



PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DE VALPARAÍSO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA QUÍMICA



ANTEPROYECTO PLAN DE CIERRE
PLANTA DE CATODOS
ANGLOAMERICAN CHILE
DIVISION
EL SOLDADO

**Memoria para optar al título profesional de
Ingeniero Civil Químico**

Patricio Gonzalo Ponce Leyton

Profesor guía: José Torres Titus
Jaime Fernández Celis
Guía empresa: Miguel Morales Mejías

ASEM INGENIERIA

Valparaíso, Chile
2009

AGRADECIMIENTOS

En el tiempo de desarrollo de esta memoria se involucraron una cantidad importante de personas, las que me apoyaron desde el punto de vista técnico profesional y moral. A ellos hago extensiva las gracias por todo el tiempo invertido en forma voluntaria y por todas las fuerzas entregadas para no flaquear durante el desarrollo de este proceso. Proceso que cierra una etapa y marca el comienzo de una nueva, llena de expectativas, a todos ellos que estuvieron lejos brindando su apoyo y en especial a los que estuvieron cerca, a cada uno de ellos que con un poco de su tiempo entregado lograron aportar con sus acciones, un poco de su espíritu quedará impreso en estas hojas...

...Gracias

RESUMEN

El presente trabajo, indica los tópicos que se deben considerar al momento de tomar la decisión de llevar una faena minera al cierre o al cese de algunos de sus procesos, estableciendo cualitativa y cuantitativamente la forma de realizar el proceso de abandono de una faena minera.

El caso analizado, se restringe en forma exclusiva a la planta de cátodos, área de óxidos de EL SOLDADO, indicando previamente la legislación existente y aplicable en términos generales, ya que no existe en forma específica la manera de realizar este proceso actualmente en el país, teniendo que adecuar nuestra legislación a los requisitos de las grandes compañías extranjeras, en cuanto al tratamiento a seguir para poder comercializar el producto de interés. Todo esto conlleva a una constante modificación en los protocolos de desmantelamiento. Por otro lado, también se hace mención al proceso propiamente tal desarrollado en la planta de cátodos, así como las instalaciones auxiliares que apoyan al proceso, con el objeto de tener en consideración todo lo que involucra el proceso al momento del cierre, así también se hace mención a los aspectos ambientales que deben ser considerados en este tipo de operación, así como el marco legal relacionado.

Por último, se indican las actividades que actualmente se están desarrollando en el cierre de otros sectores de la planta y en forma detallada se indica, el cronograma general a seguir para el desmantelamiento de la planta, donde se indica el tipo de tarea a realizar, con su respectiva carta Gantt y el costo asociado para cada sector involucrado, que en resumen se detalla en el último capítulo y se indica el costo total asociado al desmantelamiento, tomando en cuenta las actividades mencionadas en cada caso.

De acuerdo a esto, el tiempo total estimado para el desarrollo del

desmantelamiento de la planta de cátodos es de 229 días con un costo total de US \$1.068.957. Costo que se ve minimizado en pequeña cuantía por equipos y estructuras que son retiradas del área de la planta de óxidos y que son comercializados como chatarra fuera de las instalaciones al valor de mercado.

INDICE

| | |
|--|-----------|
| INTRODUCCIÓN | 15 |
| 1.0 OBJETIVO GENERAL | 19 |
| 1.1 OBJETIVOS ESPECÍFICOS | 19 |
| 2 ANTECEDENTES GENERALES | 20 |
| 3 MARCO LEGAL Y REQUERIMIENTOS LEGALES | 23 |
| 3.1 LEGISLACIÓN APLICABLE AL CIERRE DE FAENAS | 25 |
| 4 DESCRIPCIÓN DE LAS INSTALACIONES DE FAENA | 27 |
| 4.1 DESCRIPCION GENERAL PROCESO PLANTA DE ÓXIDO | 27 |
| 4.2 DESCRIPCION GENERAL DE CADA ETAPA DEL PROCESO | 30 |
| 4.2.1 CHANCADO | 30 |
| 4.2.2 AGLOMERACIÓN | 32 |
| 4.2.3 LIXIVIACIÓN | 35 |
| 4.2.4 EXTRACCIÓN POR SOLVENTE | 39 |
| 4.2.5 ELECTROOBTENCIÓN | 42 |
| 5 EQUIPOS UTILIZADOS EN EL PROCESO | 45 |
| 5.1 CHANCADO | 45 |
| 5.2 AGLOMERACIÓN | 45 |
| 5.3 LIXIVIACIÓN | 45 |
| 5.4 EXTRACCIÓN POR SOLVENTES | 46 |

| | |
|--|------------------|
| 5.5 ELECTROOBTENCIÓN | 46 |
| <u>6 DESCRIPCIÓN INSTALACIONES AUXILIARES</u> | <u>48</u> |
| <u>6.1 SISTEMA DE INFRAESTRUCTURA SERVICIOS</u> | <u>48</u> |
| 6.1.1 CAMINOS | 48 |
| 6.1.2 DRENAJES SUPERFICIALES | 48 |
| 6.1.3 DRENAJES SUBTERRÁNEOS | 49 |
| 6.1.4 SISTEMA DE ALCANTARILLADO | 49 |
| 6.1.5 SISTEMA DE LEVANTE | 50 |
| 6.1.6 SISTEMA DE ALMACENAMIENTO DE CÁTODOS | 51 |
| 6.1.7 SISTEMA SUPRESOR DE POLVO | 51 |
| 6.2 SERVICIOS | 52 |
| 6.2.1 DISTRIBUCIÓN AGUA | 52 |
| 6.3 DISTRIBUCIÓN DE AIRE | 54 |
| 6.4 DISTRIBUCIÓN DE ÁCIDO | 54 |
| 6.5 DISTRIBUCIÓN DE REACTIVOS | 55 |
| <u>7 SUMINISTRO Y DISTRIBUCIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA</u> | <u>57</u> |
| <u>8 ASPECTOS AMBIENTALES DEL AREA DE INFLUENCIA</u> | <u>58</u> |
| 8.1 MEDIO FÍSICO | 58 |
| 8.1.1 GEOLOGÍA | 58 |
| 8.1.2 SUELOS | 61 |
| 8.1.3 CLIMA Y METEOROLOGÍA | 63 |
| 8.1.4 CALIDAD DEL AIRE | 65 |
| 8.1.5 HIDROLOGÍA | 69 |
| 8.1.6 HIDROGEOLOGÍA | 71 |
| 8.1.7 CALIDAD DE LAS AGUAS | 75 |

| | | |
|-------------|--|-----------|
| 9 | <u>DENTIFICACIÓN, VALORACIÓN Y CUANTIFICACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES</u> | 78 |
| <hr/> | | |
| 10 | <u>MEDIDAS DE PREVENCIÓN, MITIGACIÓN Y CONTROL GENERAL</u> | 80 |
| <hr/> | | |
| 11 | <u>ACTIVIDADES GENERALES ACTUALES AL CIERRE</u> | 82 |
| <hr/> | | |
| 11.1 | RAJOS | 82 |
| 11.2 | DEPÓSITOS DE ESTÉRIL | 83 |
| 11.3 | DEPÓSITO DE RELAVES | 83 |
| 11.4 | EQUIPOS E INSTALACIONES | 85 |
| 11.5 | INSTALACIONES AUXILIARES | 86 |
| 11.6 | CAMINOS PRINCIPALES | 86 |
| <hr/> | | |
| 12 | <u>PLAN DE CIERRE PARA INSTALACIONES DE LA PLANTA DE CATODOS</u> | 87 |
| <hr/> | | |
| 12.1 | AREAS INCLUIDAS EN DESMANTELAMIENTO | 88 |
| 12.2 | CONDICIONES DEL SUELO | 89 |
| <hr/> | | |
| 13 | <u>CRONOGRAMA GENERAL EJECUCIÓN DESMANTELAMIENTO</u> | 93 |
| <hr/> | | |
| 13.1 | <u>DESCRIPCION DE DESMANTELAMIENTO POR SECTORES</u> | 94 |
| <hr/> | | |
| 13.1.1 | CHANCADO | 94 |
| 13.1.2 | AGLOMERACION | 96 |
| 13.1.3 | LIXIVIACION | 97 |
| 13.1.4 | EXTRACCION POR SOLVENTE | 99 |
| 13.1.5 | ELECTROOBTENCION | 101 |
| 13.1.6 | PISCINAS DE EMERGENCIA | 103 |
| 13.1.7 | EDIFICIOS, OFICINAS Y BODEGAS | 104 |
| 13.1.8 | VARIOS | 104 |

| | | |
|-----------|---|------------|
| 14 | <u>COSTO PRESUPUESTO ASOCIADO A DESMANTELAMIENTO PLANTA CÁTODOS.</u> | 106 |
| <hr/> | | |
| | CONCLUSIONES | 108 |
| <hr/> | | |
| | BIBLIOGRAFIA | 110 |
| <hr/> | | |
| | ANEXOS | 111 |
| <hr/> | | |

INDICE DE FIGURAS

| | |
|--|-----------|
| <i>FIG 1. DESCRIPCIÓN ESQUEMÁTICA DE LA PLANTA DE CÁTODOS.....</i> | <i>29</i> |
| <i>FIG 2. DIAGRAMA CHANCADO PRIMARIO.....</i> | <i>31</i> |
| <i>FIG 3. DIAGRAMA GENERAL AGLOMERACION.....</i> | <i>34</i> |
| <i>FIG 4. DIAGRAMA GENERAL LIXIVIACION.....</i> | <i>38</i> |
| <i>FIG 5. DIAGRAMA GENERAL EXTRACCION POR SOLVENTE.....</i> | <i>41</i> |
| <i>FIG 6. DIAGRAMA GENERAL ELECTROOBTENCION.....</i> | <i>44</i> |

INDICE DE TABLAS

| | |
|--|----|
| <i>Tabla 1. PERÍODOS OCURRENCIA DE SISMOS DE MAGNITUD MAYOR O IGUAL A 5</i> | 60 |
| <i>Tabla 2. USOS ACTUALES DEL SUELO EN LOS SECTORES ALEDAÑOS AL PROYECTO</i> | 62 |
| <i>Tabla 3. VARIABLES METEOROLÓGICAS</i> | 64 |
| <i>Tabla 4. CONCENTRACIONES DE PM-10 REGISTRADAS AGUAS ABAJO DEL TRANQUE EL TORITO</i> | 66 |
| <i>Tabla 5. CONCENTRACIONES DE PM-10 REGISTRADAS EN LA ESTACIÓN LOS NOGALES</i> | 67 |
| <i>Tabla 6. CONCENTRACIONES DE PM-10 REGISTRADAS EN LA ESTACIÓN LA CALDERA</i> | 67 |
| <i>Tabla 7. CONCENTRACIONES DE PTS REGISTRADAS EN LA ESTACIÓN LA CALDERA</i> | 68 |
| <i>Tabla 8. CONCENTRACIONES DE PTS REGISTRADAS EN EL ÁREA DEL CAQUICITO</i> | 69 |
| <i>Tabla 9. DATOS DE PRECIPITACIÓN Y EVAPORACIÓN SUPERFICIAL</i> | 72 |
| <i>Tabla 10. TAREAS ASOCIADAS AL DESMANTELAMIENTO DE LA ZONA CHANCADO</i> | 94 |
| <i>Tabla 11. TAREAS ASOCIADAS AL DESMANTELAMIENTO DE LA ZONA AGLOMERACION</i> | 96 |
| <i>Tabla 12. TAREAS ASOCIADAS AL DESMANTELAMIENTO DE LA ZONA LIXIVIACION</i> | 97 |

| | |
|--|------------|
| <i>Tabla 13. TAREAS ASOCIADAS AL DESMANTELAMIENTO ZONA EXTRACCION POR SOLVENTE</i> | <i>99</i> |
| <i>Tabla 14. TAREAS ASOCIADAS AL DESMANTELAMIENTO ZONA ELECTROOBTENCION</i> | <i>101</i> |
| <i>Tabla 15. TAREAS ASOCIADAS AL DESMANTELAMIENTO ZONA PISCINAS DE EMERGENCIA</i> | <i>103</i> |
| <i>Tabla 16. TAREAS ASOCIADAS AL DESMANTELAMIENTO ZONA EDIFICIOS, OFICINAS Y BODEGAS</i> | <i>104</i> |
| <i>Tabla 17. TAREAS ASOCIADAS A VARIOS</i> | <i>104</i> |
| <i>Tabla 18. RESUMEN COSTO DESMANTELAMIENTO PLANTA DE CATODOS</i> | <i>107</i> |

INDICE ANEXOS

- A.1 DESCRIPCIÓN ESQUEMÁTICA PLANTA DE CATODOS
- A.2 VISTA SUPERIOR PLANTA DE CÁTODOS
- A.3 EQUIPOS
 - A.3.1 CHANCADO
 - A.3.2 AGLOMERACIÓN
 - A.3.3 LIXIVIACIÓN
 - A.3.4 EXTRACCIÓN POR SOLVENTES
 - A.3.5 ELECTROOBTENCIÓN
- A.4 DIAGRAMA DE FLUJOS
 - A.4.1 CHANCADO-AGLOMERACION
 - A.4.2 LIXIVIACION-EXTRACCION POR SOLVENTE-ECTROOBTENCION
- A.5 INSTALACIONES AUXILIARES
 - A.5.1 SISTEMA DE ABASTECIMIENTO Y DISTRIBUCIÓN DE AGUAS.
 - A.5.2 DIAGRAMA SISTEMA DE ABASTECIMIENTO Y DISTRIBUCIÓN DE AGUAS.
 - A.5.3 SISTEMA DE AGUA CALIENTE.
 - A.5.4 DIAGRAMA SISTEMA DE AGUA CALIENTE.
 - A.5.5 SISTEMA DESCARGA, ALMACENAMIENTO Y DISTRIBUCIÓN DE ACIDO.
 - A.5.6 SISTEMA DISTRIBUCIÓN DE AIRE.
 - A.5.7 DIAGRAMA SISTEMA DISTRIBUCIÓN DE AIRE.
 - A.5.8 SISTEMA DISTRIBUCIÓN DE REACTIVOS.
 - A.5.9 DIAGRAMA SISTEMA DISTRIBUCIÓN DE REACTIVOS.

- A.5.10 DIAGRAMA FUERZA ELÉCTRICA.**

- A.6 SISTEMA DE DRENAJES.**
 - A.6.1 DIAGRAMA SISTEMA DE DRENAJES.**
 - A.6.2 DIAGRAMA SISTEMA DE ABASTECIMIENTO Y DISTRIBUCION DE AGUAS.**
 - A.6.3 DIAGRAMA UBICACIÓN SISTEMA CONTRA INCENDIO.**
 - A.6.4 DIAGRAMA SISTEMA ESPUMA CONTRA INCENDIO.**

- A.7. TABLA GENERAL CON MEDIDAS MÍNIMAS PLAN DE CIERRE**
 - A.7.1 CIERRE DE RAJOS Y CANTERAS**
 - A.7.2 CIERRE DE MINAS SUBTERRÁNEAS**
 - A.7.3 CIERRE TRANQUES**
 - A.7.4 CIERRE BOTADEROS Y RIPIOS DE LIXIVIACIÓN**
 - A.7.5 CIERRE DE CAMINOS**
 - A.7.6 CIERRE PLANTA, EDIFICIOS E INSTALACIONES AUXILIARES.**

- A.8 PARÁMETROS Y PROCEDIMIENTOS DE MEDICIÓN SOBRE RECURSOS AFECTADOS.**

- A.9 ESTIMACIÓN DE INGRESOS POR VENTA DE ESTRUCTURAS Y EQUIPOS COMO CHATARRA.**

INTRODUCCIÓN

La actividad minera produce impactos ambientales, positivos o negativos, al igual que cualquier otra actividad humana. Es por eso, que la industria minera realiza importantes inversiones en minimizar los impactos negativos durante la operación de la faena minera. Para esto los titulares u operadores se deben preocupar de minimizar las emisiones de polvo, controlar y disminuir la generación de residuos líquidos y sólidos, mantener un adecuado nivel de seguridad en caminos, taludes, botaderos. Sin embargo, una vez que la faena minera cese sus operaciones, potencialmente los impactos ambientales podrían seguir produciéndose post-cierre. Debido a que este proceso productivo es uno de los principales desarrollados en nuestro país, esto influye en forma directa, desde el punto de vista económico, laboral y medio ambiental.¹

Actualmente, el desarrollo de cualquier proyecto minero, para mantener su nivel de competitividad, debe adecuarse al cumplimiento de las regulaciones ambientales, tanto las aplicables en el ámbito local como en el internacional. Las aprobaciones ambientales son un requisito ineludible y los estudios de impacto ambiental están orientados a predecir y evaluar los efectos sobre el medio ambiente en cada una de las etapas del proyecto, es decir, construcción, operación y al cierre de las instalaciones. Por lo tanto, el cierre de una faena minera puede y debe ser planificado desde el origen del proyecto.

Sin embargo, frente a la falta de normas específicas con relación al medio ambiente, las empresas mineras extranjeras han introducido en sus operaciones en Sudamérica prácticas ambientales de acuerdo con los estándares existentes en sus países de origen. Por otro lado, la posibilidad de firmar convenios de libre comercio, requiere de regulaciones ambientales de niveles de exigencia similares. Ambas

¹. Acuerdo marco de producción limpia sector gran minería, buenas prácticas y gestión ambiental, 2002

situaciones, han obligado a que los gobiernos desarrollen normativas coherentes con las existentes en países desarrollados para evitar acusaciones con orientaciones proteccionistas.

Cabe destacar, que no existe en Chile una normativa con rango de ley que permita dictar al ejecutivo un reglamento sobre cierre de faenas mineras. En efecto, se ha señalado que esta materia tiene fundamentalmente un doble carácter ambiental y sectorial minero. Esto se explica por las particularidades de la industria minera en cuanto a su habilidad para generar o continuar generando efectos ambientales post operacionales. En Chile la Ley de Bases del Medio Ambiente N° 19.300 es una ley marco que regula una generalidad de temas ambientales, respecto de la generalidad de los proyectos o actividades industriales que se desarrollan en nuestra economía. Por lo tanto, no contempla disposiciones o instrumentos específicos para determinados sectores de la industria, razón por la cual no puede ser tomada como base legal para regular un instrumento específico para la industria minera como es la planificación del cierre.

En consecuencia, nuestro país no cuenta con una legislación que exija este comportamiento hacia la grande, mediana y pequeña minería. Aunque la normativa del Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental disponga entre sus contenidos estudios mínimos de impacto ambiental, descripción de acciones, obras y medidas que implementará el titular del proyecto o actividad en la etapa de cierre o abandono, no existe una obligación explícita para los proyectos mineros de confeccionar un plan de cierre detallado, su contenido mínimo, garantías, etc. Además, la implementación de un plan requiere de la modificación de algunas leyes ordinarias y sus reglamentos, materia que sólo puede ser abordada por una ley.²

En términos generales, todo plan de cierre debe considerar objetivos propios y adecuados a las características de la faena minera y su entorno, los que se plantean dependiendo de las características de la faena minera, ubicación geográfica, cercanía a centros poblados y atributos relevantes del medio ambiente.

² **Normativa de cierre de faenas mineras. Informe Consolidado. Diciembre 2000**

Según esto, el cierre de una faena minera y recuperación de terrenos tiene relación directa con el proveer una estabilización a largo plazo de las condiciones geotécnicas y geoquímicas de las áreas intervenidas por la minería para proteger la seguridad y salud pública, para minimizar y prevenir alguna corriente de degradación ambiental.

La meta de la política de cierre es la de recuperar la tierra afectada por la minería de tal manera que sea regresada en condiciones favorables para las personas y el medio ambiente. Dentro de estos logros se incluye:

La restauración de la tierra explotada a condiciones como las que ofrecía antes de la explotación minera o altamente aceptable o con mejores usos; La restauración aproximada a su estado original; estabilización de áreas superficiales para controlar la polución del aire y agua; minimización de los efectos de la minería en el balance hidrológico y la calidad y cantidad de aguas subterráneas y superficiales; medición de la productividad de la tierra; y protección de terrenos circundantes de inundaciones o daños.

Por último, otro factor que lleva al cierre de las faenas mineras es el requerido en el momento en que la operación deja de ser económicamente viable, cuando el flujo de efectivo es restringido severamente o negativo y cuando el valor del producto de interés está por debajo de los gastos requeridos para conseguir los objetivos legales y ambientales del plan de cierre. El objetivo de asegurar los fondos para el cierre de mina desde un comienzo es el de disminuir el riesgo de que esta empresa pueda ser ya sea renuente o incapaz de llevar a cabo el cierre de la mina debido a falta de fondos. Las ventajas de preparar un plan de cierre se fundamenta en lo siguiente:

- La mayor parte de los impactos ambientales negativos del abandono de faenas mineras pueden ser predichos antes del cierre y pueden ser minimizados y/o controlados tomando acciones preventivas simples y económicas.

- Si al momento de diseñar una faena minera se incluyen las consideraciones ambientales del cierre, las metas ambientales se podrían alcanzar de manera más eficiente y económica.
- Si se deja el cierre para el final, podrá tener un costo más elevado. Es mejor comenzar el cierre de manera progresiva, cerrando adecuadamente aquellas instalaciones que ya hayan concluido su vida útil, aún cuando la faena minera siga operando.
- Un buen diseño y correcta ejecución del Plan de Cierre puede significar reducir significativamente los impactos al medio ambiente y por lo tanto los daños que puedan generar la responsabilidad del titular u operador minero.

En el caso particular de la Mina El Soldado, se analiza exclusivamente la Planta de Cátodos, entregando un presupuesto estimativo inicial para el desmantelamiento de las instalaciones. Debido a que la planta aún no está en proceso de cierre parcial y se encuentra bajo la confección de la DIA a ser presentado ante el SEIA, por lo que no existe en forma oficial el documento que describa tal procedimiento. Quedando como precedente este trabajo, que describe en forma detallada el procedimiento a seguir para realizar el abandono de las faenas y su posterior monitoreo, dejando establecido que el presente es de carácter básico, y está sujeto a variaciones una vez que la DIA sea aceptada en forma oficial y definitiva.

1.0 OBJETIVO GENERAL

Generar un plan de ejecución y entregar un presupuesto estimativo en el costo de desmantelamiento de las instalaciones de Planta de Cátodos, División El Soldado. Anglo American Chile.

1.1 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- *Dar a conocer los tópicos ambientales relacionados al área de influencia asociada.*
- *Conocer el marco legal y requerimientos ambientales aplicables.*
- *Conocer y describir el proceso utilizado en la Planta de Óxido*
- *Indicar el plan a seguir y cronograma en el desmantelamiento parcial de la faena minera.*
- *Estimar presupuesto del costo en el desmantelamiento de la planta de cátodos.*

2 ANTECEDENTES GENERALES

La División El Soldado se encuentra localizada en la Quinta Región, Provincia de Quillota, Comuna de Nogales, a una distancia aproximada de 6 km de la Ruta 5 al Noreste de la localidad de El Melón.

Al área de las instalaciones mineras de El Soldado se accede desde la Ruta 5 Norte a la altura del km 123, frente a la localidad de El Melón. Desde allí se toma la Carretera Arquitecto René Guzmán que se interna unos 7 km en dirección al oriente por el valle del Estero El Cobre y conduce hacia las instalaciones de la mina El Soldado y al Tranque de Relaves el Torito

El yacimiento “El Soldado” fue descubierto a mediados del siglo XIX, según antecedentes de labores mineras en la zona. La primera concesión fue otorgada en 1842 y a partir de esa fecha el mineral obtenido permitía abastecer fundiciones que operaban en la Región. En 1899, la mina fue adquirida por la Sociedad Matriz de Minas Catemu y luego transferida a la Cía. Minera Du M’Zaita, que la explotó hasta 1958, para luego ser integrada a la Cía. Minera Disputada de Las Condes S.A., hoy Minera Sur Andes Limitada. Desde el año 1958 la compañía ha cambiado de propietarios en diversas oportunidades, hasta que fue adquirida a fines de 2002 por Anglo American.

Desde sus inicios en 1842, la explotación de El Soldado ha sido casi continua. Desde entonces, aproximadamente 70 millones de toneladas de mineral, con un contenido medio del orden de 1,8% de cobre, fueron extraídas por el método minero de subniveles subterráneos, para alimentar el concentrador a tasas crecientes hasta 12.000 toneladas por día.

En 1989 la mina El Soldado comenzó a ser explotada a rajo abierto, para apoyar un aumento en la tasa de producción hasta el nivel actual de 18.000 toneladas

por día. Hoy, el rajo abierto proporciona un 70% del mineral a planta y las reservas reconocidas por los próximos 15 años permitirán la operación minera en El Soldado.

Las operaciones mineras de El Soldado consideran la extracción y beneficio de minerales sulfurados de cobre en la Planta El Cobre, de acuerdo al proceso convencional de chancado, molienda y flotación de concentrados; en paralelo, El Soldado también procesa minerales oxidados a través de un proceso de lixiviación, extracción por solventes y electroobtención, que permite finalmente generar cátodos de cobre.

Dado el nivel de agotamiento de reservas de óxidos de la mina El Soldado, en el año 2002 se inició la explotación del yacimiento de óxidos de Caquicito. Este yacimiento está localizado en la Quinta Región, Comuna de Nogales, 20 km al sureste del Pueblo de El Melón y 24 km al suroeste de las instalaciones de la planta de El Soldado. El yacimiento se ubica en la ladera poniente del cerro Caquicito, entre los 1.000 y 1.400 m.s.n.m., en el sector de cabecera de la Quebrada Manantiales.

Al área de Caquicito se accede desde la Ruta 5 Norte, a la altura de la localidad de El Melón, por un camino secundario que se desarrolla en dirección al oriente. En el sector de Corral se debe tomar un camino privado que se desarrolla en terrenos del Bien Común Especial N°2 de la ex-Hacienda El Melón, el cual se interna por el valle del Estero El Carretón y luego por las Quebradas Agua del Maqui y Manantiales, hasta llegar al sector del yacimiento.

Desde la planta de El Soldado, el acceso se realiza por un camino existente en dirección suroeste, que flanquea el Tranque de Relaves N°4, y se une con el camino anterior en el valle del Estero El Carretón.

Hasta el año 1992, los relaves provenientes de la planta el cobre eran

depositados en el tranque de relaves el cobre N° 4, ubicado aproximadamente a 1 km de esta planta, frente al actual tranque el torito. El tranque de relaves el torito comenzó a operar en el año 1993, y originalmente contó con una capacidad autorizada para almacenar 76 toneladas métricas de relaves. Las reservas mineras actualmente reconocidas generaron la necesidad de ampliar el tranque a una capacidad de 181 toneladas métricas, esperándose que su vida útil se extienda hasta el año 2023

3 MARCO LEGAL Y REQUERIMIENTOS LEGALES

En la actualidad, Chile no cuenta con una legislación específica para el cierre de faenas mineras, lo que se observa en el gran pasivo ambiental heredado de las operaciones mineras antiguas, sin embargo las autoridades en conjunto con la industria, están a cargo de regular y planificar el cierre y abandono de las faenas mineras, siendo los siguientes cuerpos legales quienes abordan este tema.

D.L. N°3525 (1980) Estatuto Orgánico Del Sernageomin.

De acuerdo con el Decreto Ley N° 3.525 de 1980 que aprobó el Estatuto Orgánico de SERNAGEOMIN, el objeto de este servicio es servir de asesor técnico especializado del Ministerio de Minería en materias relacionadas con geología y minería y desempeñar las demás funciones que le señale la ley, entre las que se cuentan la de velar por el cumplimiento de las normas y reglamentos sobre política y seguridad mineras.

Sus competencias operativas directas se refieren a la protección de la vida y la salud de los trabajadores de la industria extractiva minera y condiciones de seguridad de los trabajos, maquinarias, equipos, herramientas, edificios e instalaciones en general de las faenas mineras, prevención de accidentes y control de condiciones de higiene laboral al interior de las faenas.

D.S. N°72 (1985) Modificado Por D.S. N°140 (1992) Reglamento De Seguridad Minera

Es la que constituye la única norma relacionada con el tema del cierre de faenas, el Reglamento de Seguridad Minera en su artículo 22 dispone que la empresa minera que decida abandonar un trabajo de exploración o faenas de explotación, estará obligado a dar aviso escrito de esta decisión al Servicio Nacional de Geología y Minería (Sernageomin), antes de que los trabajos se hubiesen hecho inaccesibles y en caso de que no cumpla esta obligación, el Director podrá ordenar que el laboreo sea rehabilitado a costa de dicha empresa

- Ley 19.300 y D.S. 30 Reglamento del Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental

3.1 LEGISLACIÓN APLICABLE AL CIERRE DE FAENAS

DECRETO SUPREMO N°132/2004 DEL MINISTERIO DE MINERÍA

El único documento legal sectorial específico vigente aplicable a los Planes de Cierre de Faenas Mineras corresponde al Decreto Supremo N°132/2004 del Ministerio de Minería, de diciembre de 2002, publicado en el Diario Oficial el 7 de febrero de 2004, que modifica el Reglamento de Seguridad Minera. Al momento de preparación de este plan de cierre, se cuenta adicionalmente, y sólo a modo de referencia, con un Proyecto de Ley de Cierre de Faenas Mineras y su Proyecto de Reglamento, cuyo trámite legislativo se encuentra detenido.

El Decreto Supremo N° 132/2004 establece:

Artículo 1 Transitorio: toda faena minera en operación a la fecha de dictación de este cuerpo legal, deberán presentar un Plan de Cierre dentro de un plazo de 5 años.

Artículo 23: conjuntamente con la presentación del método de explotación o cualquier modificación mayor, la Empresa Minera deberá presentar un Proyecto de Plan de Cierre de acuerdo al Título X del mismo reglamento. Estos planes de cierre deben ser revisados cada cinco años.

Artículos 489 al 499: considera los alcances técnicos para presentar el Plan de Cierre, los cuales se refieren principalmente entre otras a:

- Cierre de mina a Rajo Abierto (desmantelamiento de instalaciones, sellado de piques a superficie, estabilización de taludes, cierre de almacenes de explosivos, caracterización de efluentes).
- Cierre de Depósito de Tranque de Relaves (desmantelamiento de instalaciones, secado de lagunas de aguas claras, mantención de canales, recubrimiento de cubeta y taludes, estabilización de taludes, compactación de berma de coronamiento, construcción de muro de protección al pie del talud, medidas de reparación).
- Cierre de Caminos (definición del uso posterior que tendrán los caminos, señalizaciones).
- Cierre de Plantas, Edificios e Instalaciones Auxiliares (desmantelamiento, retiro de materiales y repuestos, protección de estructuras).
- Cierre para Manejo de Residuos (retiro de escombros, retiro y/o disposición final de residuos).

4 DESCRIPCIÓN DE LAS INSTALACIONES DE FAENA

4.1 DESCRIPCION GENERAL PROCESO PLANTA DE ÓXIDO

La Planta de Óxidos de El Soldado contempla el tratamiento de minerales oxidados de cobre mediante el proceso de chancado, aglomeración, lixiviación, extracción por solventes y electro-obtención.

El procesamiento de minerales, es la etapa posterior a la extracción del mineral desde la mina y prepara el material para la extracción de los metales valiosos.

El proceso comienza con la liberación del mineral valioso de su ganga y la separación del mineral desde la ganga.

La liberación, se realiza por reducción de tamaño o Conminución, que involucra las etapas de **chancado** y molienda, a tamaño de partícula que el producto resultante es una mezcla de partículas relativamente limpias de mineral y ganga.

Las primeras etapas de conminución se realizan para facilitar el manejo del material proveniente de la mina y luego, en sucesivas etapas de chancado y molienda, para separar el mineral de la ganga. El chancado se realiza con mineral en seco, y el mecanismo de reducción de tamaño es la compresión o impacto.

La molienda se realiza principalmente en húmedo. El mecanismo de reducción es abrasión e impacto del mineral por el movimiento de los medios de molienda, tales como barras, bolas o guijarros (el mismo material grueso).

Debido a que estas son etapas que consumen grandes cantidades de energía, la filosofía en la aplicación de cada etapa, es moler lo mínimo necesario.

El proceso comienza con el traslado del mineral desde el acopio mediante cargador y camión hasta la tolva de recepción de mineral de la Planta de Chancado Primario.

Posteriormente pasa a sucesivas etapas de reducción de tamaño mediante el empleo de chancador primario y circuito de chancado secundario y terciario donde alcanza la granulometría de trabajo, 100% - 12,5 mm (100% menores a 12,5 mm).

La siguiente etapa es la de **aglomeración** la cual tiene como objetivo sulfatar el cobre soluble y homogeneizar la granulometría antes de ser depositado en las canchas de lixiviación.

Durante la etapa de **lixiviación** en pad dinámicos³ de 14 pilas en operación, regadas en 2 ciclos de 7 días cada uno con recirculación de soluciones, se estima una recuperación, para la mineralogía y ley promedio, de 63 % con consumos de ácido, que corresponde a 42 kg/ton de mineral.

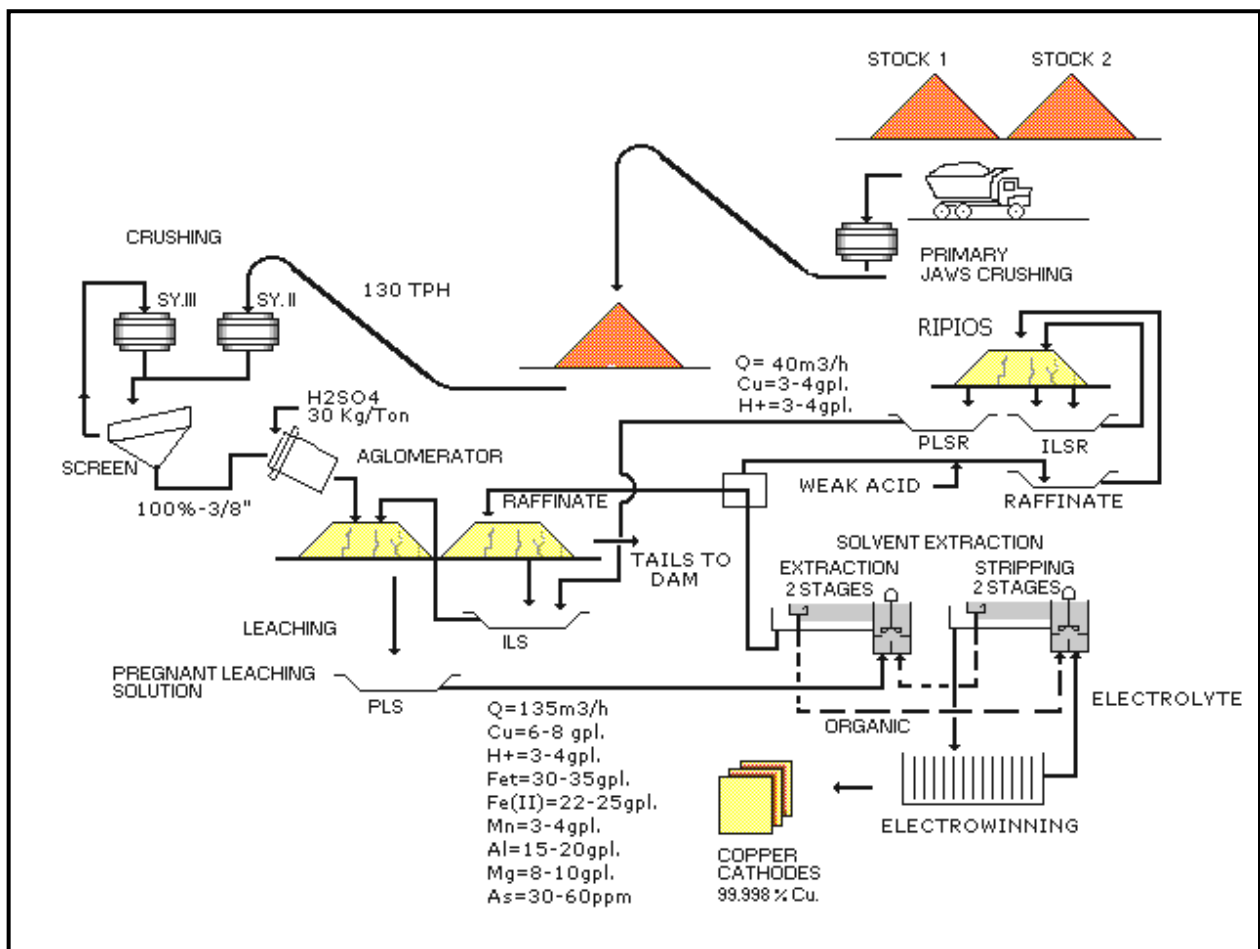
Una vez realizada la lixiviación, las pilas se dejan drenar y se retira el mineral ya lixiviado el cual es llevado a botadero. La solución generada de las pilas de lixiviación, rica en cobre, pasa a **extracción por solventes**, donde por contacto con un extractante del tipo aldoximas es posible concentrar el cobre en el electrolito.

El circuito de electrolito cuenta con etapas de filtración y calentamiento antes de pasar a Electro-obtención. Durante la **Electro-obtención** el cobre es depositado en

³ Zona en la que se lleva a efecto el proceso de lixiviación, conformado por relleno tipo y cubierto por membranas de HDPE(High Density PolyEthylen) que dan soporte y estabilidad al terreno, sobre el cual se montan las pilas de mineral que una vez cumplido el ciclo de lixiviación son reemplazadas por nuevas pilas

láminas de acero inoxidable, las cuales luego que alcanza el peso de 45-50 kg. son cosechadas y comercializadas tanto en mercado nacional como extranjero para ser llevadas a un producto de mayor valor agregado. La Fig. 1 resume el proceso esquemáticamente..

FIG 1. DESCRIPCIÓN ESQUEMÁTICA DE LA PLANTA DE CÁTODOS



4.2 DESCRIPCION GENERAL DE CADA ETAPA DEL PROCESO

4.2.1 CHANCADO

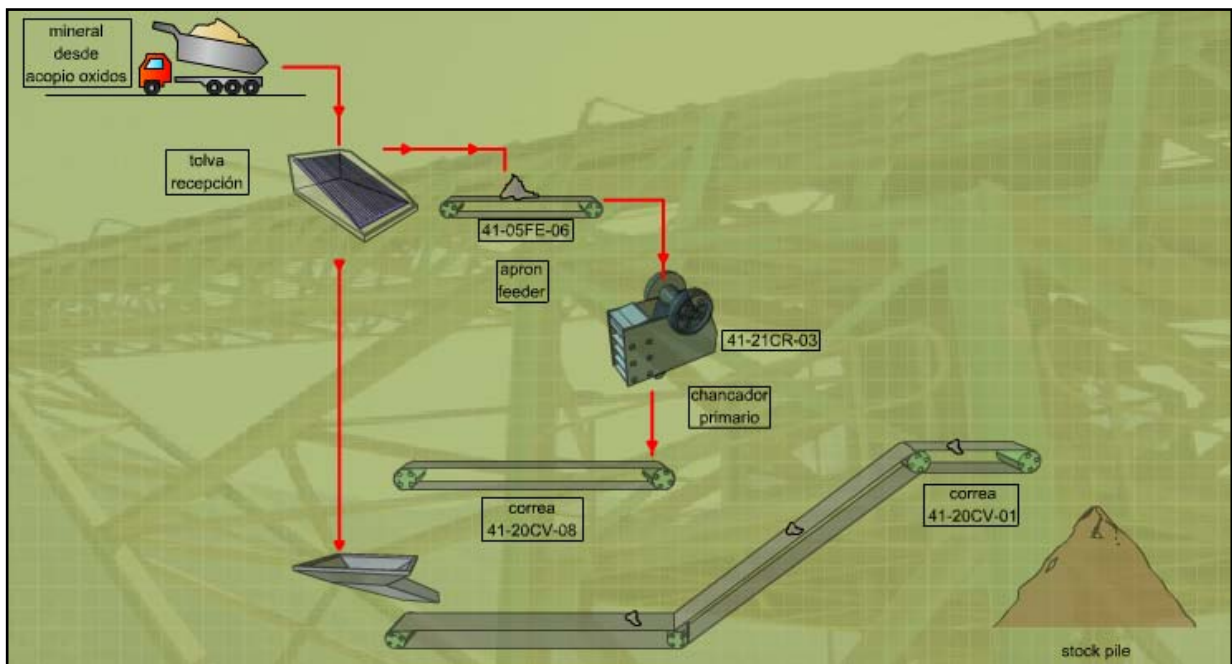
La alimentación a la planta de cátodos corresponde a mineral removido desde la cantera por estar bajo la ley de corte que se alimenta a la Planta de Sulfuros. A este mineral se le clasifica como mineral de cobre oxidado, que en general presenta leyes de cobre total del orden de 1.0^4 y una razón cobre soluble/cobre total mayor a 0,5. El mineral proveniente de la mina o de las pilas de acopio intermedio se descarga sobre una parrilla. El mineral fino que pasa por la parrilla, llega a una tolva acumuladora de 30 toneladas de capacidad, desde la cual el mineral pasa a un alimentador vibrador que lo alimenta a la correa transportadora CV-01 para descargarlo en el acopio intermedio.

El sobre tamaño de la parrilla cae a un alimentador de oruga que lo alimenta al chancador primario. La reducción de tamaño en esta etapa se realiza en un chancador de mandíbulas marca Nordberg C100B de 15 HP, que trabaja con aberturas de descarga en lado cerrado (css) entre 70 - 100 mm, entregando un producto 100% bajo 7" a capacidades medias de 150 tph. El producto chancado pasa a la correa CV-08 que lo alimenta también a la correa de descarga CV-01 y desde allí al acopio intermedio.

El acopio intermedio tiene una capacidad útil de alrededor de 9 toneladas de mineral, produciéndose en este cono una segregación natural de mineral grueso hacia la periferia y de mineral fino hacia el centro del cono. Por lo cual, se debe mantener el acopio intermedio con una capacidad útil de acuerdo a los requerimientos del proceso y evitar acumulaciones o déficit de mineral, porque desmejora la granulometría de alimentación al chancado secundario.

⁴ **Ley de cobre:** es el porcentaje de cobre que encierra una determinada muestra. Cuando se habla de una ley del 1% significa que en cada 100 kilogramos de roca mineralizada hay 1 kilogramo de cobre puro

FIG 2. DIAGRAMA CHANCADO PRIMARIO



El mineral grueso almacenado en el acopio intermedio, es enviado vía alimentadores de banda con velocidad variable a la correa CV-02 de alimentación a la segunda etapa de chancado. La alimentación a razón de 100-150 tph se controla con un pesómetro en la correa CV-02 y se regula controlando la velocidad de los alimentadores de banda.

El mineral alimentado desde el acopio intermedio pasa a través de una parrilla que separa el mineral fino bajo 1/2". El sobre tamaño pasa directamente a un chancador secundario de cono marca Nordberg 5 1/2 pies, cabeza estándar, cavidad media y potencia 300 HP. El producto del chancador secundario cae junto con la fracción fina de la parrilla en la correa CV-03 que alimenta a un harnero terciario de mineral chancado.

El sobre tamaño del harnero es transportado por la correa CV-04, previo traspaso desde la correa CV-09 al chancador terciario de cono marca Nordberg 5 1/2 pies, cabeza corta, cavidad media y potencia 300 HP. El producto del chancador terciario pasa a la correa CV-03 que alimenta al harnero de mineral chancado cerrando el circuito. La Fig.2 representa esta sección del proceso.

El bajo tamaño del harnero es el producto final de la línea de chancado, con una granulometría 100% bajo 1/2", que se transporta por medio de la correa CV-05 y almacena en tolva reguladora de mineral fino para ser posteriormente tratado con ácido y agua en la etapa siguiente de aglomeración.

4.2.2 AGLOMERACIÓN

El mineral mixto que trata la Planta de Cátodos de El Soldado, luego de someterse a las etapas de chancado primario, secundario y terciario pasa a la siguiente etapa del proceso de aglomeración y curado ácido.

El mineral es sometido a un proceso previo de aglomeración y curado ácido en tambor rotatorio antes de pasar al proceso de lixiviación. Se agrega ácido sulfúrico concentrado al 98% en peso y agua industrial, que permiten mejorar las características de percolación y cinética de la disolución del cobre.

El proceso de aglomeración determina sus parámetros óptimos por efecto de variables como el tamaño de partícula, dosificación de ácido, adición de agua y porcentaje de humedad. Se considera por lo general chancado a 100% bajo 1/2 " y dosis de ácido en el curado entre 10 - 40 Kg/Ton, según las características del mineral

en proceso.

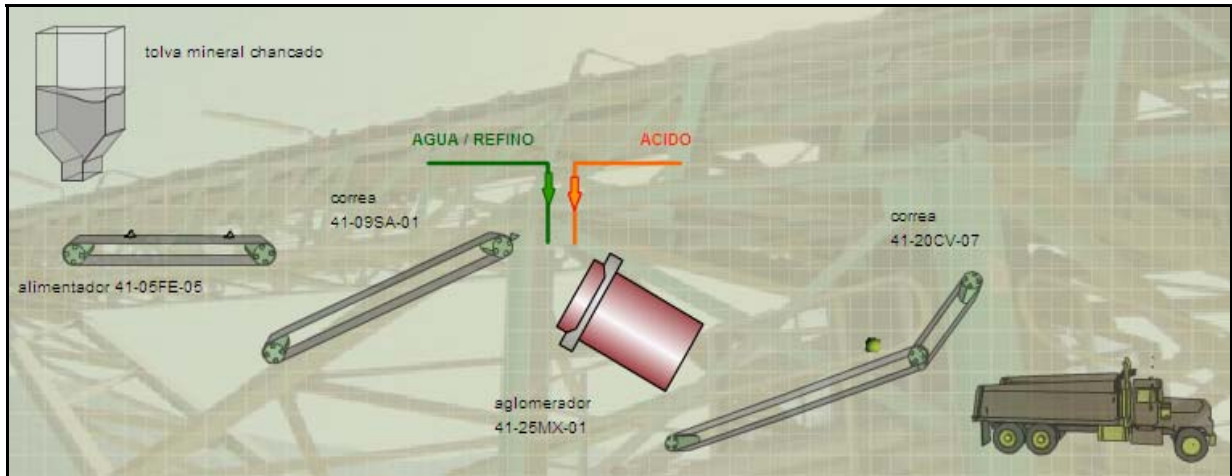
El mineral es acopiado en tolva de mineral, desde esta tolva pasa al alimentador de correa FE-05, el cual a una velocidad controlada descarga el mineral a la correa CV-06 la que lo alimenta al tambor aglomerador a través del chute.

La forma de controlar la alimentación al tambor se logra al actuar sobre el alimentador de correa, variando su velocidad y midiendo la carga con pesómetro integrado a la correa, el que registra instantáneamente y en forma acumulada el tonelaje de mineral alimentado. La referencia del controlador de tonelaje la fija el operador en sala de control o localmente un operador desde la cabina de operación de aglomeración.

Con el mineral se agrega al tambor agua industrial y ácido sulfúrico comercial de al menos 95% de pureza, mezclándose en el tambor, que gira a una velocidad de 8 RPM y con un ángulo de inclinación variable entre 3-6°.

La adición de ácido sulfúrico se regula automáticamente con el tonelaje de mineral alimentado al tambor, de acuerdo al registro instantáneo de carga del pesómetro y la actuación eléctrica que se enlaza con la válvula de control del flujo.. Lo que se observa en la Fig. 3

FIG 3. DIAGRAMA GENERAL AGLOMERACION



El aglomerado forma un núcleo particulado húmedo rodeado de partículas finas. El ácido sulfúrico reacciona sobre la partícula mineral transformando especies oxidadas en compuestos solubles para una disolución más rápida en la etapa de lixiviación.

El mineral aglomerado pasa desde el tambor aglomerador a la correa CV-07, que descarga a través de un chute a los camiones que lo transportan a las canchas de lixiviación donde reposa por al menos 24 horas antes de iniciar la lixiviación.

En la alimentación de mineral a la etapa de aglomeración y curado ácido desde la correa CV-06, se realiza en forma sistemática el muestreo del mineral, para su tratamiento en el laboratorio metalúrgico. Para cada pila formada, en el laboratorio se realiza la determinación de la humedad inicial del mineral, el análisis granulométrico para tamaños sobre 1/4" y finos bajo la malla 100 Tyler y el análisis químico por cobre total y cobre soluble. Eventualmente si se requiere se determina además el análisis químico por hierro total.

El aglomerado formado en el tambor aglomerador, se muestrea en la correa CV-07 para cada pila formada. La muestra representativa es enviada al laboratorio metalúrgico donde se le realiza test de sulfatación para determinar a través de análisis químico el contenido de cobre que se ha recuperado en esta etapa.

4.2.3 LIXIVIACIÓN

En la Fig. 4 se observa que el mineral chancado y aglomerado, es transportado en camiones hasta las canchas de lixiviación, donde con cargador frontal se carga para la formación de las pilas. La secuencia de formación de pilas es en aumento de la gradiente hacia la cota más elevada (3% de pendiente) de la cancha impermeabilizada con revestimiento de polietileno de alta densidad y protegida por capas de arena-ripió. Para asistir en la recuperación de las soluciones desde la base de las pilas en riego hacia la canal recolectora, se instalan en el piso de la cancha tuberías corrugadas de drenaje por lo general de 63 mm de diámetro, separadas 1 - 2 m entre sí, que se ubican en la misma dirección de la gradiente y a lo largo de la superficie cargada.

La superficie total de lixiviación esta distribuida en módulos o sectores. Contempla pilas a una determinada altura de 2.5 m. Como estrategia de riego se utiliza dos ciclos de riego de igual periodo cada uno, lo que conduce a disponer de 3 canaletas de recolección; colectora general, colectora de solución intermedia y colectora de solución rica.

El circuito de soluciones funciona en contracorriente con el mineral fresco, es decir el mineral agotado es regado con solución refino para generar solución intermedia y desde este se alimenta al mineral fresco generando solución rica que va a SX.

El primer ciclo de riego comprende la irrigación con solución intermedia y está orientada a la recuperación de las especies oxidadas de cobre para cumplir con los requerimientos de concentración de cobre y volumen de soluciones ricas en la alimentación al proceso de extracción por solventes. Se riega solución intermedia desde el pozo acumulador con una bomba en operación y una en reserva. Esta solución es enviada por una tubería matriz. Un medidor de flujos que está ubicado en la línea controla y totaliza el volumen de solución de riego, con un caudal que dependerá del número de pilas en este ciclo.

La dosificación de ácido a la solución de regado se realiza en la línea y se controla y totaliza a través de un medidor de flujos. El ácido sulfúrico es suministrado por una bomba desde el estanque de almacenamiento ubicado en el área de estanques.

La solución intermedia regada en el primer ciclo percola a través del mineral aglomerado para extraer el cobre y consumir ácido sulfúrico, pasando a la canal de recolección y enviada al pozo de solución rica, según el tiempo del ciclo y concentración de cobre que contenga.

La solución rica es posteriormente bombeada desde este pozo a la planta de extracción por solventes, mediante bomba que opera en forma continua y a un flujo constante igual o superior a 130 m³/h. Se dispone de otra bomba en reserva de similares características.

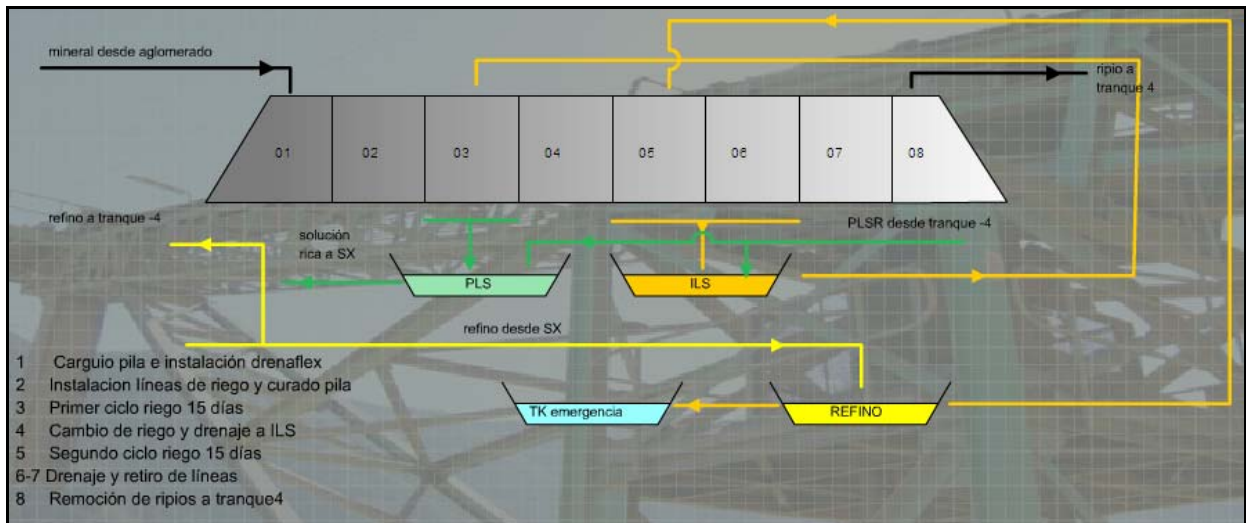
El segundo ciclo de riego comprende la irrigación con solución refino y percolación a solución intermedia. Esta orientada a la recuperación de especies oxidadas de cinética más lenta y a las especies sulfuradas lixiviables. Se bombea solución refino desde el pozo acumulador con una bomba en operación y otra en reserva. La solución es enviada por una tubería matriz. Un medidor de flujos que está ubicado en la línea, controla y totaliza el volumen de solución regada, con caudal que

dependerá de las pilas en riego. En pozo refino se agrega agua industrial para reponer pérdidas por evaporación. La solución refino regada a las pilas percola a través del lecho aumentando su concentración en cobre y consumiendo ácido sulfúrico, es conducida hasta la canal de recolección y luego enviada por tuberías hasta el pozo de almacenamiento de solución intermedia.

La solución lixivante se bombea a las pilas por una red de tuberías de polietileno de alta densidad desde pozos acumuladores de solución refino e intermedia, para proceder a la lixiviación del mineral aglomerado, empleando aspersores ubicados en la base superior de cada pila. Cada pila dispone de líneas de regadío con aspersores que generan gotas favorables para aplicación en zonas abiertas con viento, su alcance de regadío es variable y de acuerdo a las condiciones de operación de la planta.

Existen 4 pozos de acumulación de soluciones de proceso destinados a solución rica, solución intermedia, solución refino y pozo de emergencia. Los pozos excavados en terreno e impermeabilizados con polietileno de alta densidad, permite controlar todos los sobre flujos de almacenamiento en los pozos por exceso de aguas lluvias, desbalances en las soluciones o corte de energía, debido a la diferencia de cota entre sí, permitiendo traspasar flujos de soluciones por drenaje desde el pozo de solución rica al pozo de emergencia..

FIG 4. DIAGRAMA GENERAL LIXIVIACION



4.2.4 EXTRACCIÓN POR SOLVENTE

La extracción por solventes como se observa en la Fig 5, es un proceso utilizado para la separación de diferentes sustancias en soluciones hidrometalúrgicas por medio de un reactivo orgánico inmiscible con la solución acuosa. El proceso sirve para purificar soluciones y concentrar metales disueltos en un volumen de solución acuosa menor y recuperar el metal específico. Para el caso del tratamiento de minerales de cobre, su mayor aplicación es concentrar el cobre en una solución adecuada para electroobtención, libre de impurezas nocivas y que permita operar con mayores densidades de corrientes y obtener cátodos de alta calidad. Aplicada al cobre, es una operación que comprende dos etapas separadas:

- **Extracción** propiamente tal, en la cual una solución acuosa que contiene el cobre se contacta en contracorriente con una fase orgánica, ESCAID 103⁵ inmiscible en la fase acuosa. La fase orgánica contiene un reactivo que extraerá el cobre de la fase acuosa. El proceso de extracción está gobernado por las leyes de la química, aplicable a las reacciones involucradas y por los aspectos difusionales y operacionales de mezcla y separación de dos líquidos inmiscibles, de modo que facilite la transferencia del ión deseado desde la solución acuosa al solvente.
- **Reextracción** del cobre de esta fase orgánica por una solución acuosa fuertemente ácida. Esta solución reextrae el cobre incrementando su concentración y es utilizada como electrolito para la etapa de electroobtención. Esta etapa da como resultado la obtención de una solución acuosa de cobre más concentrada y la regeneración del reactivo orgánico que es posible utilizar nuevamente.

Una de las características importantes de la fase orgánica es que presenta bajas solubilidades para las impurezas presentes en lixiviación, de tal forma que el

⁵ ESCAID 103:solvente de minería, compuesto de hidrocarburos aromáticos del tipo destilados de petróleo, hidrotratados livianos, kerosene hidrodesulfurado y naftaleno, con densidad relativa de 0.812

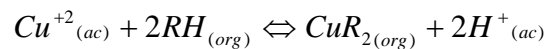
electrolito final tiene muy bajos niveles de concentración de sulfatos férricos y ferrosos, cloruros, sulfatos de aluminio, etc.

El ácido regenerado en la electroobtención retorna al circuito de reextracción para despojar de cobre la fase orgánica, transfiriéndolo a la fase acuosa, como electrolito cargado de menor acidez.

La solución refino retorna a lixiviación con baja concentración en cobre y mayor acidez, para aportar la fase acuosa de riego..

Reacciones involucradas:

Extracción:



Reextracción:

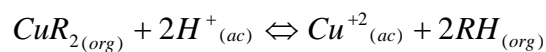
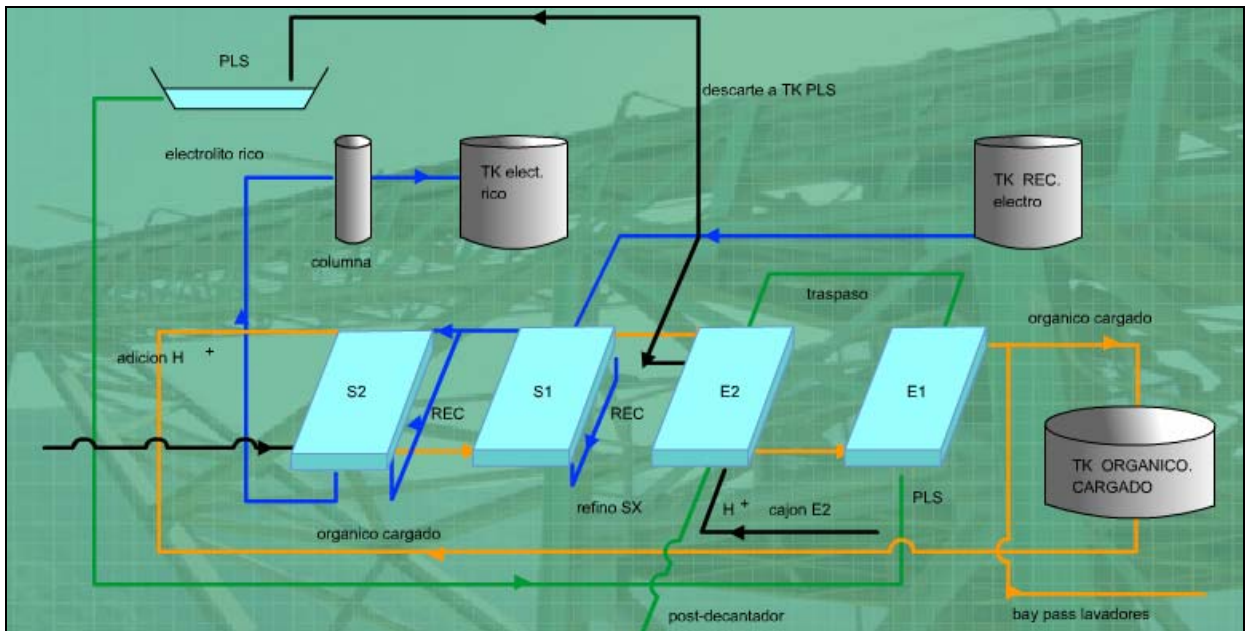


FIG 5. DIAGRAMA GENERAL EXTRACCION POR SOLVENTE



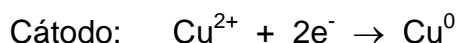
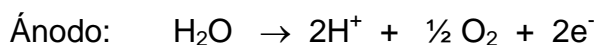
4.2.5 ELECTROOBTENCIÓN

La electroobtención de cobre es un proceso no espontáneo de carácter electrolítico. La celda electrolítica, se compone de una superficie catódica sobre la cual se deposita el cobre contenido en el electrolito y una anódica que debe ser inalterable para evitar su corrosión y contaminación. El cátodo inicial o placa madre es de acero inoxidable y el ánodo es de una composición de Pb-Sn-Ca.

El proceso de electroobtención puede estar regulado por una tensión o corriente, para el caso de la Planta se encuentra regulado por amperaje y la tensión es una consecuencia de aplicar una determinada corriente.

Voltaje de celdas

Para realizar la descomposición de la solución electrolítica mediante corriente eléctrica, es necesario aplicar sobre los electrodos una diferencia de potencial mayor que la diferencia de potencial termodinámico del proceso.



De la reacción global, se aprecia que los productos obtenidos son cobre elemental en el cátodo y oxígeno gaseoso acompañado de generación de ácido en el ánodo

La planta cuenta con una configuración de estanques de electrolito rico, filtrado y recirculación con sus respectivas bombas de operación y stand by para un flujo de electrolito de 60 m³/hr. Cuenta además con etapas de limpieza de electrolito tales como columna de flotación y dos filtros electrolitos.

Las celdas constan de 30 cátodos y 31 ánodos con un espaciamento de 95 mm entre cada electrodo. El flujo a cada celda es de 6 – 7 m³/hr, lo que equivale a un flujo de alimentación de 243 m³/hr para el circuito 1 y corresponde a 35 celdas con una cosecha de 1050 cátodos aproximadamente cada 7 días y 130 m³/hr para el circuito 2, con 20 celdas, con un total de 55 celdas y cosecha de 550 cátodos mensuales aproximadamente.

La temperatura de las celdas se mantiene en 45 °C como promedio, a través de un intercambiador de calor electrolito – electrolito.. Este proceso se resume en la Fig. 6.

La faena de cosecha, sigue la siguiente secuencia:

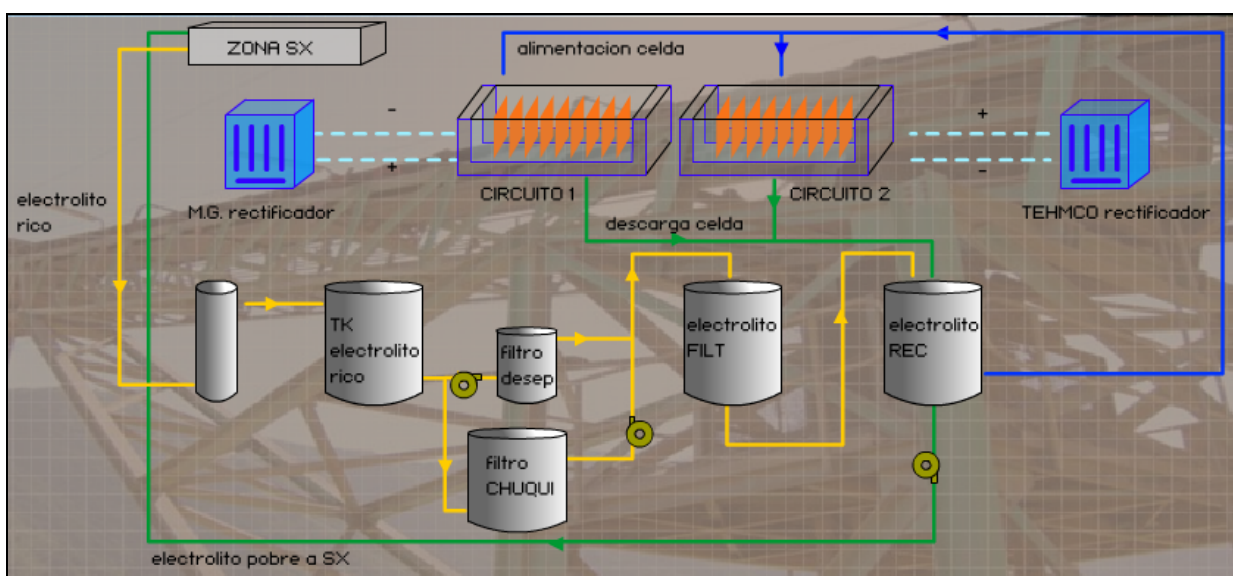
- Lavado
- Despegue
- Apilado
- Enzunchado
- Despacho de bodega

El lavado se realiza en primera instancia a mano con agua caliente a presión sobre el nivel de celdas para eliminar el electrolito de la cara rugosa, posteriormente ingresa a la cuba de lavado y al enjuague final, nuevamente con agua caliente a presión. El despegue se realiza en forma mecánica hasta formar paquetes de cátodos los que son pesados, enzunchados y despachados a la bodega de tránsito

Para minimizar los problemas de ventilación que presenta la nave, el edificio fue abierto a nivel de operación de las celdas de modo que por convección natural, la neblina ácida generada sea desplazada. Esto lleva realizar una aislamiento térmico de cañerías y celdas y aumentar el nivel de esferas antinebulizantes en éstas a por lo menos 3 o 4 capas, así como incorporar un sistema de calentamiento de electrolito basado en un intercambiador electrolito – agua caliente equivalente a 400 KW.

La variación en la concentración de cobre influye directamente sobre la calidad del depósito catódico. Bajo 30 [gpl] el depósito tiene un aspecto granular producto de la competencia de impurezas como azufre con oclusión de oxígeno.

FIG 6. DIAGRAMA GENERAL ELECTROOBTENCION



5 INVENTARIO DE EQUIPOS UTILIZADOS EN EL PROCESO.

Las características de los equipos se encuentran especificadas en el anexo A.3

5.1 CHANCADO.

Tolva de Recepción

Correa de alimentación de Banda (oruga) Apronfeeder

Chancador primario de mandíbulas Norberg

Alimentador Belt Feeder.

Chancador Secundario Symons 5 ½" estandar.

Chancador Secundario Symons 5 ½" short head.

Harnero de clasificación Svedala Faco

5.2 AGLOMERACIÓN.

Tambor aglomerador.

Pesómetro Ramsey

5.3 LIXIVIACIÓN

Piscinas

Cancha de lixiviación #1

Cancha de lixiviacion #2

Cancha de lixiviacion #3

Canaletas de recolección.

Bombas de ILS

Bombas de Refino
Sistemas de Riego.

5.4 EXTRACCIÓN POR SOLVENTES

Estanque Mezclador-Decantador E1
Estanque Mezclador-Decantador E2
Estanque Mezclador-Decantador S1
Estanque Mezclador-Decantador S1
Agitadores tipo Bomba Mezcladora
Agitadores tipo Turbina
Estanque Orgánico Cargado
Bomba Orgánico Cargado
Agitadores tipo Bombas Mezcladoras
Estanque Lavador #1

5.5 ELECTROOBTENCIÓN

Estanque de Electrolito Rico
Estanque de Electrolito Filtrado
Estanque de Electrolito Recirculado
Estanque de Diluyente (ESCAID)
Filtro Electrolito Di-Sep
Bombas Diluyente (ESCAID)
Puente Grúa
Filtro Chuquicamata
Bomba traspaso Electrolito Filtrado
Equipo Refrigeración MG

Bomba Electrolito Rico
Bomba Electrolito Pobre
Bomba Electrolito Filtrado
Bomba Alimentación Celdas 1, 2 y 3
Intercambiador de Calor
Celdas Electrolíticas
Unidad de Lavado
Rectificador Merlin Gerin
Retificador Temhco
Transformador Merlin Gerin
Transformador Tehmco
Tanque de Recirculación Agua Caliente
Bombas de Agua Caliente (Alta presión)
Grúa Horquilla
Caldera Agua Caliente
Cuba Agua de Lavado

6 DESCRIPCIÓN INSTALACIONES AUXILIARES

6.1 SISTEMA DE INFRAESTRUCTURA SERVICIOS

6.1.1 CAMINOS

El acceso normal a la Planta de Óxidos se encuentra dividido en acceso a planta de tratamiento minerales (Chancado, Aglomeración y Lixiviación) y acceso a Planta Química (Extracción por solventes y Electroobtención).

Se contempla el desvío de 3-17 m de camino hacia la mina, debido a que parte del camino existente queda cubierto por la plataforma para la nueva zona de pilas y la construcción de 135 m de camino desde la plataforma de las pilas de lixiviación existente a la plataforma de pilas nueva. Este camino es utilizado principalmente por los camiones que transportan mineral aglomerado a la cancha y ripios a botadero.

6.1.2 DRENAJES SUPERFICIALES

El sistema de drenajes superficiales consiste en cunetas, canaletas y cámaras que recorren toda la Planta, las cuales desaguan al canal diversivo que va por el lado sur de la variante del camino El Soldado. Dicho canal atraviesa el camino para luego desembocar en el Estero El Gallo.

La canalización y entubación del Estero Los Quilos, el cual también desagua en

el Estero El Gallo, forman parte del sistema de drenajes subterráneos. Aguas abajo del acopio de mineral grueso y pilas de acopio intermedio existe una zanja que capta las aguas que se infiltran a través del acopio, las que posteriormente son conducidas con una cañería enterrada hasta el Estanque de Emergencia.

6.1.3 DRENAJES SUBTERRÁNEOS

El sistema de drenajes subterráneos consiste en tubos de concreto perforados forrados con una membrana geotextil y cubiertos con material granular. Esta red se inicia en la zona de la tolva de grueso, pasa por la zona de pilas de acopio intermedio el stock-pile, área estanques, Electro-obtención, bajo la canaleta recolectora de solución en la pila de lixiviación y bajo los estanques de Solución Rica, Refino, Solución 1, intermedia y Emergencia. Todo este sistema llega a unos pozos de monitoreo al norte de la curva poniente de la variante del camino El Soldado, desde donde desagua al Estero El Gallo.

En dichos pozos y a través de bombas de pozo profundo se extraen muestras de las napas subterráneas cada cierto tiempo con el fin de detectar posibles filtraciones de soluciones ácidas o contaminantes que se produzcan.

6.1.4 SISTEMA DE ALCANTARILLADO

La red de alcantarillado de la Planta consiste en cañerías de PVC y cámaras, la cual se inicia en los baños de la Sala del Operador del aglomerador, para luego

extenderse al área de los Chancadores y luego pasar por el lado sur del área de estanques y Electroobtención desde donde sale el alcantarillado de los baños ubicados en el edificio eléctrico. Finalmente, esta red llega a la cámara sur oriente del Sector Los Porfiados.

6.1.5 SISTEMA DE LEVANTE

Para los sistemas de levante de la Planta, hay equipos destinados sólo para prestar servicios de mantenimiento, que son utilizados en forma muy poco frecuente, y otros equipos destinados a cumplir labores de operación y mantenimiento.

- La grúa horquilla de 2.5 tons. está destinada a cumplir labores de mantenimiento fuera de las de operación de manejo de cátodos en aquellos puntos donde tenga acceso y capacidad de levante dentro del área de extracción por solventes y Electro-obtención.

- El puente grúa de 4 tons. del edificio de Electro-obtención debe realizar tareas tanto de operación como de mantenimiento. Dentro de las tareas de operación está el traslado de cátodos permanentes en grupos de a 10 desde el estante de entrega de la estación de lavado hasta las celdas, el traslado de los cátodos cargados de cobre desde las celdas hasta la estación de lavado y el traslado del marco cortocircuitador. Todos los movimientos de traslado y levante son accionados eléctricamente y controlados por una botonera colgante.

- El puente grúa de 12 tons. del edificio de chancado presta servicios de mantenimiento principalmente para los chancadores, por lo tanto su trabajo es poco frecuente. Los mecanismos de levante y traslación son accionados por una botonera

colgante.

- El tecele monorriel de 2 tons. del edificio harnero, está destinado principalmente para la mantención del harnero vibratorio. El monorriel de E/ m. de longitud, tiene un acceso al exterior del edificio. Los mecanismos de levante y traslado del tecele tienen accionamiento eléctrico y son controlados por una botonera colgante.

6.1.6 SISTEMA DE ALMACENAMIENTO DE CÁTODOS

Una vez que los cátodos han sido lavados y despegados se depositan en unos marcos de acero cuya geometría permite que los cátodos sean enzunchados en paquetes de 30 y que la grúa horquilla los retire. La grúa horquilla traslada los cátodos desde la estación lavado hasta la romana y luego desde la romana hasta el patio de almacenamiento donde son depositados horizontalmente.

6.1.7 SISTEMA SUPRESOR DE POLVO

Este sistema está proyectado con la finalidad específica de detener la propagación de partículas de polvo, generadas en el triturador y transporte del mineral dentro del área de chancado, manteniéndose de esta forma un buen ambiente de trabajo. El sistema supresor de polvo consiste en una combinación aire-agua presurizados, que se proyectan a través de barras estratégicamente situadas y que por medio de boquillas de eyección crean una neblina seca que impide la propagación de polvo haciéndolo decantar en su origen.

6.2 SERVICIOS

6.2.1 DISTRIBUCIÓN AGUA

6.2.1.1 AGUA INDUSTRIAL

El agua industrial que abastece actualmente a la Planta de Óxidos, proviene de un estanque de agua fresca existente, localizado en las inmediaciones de la Planta de Molienda. Desde ahí, el agua es impulsada a través de dos bombas y por medio de una cañería de acero al carbono de diámetro de 4" hasta un estanque de suministro de 600 m³ de capacidad que se encuentra situado en el sector suroeste de acopio de minerales oxidados a cota 425 msnm. De esta forma la Planta de Óxidos dispone de una presión estática de aproximadamente 25 m columna de agua para sus consumos. El estanque mantiene dos niveles de operación, un nivel superior de uso normal para consumos de agua de proceso de 500 m³ y un nivel inferior de 100 m³ de exclusividad de abastecimiento de la red de incendio. Los puntos que se abastecen de agua industrial son:

Zona Lixiviación:

- Estanque de solución rica
- Estanque de refinó e ILS
- Zona Extracción Solventes
- Estanque reactor del sistema tratamiento de borras
- Estanque sólidos

- Estanque Acumulador de Borrás
- Zona Electro-obtención
- Estanque retención de agua caliente
- Sistema de retrolavado filtro electrólito
- Sistema recirculación electrólito
- Estanque preparación de aditivos

El Proyecto contempla la instalación de 2 unidades de bombeo booster para asegurar el suministro de agua a todos los puntos de la Planta. Los requerimientos de agua de filtro y coalescedor se abastecen directamente de la matriz, sin afectar por lo tanto el suministro general. Además dado que los requerimientos de agua generales han aumentado se ha considerado la instalación de una unidad de bombeo adicional desde el estanque de la planta de Molienda al estanque de cabeza de la planta de Óxidos.

6.2.1.2 AGUA CONTRA INCENDIO

El agua necesaria para abastecer las redes de espuma y agua contra incendio de la Planta de Óxidos, se encuentra almacenada y garantizada en el compartimiento inferior del estanque de agua industrial, con un volumen mínimo de 2 horas de duración en caso de un siniestro (100 m³ aproximadamente)

El Proyecto mantiene el sistema actual de red contra incendio, considerando solamente una extensión de cañerías al nuevo mezclador-sedimentador y coalescedor-lavador de extracción por solventes.

6.2.1.3 SISTEMA DE AGUA CALIENTE

Los consumos actuales de agua caliente en la Planta de Óxidos, corresponden a la estación de lavado de cátodos y el agua de servicio localizada dentro de la nave. El proyecto no contempla modificaciones al sistema.

6.3 DISTRIBUCIÓN DE AIRE

Actualmente la Planta de Óxidos tiene una central de generación de aire comprimido para abastecer el sistema supresor de polvo de la planta de chancado, y un sistema para abastecer la instrumentación de toda la planta, ambas utilizan compresores tipo tomillo rotativo de la misma presión pero de capacidades diferentes.

El compresor de chancado se utilizará además para abastecer las unidades de filtro y coalescedor en los períodos de limpieza.

6.4 DISTRIBUCIÓN DE ÁCIDO

Actualmente, la Planta de Óxidos recibe ácido sulfúrico a razón de 2.5 camiones al día, de Lunes a Viernes de 27 toneladas de capacidad. El ácido se almacena en un estanque de 100 m³ y abastece los siguientes consumos:

- Ácido a aglomeración
- Ácido a lixiviación
- Ácido a extracción por solventes, etapa de re-extracción

El Proyecto contempla la incorporación de un segundo estanque de ácido sulfúrico de la misma capacidad, conectado por vaso comunicante con el anterior. Además el proyecto contempla el cambio de bombas de impulsión tanto de aglomeración como de lixiviación.

6.5 DISTRIBUCIÓN DE REACTIVOS

Los reactivos de la Planta de Óxidos son básicamente :

- Extractante Orgánico Acorga
- Diluyente Escaid 103
- Guartec-Guarfloc
- Sulfato de Cobalto o Bentonita
- Nalcolite

El Proyecto mantiene la dosificación de los reactivos de acuerdo con los estándares de la Planta de Óxidos:

| | |
|-------------------------------|---------------------------|
| Reposición de extractante | 3.0 Kg / ton de cátodo |
| Reposición de Diluyente | 28.0 lt / ton de cátodo |
| Consumo Guartec-Guarfloc | 0.32 kg / ton de cátodo |
| Consumo de Sulfato de Cobalto | 1.5 kg/ton de cátodo |
| Consumo de Bentonita | 0.15 kg / ton de cátodo |
| Consumo de Nalcolite | 0.26 lts / ton de cátodo |
| Reposición de Drenaflex | 0.16 mts / ton de mineral |

Extractante: tiene por finalidad realizar la extracción de la cantidad de cobre en solución necesaria para la obtención de cobre metálico para su comercialización.

Diluyente: es el solvente orgánico en el cual se disuelve el extractante para llevar a cabo el proceso de extracción, y realizar la transferencia del ión metálico de interés de la fase acuosa a la fase orgánica.

Guartec-Guarfloc: se relaciona con la mejora de calidad del depósito catódico, disminuyendo los depósitos dendríticos.

Sulfato de cobalto: tiene por objeto proteger la superficie de los ánodos, aumentando su vida útil.

Drenaflex: tubería encargada de conducir la solución lixiviante hacia los aspersores que se ubican sobre la pila. O bien en el caso de pilas que no drenan de forma eficiente, se instalan bajo la pila, con el objeto de conducir los drenajes hacia un sector determinado para la recolección.

7 SUMINISTRO Y DISTRIBUCIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA

La S/E para el área de Chancado se alimenta mediante un cable subterráneo desde el conmutador (switchgear) de 12.5 KV: Este alimentador es de 3 conductores N°2 A WG, más un conductor desnudo de tierra con un largo aproximado de 200 m.

El transformador tiene una capacidad de 1500 KV A y es del tipo sumergido en aceite con estanque sellado y con cuatro tapas. En el primario se dispone de un desconectador bajo carga de 17.5 KV y 630 A. El secundario del transformador, 400 V; se conecta mediante cables a un centro de control de motores, CCM; ubicado en la sala eléctrica contigua.

El Proyecto amplía la sala eléctrica de chancado con la instalación de un CCM auxiliar para suministro a chancado primario y nuevas bombas de solución intermedia, bombas de ácido y sistema de alumbrado.

En la S/E Planta Principal se ubica un transformador con capacidad de 1000 KV A, también de tipo sumergido en aceite sellados con cuatro tapas. El secundario del transformador, 400 V; se conecta mediante cables a un centro de control de motores ubicado en la sala eléctrica contigua.

El transformador del rectificador se alimenta desde el switchgear(conmutador).

8 ASPECTOS AMBIENTALES DEL AREA DE INFLUENCIA

Este capítulo describe aquellos componentes ambientales que se verían afectados potencialmente, tanto por las actividades que contempla la etapa de cierre, como por el conjunto de instalaciones que quedarán como remanentes.

8.1 MEDIO FÍSICO

8.1.1 GEOLOGÍA

En el área de las instalaciones se encuentran rocas estratificadas correspondientes a rocas volcánicas y sedimentarias de edades comprendidas entre el Jurásico Inferior y el Cretácico Inferior, y están cubiertas por sedimentos fluviales y coluviales asignados al Cuaternario.

Las rocas de estas formaciones constituyen el sustrato rocoso y el macizo montañoso circundante de la cuenca de emplazamiento de las instalaciones. Ésta constituye una rinconada rellena por material detrítico, el cual tiene como origen principal los materiales depositados en las quebradas Los Coiles, Pico de Piedra e Infiernillo, así como el estero el Cobre.

8.1.1.1 ESTRUCTURAS

Dentro del área de emplazamiento del botadero El Sauce, hay desarrollo de fallas de dirección NS, N-NE, y NW, de carácter normal e inclinaciones subverticales; asociado a ellas hay un intenso fracturamiento. El sistema de fallamiento habría controlado la mineralización de cobre en los yacimientos de la zona, dado que los cuerpos mineralizados se presentan discordantes con la estratificación general de las rocas.

Toda la secuencia estratificada se encuentra además plegada con una inclinación homoclinal de las capas, orientadas con rumbo norte sur y buzantes en 30° a 40° al oriente.

8.1.1.2 SISMOLOGÍA

Dentro de los antecedentes del Proyecto, se efectuó un análisis de las características sismológicas generales, mediante la identificación de los principales sismos registrados en la zona central de país, dando como resultado, que el proyecto se sitúa en la Zona G (EIA Proyecto Deposito de Desmonte El sauce), de acuerdo a Barrientos (1980⁴).

En la Tabla 1 se presenta los Períodos de ocurrencia de sismos de magnitud mayor o igual a 5 dentro de la zona.

⁴ Barrientos, S., 1980, Regionalización sísmica de Chile. Memoria de Título, Depto. Geología, Universidad de Chile.

Tabla 1. PERÍODOS OCURRENCIA DE SISMOS DE MAGNITUD MAYOR O IGUAL A 5

| Rango de Magnitud | ZONA G: 27° 30' – 33° 30' Lat. S |
|--------------------------|---|
| 5.0 – 5.5 | 15 meses |
| 5.5 – 6.0 | 4,5 años |
| 6.0 – 6.5 | 17 años |
| 6.5 – 7.0 | 67 años |
| 7.0 – 7.5 | 286 años |
| 7.5 – 8.0 | 909 años |
| 8.0 – 8.5 | 3333 años |

Con respecto a los resultados, se observa que en la zona G existe una mayor frecuencia de actividad sísmica para eventos de magnitudes comprendidas entre 5 y 6,5. Además, resalta el prolongado período de ocurrencia de sismos de magnitud mayor a 6,5 (67 años en ambas zonas).

Según esto, se puede tener a lo más un sismo de magnitud mayor a 6,5 en un siglo. Sin embargo, la evidencia histórica señala que se han producido más de una docena de eventos de este tipo durante el presente siglo.

8.1.2 SUELOS

De acuerdo al Estudio de Impacto Ambiental (EIA) del Proyecto de Ampliación del Tranque de Relaves el Torito, los suelos correspondientes al área en estudio se clasifican en 5 tipos que son los siguientes:

1. Suelo aluvial de planicie de inundación o lecho mayor, relacionado con el Estero El Cobre.
2. Suelo esquelético o litosol, presente especialmente en los sectores de afloramientos rocosos con escaso desarrollo de suelo.
3. Suelo coluvial o de piedemonte, relacionado con el sector basal de las laderas montañosas en su unión con el fondo de la rinconada. En este sector abundan los escombros de falda y los depósitos de pie de talud.
4. Suelo de ladera montañosa que puede ser suficientemente potente en los sectores de bosque esclerófilo, y en particular en la parte oriental y sur-oriental de la rinconada.
5. Suelo de cono de deyección⁶, que corresponde al tipo de suelo de más amplia distribución en el sitio y ligado a las formas mayores que éste.

En general, la zona de emplazamiento del proyecto, se caracteriza por tener suelos principalmente de tipo VII, y en menor medida de tipo VIII. Estos suelos han sido producto de conos de deyección poco evolucionados, que no cuentan con un horizonte

⁶ Cono de Deyección: cono o abanico aluvial, es una forma de modelado fluvial que en planta se caracterizan por tener una silueta cónica o en abanico y una suave pendiente (entre 1 y 10 grados, dependiendo de la pendiente por la que se desliza). Este depósito de aluviones se generan al final de los valles torrenciales, en las zonas de pie de monte, donde la pendiente de las laderas enlaza con una zona llana

orgánico y que generalmente son muy pedregosos.

Los usos actuales del suelo en los sectores aledaños al Proyecto corresponden a actividades mineras, industriales y agrícolas. En tabla 2 se presentan en detalle dichos usos:

Tabla 2. USOS ACTUALES DEL SUELO EN LOS SECTORES ALEDAÑOS AL PROYECTO

| Usos actuales del suelo en los sectores aledaños al proyecto | |
|---|---|
| Minera | Mina El Soldado, la Mina Andacollo en la parte alta de la Quebrada Infiernillo, y la Mina Veta del Agua en la Quebrada El Sauce. Aguas abajo del Tranque El Torito, se localiza la Mina Navío de Cemento Melón (yacimiento de caliza). |
| Industrial | En el sector de Los Caleos, aguas abajo del Tranque El Torito, se identifica una actividad industrial de la empresas Sopraval. |
| Agrícola | Aguas abajo del Tranque El Torito, se desarrollan actividades agrícolas de la comunidad de Los Caleos. Los principales rubros agrícolas corresponden a frutales con 955,4 há (29,7%), hortalizas con 741 há (23,1%) y forrajeras con 633 há (19,7%). Respecto a la ganadería, del total de cabezas de ganado de la comuna (8.180), el 35,8% corresponde a caprinos (2.929), el 34,2% a bovinos (2.797), el 20,1% a equinos (1.646), el 8,5% a ovinos (698), el 1,1% a porcinos (94), y el 0,2% restante a camélidos (16). |

Fuente: EIA Proyecto de Ampliación del Tranque de Relaves el Torito.

8.1.3 CLIMA Y METEOROLOGÍA

El área de influencia inmediata del Proyecto, corresponde a un clima templado cálido con lluvias invernales en los meses de Mayo, Junio, Julio y Agosto, y caracterizado por tener un período seco prolongado que se mantiene durante 7 u 8 meses, comprendiendo las estaciones de primavera, verano y parte del otoño.

La cantidad de precipitaciones aumenta según la exposición del relieve y por consiguiente de acuerdo a su altura. Las precipitaciones anuales varían entre 250 y 400 mm. En general, en toda la Región las precipitaciones tienden a presentarse por períodos cortos de 24 a 48 horas, interrumpidos por breves períodos de calma; su intensidad es poco considerable, aún cuando pueden adquirir cierta torrencialidad.

Las temperaturas medias fluctúan alrededor de los 14 °C. Las temperaturas más bajas son en los meses de Mayo a Agosto con una media de 11,4 °C. Las temperaturas más altas ocurren en Enero con una media de 17,7 °C.

En general, se observa una gran heterogeneidad en las precipitaciones anuales del período, donde prácticamente el 40% de las precipitaciones se concentraron en el mes de Junio. En cuanto al patrón estacional de las precipitaciones, se observa que aproximadamente el 80% de las lluvias se concentra entre Mayo y Agosto, con un máximo en el mes de Julio.

Las variables meteorológicas de temperatura, precipitaciones y vientos se presentan en tabla 3:

Tabla 3. VARIABLES METEOROLÓGICAS

| Variables | | |
|-------------------------------|-------------------------|------------------------------|
| Temperaturas promedios | | |
| Media anual | | 14 °C |
| Máxima media (Enero) | | 17,7 °C |
| Mínima media (Mayo-Agosto) | | 11,4 °C |
| Precipitaciones | | Estación |
| Media anual | 439, mm (1986-2201) | Los Cobre |
| Media anual | 368 mm. (1951-1980) | Catopilco |
| Media mensual en 24 hrs. | 35 mm | .. |
| Máxima en 24 hrs. (Anual) | 86,4 mm (1997) | Catopilco |
| Vientos | Componentes | Característica |
| Período diurno (10-18 hrs.) | SSW y SW (valle arriba) | mayor velocidad o intensidad |
| Periodo nocturno (19-9 hrs.) | NNE y NE (valle abajo) | menor velocidad o intensidad |

Fuente: EIA Proyecto de Ampliación del Tranque de Relaves El Torito.

8.1.4 CALIDAD DEL AIRE

Las principales actividades que generan emisiones de material particulado en el área de influencia corresponden al tránsito de vehículos y maquinarias por caminos de tierra, y ocasionalmente erosión del muro del Tranque que es poco significativa debido a que el material se deposita húmedo en el muro y corresponde a la fracción gruesa de los relaves.

En cuanto a la ventilación del área, los ambientes de valles cordilleranos en general presentan gran ventilación debido a la circulación diaria de vientos valle-montaña y montaña-valle, característica que hace improbable la generación de condiciones de calma atmosférica con el consiguiente desarrollo de inversiones térmicas.

Por otro lado, los resultados de la campaña de medición de Material Particulado Respirable (MP-10) y de Partículas Totales en Suspensión (PTS) realizadas en distintos periodos y áreas del proyecto, fueron las siguientes:

- Realizada aguas abajo del tranque: revelan una buena calidad del aire en el sector, cuyos valores de concentración de MP- 10, no superan la normativa del D.S. 59/98 para el material particulado respirable, éstos se presentan en la Tabla 4

Tabla 4. CONCENTRACIONES DE PM-10 REGISTRADAS AGUAS ABAJO DEL TRANQUE EL TORITO

| Concentración de PM – 10 | Periodo |
|---|----------------------|
| <ul style="list-style-type: none"> - Promedio de 18 $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$. - Máximo de 27 $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$. - Mínimo de 10 $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$. | Julio – Agosto 2001. |

Fuente: EIA Proyecto de Ampliación Tranque de Relaves El Torito

- En la Estación Nogales: revela que no se sobrepasó en ninguna ocasión la norma establecida por el D.S. 59/98 para el material particulado respirable (PM-10), estando este en algunas ocasiones, cercano al valor 150 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ establecido por dicha norma. El comportamiento cíclico horario para 24 hrs de esta estación, indica que principalmente entre las 12 y 18 hrs se presentan los valores más altos; el comportamiento estacional indica un aumento de PM-10 durante los meses de otoño invierno.

Los valores registrados se encuentran en la Tabla 5 adjunta

Tabla 5. CONCENTRACIONES DE PM-10 REGISTRADAS EN LA ESTACIÓN LOS NOGALES

| Concentración de PM – 10 | Periodo |
|---|------------------------|
| Promedio de 104 µg/m ³ N. Máximo de 27 µg/m ³ N. | Mayo 1993 a Mayo 1994. |

Fuente: EIA Proyecto Depósito de Desmonte El Sauce

- La estación la caldera: registró concentraciones que variaron en el rango de 32 ug/m³N a 72 ug/m³N. Las que tampoco, sobrepasaron en ninguna ocasión la norma.

Los valores registrados se encuentran en la Tabla 6.

Tabla 6. CONCENTRACIONES DE PM-10 REGISTRADAS EN LA ESTACIÓN LA CALDERA

| Concentración de PM – 10 | Periodo |
|--|---------------------------------------|
| Mínimo de 32 µg/m ³ N. Máximo de 72 µg/m ³ N. | Septiembre 1996 a Septiembre 1997. |

Fuente: EIA Proyecto Depósito de Desmonte El Sauce

Con respecto a la concentración PTS registrada en la estación La Caldera, los rangos estuvieron entre 86 µg/m³N a 204 µg/m³N, que no sobrepasaron la norma

1215/78 de calidad del aire ($260 \mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$ medida en 24 horas). Dichos valores están en la Tabla 7

Tabla 7. CONCENTRACIONES DE PTS REGISTRADAS EN LA ESTACIÓN LA CALDERA

| Concentración de PTS | Periodo |
|--|------------------------|
| Mínimo de $86 \mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$. | 14 de septiembre 1996 |
| Máximo de $204 \mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$. | 14 de septiembre 1997. |

Fuente: EIA Proyecto Depósito de Desmonte El Sauce

- Respecto de la calidad del aire del área del Caquicito: se considera como una zona de “aire puro” con niveles muy bajos de partículas en suspensión y ausencia de gases.

Las mediciones se realizaron en el terreno junto al camino y en el sector habitado más próximo al yacimiento, a unos 8 km.

La calidad del aire en relación al material particulado respirable (MP-10), en 24 horas, tuvieron como resultados, los que se muestran en la Tabla 8

Tabla 8. CONCENTRACIONES DE PTS REGISTRADAS EN EL ÁREA DEL CAQUICITO

| Concentración de PM – 10 | Periodo |
|---|------------------------------|
| Mínimo de 5 µg/m ³ N. Máximo de 75 µg/m ³ N. | Agosto 1997 a Agosto 1998 |

Fuente: EIA Proyecto el Caquicito

En conjunto con las mediciones de MP-10 se efectuaron mediciones de Material Particulado Sedimentable (MPS). Los muestreos de MPS se realizaron en los mismos sectores de monitoreo de MP-10. La tasa media de depositación de polvo fue de 53 a 60 mg/m²/día.

8.1.5 HIDROLOGÍA

La escorrentía superficial de las subcuencas afluyente del área del proyecto, se genera dentro del período de lluvias (invierno principalmente), estando su magnitud directamente ligada a las precipitaciones. Los Esteros afluentes presentan un período largo de recesión, en el que a partir de la última lluvia, su caudal decrece hasta casi desaparecer hacia fines del período estival (EIA Proyecto de depósito de desmonte el Sauce).

El volumen anual de escorrentía en la subcuenca El Torito asciende a 0,87 millones de m³ para un año medio (lo que equivale a unos 28 l/s como promedio anual), y a 1,46 millones de m³ para un año húmedo (unos 46 l/s). En relación con la magnitud de las crecidas, las mayores se producen en el período de invierno, mientras que para

los períodos de primavera y verano, las precipitaciones generan crecidas de menor importancia, las que para un período de retorno de 100 años, llegarían a 86 mm en 24 horas (EIA Proyecto de Ampliación Tranque de Relaves El Torito).

El cauce El Sauce recibe los aportes de varias quebradas que tienen escurrimientos sólo en los meses de la temporada de lluvias (entre Mayo y Agosto), ya que todo el sistema tiene un régimen netamente pluvial. Las quebradas en general se caracterizan por presentar un lecho rocoso de escaso desarrollo y fuertes pendientes. A la vez, el estero El Sauce tiene los escurrimientos principales en los meses de Mayo a Agosto, produciéndose las crecidas generalmente en los meses de Junio y Julio, las cuales suelen ser de muy breve duración, pero de gran intensidad (EIA Proyecto de depósito de desmonte el Sauce).

La Quebrada Manantiales, tiene un régimen pluvial, de modo que los mayores caudales ocurren en los meses de invierno (abril a agosto), la precipitación media anual del área es de 368 mm. Esta cuenca hidrográfica tiene una orientación suroriente-norponiente y 1.750 m de longitud, su superficie de drenante es de 1,84 km², con una pendiente media del orden de 32%; y finalmente, los cauces sólo se activan durante eventos de lluvia.

8.1.6 HIDROGEOLOGÍA

El sistema hidrográfico del sector, lo compone una serie de cauces menores, que confluyen a la altura del poblado El Melón (o El Cobre), dando origen al estero del mismo nombre el que descargan sus aguas finalmente en el río Aconcagua a la altura de Artificio, frente a la ciudad de La Calera. El sistema lo conforman el estero La Javiera, que confluye desde el Oeste, los Esteros El Sauce y El Cobre – cuyo formativo de este último es la quebrada El Gallo - que confluyen desde el oriente y el estero El Carretón que lo hace desde el sur. Aguas abajo de la confluencia en El Melón, el cauce formativo discurre de norte a sur hasta su confluencia con el río Aconcagua (EIA Proyecto de Depósito de Desmonte el Sauce).

Dentro de los sistemas hídricos dentro del área del proyecto se deben destacar los siguientes:

8.1.6.1 *Estero El Cobre*

De la cuenca hidrográfica del río Aconcagua se ubica entre las nacientes del estero El Cobre y su confluencia con el estero El Litre, tributario del río Aconcagua, y abarca una superficie de 110 km². Constituye una depresión alargada en dirección este-oeste, de aproximadamente 10 km de largo por 1 km de ancho. La cuenca está limitada al norte y sur por secuencias estratificadas de lavas, rocas volcano-sedimentarias y sedimentarias del Jurásico a Cretácico Inferior, y está rellena con sedimentos no consolidados de edad Cuaternaria.

El área de mayor importancia hidrogeológica está constituida por acuíferos intergranulares desarrollados en depósitos de terraza aluvial del estero El Cobre y en

depósitos fluviales actuales. Las unidades con una importancia hidrogeológica media incluyen acuíferos intergranulares desarrollados en depósitos de abanicos aluviales antiguos de las quebradas principales y depósitos coluviales. La recarga proviene de precipitaciones y de flujos superficiales y subterráneos asociados a las quebradas tributarias del estero El Cobre. La descarga de la subcuenca a la cuenca del estero El Litre se produce en forma de escurrimiento subterráneo y de escorrentía superficial a la cuenca del estero El Litre, así como por evaporación. La escorrentía superficial se produce durante la temporada de lluvias, estando su magnitud directamente relacionada a las precipitaciones (EIA proyecto de ampliación tranque de relaves el Torito). La Tabla 9 muestra los datos de precipitación y evaporación superficial

Tabla 9. DATOS DE PRECIPITACIÓN Y EVAPORACIÓN SUPERFICIAL

| Precipitación y evaporación superficial en las estaciones Catapilco y El Cobre | | |
|---|-------|----------------------|
| Datos de precipitación | Anual | 280 mm (año seco). |
| | | 600 mm (año húmedo). |
| | Media | 400 mm (año normal). |
| Evaporación de superficie | | 1500 mm/año. |

Fuente: EIA Proyecto de Ampliación Tranque de Relaves El Torito.

8.1.6.2 Estero el Sauce

El cauce del estero se desarrolla sobre una topografía de fuerte pendiente, lo que permite un escurrimiento de tipo torrencial en sus 19,3 km de longitud, los cuales se desarrollan mayoritariamente encajonados entre cerros de mediana altura. El área de la cuenca drenante tiene una superficie de 39,8 Km².

El cauce no presenta una cantidad de material de arrastre apreciable, siendo característica la presencia de grandes bloques de roca que han sido depositados en el fondo de la quebrada por desprendimiento desde las formaciones rocosas de mayor pendiente que en algunos tramos presentan desfiladeros con paramentos casi verticales. Esta característica determina un escurrimiento caracterizado por fuertes quiebres de pendiente que dan paso a pequeñas cascadas y remansos en los cuales se forman pequeñas piscinas naturales.

En general el cauce se encuentra muy bien definido, incluso y tal como se ha mencionado, en gran parte de él, éste queda confinado por cortes verticales de gran altura esculpidos en la roca. También pero en menor cantidad, es posible distinguir algunos sectores ribereños más suaves correspondientes a pequeñas depresiones constituidas por escombreras de faldas de cerros y conos de deyección que se han extendido hasta el cauce del estero. En estas parte si bien es cierto se denotan riberas más bajas, ellas todavía presentan márgenes bastante bien delimitados (EIA Proyecto de depósito de desmonte el Sauce).

8.1.6.3 Quebrada Manantiales - Estero Carretón:

El área es un zona cubierta por roca del tipo dacíticas-traquíticas. Estas rocas presentan de moderado a fuerte fracturamiento que permite que parte del agua lluvia se infiltre escurriendo pendiente abajo. Sin embargo, la densidad de fracturamiento disminuye en profundidad.

Se estima que el mayor flujo superficial se produce en los primeros 15-20 m de profundidad. Debido a la alta pendiente del lugar, el drenaje escurre en forma relativamente rápida después de los eventos de lluvias, no alcanzándose a formar una napa freática.

Si bien la roca de la ladera donde se ubica el yacimiento presenta un significativo grado de fracturamiento, la alta pendiente del terreno favorece la escorrentía superficial, limitando las infiltraciones. En algunos sectores hay depósitos coluviales. En estos depósitos también puede ocurrir la infiltración de una parte de las precipitaciones, drenando en forma superficial hacia la Quebrada Manantiales, alcanzando los depósitos aluviales-aluvionales del fondo de la quebrada. Estos materiales compuestos por gravas limosas con arenas y bloques subangulosos, son permeables y tienen, por lo tanto, una capacidad relativamente alta para conducir agua en forma subterránea. Muestra de ello es la ausencia de flujo superficial en este sector de la quebrada debido a afloramientos. No obstante, debido a la pequeña envergadura de éstos depósitos cuaternarios no constituyen acuíferos de alto potencial productivo. El flujo subsuperficial aflora aproximadamente dos kilómetros más abajo en la Quebrada Manantiales, poco antes de confluir al Estero El Carretón(EIA Proyecto de depósito de desmonte el Sauce).

8.1.7 Calidad de las Aguas

La condición basal de la calidad de las aguas se estableció según los datos recopilados por el programa de monitoreo de las aguas superficiales y subterráneas que SUR ANDES que mantiene un extenso y prolongado programa de monitoreo de las aguas superficiales y subterráneas en el área de operaciones de El Soldado y sectores aledaños, lo cual permite establecer la condición basal de la calidad de las aguas en el área de interés.

Dentro del área de influencia del Proyecto, el programa incluye muestreos de agua superficial en los siguientes puntos relacionados con el Tranque El Torito:

- Estero El Cobre, bajo Confluencia.
- Estero El Cobre, después Tranque El Torito.

Estos puntos permiten conocer la calidad de las aguas superficiales aguas arriba del Tranque El Torito y aguas abajo de él.

Por su parte, para el área de influencia directa de las aguas subterráneas, éstas son monitoreadas en diversos pozos de control tanto aguas arriba como aguas abajo de la posición del Tranque El Torito (El programa de monitoreo se encuentra detallado en El Capítulo 5 y Anexo C del EIA Proyecto de Ampliación del Tranque de Relaves el Torito).

Los niveles de los diversos parámetros medidos mediante este programa de monitoreo, ha permitido establecer que se presentan cuatro parámetros de interés, cuyos niveles, en el área de influencia, son superiores a las normas de calidad de referencia (NCh 1333 y/o NCh 409), lo cual los sitúa como indicadores de la presencia/ausencia de aguas de relave en el entorno aguas abajo del tranque. Estos

parámetros son los siguientes:

- Cobre
- Manganeso
- Sulfatos (SO₄)

En síntesis, la condición natural de las aguas del área El Soldado muestra niveles relativamente altos de manganeso, cobre y molibdeno, asociados al tipo de mineralización imperante en la zona. La presencia de sulfatos, básicamente en las aguas subterráneas muestreadas en pozos ubicados cerca de los Tranques de Relave, señalan un efecto localizado de estas obras producto de infiltraciones. Este efecto es acotado en el espacio y tiempo, abarcando una determinada “área de influencia” junto a los Tranques, sin propagarse aguas abajo. Es importante destacar que dentro de esta área no existen usuarios ni captaciones de aguas subterráneas por parte de terceros.

Para el caso del monitoreo del Estero el Sause, los análisis fueron realizados de acuerdo al Standard Methods for Examination of Water and Wastewater (20th Edition, 1998) en el Laboratorio SGS Ecocare. Las extracciones se realizaron en los siguientes puntos:

| | |
|-----------------------|--|
| Punto (1) futuro : | Cauce del estero El Sauce, 50 m aguas arriba de futuro emplazamiento del depósito. |
| Punto (2) futuro : | Cauce del estero El Sauce, 150 m aguas debajo de emplazamiento del depósito. |

El sistema de monitoreo que se efectuó en el Estero en Sauce dio como resultados lo siguiente:

- Tanto aguas arriba como aguas abajo de lugar donde será emplazado el depósito, la calidad del agua es buena al compararla con los límites establecidos para agua de riego (NCh 1.333).
- En general los parámetros químicos no exceden el 50 % del límite máximo que estipula la norma, no obstante en ambos casos este porcentaje lo alcanza el elemento mercurio.
- El resto de los parámetros, a excepción de los fluoruros que alcanza un 47% en el punto 1 aguas arriba del futuro emplazamiento del depósito, no presenta más de un 25% del límite normado para riego.

Por otro lado, los resultados que se pueden apreciar que tanto las aguas de la Quebrada Manantiales como las aguas del Estero El Carretón (en los sectores muestreados), muestran que la calidad de las aguas cumplen con la calidad exigida para agua de riego, de acuerdo a la NCh 1.333/78. Se trata de aguas de pH neutro a levemente básico, prácticamente sin presencia de metales en solución.

La buena calidad del agua en la Quebrada Manantiales ratifica la neutralidad de los materiales existentes en el área del Caquicito, al no haber indicios de acidez ni contenido de metales en las aguas.

9 IDENTIFICACIÓN, VALORACIÓN Y CUANTIFICACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES

La identificación de los impactos potenciales resulta del análisis de la interrelación existente entre las acciones de las faenas que podrían causar algún impacto ambiental (fuente de emisión), los agentes contaminantes y los medios ambientales afectados. La valoración de los impactos se realiza evaluando la relevancia con que se manifiestan de acuerdo al tipo de faena estudiada. El grado de valoración del impacto ambiental corresponde a un análisis cualitativo y/o cuantitativo del conjunto de factores o agentes contaminantes sobre una componente ambiental específica

Las consecuencias de la actividad minera relacionadas con la contaminación del medio ambiente se asocian principalmente a plantas, por los impactos respectivos que ellas producen y que deben ser evitadas por las faenas mineras para minimizar el riesgo de impacto ambiental, se entregan en términos generales los potenciales impactos :

- Parcial infiltración de aguas del descarte con contenido de elementos tóxicos, en zonas con alta transmisividad hidráulica, como las correspondientes a plantas con sus lugares de descarte ubicados en los márgenes de algún río. Para el caso de la Lixiviación se hace más crítico por la acidez de las descargas y alto contenido de cobre, fierro y sulfatos.
- Potencial deslizamiento o rebalse de depósitos de relave deficientes y abandonados con riesgo para la población y las actividades agrícolas y ganaderas, especialmente aquellos construidos en la ladera de un río.

- Cambio permanente de la calidad del suelo, producto de los depósitos de relave, descargas descontroladas de productos tóxicos, basura, industrial y propias de las instalaciones permanentes requeridas en cada proceso.
- En la etapa de abandono de minas, potencial peligro a futuro para las personas y animales que transitan por zonas con piques o labores de explotación sin señalización ni protección. Este riesgo es difícil cuantificar, pero se estima de mayor relevancia en las minas más pequeñas y de menos recursos.
- Junto a las otras actividades de las respectivas zonas, contribuir a la presencia de material particulado y sólidos en suspensión en vías de tránsito por caminos no pavimentados, desmejorando la calidad de vida para los habitantes de los alrededores.
- Molestias y posible daño del sistema auditivo por emisión de ruidos molestos sobre las personas que viven en poblados ubicados cerca de las faenas.
- Impacto en la calidad de vida de las personas, trabajadores y a veces también sus familias, que viven en campamentos situados dentro del área industrial, cerca de las fuentes generadoras de polvo y ruido.
- Contaminación de suelos y cauces de agua por un manejo descuidado de las basuras industriales y domésticas y desechos orgánicos.

10 MEDIDAS DE PREVENCIÓN, MITIGACIÓN Y CONTROL GENERAL

De acuerdo a la estimación de consecuencias actuales y futuras, que se identifican como resultado de impactos contaminantes, se proponen las siguientes medidas en términos generales de prevención, mitigación y control:

- Construcción, reparación clausura de los tranques de relaves. Ubicarlos en lugares adecuados, fuera de las laderas de los ríos, localidades agrícolas no autorizadas y poblaciones urbanas. Impedir que los residuos sólidos y líquidos se descarguen a cauces de agua de cualquier uso.
- Construcción de drenes y sistemas de reciclaje de aguas, como forma de disminuir el consumo de agua fresca y la contaminación producto de filtraciones.
- Estudio para forestación de los tranques de mayor tamaño, una vez abandonados, para aumentar su estabilidad, controlar la erosión y mejorar el paisaje en zonas aptas para el desarrollo de la vegetación y las que estén en un lugar de inminente riesgo para la población.
- Protección con cubiertas de lona u otro material similar de las tolvas de camiones cargados, para evitar la emisión de polvo durante el transporte.
- Construcción de sistemas de supresión de polvo en chancadores, como por ejemplo humedecer el mineral o cerrar los recintos.

- Construcción de servicios higiénicos (excusado, lavatorios y duchas) en toda las faenas de acuerdo a la norma (Decreto 745, Ministerio de Salud).
- Construcción de recintos adecuados o sistemas para manejo de abastecimiento de materiales (especialmente reactivos y otros contaminantes) y basura industrial.

En el capítulo 12 se da mayor detalle del tipo de actividad, tiempo y costo de las tareas a desarrollar en cada área de la planta de cátodo y de cuáles son las actividades que aplican para el caso en particular de la planta.

11 ACTIVIDADES GENERALES ACTUALES AL CIERRE

Acciones y obras existentes de cierre que se encuentran contenidas en documentos legales para la aprobación ambiental de expansiones, nuevas instalaciones, obras y modificaciones, principalmente referidos a resoluciones de calificación ambiental emitidos por conama. Específicamente para las faenas desarrolladas en El Soldado se encuentran acciones comprometidas en:

11.1 RAJOS

- De ser posible la ocurrencia de derrumbes locales durante el abandono no comprometerán la estabilidad global de las paredes del rajo.
- Los accesos al rajo serán clausurados mediante el corte de caminos y/o levantamiento de bermas.
- Se instalarán señales y letreros de advertencia de peligro en sectores aledaños al rajo.
- No se contempla la forestación del rajo debido a las condiciones de alta pendiente, exposición de roca desnuda.

11.2 DEPÓSITOS DE ESTÉRIL

- Los dos botaderos quedarán como obras remanentes del proyecto.
- Las áreas de riesgo de derrumbe o fallas serán delimitadas cerrando sus accesos y señalizadas mediante letreros de advertencia de peligro.
- Los canales de contorno y los muros de pie quedarán habilitados y en condiciones de funcionamiento normal.
- La superficie de plataforma será perfilada en el sector aledaño al talud para evitar desprendimientos de roca debido a movimientos sísmicos.
- Para realizar el perfilamiento, se considera desplazar en forma controlada hacia el talud el material de borde de la plataforma, mediante maquinaria pesada dejando una superficie de talud pareja y con granulometría que pueda permitir el prendimiento natural de vegetación en el largo plazo.

11.3 DEPÓSITO DE RELAVES

- Se desmantelarán todas las instalaciones, tales como: oficinas, estación de ciclones, estanques, etc.
- Los residuos generados por el desmantelamiento de estas instalaciones serán clasificados; aquellos materiales reutilizables serán vendidos o reutilizados, mientras que los materiales de desecho serán retirados por terceros que estén

autorizados para su disposición final. Mientras tanto estos serán almacenados en el patio La Torre, patio dispuesto para esta operación

- Se protegerá el talud aguas abajo y coronará el muro de arenas, disponiendo una cubierta de 30 cm. de espesor como mínimo con material de estéril de la mina u otra alternativa.

- Se impermeabilizará el talud aguas arriba del muro, que contempla la disposición de una capa del material de filtro sobre el muro de 2 m de espesor (en horizontal), sobre este filtro una capa de arcilla o tierra común de 3 m de espesor y sobre la arcilla un relleno de rip-rap de 1 m de espesor (o una solución equivalente). En el contacto de la arcilla con los materiales gruesos, se considera la disposición de un geotextil u otra alternativa disponible.

- Al pie del talud de aguas abajo del muro se dispondrá un muro con material de empréstito, con un enrocado de protección en el talud de aguas abajo del muro.

- Se protegerá la ribera del estero El Cobre con material de enrocado, en los tramos donde la traza final del muro de arena se ubique a una distancia menor que 100 m de la ribera; protección que se extiende 350 m. considerando una altura de 2 m por sobre la terraza fluvial del Estero con enrocado de 1,2 m de diámetro promedio.

- Se instalará sobre el área de la cubeta una cubierta de material estéril de la mina, u otra alternativa que esté disponible.

- El vertedero de evacuación de crecidas estará constituido por un canal excavado en roca de 7 m de ancho y 2,5 m de profundidad mínima. Este canal se extenderá por una longitud de 600 m, con 150 m correspondientes a un rápido de descarga, al final del cual se ubicará una obra de disipación de energía constituida por

enrocado de gran tamaño y luego continuará a través de un canal de restitución al Estero El Cobre, el cual será excavado en tierra. La descarga de relaves por los costados y la cola del Tranque permitirá, además de impermeabilizar la laguna de aguas claras, confinarla en el sector de este vertedero para la fase de Abandono.

- Sellado de los ductos subterráneos correspondientes al vertedero de emergencia. El sellado del túnel considera un tapón de hormigón de 7,5 m de longitud y el pique será sellado a través de un relleno de hormigón en toda su longitud.
- Se reperfilarán todos los taludes que no presenten las condiciones de estabilidad apropiadas para el abandono.
- La mantención del sistema de recirculación de las aguas y la mantención del monitoreo de calidad de agua de los pozos aguas abajo del Tranque, continuará en operación durante dos a tres años después del término de operación del tranque. Una vez terminado el monitoreo, se debe monitorear con intervalos de plazos más determinados por una entidad externa.

11.4 EQUIPOS E INSTALACIONES

- Se desmantelarán todas las instalaciones y los equipos.
- Se clasificarán las tuberías e instalaciones para su reventa o disposición final.
- Las fundaciones de concreto de las estructuras serán removidas hasta el nivel del terreno y luego cubiertas con material o suelo del área.

11.5 INSTALACIONES AUXILIARES

- Se desmantelaran instalaciones auxiliares construidas o habilitadas en la etapa de operación, incluyendo sistemas de generación y distribución de energía eléctrica, estanques de almacenamiento de agua.
- Se clausurará el sistema de tratamiento de aguas servidas mediante la adición de cal y posterior relleno con tierra.
- Los residuos industriales serán enviados a las instalaciones de la mina El Soldado

11.6 CAMINOS PRINCIPALES

- Cierre de los caminos de acceso y bloqueo mediante portones y/o cercos.
- Instalación de señalizaciones de advertencia de acercamiento al área principalmente al rajo y a los botaderos

12 PLAN DE CIERRE PARA INSTALACIONES DE LA PLANTA DE CATODOS

Las actividades incluidas en el plan de cierre de la planta de cátodos, incluyen todos los procesos que en ella se desarrollan actualmente, y se deben considerar para la planificación de desmantelamiento, sólo las acciones que apliquen para esta sección, citadas previamente.

Área de oficinas, sala de control, casa de cambio, laboratorio, área de estanques, sala de calefactores eléctricos, sala de compresores, bodega de reactivos, área de almacenamiento de electrodos y extractantes, taller de mantención, área para almacenamiento de cátodos y otras instalaciones misceláneas.

Para efectuar un desmantelamiento apropiado de la planta de cátodos, se debe señalar que en las distintas áreas de operación, se considera el desmantelamiento de todas las instalaciones y retiro de todo material, mineral, bombas, cañerías, etc, fuera de la zona a ser desmantelada, para los casos en que aplique, se considera la clasificación del material retirado para venta, reutilización o desecho fuera de la planta. Para el caso de piscinas o pozos, se considera una limpieza, tratamiento de neutralización, sellado, demolición y/o relleno. Y para el caso de los edificios de oficinas se considera un desmantelamiento total sin demolición como medida previa a menos que se indique lo contrario en estudios posteriores.

Dentro de todas las medidas a ejecutar se debe hacer mención que el desmantelamiento de esta zona, no incluye en ningún momento una detención total de las otras áreas en funcionamiento de la minera, ya que corresponde a una aproximación del desmantelamiento parcial de la zona de óxidos.

12.1 AREAS INCLUIDAS EN DESMANTELAMIENTO

Todas las tareas incluidas en el plan desmantelamiento de la planta de Cátodos están asociadas a las siguientes áreas:

- Chancado
- Aglomeración
- Lixiviación
- Extracción Por Solventes
- Electroobtención
- Galpón Almacenamiento
- Terrenos
- Piscinas De Emergencia
- Edificios, Oficinas Y Bodegas

La estrategia propuesta para el desmantelamiento parcial, considera realizar todas las tareas de cada área incurriendo en el menor tiempo posible de desarrollo. Los requerimientos de mantención post-cierre se verán afectados por los resultados de los monitoreos a los que se debe someter la zona a cierre parcial.

Hacer que todas las áreas sujetas al plan de cierre sean seguras para las personas y animales

Proveer estabilidad física y química a las áreas cerradas, de manera sustentable

Manejo de aguas superficiales: evitar que el cierre de faenas pueda generar impactos adversos en cuerpos de agua cercanos. Proteger la calidad del agua para el

uso más probable, a menos que las condiciones de línea base presenten una calidad menor.

Aguas subterráneas: evitar que el cierre de faenas pueda generar impactos significativos en acuíferos adyacentes. Asegurar la calidad de agua para irrigación, a menos que las condiciones de línea base presenten una calidad menor.

Emisiones de polvo debido al viento: controlar las emisiones de polvo desde áreas expuestas cubriendo con material estéril o suelo, regando u otros medios, hasta que la revegetación natural tome lugar, asegurando que la calidad del aire en los límites de la propiedad cumplan con las normas aplicables.

12.2 CONDICIONES DEL SUELO

Donde sea posible, se debe considerar que el uso de los suelos, tenga auto sustentabilidad aceptable, tomando en cuenta los usos previos y usos futuros razonables.

No será requerido un uso definido del suelo en las instalaciones que permanecerán luego del cierre, pero deberán ser implementados controles ambientales que aseguren que los impactos ambientales post-cierre estén dentro de lo proyectado.

En forma específica, las tareas que deben aplicarse para el desmantelamiento de Plantas, edificios e instalaciones auxiliares, se extraen del anexo; TABLA A7 MEDIDAS MINIMAS PLAN DE CIERRE, según:

A. Por contaminación:

- Evaluar el desmantelamiento de la planta y aquella parte de las fundaciones que sobresalen la superficie del suelo y que no es posible tapar con material estéril o que afecten el paisaje.
- Descontaminación del suelo que ocupa la planta de molienda, procesos, piscinas, otros..
- Descontaminación y sellado o retiro de cañerías, mineroductos, ácido-ductos, otros..

Para estanques de reactivos instalados en superficie

- Vaciado y limpieza interior de los estanques..
- Desmantelamiento.

Para estanques de reactivos enterrados

- Vaciado y limpieza interior de los estanques.
- Desenterramiento o sellado y enterramiento definitivo o retiro de aquellos estanques que puedan poner en riesgo la seguridad de personas o instalaciones que se puedan construir sobre ellos.

- Efectuar medidas específicas para el cierre de sitios de disposición de residuos industriales y domésticos (sólidos o líquidos)..
- Establecer el periodo en que se mantendrán las instalaciones asociadas al monitoreo de un componente ambiental y el retiro de dichos componentes al final de su vida útil..

B. Degradación del paisaje y efectos en los recursos culturales:

- Evaluar el uso alternativo de las instalaciones, de lo contrario se propone el desmantelamiento de todas las construcciones, galpones, oficinas, etc.
- Retiro de todos los escombros, repuestos, mangueras, cañerías, etc..
- Desmantelamiento y retiro de todos los equipos eléctricos, postes y cableados que no son de uso público o no tenga uso posterior..
- Readecuar la topografía del área, de manera acorde con el entorno.
- Revegetar con especies nativas, en caso que sea técnicamente posible y justificado ambientalmente..
- Diagnóstico del estado en que se encuentran los sitios arqueológicos y/o culturales, detectados en la correspondiente evaluación ambiental, e indicación del estado final en que se encontrarán al momento del cierre.

C. Accidentes de personas:

- Desmantelamiento de todos los equipos fijos instalados en faena..
- Retiro de todos los escombros, repuestos, mangueras, cañerías, etc..
- Retiro de todos los equipos móviles.
- Desenergización total del sistema eléctrico instalado..
- Desmantelamiento y retiro de todos los equipos eléctricos, postes y cableados que no son de uso público o no tenga uso posterior.

Todos los procedimientos mencionados han sido incorporados en el cálculo del tiempo y costo del desmantelamiento, exceptuando los monitoreos post cierre,

13.1 DESCRIPCION DE DESMANTELAMIENTO POR SECTORES

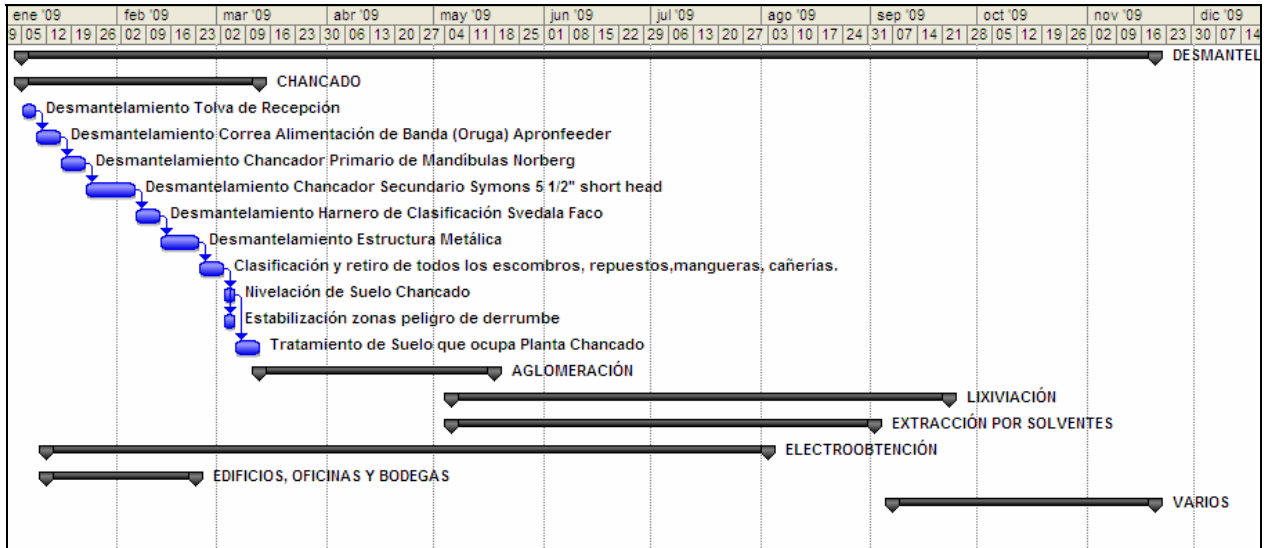
En las siguientes tablas resumen, se indican las actividades a desarrollar en cada sector de la planta de cátodos y los costos asociados a ella, según las tarifas, tanto para la maquinaria utilizada como para los trabajadores, así como el periodo de tiempo que tomará el efectuar el desmantelamiento, debe hacerse notar, que el periodo de tiempo estimado considera sólo días hábiles, mientras que los costos se detallan en US \$

13.1.1 CHANCADO

Tabla 10. TAREAS ASOCIADAS AL DESMANTELAMIENTO DE LA ZONA CHANCADO

| CHANCADO | DURACION | US \$ |
|--|----------|----------------|
| | | 49 días |
| Desmantelamiento Tolva de Recepción | 4 días | 4.779,72 |
| Desmantelamiento Correa Alimentación de Banda (Oruga) Apronfeeder | 5 días | 4.295,25 |
| Desmantelamiento Chancador Primario de Mandíbulas Norberg | 5 días | 4.622,94 |
| Desmantelamiento Chancador Secundario Symons 5 1/2" short head | 10 días | 10.956,60 |
| Desmantelamiento Harnero de Clasificación Svedala Faco | 5 días | 3.978,00 |
| Desmantelamiento Estructura Metálica | 7 días | 7.102,62 |
| Clasificación y retiro de todos los escombros, repuestos, mangueras, cañerías. | 5 días | 2.216,70 |
| Nivelación de Suelo Chancado | 3 días | 5.139,72 |
| Estabilización zonas peligro de derrumbe | 3 días | 3.630,42 |
| Tratamiento de Suelo que ocupa Planta Chancado | 5 días | 4.446,45 |

GANTT DESMANTELAMIENTO: CHANCADO

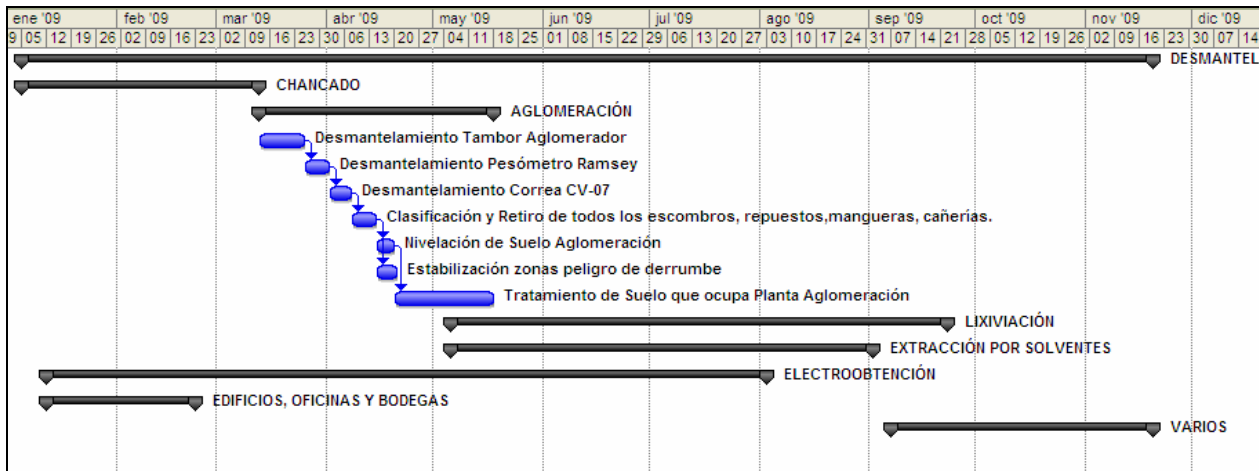


13.1.2 AGLOMERACION

Tabla 11. TAREAS ASOCIADAS AL DESMANTELAMIENTO DE LA ZONA AGLOMERACION

| AGLOMERACIÓN | DURACION | US \$ |
|--|----------|----------------|
| | | 46 días |
| Desmantelamiento Tambor Aglomerador | 9 días | 11.888,89 |
| Desmantelamiento Pesómetro Ramsey | 5 días | 3.681,64 |
| Desmantelamiento Correa CV-07 | 4 días | 3.837,60 |
| Clasificación y Retiro de todos los escombros, repuestos, mangueras, cañerías. | 5 días | 5.002,71 |
| Nivelación de Suelo Aglomeración | 3 días | 5.139,72 |
| Estabilización zonas peligro de derrumbe | 4 días | 6.175,87 |
| Tratamiento de Suelo que ocupa Planta Aglomeración | 20 días | 19.452,60 |

GANTT DESMANTELAMIENTO: AGLOMERACION

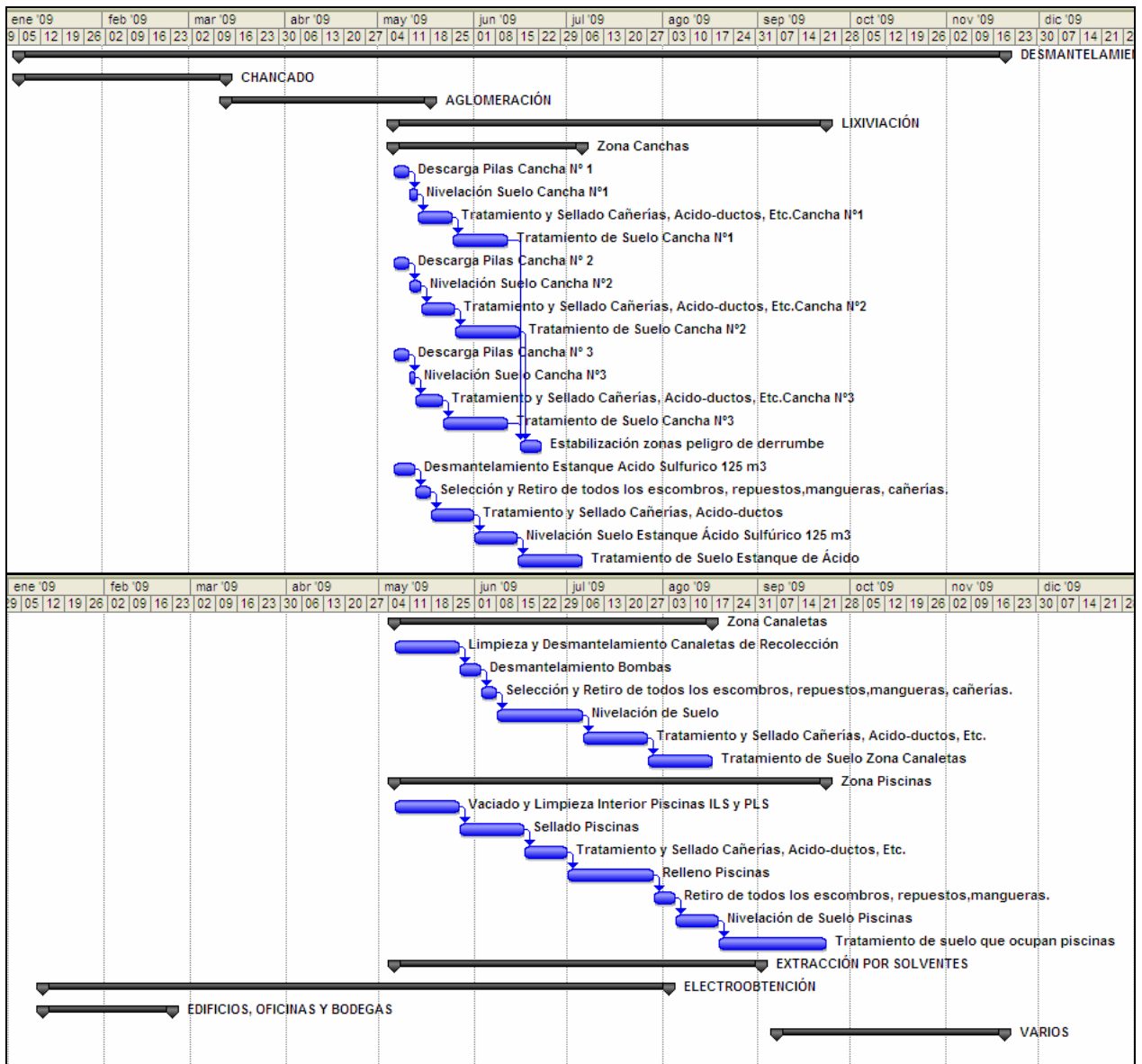


13.1.3 LIXIVIACION

Tabla 12. TAREAS ASOCIADAS AL DESMANTELAMIENTO DE LA ZONA LIXIVIACION

| LIXIVIACIÓN | DURACION | US \$ |
|---|-----------------|-------------------|
| | | 100 días |
| Zona Canchas | 43 días | 164.488,21 |
| Descarga Pilas Cancha N° 1 | 3 días | 3.904,74 |
| Nivelación Suelo Cancha N°1 | 3 días | 5.953,77 |
| Tratamiento y Sellado Cañerías, Acido-ductos, Etc.Cancha N°1 | 7 días | 3.103,38 |
| Tratamiento de Suelo Cancha N°1 | 14 días | 18.036,51 |
| Descarga Pilas Cancha N° 2 | 3 días | 3.904,74 |
| Nivelación Suelo Cancha N°2 | 4 días | 7.938,36 |
| Tratamiento y Sellado Cañerías, Acido-ductos, Etc.Cancha N°2 | 7 días | 2.327,54 |
| Tratamiento de Suelo Cancha N°2 | 15 días | 29.231,55 |
| Descarga Pilas Cancha N° 3 | 3 días | 3.904,74 |
| Nivelación Suelo Cancha N°3 | 2 días | 2.911,92 |
| Tratamiento y Sellado Cañerías, Acido-ductos, Etc.Cancha N°3 | 7 días | 3.103,38 |
| Tratamiento de Suelo Cancha N°3 | 15 días | 34.371,00 |
| Estabilización zonas peligro de derrumbe | 5 días | 7.184,70 |
| Desmantelamiento Estanque Acido Sulfurico 125 m3 | 5 días | 4.797,00 |
| Selección y Retiro de todos los escombros, repuestos,mangueras, cañerías. | 3 días | 2.469,69 |
| Tratamiento y Sellado Cañerías, Acido-ductos | 10 días | 1.432,80 |
| Nivelación Suelo Estanque Ácido Sulfúrico 125 m3 | 10 días | 19.206,90 |
| Tratamiento de Suelo Estanque de Ácido | 15 días | 10.705,50 |
| Zona Canaletas | 73 días | 73.064,70 |
| Limpieza y Desmantelamiento Canaletas de Recolección | 15 días | 6.895,80 |
| Desmantelamiento Bombas | 5 días | 537,30 |
| Selección y Retiro de todos los escombros, repuestos,mangueras, cañerías. | 3 días | 1.571,40 |
| Nivelación de Suelo | 20 días | 32.540,40 |
| Tratamiento y Sellado Cañerías, Acido-ductos, Etc. | 15 días | 2.149,20 |
| Tratamiento de Suelo Zona Canaletas | 15 días | 29.370,60 |
| Zona Piscinas | 100 días | 104.179,95 |
| Vaciado y Limpieza Interior Piscinas ILS y PLS | 15 días | 10.181,70 |
| Sellado Piscinas | 15 días | 2.686,50 |
| Tratamiento y Sellado Cañerías, Acido-ductos, Etc. | 10 días | 1.791,00 |
| Relleno Piscinas | 20 días | 26.748,00 |
| Retiro de todos los escombros, repuestos,mangueras. | 5 días | 3.978,00 |
| Nivelación de Suelo Piscinas | 10 días | 19.129,50 |
| Tratamiento de suelo que ocupan piscinas | 25 días | 39.665,25 |

GANTT DESMANTELAMIENTO: LIXIVIACION



13.1.4 EXTRACCION POR SOLVENTE

Tabla 13. TAREAS ASOCIADAS AL DESMANTELAMIENTO ZONA EXTRACCION POR SOLVENTE

| EXTRACCIÓN POR SOLVENTES | DURACION | US \$ |
|--|----------------|-------------------|
| | 85 días | 161.984,79 |
| Vaciado y Limpieza Interior Estanque E1 | 15 días | 1.611,90 |
| Desmantelamiento Estanque Mezclador-Decantador E1 | 20 días | 2.149,20 |
| Desmantelamiento Bombas E1 | 3 días | 997,52 |
| Vaciado y Limpieza Interior Estanque E2 | 15 días | 1.611,90 |
| Desmantelamiento Estanque Mezclador-Decantador E2 | 20 días | 2.149,20 |
| Desmantelamiento Bombas E2 | 3 días | 997,52 |
| Vaciado y Limpieza Interior Estanque S1 | 15 días | 1.611,90 |
| Desmantelamiento Estanque Mezclador-Decantador S1 | 15 días | 1.611,90 |
| Desmantelamiento Bombas S1 | 3 días | 997,52 |
| Vaciado y Limpieza Interior Estanque S2 | 15 días | 1.611,90 |
| Desmantelamiento Estanque Mezclador-Decantador S2 | 20 días | 2.149,20 |
| Desmantelamiento Bombas S2 | 3 días | 997,52 |
| Selección y Retiro de todos los escombros, repuestos,mangueras, cañerías | 30 días | 44.757,90 |
| Desmantelamiento Estanque Orgánico Cargado | 5 días | 4.935,15 |
| Desmantelamiento Bombas Estanque Orgánico Cargado | 3 días | 2.853,63 |
| Selección y Retiro de todos los escombros, repuestos,mangueras, cañerías Estanque Or | 5 días | 4.935,15 |
| Desmantelamiento Estanque Lavador | 6 días | 5.707,26 |
| Desmantelamiento Bombas Estanque Lavador | 3 días | 2.853,63 |
| Selección y Retiro de todos los escombros, repuestos,mangueras, cañerías Estanque La | 15 días | 14.268,15 |
| Demolición de fundaciones estanques y retiro de escombros | 3 días | 5.260,14 |
| Nivelación Suelo zona estanques | 7 días | 15.091,02 |
| Estabilización zonas peligro de derrumbe | 20 días | 42.825,60 |

GANTT DESMANTELAMIENTO: EXTRACCION POR SOLVENTES

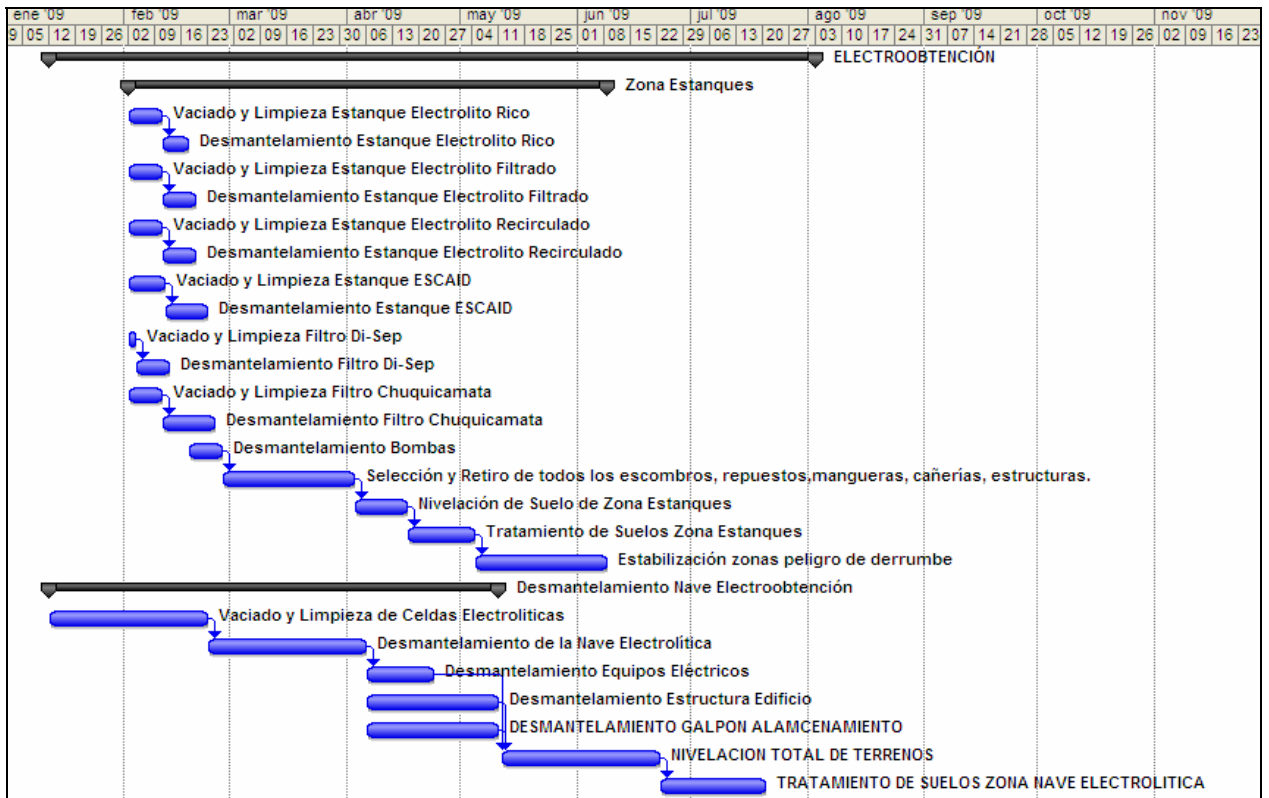


13.1.5 ELECTROOBTENCION

Tabla 14. TAREAS ASOCIADAS AL DESMANTELAMIENTO ZONA ELECTROOBTENCION

| ELECTROOBTENCIÓN | DURACION | US \$ |
|---|-----------------|-------------------|
| | 145 días | 265.997,37 |
| <i>Zona Estanques</i> | 91 días | 151144,93 |
| Vaciado y Limpieza Estanque Electrolito Rico | 7 días | 716,40 |
| Desmantelamiento Estanque Electrolito Rico | 5 días | 600,81 |
| Vaciado y Limpieza Estanque Electrolito Filtrado | 7 días | 716,40 |
| Desmantelamiento Estanque Electrolito Filtrado | 7 días | 3.354,12 |
| Vaciado y Limpieza Estanque Electrolito Recirculado | 7 días | 1.074,60 |
| Desmantelamiento Estanque Electrolito Recirculado | 7 días | 5.819,94 |
| Vaciado y Limpieza Estanque ESCAID | 8 días | 859,68 |
| Desmantelamiento Estanque ESCAID | 7 días | 10.352,35 |
| Vaciado y Limpieza Filtro Di-Sep | 2 días | 815,04 |
| Desmantelamiento Filtro Di-Sep | 7 días | 2.716,80 |
| Vaciado y Limpieza Filtro Chuquicamata | 7 días | 501,48 |
| Desmantelamiento Filtro Chuquicamata | 10 días | 3.803,52 |
| Desmantelamiento Bombas | 7 días | 752,22 |
| Selección y Retiro de todos los escombros, repuestos, mangueras, cañerías, estructuras. | 25 días | 42.084,00 |
| Nivelación de Suelo de Zona Estanques | 10 días | 21.558,60 |
| Estabilización zonas peligro de derrumbe | 12 días | 18.010,08 |
| Tratamiento de Suelos Zona Estanques | 25 días | 39.442,50 |
| <i>Desmantelamiento Nave Electroobtención</i> | 85 días | 114.852,44 |
| Vaciado y Limpieza de Celdas Electrolíticas | 30 días | 3.223,80 |
| Desmantelamiento de la Nave Electrolítica | 30 días | 6.442,50 |
| Desmantelamiento Equipos Eléctricos | 14 días | 1.954,34 |
| Desmantelamiento Estructura Edificio | 25 días | 4.477,50 |
| DESMANTELAMIENTO GALPON ALAMCENAMIENTO | 25 días | 3.582,00 |
| NIVELACION TOTAL DE TERRENOS | 30 días | 74.733,30 |
| TRATAMIENTO DE SUELOS ZONA NAVE ELECTROLITICA | 30 días | 20.439,00 |

GANTT DESMANTELAMIENTO: ELECTROOBTENCION

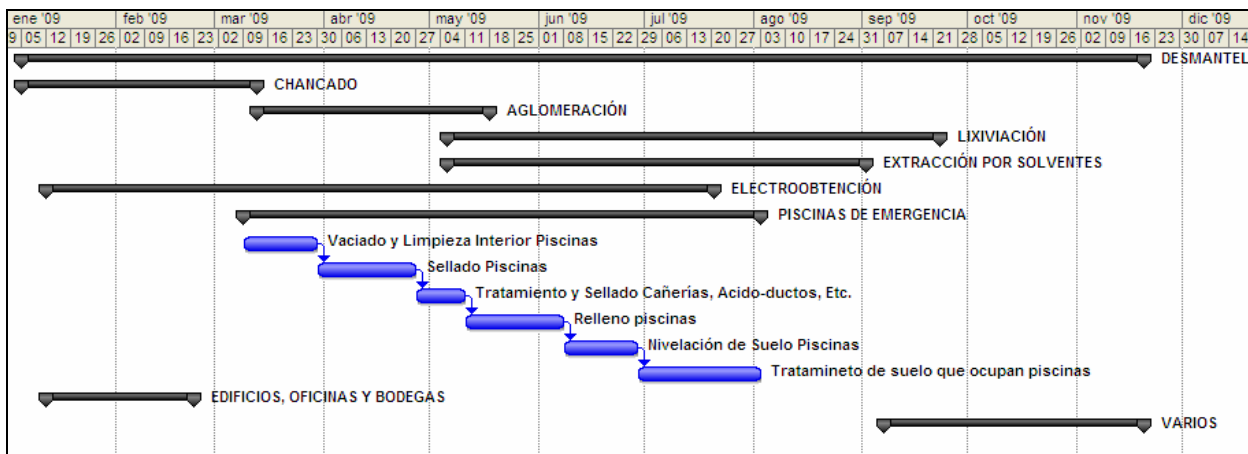


13.1.6 PISCINAS DE EMERGENCIA

Tabla 15. TAREAS ASOCIADAS AL DESMANTELAMIENTO ZONA PISCINAS DE EMERGENCIA

| PISCINAS DE EMERGENCIA | DURACION | US \$ |
|--|----------|-----------------|
| | | 105 días |
| Vaciado y Limpieza Interior Piscinas | 15 días | 1.611,90 |
| Sellado Piscinas | 20 días | 2.149,20 |
| Tratamiento y Sellado Cañerías, Acido-ductos, Etc. | 10 días | 4.515,30 |
| Relleno piscinas | 20 días | 25.315,20 |
| Nivelación de Suelo Piscinas | 15 días | 21.096,45 |
| Tratamineto de suelo que ocupan piscinas | 25 días | 24.858,00 |

GANTT DESMANTELAMIENTO: PISCINAS DE EMERGENCIA



13.1.7 EDIFICIOS, OFICINAS Y BODEGAS

Tabla 16. TAREAS ASOCIADAS AL DESMANTELAMIENTO ZONA EDIFICIOS, OFICINAS Y BODEGAS

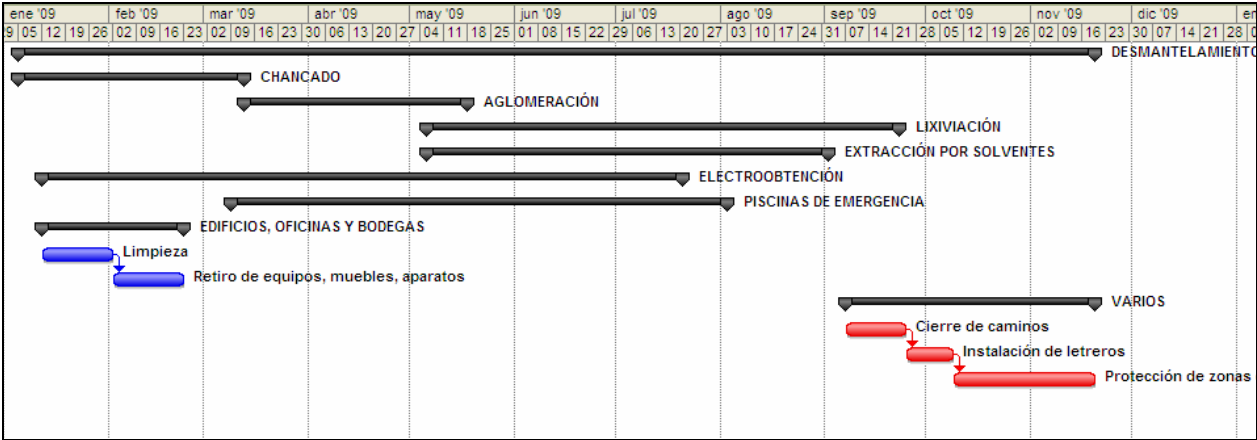
| EDIFICIOS, OFICINAS Y BODEGAS | DURACION | US \$ |
|--------------------------------------|----------------|-----------------|
| | 30 días | 5.373,00 |
| Limpieza | 15 días | 2.686,50 |
| Retiro de equipos, muebles, aparatos | 15 días | 2.686,50 |

13.1.8 VARIOS

Tabla 17. TAREAS ASOCIADAS A VARIOS

| VARIOS | DURACION | US \$ |
|--|----------------|------------------|
| | 54 días | 30.904,20 |
| Cierre de caminos | 14 días | 8.186,40 |
| Instalación de letreros | 10 días | 1.074,60 |
| Protección de zonas donde ocurran deslizamientos | 30 días | 21.643,20 |

GANTT DESMANTELAMIENTO: EDIFICIOS, OFICINAS Y BODEGAS; VARIOS



14 COSTO PRESUPUESTO ASOCIADO A DESMANTELAMIENTO PLANTA CÁTODOS.

La estimación del presupuesto para el desmantelamiento de la planta, se basó en cotizaciones que la misma planta maneja con los contratistas que realizan trabajos en ella, la asignación de costos de recursos y HH de trabajadores se utilizó la siguiente información.(IVA incluido). Los valores se entregan en US \$ con tasa de cambio en el momento de la estimación de 653,75 CLP \$ /US \$.

| Nombre Recurso | US \$ |
|-----------------------------|--------------|
| Trabajador | 3,98 |
| Cargador Frontal N°5 | 47,94 |
| Cargador Frontal N°8 | 47,94 |
| Cargador Frontal N°14 | 47,94 |
| Cargador Frontal N°15 | 47,94 |
| Cargador Frontal N°25 | 47,94 |
| Cargador Frontal N°40 | 47,94 |
| Camión 6 m3 | 23,49 |
| Camión 14 m3 | 35,16 |
| Retroexcavadora 1/2 Yd.3 | 60,26 |
| Bulldozer D6 | 52,48 |
| Rodillo DYNAPAC 6 TONS | 17,98 |
| Motoniveladora 140 G | 54,78 |
| Rodillo Compactador 10 TONS | 34,13 |
| Camión Algibe | 3,12 |
| Grúa | 55,52 |
| Grúa Horquilla | 37,32 |
| Camión 18m | 38,23 |

El cálculo para obtener el costo presupuestado programado para el desmantelamiento de la planta de cátodos, se desarrolló utilizando el programa MS

Project 2007, como herramienta para determinar el costo del proyecto de desmantelamiento, según los días estimados en el desarrollo de cada tarea y en el caso más extremo de trabajo realizado. Los valores obtenidos, que fueron optimizados en cuanto al tiempo de ejecución, están sujetos a cambios según la metodología a seguir y los recursos a usar una vez establecido el plan de trabajo definitivo en el desarrollo del proceso de desmantelamiento.

Por otro lado, se incluye en este presupuesto el costo por el retiro de todo el material de tipo metálico y a su vez el retiro de los riles procedentes de toda el área de la planta de óxido, así como también el transporte de agua para el lavado de cada zona una vez que han sido retirados tales riles. Estas tablas se detallan al final de los anexos.

De acuerdo a esto, el cronograma que se obtuvo fue de un total de 229 días y equivalen a una inversión del US\$ 1.159.969 Lo que se muestra en la tabla 18, que resume esta información.

Tabla 18. RESUMEN COSTO DESMANTELAMIENTO PLANTA DE CATODOS

| DESMANTELAMIENTO PLANTA OXIDO | PRESUPUESTO | DURACION | INICIO | TERMINO |
|--|--------------------|--------------------------|------------------|------------------|
| | 1.068.957 | 229 días | 05-ene-09 | 20-nov-09 |
| CHANCADO | 51.168 | 49 días | 05-ene-09 | 13-mar-09 |
| AGLOMERACION | 55.179 | 46 días | 13-mar-09 | 18-mar-09 |
| LIXIVIACION | 341.733 | 100 días | 06-may-09 | 23-mar-09 |
| EXTRACCIÓN POR SOLVENTES | 161.985 | 85 días | 06-may-09 | 02-sep-09 |
| ELECTROOBTENCIÓN | 265.997 | 136 días | 12-ene-09 | 21-sep-09 |
| PISCINAS DE EMERGENCIA | 79.546 | 105 días | 09-mar-09 | 03-ago-09 |
| EDIFICIOS, OFICINAS Y BODEGAS | 5.373 | 30 días | 12-ene-09 | 23-feb-09 |
| VARIOS | 30.904 | 54 días | 07-sep-09 | 20-nov-09 |
| INGRESO POR VENTA MAT. METALICO | 45.506 | durante desmantelamiento | | |
| RETIRO RILES Y LAVADO ZONAS | 122.577 | durante desmantelamiento | | |

CONCLUSIONES

La elaboración del plan de cierre para una faena minera, sea esta parcial o definitiva involucra varios factores de tipo legal, ambiental y presupuestario entre otros. Dentro de este anteproyecto se contempló en forma principal el desmantelamiento del área de óxidos de la planta de EL SOLDADO, AngloAmerican, lo que significa desde un principio subdividir las áreas que componen la planta de cátodos. Así, estimar en forma independiente los recursos necesarios para desmantelar cada área. Para este efecto, se considera mantener el mismo orden del proceso, es decir, comenzar el desmantelamiento por chancado y luego seguir con aglomeración, lixiviación, extracción por solventes y electroobtención, pero posteriormente se determina que se puede efectuar el procedimiento en forma secuencial y paralela, todo esto con el objeto de disminuir el tiempo de ejecución dentro de un periodo de tiempo razonable, se consideró además en la elaboración de este cronograma el tiempo debido a contingencias para cada tarea, el que se encuentra incluido en la duración de cada actividad y se observa implícitamente en el cronograma general de la página 81, de manera de no elevar los costos por aumento en el tiempo de desarrollo del desmantelamiento. De esta misma forma, se entrega una tabla con los ingresos por concepto de venta de equipos y estructuras metálicas valorizados por acero inoxidable y acero al carbono, entre al año 2008 y 2009, para tener una comparación entre ambos años y estimar en términos generales los ingresos por concepto de venta, claro está que esta valorización tiene carácter general, pues se debe en el momento del desmantelamiento, cubicar y/o en su defecto pesar cada estructura, para tener el peso real y establecer en forma definitiva el valor monetario.

Se incluye además una tabla resumen con el costo del retiro de todos los residuos industriales líquidos de la planta y el transporte de agua para el lavado de todas la zonas una vez que estos riles han sido sacados fuera del sector, estos valores se suman al costo total de desmantelamiento

Por otro lado, se entregan las normativas por las que se rige en forma tangencial el proceso de desmantelamiento de una faena, ya que no existen leyes formales que obliguen en forma específica a un determinado comportamiento respecto del tema. Es claro, que si existen requerimientos de protección ambiental y de producción por parte de las empresas extranjeras que inducen a las establecidas en territorio nacional a mantener un comportamiento de compromiso y mantención del medio ambiente, con el objeto de reducir al máximo los procesos contaminantes tanto en el desarrollo de la vida útil de un proyecto como en el proceso de post cierre.

Para concluir, el plan de desmantelamiento de la planta de cátodos de EL SOLDADO, tiene un costo asociado de US \$993.934,43. Valor estimado correspondiente al desmontaje de las instalaciones que componen la planta de cátodo, así como también el tratamiento de los terrenos una vez realizado el retiro del material de desmontaje, lo que incluye nivelación y compactación de terreno y la aplicación de sellado para prevenir la infiltración de aguas ácidas hacia las aguas subterráneas y el tratamiento superficial de la tierra, dejando visualmente lo más parecido a un terreno con poca alteración respecto del uso que se le dio, con un tiempo de duración total de 229 días. Este costo está sujeto al tipo de cambio en el momento de llevar a cabo el proceso de desmantelamiento

BIBLIOGRAFIA

- (I) Guía Metodológica para el Cierre de Faenas Mineras (Nov 2002)

- (II) SIGA. Ingeniería y Consultoría.

- (III) Gestión Planta AngloAmerican Chile, División EL SOLDADO.

- (IV) Plan de Cierre División EL SOLDADO

ANEXOS