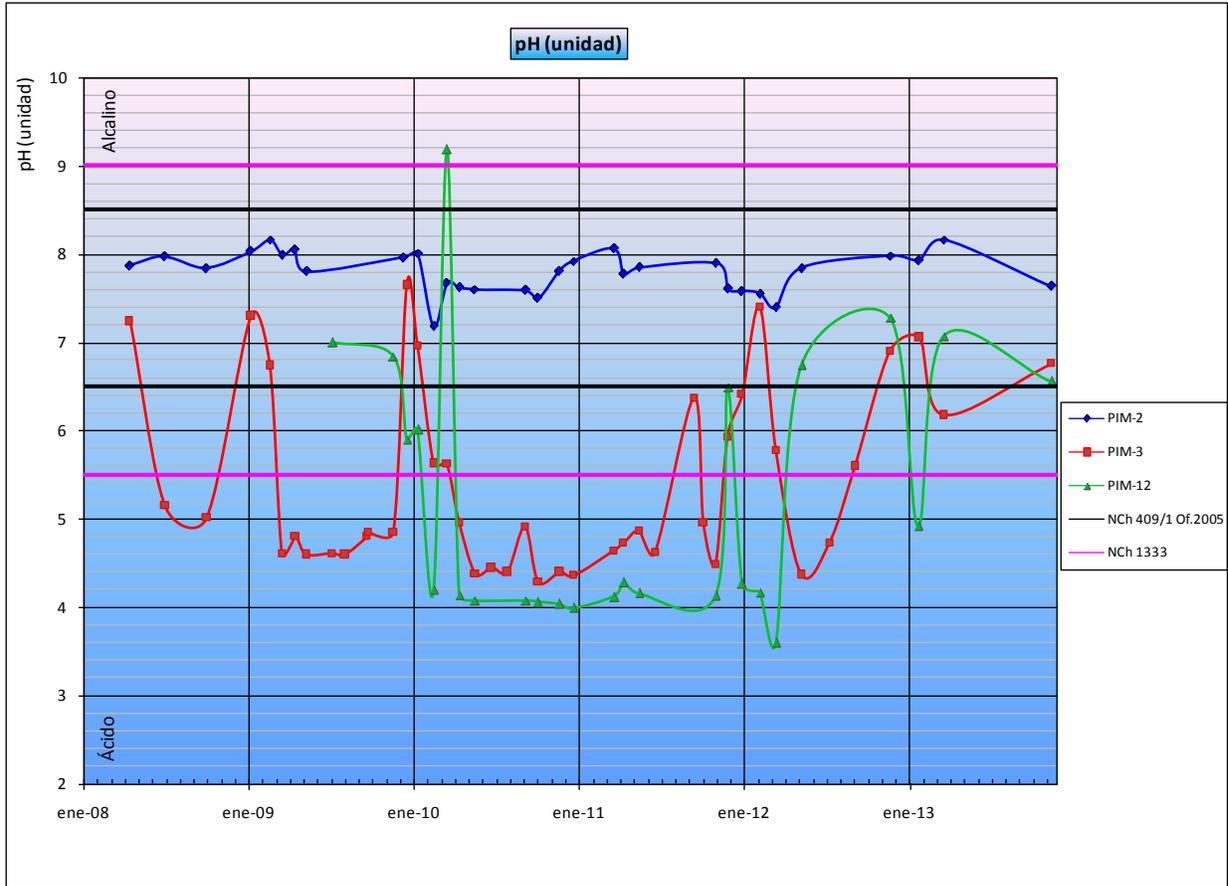
La estación PIM-2 presenta niveles estables de pH, es ligeramente alcalina presentando un pH promedio de 7,8. Durante todo el período de registro esta dentro de los umbrales definidos por la Norma NCh 1.333.

La estación PIM-12 presenta períodos de gran variabilidad entre Noviembre 2009 y Abril 2010 y luego entre Diciembre 2011 a la actualidad. El período comprendido entre Abril 2010 y Diciembre 2011 el ph se estabilizó al rededor de los 4 UpH (unidad de pH), en rigor, se acidificó. Esta estación presenta un comportamiento con gran variabilidad en los meses estivales (con la excepción mencionada entre abril 2010 y Diciembre 2011), pasando de un contenido ácido a neutro de un mes a otro. Esto se interpreta en función del exiguo caudal del Dren del tranque de relave, lo que genera que un cambio en la acides o alcalinidad del agua se vea acentuado o concentrado, generando cambios drásticos en su pH.

Con respecto a la estación PIM-3 se puede inferir que el pH posee un comportamiento que se correlaciona en forma positiva con respecto a los caudales registrados, sobre todo en períodos estivales, donde se alcanzan niveles de pH cercanos a neutro y dentro de la norma NCh 1.333 cuando sus caudales ha superado la barrera de los 80-90 lts/seg. Fuera de esos periodos, entiéndase de Marzo a Diciembre, presenta un pH entre 4 y 5 , ácido, con poca fluctuación entre mediciones. Cabe destacar que desde Mayo 2012 la estación PIM-3 a presentado un incremento del pH, llegando al final del período de análisis a estar dentro de la Norma NCh 1.333 rondando un pH neutro.

Es de destacar que el comportamiento del pH de la estación más aguas abajo, PIM-3, se relaciona en mayor medida con la estación PIM-12 que con su tributario natural PIM-2.

| pH            | MAX  | MIN  | PROM | N Sobre Norma | Total Datos |
|---------------|------|------|------|---------------|-------------|
| <b>PIM 2</b>  | 8,16 | 7,18 | 7,80 | 0             | 31          |
| <b>PIM 3</b>  | 7,65 | 4,29 | 5,42 | 26            | 43          |
| <b>PIM 12</b> | 9,19 | 3,6  | 5,25 | 16            | 25          |

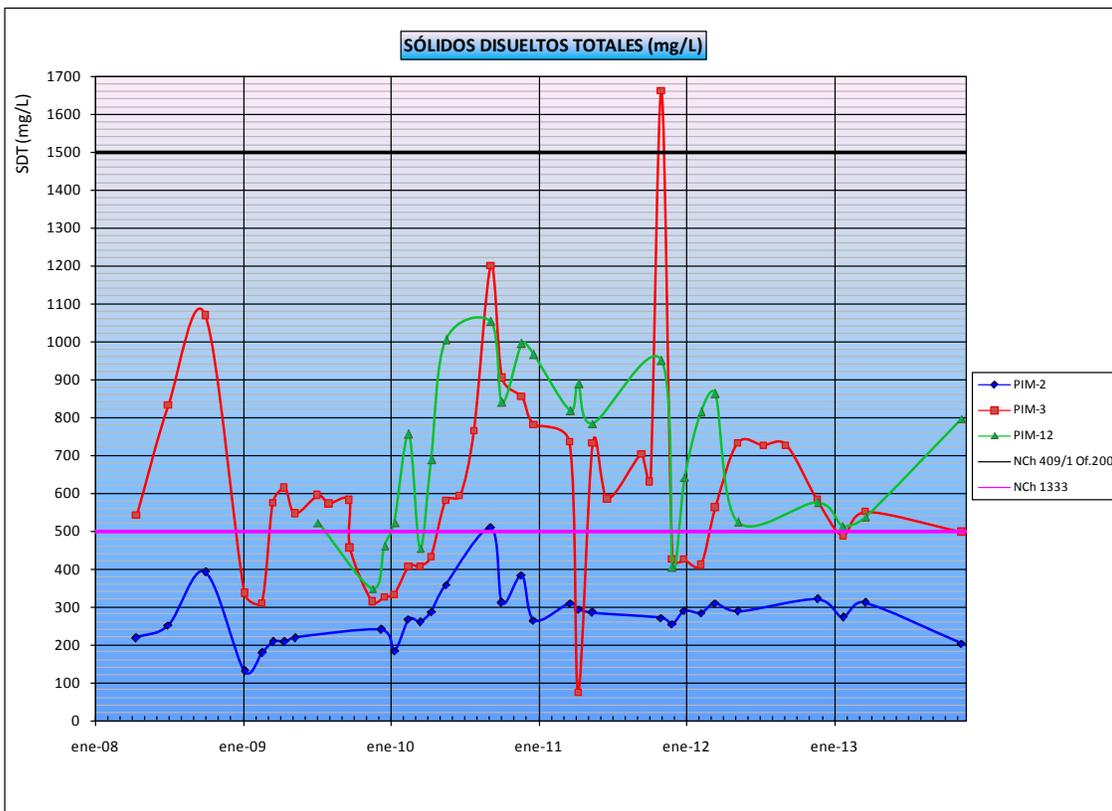
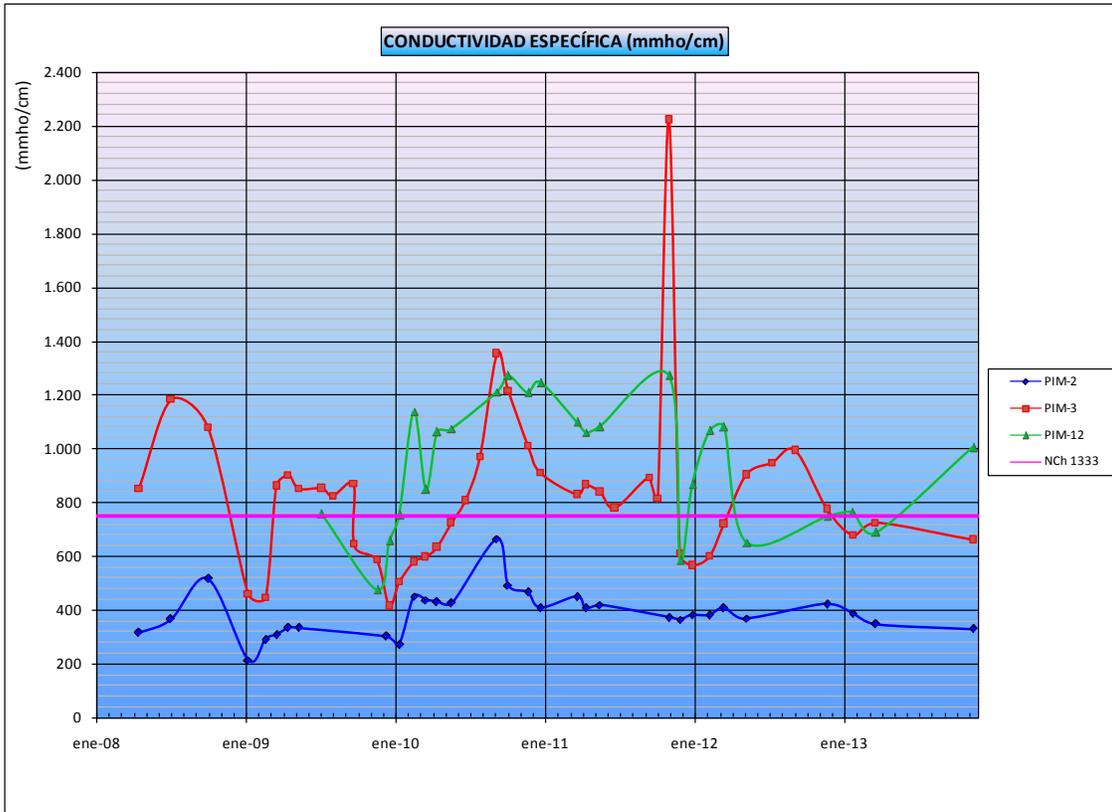


### 3.6 CONDUCTIVIDAD ESPECÍFICA (CE) Y SÓLIDOS DISUELTOS TOTALES (SDT)

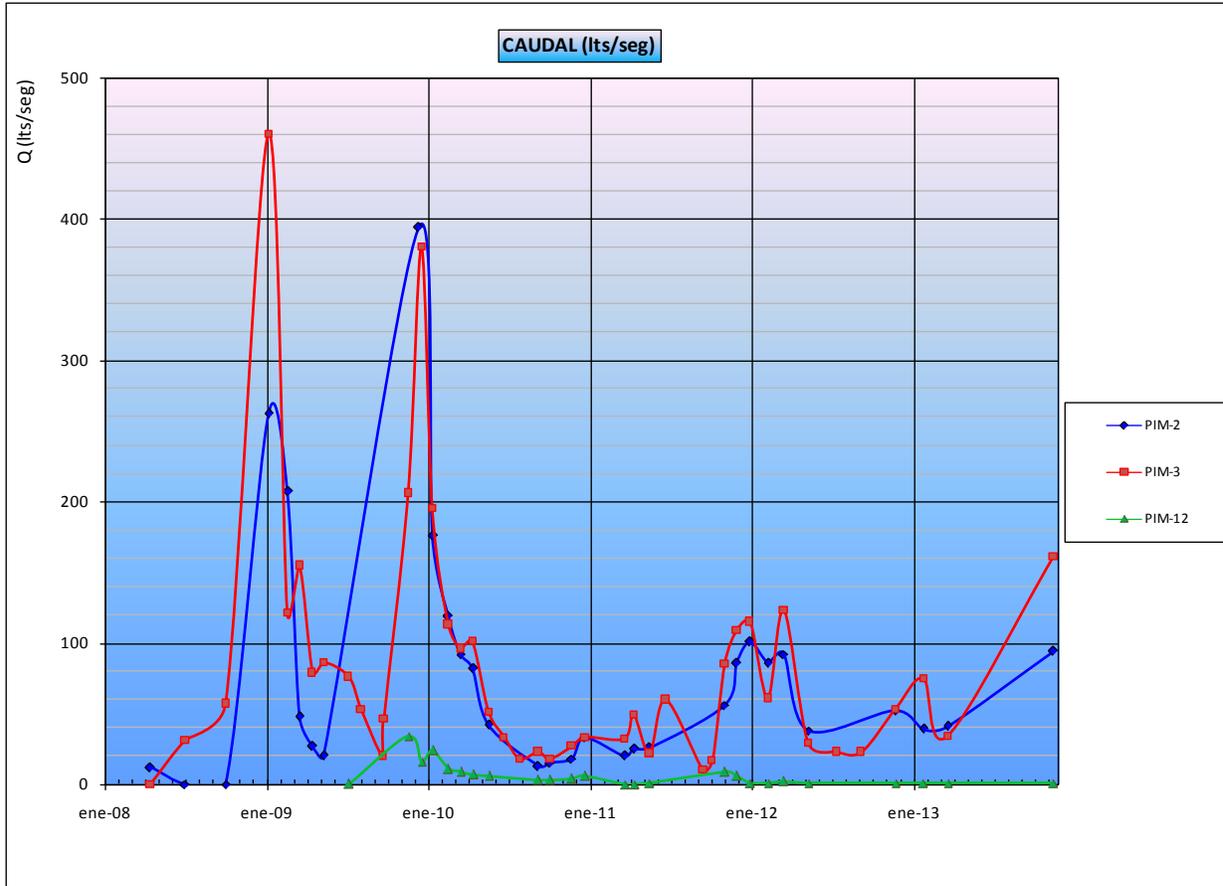
De acuerdo a la clasificación de aguas para riego de acuerdo a sus condiciones de salinidad, en base a las características de CE y concentración de SDT, se puede informar que la Estación PIM-2 es clasificada como "agua con la cual generalmente no se observan efectos perjudiciales". En tanto, las estaciones de monitoreo PIM-12 y PIM-3 son catalogadas como "agua que puede tener efectos perjudiciales en cultivos sensibles".

| SDT    | MAX  | MIN | PROM   | N Sobre Norma | Total Datos |
|--------|------|-----|--------|---------------|-------------|
| PIM 2  | 507  | 130 | 275,89 | 1             | 31          |
| PIM 3  | 1660 | 74  | 608,16 | 28            | 43          |
| PIM 12 | 1052 | 348 | 708,52 | 21            | 25          |

| CE     | MAX  | MIN | PROM   | N Sobre Norma | Total Datos |
|--------|------|-----|--------|---------------|-------------|
| PIM 2  | 664  | 213 | 389,00 | 0             | 31          |
| PIM 3  | 2223 | 415 | 826,43 | 26            | 43          |
| PIM 12 | 1272 | 476 | 946,88 | 19            | 25          |



#### 4. GRÁFICO CAUDALES



## 5. ANÁLISIS Y CONCLUSIONES

- Al análisis de características físico-químicas de las aguas de Quebrada Pimentón, se evidencia una alteración de las condiciones hidroquímicas de la Quebrada. Esto se puede sostener dado que, en primer lugar, las aguas en el sector de captación (Estación PIM-2) presentan las típicas características de agua de alta montaña y, en segundo lugar, los cambios en las características del agua de la Estación PIM-3 se encuentran relacionados con los cambios y alteraciones en la composición hidroquímica de la Estación Dren del Tranque de Relaves (PIM-12), independiente de los cambios en el caudal de la estación PIM-3.
- En relación al punto anterior, los cambios del agua en su composición físico-química de Estación PIM-3, evidencian una conexión hidráulica, por infiltración, entre en Dren del Tranque de Relaves y la Quebrada Pimentón, aguas abajo del campamento.
- Se aprecia que la variación de los parámetros de Quebrada Pimentón en la Estación PIM-3 son modelados y atenuados por el efecto tanto del caudal, como por un efecto catalizador natural del cauce de la Quebrada.
- Con el fin de identificar posibles infiltraciones aguas abajo del muro de contención del tranque de relaves y diseñar acciones de mitigación, se sugiere realizar inspecciones visuales que permitan identificar las posibles infiltraciones, por medio de calicatas.

**Ingeniería SITAC S. A.**

Marzo 2014