



# PROYECTOS DE FORTALECIMIENTO DE LA CAPACIDAD DE DIFUSIÓN Y TRANSFERENCIA TECNOLÓGICA

## INFORME TÉCNICO

<b>Código del proyecto</b>	206-5573
<b>Título del Proyecto</b>	<i>TECNOLOGÍAS DE TRATAMIENTO DE EFLUENTES Y DE USO EFICIENTE DE AGUAS DE PROCESO PARA LA PEQUEÑA Y MEDIANA MINERÍA DE LA III REGIÓN</i>
<b>Persona jurídica beneficiaria</b>	FUNDACIÓN CHILE
<b>Tipo de informe</b>	Informe Final
<b>Fecha</b>	19 de febrero de 2008

Febrero 2008

## INDICE DE CONTENIDOS DEL INFORME

A)	RESUMEN DE CONTENIDOS DEL INFORME Y CONTEXTO GENERAL DE AVANCE.....	3
I.	Antecedentes de la persona jurídica beneficiaria .....	3
II.	Síntesis del proyecto.....	3
III.	Etapa actual del proyecto.....	4
IV.	Principales resultados e impactos obtenidos a la fecha .....	5
B)	EXPOSICIÓN DEL PROBLEMA .....	6
I.	Problema a resolver que justificó la ejecución del proyecto tecnológico.....	6
II.	Objetivos técnicos del proyecto y los resultados o soluciones específicas perseguidas .....	7
III.	Principales mejoras innovadoras que se transfirieron a las empresas .....	7
C)	METODOLOGÍA Y PLAN DE TRABAJO.....	8
I.	Descripción de actividades comprometidas en el plan de trabajo .....	8
II.	Plan de trabajo -Gantt.....	46
D)	RESULTADOS OBTENIDOS .....	47
I.	Principales resultados o soluciones obtenidas y conclusiones .....	47
E)	Impactos del Proyecto.....	62

## A) RESUMEN DE CONTENIDOS DEL INFORME Y CONTEXTO GENERAL DE AVANCE

### I. Antecedentes de la persona jurídica beneficiaria

Institución Principal : <b>FUNDACION CHILE</b>			
Tipo: Institución Privada de Investigación Tecnológica <b>Sin fines de lucro</b>		Rut <b>70.300.000-2</b>	
Dirección <b>Av. Parque Antonio Rabat Sur 6165 –Vitacura</b>		Ciudad <b>SANTIAGO</b>	Región <b>RM</b>
Casilla <b>733</b>	Fono <b>(56-2)2400300</b>	Fax <b>(56-2)2400601</b>	Email <b>info@fundacionchile.cl</b>
Nombre Representante Legal <b>JAVIER DUARTE GARCÍA DE CORTAZAR</b>			Rut <b>3.908.705-7</b>
Cargo en la Institución: <b>DIRECTOR GENERAL ADJUNTO</b>			

### Antecedentes del Representante Legal

<b>Nombre</b>	<b>JAVIER DUARTE GARCÍA DE CORTAZAR</b>
<b>RUT</b>	<b>3.908.705-7</b>
<b>Profesión</b>	<b>INGENIERO COMERCIAL</b>
<b>Estado Civil</b>	<b>CASADO</b>
<b>Nacionalidad</b>	<b>CHILENA</b>
<b>Dirección</b>	<b>AVDA. PARQUE ANTONIO RABAT SUR 6165</b>
<b>Ciudad</b>	<b>SANTIAGO</b>
<b>Teléfono</b>	<b>56-2-2400300</b>
<b>Fax</b>	<b>56-2-2426900</b>

### II. Síntesis del proyecto

De acuerdo a los antecedentes recopilados por Fundación Chile, obtenidos por distintas fuentes<sup>1</sup>, se detectó la necesidad de ejecutar el proyecto en la tercera región, debido a que es una de las regiones en las que se encuentra el mayor número de minas y plantas de proceso (Concentradoras, Hidrometalúrgicas y Fundiciones/Refinerías), lo que implica un mayor consumo del recurso hídrico y una reducción de la disponibilidad del mismo para otros usuarios. Así entonces, surge el problema de escasez de agua lo que hace necesario un uso racional del mismo y disponer de tecnologías de tratamiento que permitan recircular mas aguas a los procesos, devolverlas a los cauces naturales de modo que puedan ser empleadas por terceros o disponerlas directamente en el medio ambiente.

Por otro lado, la información que entregan las empresas mineras en cuanto a las descarga de sus Residuos industriales Líquidos (Riles) es de carácter reservado, escasa y se encuentra diseminada entre varios servicios en las distintas regiones del país.

<sup>1</sup> Servicio Nacional de Geología y Minería (Semageomin), Cochilco, Anuario de la Minería, Consejo Minero

Es por lo anterior que se planteó como objetivo general proveer información a la pequeña y mediana minería de la III región respecto de las tecnologías disponibles para el tratamiento de Riles y reutilización de éstos como aguas de proceso de tal forma de cumplir con la normativa ambiental y tener un uso eficiente de los recursos hídricos disponibles.

Para llevar a cabo este objetivo se plantearon objetivos específicos que incluyen: creación de red de apoyo, información técnica y económica de Tecnologías disponibles, diagnóstico del tipo de efluentes y contaminantes de las empresas, información de los instrumentos CORFO, capacitación entre otros.

Las actividades realizadas en el proyecto permitieron el conocimiento de la situación ambiental en las mipymes mineras de la región, entre lo que se destaca principalmente la escasez del agua, como también la falta de información por muchos mineros, del uso y manejo de los insumos usados en sus procesos. A lo anterior se suma que muchos de ellos realizan parte de sus procesos en los patios de sus casas, operando sin considerar los riesgos involucrados tanto para ellos como para sus familias.

Si bien cada uno de los empresarios visitados dieron una buena recepción al nodo, cabe mencionar que algunos al momento de entregarles algunas sugerencias para mejorar sus procesos productivos, se mostraron un poco reticentes debido principalmente a que en ese momento no estaban en condiciones de invertir. En otros casos se veían imposibilitados de pedir créditos o participar en la postulación de algunos proyectos por las deudas que mantienen con el Servicio de Impuestos Internos. En esto último caso, aquellos que se encuentran en esta situación, han ido resolviendo estos temas lo que a futuro les permitiría poder acceder a más beneficios para la mejora de sus procesos.

La colaboración inter-nodos ha permitido rendir frutos de alto valor para nuestras actividades individuales como para la región, así se pudo realizar diversas visitas a empresas no mineras y desarrollar algunas propuestas para mejorar sus procesos productivos.

### **III. Etapa actual del proyecto**

De acuerdo al plan general de actividades planteadas al inicio del proyecto la situación es como sigue:

Etapa I Catastro de necesidades del sector y prospección de soluciones tecnológicas.

Se realizó una recopilación de información con el objeto identificar los contaminantes y/o diagnóstico tecnológico del sector, y de acuerdo a esto, se desarrolló una búsqueda y clasificación de tecnologías disponibles a aplicar.

Etapa II Difusión y transferencia

Se llevaron a cabo actividades tales como:

- Implementación unidad piloto demostrativa. En el mes de junio se instaló la planta piloto demostrativa en la empresa Enami – Paipote, se realizó una visita con algunos beneficiarios del Nodo junto con el ejecutivo del proyecto sr. Nivaldo Rojas. En el mes de enero 2008 se realizó una nueva demostración piloto en una de las empresas beneficiarias del nodo.
- Encuentro con empresarios mineros, Lanzamiento del Nodo y Taller de cierre.
- Charlas de sensibilización del nodo e información de instrumentos CORFO disponibles a usar para la pequeña y mediana minería de la región.

- Entrega de acciones de Transferencia Tecnológica a empresarios de la pequeña minería de la región, enfocado a la mejora de sus procesos productivos.
- Elaboración de material de difusión
- Taller de trabajo avances tecnológicos e iniciativas tanto en Chile como en el extranjero, aplicables a la realidad regional y que generen oportunidad de transferencia tecnológica para beneficio de la región.
- Taller de normativa ambiental con el fin de preparar a la empresa para abordar este tema de manera eficaz.
- Elaboración de sitio web.
- Colaboración inter-nodos en la generación de redes con distintas empresas para la postulación de proyectos

#### Etapa III Misión Tecnológica para formación de redes

- Preparación y postulación de proyecto a presentar en el programa Todo Chile para beneficiar a empresario minero de la región.
- Colaboración inter-nodos facilita la participación de empresas como asociadas en la postulación de proyecto de difusión.

#### **IV. Principales resultados e impactos obtenidos a la fecha**

- ✓ Presentación de dos proyectos al concurso de Innovación e Interés público, CORFO.
  - Capacidad de generación de energía renovable a partir de cultivos de alto rendimiento: Oportunidad de diversificación productiva para la provincia de Chañaral.
  - Eficiencia energética en la mediana y pequeña minería: Remoción de barreras, innovación tecnológica y promoción de oportunidades de mercado.
- ✓ Inserción regional
- ✓ Seminario efectuado el 16 de abril de 2007, organizado junto a la Corporación para el Desarrollo de la Región de Atacama, CORPROA.
- ✓ Diagnóstico de empresas mineras.
- ✓ Información a distintos empresarios de la pequeña y mediana minería de la región acerca de los instrumentos CORFO disponibles a usar.
- ✓ Apoyo en la postulación de proyecto en el programa Todo Chile a empresario minero de la región.
- ✓ Transferencia tecnológica. Entrega de información a empresarios de la pequeña minería que incluyen medidas para mejorar sus procesos productivos.
- ✓ Colaboración inter-nodos entre Nodo ASOEX y Nodo Fundación Chile en actividades de eficiencia energética.
- ✓ Taller realizado el 28 de agosto de 2007 "Disponibilidad de Agua vía Desalinización de Agua de Mar" orientado a empresas mineras, otros sectores productivos y autoridades regionales.
- ✓ Taller de normativa ambiental llevado a cabo el día 24 de noviembre de 2007.
- ✓ Inserción en actividades de promoción para atracción de inversiones a la provincia de Chañaral, apoyando los programas de reconversión productiva de esta provincia.
- ✓ Perfil de Difusión aprobado por Innova, para la preparación de proyecto de Abatimiento de Boro en agua potable, rural y riego en la región de Atacama.
- ✓ Visitas/Entrevistas relevantes tanto para los objetivos específicos del Nodo, como para la introducción de Fundación Chile en la región.

## **B) EXPOSICIÓN DEL PROBLEMA**

### **I. Problema a resolver que justificó la ejecución del proyecto tecnológico**

Para todos es conocido que la demanda de agua en la zona norte de Chile ha aumentado en los últimos años hasta el punto de crear restricción en el consumo, lo que ha obligado a las empresas mineras a evaluar otras alternativas, como la compra de derechos de agua, reducción del consumo y el uso de agua de mar. Por otro lado, la gran cantidad de faenas mineras que se encuentran en la tercera región, los consumos de agua que de ellas se desprenden, implican una reducción de la disponibilidad del recurso para otros usuarios, a esto se suma el desconocimiento de las características de los efluentes que generan los procesos mineros de la pequeña minería así como el destino de disposición de ellos.

Todo lo anterior llevó a realizar un diagnóstico de la pequeña y mediana minería del cobre en lo relacionando a tratamiento y recirculación de agua, si bien la gran mayoría de la pequeña minería del cobre es extractiva, existen algunas que poseen plantas concentradoras en cuyos procesos se detectaron falencias las cuales son posibles de mejorar en pro de su productividad.

Cabe destacar, como se mencionó anteriormente, la falta de conocimiento de los empresarios de la pequeña minería del oro en el manejo de insumos peligrosos, como en el destino de sus residuos líquidos, es otro de los problemas detectados que pudieron ser abordados en favor de la salud humana y del medio ambiente.

La generación de residuos líquidos, producto de las actividades productivas, dieron una oportunidad para mostrar las diversas tecnologías existentes y desarrolladas por Fundación Chile, en temas relacionados con estudios de tratabilidad y pilotos llevados a cabo "in-situ" para el abatimiento de contaminantes.

La escasez de agua generó la oportunidad de realizar un taller de Disponibilidad de agua vía desalinización de agua de mar, y así dar a conocer los avances tecnológicos aplicables a la realidad regional y las posibles oportunidades de transferencia tecnológica e innovación para crear valor en la región.

La relación inter-nodo permitió además el conocimiento de otros sectores productivos, detectándose en estos no sólo el problema de escasez de agua sino también la búsqueda de posibles soluciones tecnológicas en el tratamiento de sus residuos líquidos, como también la entrega de propuestas en temas de eficiencia energética.

A lo anterior se agrega que la ejecución de proyecto permitió crear redes y lazos que dieron y están dando fruto en temas de agua y energía, de tal forma de poder seguir realizando diversas actividades en beneficio de la región.

## II. Objetivos técnicos del proyecto y los resultados o soluciones específicas perseguidas

La tabla siguiente resume los resultados en relación a los objetivos perseguidos.

Objetivos	Resultados
Creación de una red de apoyo, asesoría y capacitación tecnológica permanente para la pequeña y mediana minería de la III región, enfocada en el uso eficiente de agua mediante la incorporación de tecnologías para el tratamiento de sus residuos industriales líquidos.	Red de contactos con Autoridades, Instituciones, Empresas Mineras y no Mineras. Las Visitas fueron orientadas en temas de tratamiento - recirculación de aguas y eficiencia energética.
Diagnóstico del tipo de efluentes y sus contaminantes por tipo de actividad minera.	Visitas realizadas permitió recopilar información de los principales contaminantes presentes en sus residuos de acuerdo al proceso de su actividad.
Diagnóstico de tecnologías actualmente en uso por tipo de efluente y actividad minera.	Información recopilada contiene las tecnologías en uso para cada uno de los procesos
Diagnóstico del nivel de reutilización de estos riles para aguas de proceso, para cultivos energéticos u otros usos.	La información recopilada indica que aquellas plantas concentradoras que maquilan no recirculan, si lo hacen las que no maquilan y las que realizan lixiviación.
Información y apoyo sobre instrumentos de fomento públicos y privados que apoyan inversiones en materias de gestión ambiental, la incorporación de innovación en sus procesos de recirculación de agua y en la implementación de cultivos energéticos.	Entrega de información de los fondos concursables para postulación de proyectos,
Acceso a información técnica y económica, sobre las mejores tecnologías disponibles para el tratamiento de Residuos Industriales Líquidos	Entrega de documentos que contienen mejoras para sus procesos productivos, talleres de trabajo con información de tecnologías disponibles para tratamiento de residuos líquidos. Pilotos in-situ de demostración de tecnologías.
Difundir los avances y la red de apoyo creada al alero del programa de transferencia tecnológica	Línea base de la situación ambiental en agua y energía permite continuar con servicios a ofrecer a las distintas empresas en temas relacionados con tratamiento de aguas como eficiencia energética. Red de contactos establecidos permite la generación de futuras alianzas y/o proyectos a ejecutar.
Capacitar a monitores regionales, para que trabajando junto a Fundación Chile generen los impactos esperados	Los lazos establecidos con autoridades y empresarios permitieron la generación de propuestas y asesorías que dieron como resultado impactos en sus actividades. Se destaca además que este objetivo es la base para los futuros proyectos en la región.

## III. Principales mejoras innovadoras que se transfirieron a las empresas

- ✓ Información de la tecnología de Desalinización de agua de mar como una de las alternativas de abastecimiento de agua. Taller de trabajo realizado en agosto de 2007
- ✓ Información de la Normativa Ambiental vigente, resaltando aspectos tales como revisión general del D.S 90, 46, 609, riego, parámetros contaminantes, laboratorios certificados, entre otros.
- ✓ Demostración en terreno de tecnología de tratamiento de aguas.
- ✓ Documentos que incluyen el manejo y cuidados a tener con el uso de mercurio
- ✓ Cartillas técnicas de tecnologías disponibles para el tratamiento de contaminantes

- ✓ Estudio de Tratabilidad de Efluente Minero: "*Estudio y Diseño de una Solución Tecnológica para la Remoción de Arsénico desde un Efluente*"
- ✓ Preparación de proyecto para evaluar Alternativas de Abastecimiento de Agua para planta minera.
- ✓ Participación en seminarios como relatores en temas de Eficiencia Energética e Innovaciones Tecnológicas para el uso Eficiente del Agua
- ✓ Folleto Informativo "Buenas Prácticas para el uso eficiente del agua en la pequeña minería del cobre"
- ✓ Orientación a algunos empresarios mineros en consultas de gestión
- ✓ Relación inter-nodo dan como resultado algunas propuestas de auditorías de eficiencia energética, preparación de proyecto de difusión y otras asesorías.

## C) METODOLOGÍA Y PLAN DE TRABAJO

### I. Descripción de actividades comprometidas en el plan de trabajo

Las actividades a informar en el presente informe involucran las tres etapas del proyecto.

#### ETAPA I - CATASTRO DE NECESIDADES DEL SECTOR Y PROSPECCIÓN DE SOLUCIONES TECNOLOGICAS

##### Actividad 1.1 Catastro o Diagnóstico de Contaminantes

##### Actividad 1.2 Diagnóstico Tecnológico del Sector.

Ambas actividades ejecutaron en forma conjunta y tal como se mencionó en los informes anteriores una de las primeras acciones al inicio del proyecto fue la participación del Jefe de Proyecto Sr. Oscar Coustasse y el Ingeniero Jorge Hemmelmann en el Seminario de APL con la pequeña minería, realizado en la Intendencia de Copiapó el día 11 de enero. Paralelo a lo anterior uno de nuestros ingenieros se radicó en la región lo que hizo posible la recopilación de información de la pequeña y mediana minería, logrando para ello capturar sus inquietudes e intereses en los ámbitos de Medio Ambiente y de reutilización de aguas.

Para la recopilación de la información se mantuvo una relación con diversas empresas, creando lazos, levantando información acerca de sus procesos, sus principales problemas, tipo de contaminantes, tecnologías usadas, etc. Las entrevistas llevadas a cabo se sostuvieron con los encargados o dueños de las empresas visitadas, los que permitieron el ingreso a sus plantas mostrando cada uno de los procesos que efectuaban, esto ayudó a poder conocer de cerca la problemática actual en temas de abastecimiento de agua y tratamiento necesario para los efluentes generados.

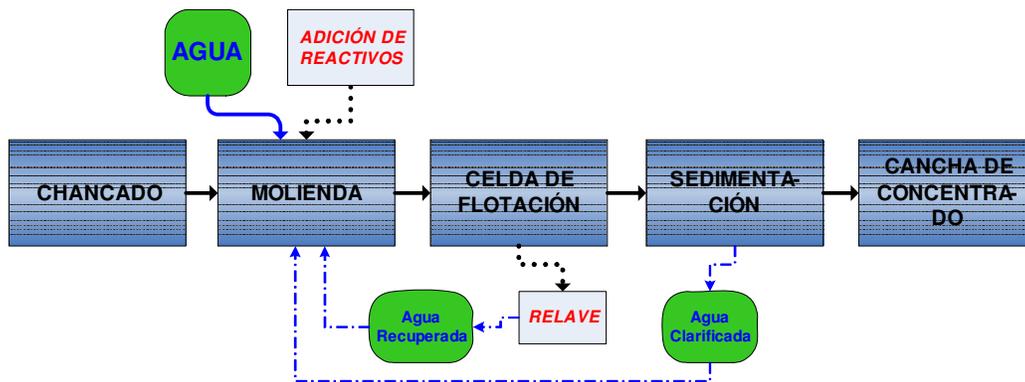
Cabe destacar que la gran mayoría de los empresarios de la pequeña minería centra sus principales prioridades en resolver problemas con Servicios de Impuestos Internos y Enami. Lo anterior en muchos casos es un freno para poder acceder a créditos u otras facilidades de obtención de recursos para mejorar sus actividades.

En aquellas faenas mineras que se dedican a la concentración de oro, a través del proceso de amalgamación, la población minera no toma en cuenta los riesgos sobre la salud humana y el medio ambiente que provoca el mal manejo de mercurio. Los mineros y comerciantes muchas veces destilan la amalgama en la cocina o en el patio de sus casas. Además, el consumo de reactivos que utilizan el proceso en ocasiones es exagerado lo que produce una contaminación de las aguas y una mala precipitación del concentrado de oro.

Existen algunos casos en que algunas faenas mineras arriendan a otras mucho más pequeñas sus instalaciones para que éstas puedan llevar a cabo sus procesos productivos, resultando de esto problemas logísticos y falta de conciencia de un buen manejo en la operación de sus actividades, debido a que no se responsabilizan por no ser propietarios.

Un problema generalizado en la gran mayoría de las faenas mineras visitadas es el abastecimiento de agua, pérdida de agua por evaporación y en algunas no existe recirculación de sus aguas a los procesos.

A lo anterior se agrega que las plantas de la región que obtienen concentrado de Cobre (pyme), como principal producto, presentan un esquema de trabajo típico que es el siguiente:



El metal proveniente del chancado, es mezclado con agua y reactivos, para luego ser cargados en molinos y/o trapiches con el objetivo de obtener una pulpa o suspensión con 20% de fino. Esta etapa (molienda) se consume la mayor cantidad de agua, debido a que el paso desde la molienda a la mezcla de reactivos o directo a la flotación, es por rebalse produciéndose pérdidas de agua.

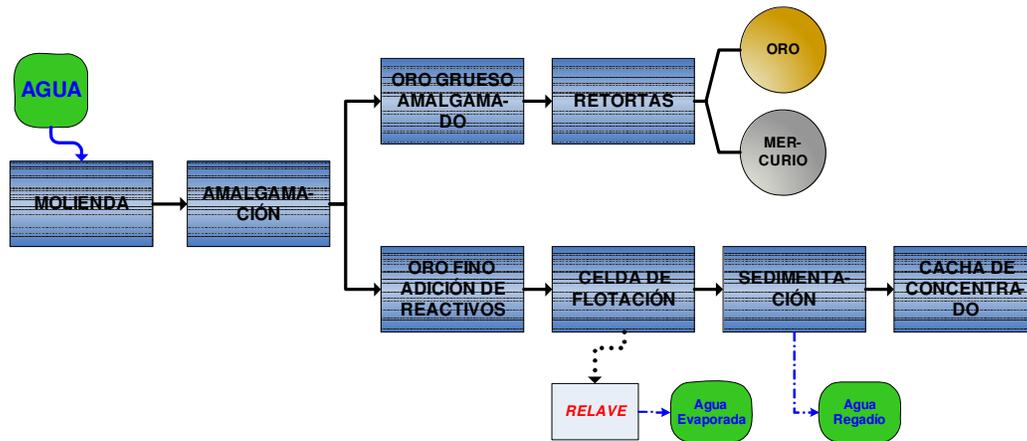
En plantas concentradoras de cobre de tamaño pequeño, menores a 200 TON por día, el consumo puede llegar a 2.1 m<sup>3</sup>/ton, principalmente por prácticas inadecuadas o sobredimensionamiento de equipos.

En la etapa de sedimentación generalmente se recupera cerca del 10% del agua ingresada, la que es reingresada a la molienda.

La mayor cantidad de agua reutilizada es obtenida desde los tranques de relave. Lo cual significa un gran beneficio para el proceso productivo. Pero la implementación de estos tranques es totalmente artesanal, lo que significa que las pérdidas de agua en esta etapa son muy elevadas comparada con los tranques implementados en los procesos ideales. Estas pérdidas son por infiltraciones naturales hacia napas subterráneas y evaporación. Además se debe considerar que todo el relave es enviado a los tranques, y no existe una etapa intermedia que permita extraer el agua contenida.

Comúnmente desde estos tranques de relave artesanales se recupera entre un 50 a 60% de las aguas de proceso, las cuales son reintroducidas en la etapa de molienda

Por otro lado las plantas que concentran principalmente Oro y Plata se pueden describir simplemente como:



Generalmente este proceso es realizado en equipos artesanales llamados Trapiche.

En la etapa de molienda ingresa el 100% del agua ocupada en el proceso, en la etapa de amalgamación el mercurio es adicionado en forma manual y el trapiche es intervenido constantemente para agregar mercurio, para remover el mineral que queda en el fondo del trapiche y para retirar la amalgama. Esto ocasiona que se pierda agua por constantes derrames. Esta agua no se puede cuantificar, y generalmente no se considera ya que el flujo de agua que ingresa es mucho mayor.

En las celdas de flotación el agua que se va al tranque se pierde por infiltración y evaporación. Solo algunas plantas poseen tranque acondicionados como para recuperar el agua, pero esta es utilizada para regadío.

En la etapa de sedimentación el agua clarificada obtenida es bombeada desde las piscinas, directamente a los alrededores del lugar, siendo utilizada para regar. Si la planta maquila, esta agua no es reutilizada debido al rechazo que tiene el minero a aguas que vienen con reactivos de flotación. Y para conservar los clientes, se opta por no utilizar esta agua. Las plantas que procesan el mineral propio reutilizan el agua de la misma manera que lo hacen las plantas concentradoras de cobre.

Para el caso de las plantas concentradoras de oro y plata de tamaño mediano pequeño, menores a 200 TON por día en general, no recuperan agua lo que significa un consumo de 4 m<sup>3</sup>/ton de mineral.

Al igual que en la etapa de sedimentación, el agua que queda en los tranques de relave son utilizadas para regar los alrededores o se evapora con el tiempo. Rara vez estas plantas recirculan agua, si es así, la manera de recuperación es totalmente artesanal, se deja decantar de forma natural el relave, y el agua clarificada es bombeada nuevamente al proceso. Esta recuperación significa alrededor del 40% del agua utilizada para la concentración de mineral.



ALMACENAMIENTO DE AGUA

En anexo se muestra el detalle de cada una de las visitas/entrevistas efectuadas.

En la tabla siguiente se describe un resumen de las características generales de los procesos, principales problemas, contaminantes y tecnologías usadas de las empresas visitadas. Se incluye además una tabla especificando las empresas visitadas que han permitido obtener esta información.

**En la sección de resultados se muestran las tecnologías actuales en uso y las posibles tecnologías a aplicar de acuerdo a los contaminantes detectados.**

### PEQUEÑA MINERÍA

Descripción del Proceso	Principales Problemas	Contaminantes
<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Recuperación de oro grueso a través de amalgamación</li> <li>▪ Recuperación de oro fino por flotación</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Mal manejo del mercurio en la amalgamación del oro</li> <li>▪ Consumo exagerado de reactivos en el proceso de flotación provocando contaminación de aguas y mala precipitación del concentrado de oro</li> <li>▪ Destilación de la amalgama en lugares inadecuados</li> <li>▪ Pérdida de metales a los tranques de relave</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Mercurio Orgánico</li> <li>▪ Metil mercurio</li> <li>▪ Reactivos de flotación por sobredosificación</li> <li>▪ Aniones como cianuros producto de la cianuración para concentrar oro</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Lixiviación en pilas y cementación de cobre.</li> </ul>	Problemas operacionales "cuello de botella" que incluyen: <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Mal diseño de líneas de chancado</li> <li>▪ Pérdida de metales a los tranques de relave</li> <li>▪ Elevado consumo de agua para llevar a cabo el proceso de lixiviación</li> <li>▪ Elevada evaporación del recurso hídrico producto de la gran radiación solar de la III región y la gran superficie de contacto que se genera en las pilas de lixiviación</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Gran cantidad de metales pesados: Cu, Fe<sup>++</sup>, Fe<sup>+++</sup>, Hg, Pb, etc.</li> <li>▪ Gran cantidad de aniones como sulfatos producto del proceso de concentración</li> </ul>
Producción de concentrado de cobre a partir de sulfuros de cobre.	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Gran consumo de agua en la flotación, debido a pérdidas por evaporación la que se genera por la exposición prolongada del agua a la radiación solar en los tranques de relave</li> <li>▪ Generación de residuos peligrosos (aceites de descarte, grasas, aguas oleosas y baterías agotadas)</li> <li>▪ Pérdida de metales a los</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Metales pesados Pb, Cu, Fe, Mo, Mn</li> <li>▪ Emisiones descargadas en la tierra producto de mal sello en los tranques de relave donde se recogen las aguas de los procesos</li> <li>▪ Traslado de contaminantes en forma de polvos metálicos por acción de los vientos</li> </ul>

	tranques de relave	
Procesamiento de óxidos de cobre y lixiviación de ripios agotados.	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Elevado consumo de agua para llevar a cabo el proceso de lixiviación</li> <li>▪ Elevada evaporación del recurso hídrico producto de la gran radiación solar de la III región y la gran superficie de contacto que se genera en las pilas de lixiviación</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Se generan importantes cantidades de metales pesados: Cu, Fe<sup>++</sup>, Fe<sup>+++</sup>, Hg, Pb, etc.</li> <li>▪ Gran cantidad de aniones como sulfatos producto del proceso de concentración</li> </ul>

### **MEDIANA MINERÍA**

<b>Descripción del Proceso</b>	<b>Principales Problemas</b>	<b>Contaminantes</b>
Fundición de concentrados provenientes de plantas propias o compradas a terceros. Producción de cobre refinado a fuego, modelados como ánodos para ser refinados electrolíticamente. Tratamiento y limpieza de los gases generados.	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Requerimientos de tratamientos para gran cantidad de residuos tanto líquidos como sólidos y gaseosos</li> <li>▪ Elevado gasto energético</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Liberación de material particulado</li> <li>▪ Hidrocarburos</li> <li>▪ Monóxido de carbono</li> <li>▪ Dióxido de azufre</li> <li>▪ Residuos sólidos peligrosos</li> <li>▪ Fugas de ácidos</li> <li>▪ Metales pesados</li> </ul>
Explotación a cielo abierto, el cuerpo mineralizado es extraído mediante creación de un anfiteatro excavado en la roca, y los productos finales son contenidos significados de oro y plata.	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Consumo de agua más alto de todas las faenas mineras de la cuenca del Copiapó</li> <li>▪ Gasto energético</li> <li>▪ Aguas contaminadas con hidrocarburos y aceites agotados.</li> <li>▪ Residuos sólidos peligrosos.</li> </ul>	En residuos sólidos: <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Filtros de descarte</li> <li>▪ Trapos contaminados</li> <li>▪ Baterías</li> <li>▪ Metales pesados</li> <li>▪ Material particulado</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Concentración de minerales de cobre sulfuros, oro y plata.</li> <li>▪ Producción del concentrado de cobre a partir de sulfuros.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Gran consumo de agua en proceso de flotación</li> <li>▪ Problema de abastecimiento de agua</li> <li>▪ Generación de residuos peligrosos</li> <li>▪ Elevado consumo energético</li> <li>▪ Elevada evaporación de las aguas de proceso</li> </ul>	En residuos sólidos: <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Aceites de descarte</li> <li>▪ Grasas</li> <li>▪ Aguas oleosas</li> <li>▪ Baterías agotadas</li> </ul> Metales pesados <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Cobre</li> <li>▪ Zinc</li> <li>▪ Vanadio</li> <li>▪ Bromo</li> <li>▪ Plomo</li> <li>▪ Mercurio</li> <li>▪ selenio</li> </ul>
Lixiviación de óxidos y sulfuros secundarios	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Problemas de abastecimiento de agua</li> <li>▪ Generación de gran cantidad de residuos peligrosos</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Metales pesados: Cu, Fe<sup>++</sup>, Fe<sup>+++</sup>, Hg, Pb, etc.</li> <li>▪ Sulfatos producto del proceso de concentración los cuales se infiltran en las napas</li> </ul>

Parte de la relación inter-nodos ha permitido conocer la problemática ambiental, en temas de agua y energía, de otros rubros como agrícola y acuícola. A modo de resumen se elaboró la siguiente tabla.

### **EMPRESAS NO MINERAS**

<b>Descripción del Proceso</b>	<b>Principales Problemas</b>	<b>Contaminantes</b>
<p>Limpieza y selección de aceitunas verdes y negras, ambas son sometidas a distintos procesos: Verde: con soda cáustica y posterior fermentación natural Negra: Proceso de oxidación que acelera la maduración con el fin de alcanzar el grado óptimo para su consumo.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Falta de agua en los pozos del proceso debido a la sobre explotación de la cuenca del Copiapó.</li> <li>▪ Descarga de los RILes en terrenos aledaños provocando infiltración de contaminantes a la tierra.</li> </ul>	<p>Alta</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ DBO</li> <li>▪ Contenido de sulfatos</li> <li>▪ Aceites y grasas</li> <li>▪ Nitrógeno.</li> </ul>
<p>Investigación y Producción de mariscos en costas Chilenas, especialmente ostras, choritos y Ostiones, estos últimos son exportados a Europa.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Falta de un relleno sanitario para la disposición final de los residuos sólidos generados.</li> <li>▪ Electricidad, principal fuente de energía, presenta problema de voltaje.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Alto contenido de residuos orgánicos y conchas, (entre 3 y 5 ton/día)</li> </ul>
<p>Exportación de uva de mesa</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Tratamiento y recirculación de aguas</li> <li>▪ Sobre consumo de aguas en faenas producto de la no reutilizaron del recurso hídrico</li> <li>▪ Eficiencia energética</li> <li>▪ Falta de un relleno sanitario con las cualidades requeridas</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ DBO</li> <li>▪ Elevada generación de residuos tóxicos peligrosos</li> <li>▪ Generación de residuos sólidos (Rises) orgánicos</li> </ul>
<p>Exportación de productos del mar, en general pulpos, lapas, ostiones, erizos y pescados.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Generación de RILes, la mayor parte orgánicos, producto del lavado de productos de mar, envases y pisos</li> <li>▪ Elevada generación de Rises producto de los desconchados</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Alto contenidos de DBO (300 y 700 ppm)</li> <li>▪ Malos olores</li> <li>▪ Altos índices de nivel espumogeno producto de los detergentes utilizados</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Exportadora de Salmón</li> <li>▪ Cultivo y procesamiento de ostiones y abalones</li> <li>▪ Producción de conservas de jurel y caballa</li> <li>▪ Fabricación de harina de pescado de alta calidad.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Disposición final de residuos por no existir un relleno sanitario donde disponer los residuos</li> <li>▪ Sobre consumo de energía en las cámaras de frío y en la generación de vapor en las calderas</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Generación de residuos sólidos tanto orgánicos como inorgánicos</li> <li>▪ Altos contenidos de DBO en los Riles</li> <li>▪ Gran poder espumógeno de los Riles producto de los detergentes malos olores</li> </ul>

Nombre Empresa	Dirección	Teléfono	E-mail	Persona de Contacto	Tamaño de la Empresa	Descripción de la atención
Planta Charito	Camino al Sur, Copiapó	S/N		Sra. Rosa Contreras, dueña de la planta. Sr. Jorge Cepeda, administrador.	Pequeña	Tratamiento y recirculación de aguas
Sociedad Contractual Minera Carola	Socavón Carola Tierra Amarilla	52-320001 08-8890050	ortizdearate@scmcarola.cl	Luis Ortiz de Zárate	Mediana	Tratamiento y Recirculación de Agua.
COEMIN SA	Planta Cerrillo  Tierra Amarilla	52-320077	marcelo.sanchez@scmcarola.cl	Marcelo Sánchez	Mediana	Tratamiento y Recirculación de Aguas.
Complejo Industrial dos Amigos	Sector Sur del pueblo Domeyko	02-4713666		Marcos Barraza	Mediana	Tratamiento y recirculación de aguas.
Planta Nenita de Inca de Oro.	Sector Norte de Inca de Oro	52-688064 09-8498773		José Araya	Pequeña	Tratamiento y Recirculación de Aguas
Sociedad Contractual Minera Porvenir	Sector Norte de Inca de Oro	08-6690880		Gabriel Albornoz	Pequeña	Tratamiento y Recirculación de Aguas
Sociedad comercial Minex Ltda..	Sector Norte de Copiapo	S/N		Fortunato Yarlluri (dueño)	Pequeña	Eficiencia Energética, Tratamiento y Recirculación de Aguas.
Planta La Monserrat	Sector Sur, Copiapó	(08) 2339855		Sr. Juan Gómez, dueño de la planta	Pequeña	Eficiencia Energética, Tratamiento y Recirculación de Aguas.

Sociedad Contractual Minera Candelaria	Sector Sur de Copiapó	(052)223301 - Presidente. (052)210266 - Encargado.		Sr. Francisco Núñez.	Pequeña	Tratamiento y recirculación de aguas. Eficiencia Energética.
Planta Day	Sector Sur de Copiapó	(0529)364878 - Administrador.		Miguel Day, dueño de la planta. Sr. Juan López, operador.	Pequeña	Tratamiento de aguas. Eficiencia Energética.
Compañía Minera Fortuna Ltda.	Panamericana Sur km 803	(08)2494259 - Dueño.		Sr. José Zazzalli, Gerente	Pequeña	Recirculación de agua e Instrumentos Corfo
Planta San Eduardo	Panamericana Sur Cuesta Cardone, Copiapó	09 / 8246207	<a href="mailto:Plaza.jorge@gmail.com">Plaza.jorge@gmail.com</a>	Jorge Plaza	Mediana	Tratamiento de efluentes y recirculación de aguas
Planta Andacollo	Panamericana Sur, Copiapó	(08)8458820 - Socio. (09)1616484. Dueño.		Sr. Jorge Fernández, Dueño. Sr. Rogelio Rojas, Socio	Pequeña	Tratamiento de efluentes y recirculación de aguas
Planta Wanda Lorena	Zona de Piedra Colgada s/n	(09)8872988 - Dueño.	<a href="mailto:c.malvenda@entelchile.net">c.malvenda@entelchile.net</a>	Carlos Malvenda, Dueño	Pequeña	Tratamiento de efluentes y recirculación de aguas
AMFFAL "Empresa de tratamiento de desechos cloacales"	Los Carerra 6556, Copiapó	52-227415	<a href="mailto:sec.copiapo@amffal.cl">sec.copiapo@amffal.cl</a>	Sr. Oscar Pino, dueño de la empresa		Tratamiento de agua.
Planta Concentradora Diego de Almagro	Liceo Diego de Almeida	52-449256  09-4458576		Luis Barros Soto (director colegio)  -Rodolfo Valle (jefe planta)	Pequeña	Implementación Planta Concentradora

Asociación Minera de Caldera	Atacama 620	(08)6093999 - Presidente		Hernán Cood, Vicepresidente		NODO Tecnológico FCH. Misión Tecnológica
Asociación Minera de Chañaral	Chañaral	52-480979	<a href="mailto:agm_chanaral@hotmail.com">agm_chanaral@hotmail.com</a>	Sr. Joel Díaz Vicipresidente. Sr. Pedro Cortés, Secretario		
Asociación Minera de Tierra Amarilla	Edwards N° 23	52-320669	<a href="mailto:asomita1@yahoo.cl">asomita1@yahoo.cl</a>	Sr. Mario Morales, Presidente		Información nodoagua de Fundación Chile e Instrumentos Corfo
Rut 5.339.595-3	Inca de Oro	52-320669		Héctor Araya	Pequeña	
Rut 4.309.082-8	Carreras Pinto	52-320670		Jorge Campbell	Pequeña	
Rut 8.730.105-2	San Marcos	52-320671		Julio Cisterna	Pequeña	
Rut 5.672.417-6	Buena Esperanza	52-320672		Santiago Campbell	Pequeña	
Rut 9.074.688-k	Remolinos	52-320673		Raul López	Pequeña	
Rut 9.327.638 -8	Defensa	52-320674		Mario Morales	Pequeña	
Rut 3.508.868-7	Carreras Pinto	52-320675		Pedro Rojas	Pequeña	
Rut 4.595.413-2	Cerro Castiño	52-320676		Enrique Rojas	Pequeña	
Rut 6.113.002-0	Tierra Amarilla	52-320677		Jorge Sepúlveda	Pequeña	
Rut 9.508.153-3	Tierra Amarilla	52-320678		Víctor Sepúlveda	Pequeña	
Rut 5.535.933-9	Oyanco	52-320679		Carlos Tapia	Pequeña	
Rut 4.412.182-4	Sector Vallenar	52-320680		Juan Villalobos	Pequeña	
Rut 5.414.434-2	Checo Cobre	52-320681		Horacio Véliz	Pequeña	
Rut 5.877.954-7	Pampa Larga	52-320682		Juan Bascuñan	Pequeña	

### Actividad 1.3 Prospección de tecnologías aplicables a las necesidades del sector

Con la información recabada en las actividades 1.1 y 1.2 se realizaron dos acciones que permitieron la obtención de tecnologías actualmente disponibles de acuerdo a las necesidades detectadas en el diagnóstico. Para la obtención de esta información se solicitó asesoría de un abogado, en temas de propiedad industrial, de las tecnologías desarrolladas por Fundación Chile y que se encuentran patentadas.

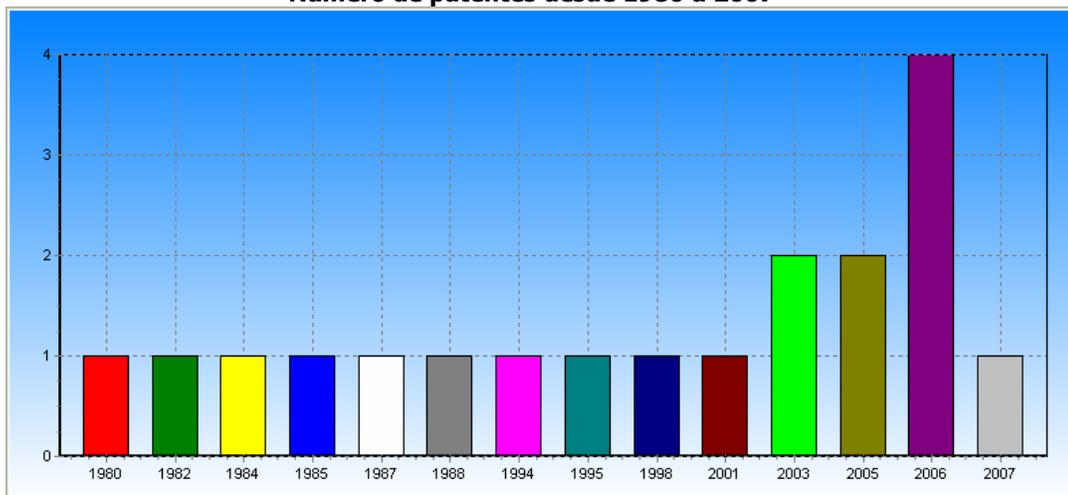
- a) Búsqueda de información técnica utilizando para ello el software Bibliométrico Matheo 8.2, el cual es un buscador de patentes que se conecta a una base de datos de Europa permitiendo visualizar la tendencia a nivel mundial de los últimos inventos patentados en el ámbito de los objetivo del nodo.
- b) Con la base de datos de Fundación Chile, recopilada a través de los años de investigación técnica – práctica, seleccionar aquellas tecnologías o medidas que permitan hacer una transferencia tecnológica de fácil implementación a las empresas visitadas.

#### a) Software Bibliométrico Matheo 8.2

La búsqueda en el software consistió en obtener información sobre el uso de agua en la minería, para ello las palabras claves introducidas en Matheo fueron: **Agua y Minería**. Se desplegó un listado de más de 110 patentes a las cuales se les hizo un filtro descartando aquellas que no tenían relación con los objetivos del Nodo.

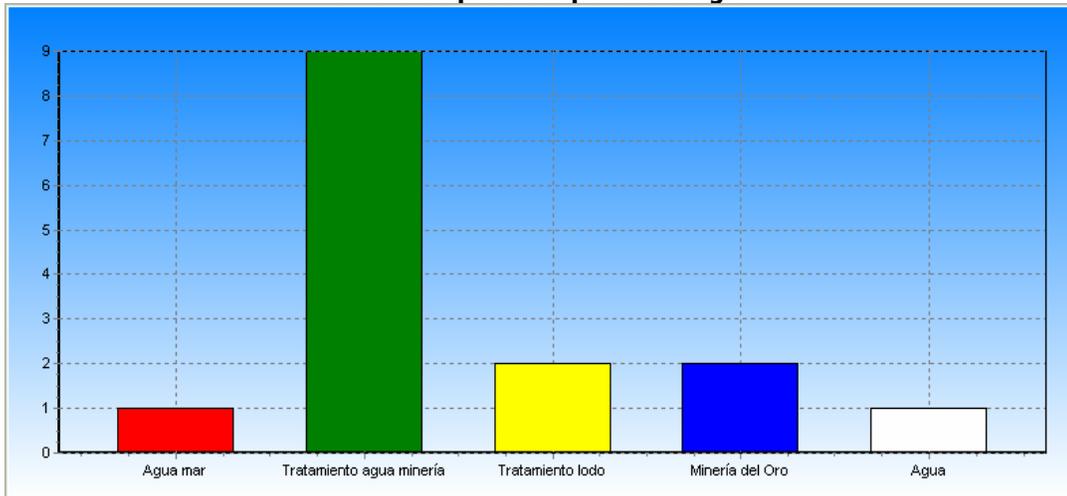
El filtrado arrojó la tendencia que se muestra en la figura 1, donde se visualiza que desde el año 1980 a la fecha se ha patentado como mínimo una patente al año con temas de uso de agua, tratamiento y energía. Se observa además que desde el año 2003 hay un incremento en las publicaciones y es posible que este año siga la misma tendencia la que podrá verificarse durante el año 2008.

**Figura 1**  
**Número de patentes desde 1980 a 2007**



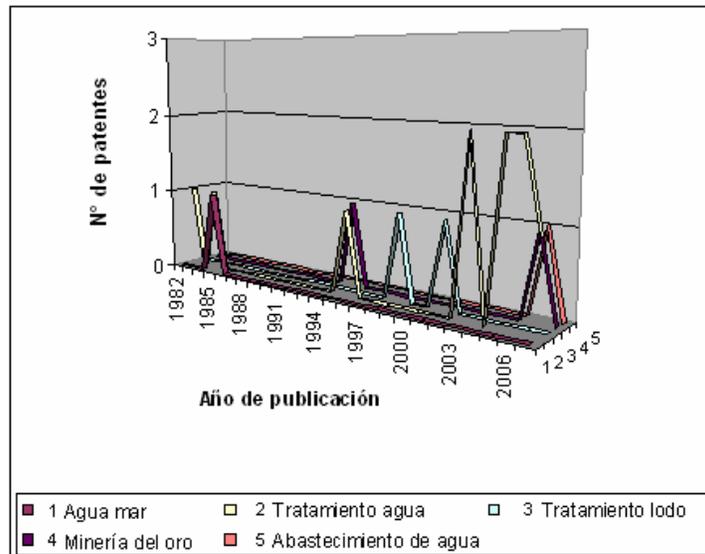
Las tecnologías patentadas del gráfico anterior están relacionadas con tratamiento de agua, agua de mar, tratamiento de lodo, minería del oro y uso de agua. Sin embargo, la tecnología más patentada entre los años 1980 a 2007 es el tratamiento de agua en la minería, tal como se muestra en la figura 2.

**Figura 2**  
**Número de patentes por tecnología**



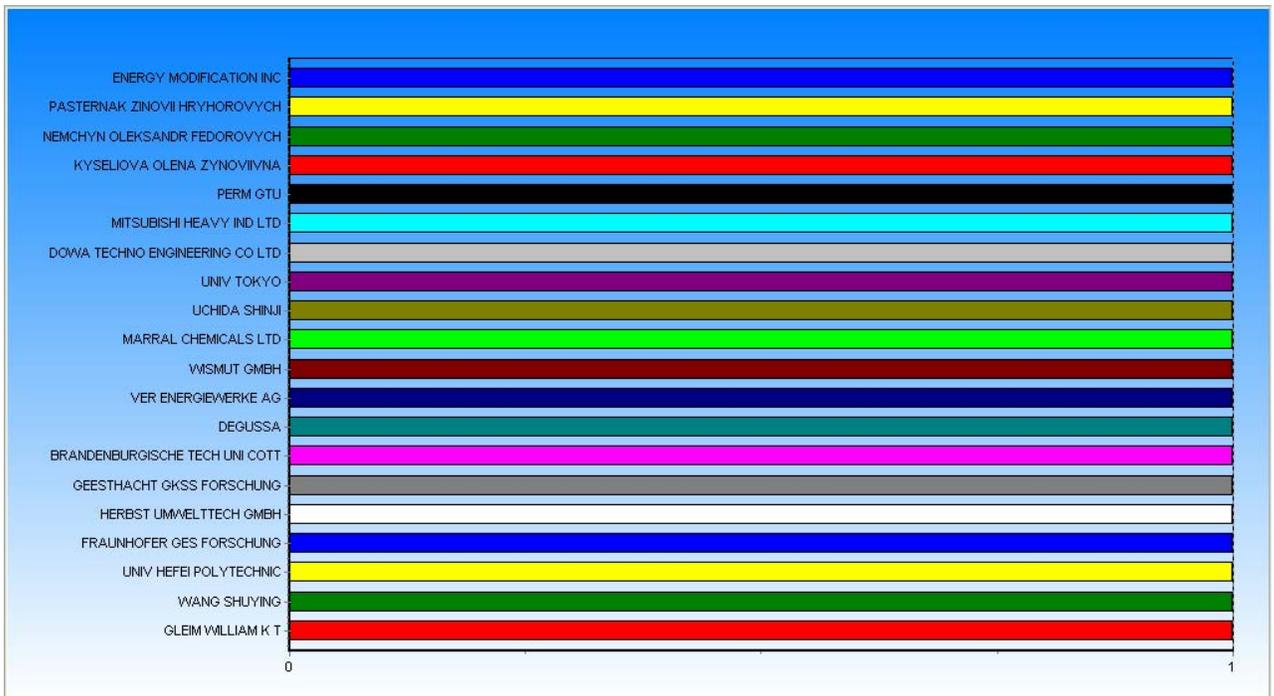
El gráfico de la figura 3 muestra que en los últimos años ha habido un aumento en el número de patentes que tratan el tema de tratamiento de agua en la minería, curva más alta de la figura, tema que ha sido relevante desde el año 2003 a la fecha.

**Figura 3**  
**Número de patentes por año de publicación**



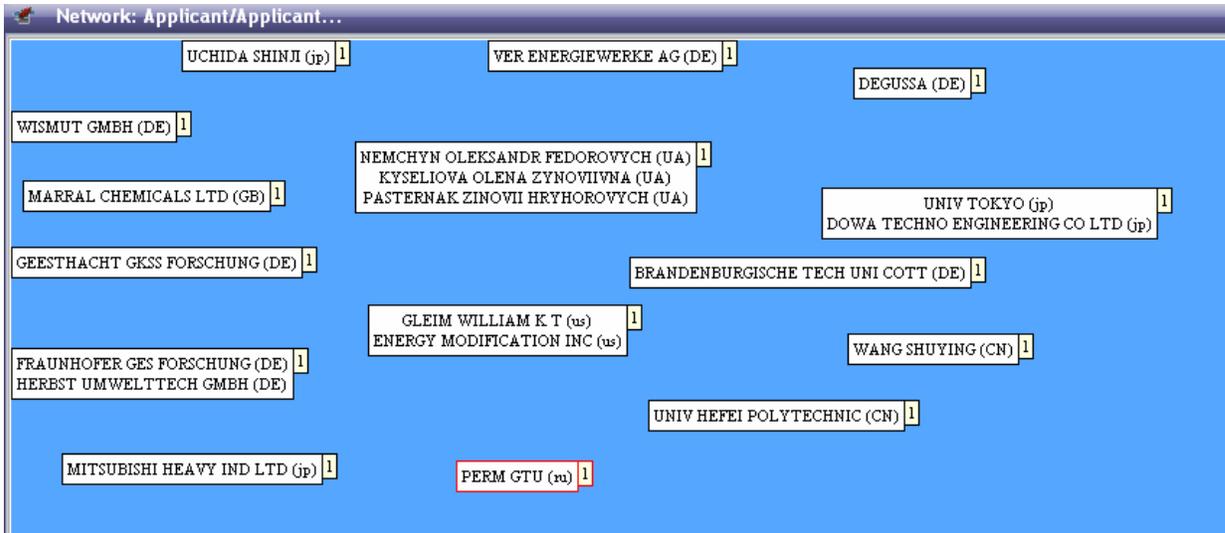
Las empresas que patentan las tecnologías que hablan de lo anterior son las que se muestran en la figura 4 y todas ellas han publicado 1 patente.

**Figura 4**  
**Empresas que han patentado entre los años 1980-2007**

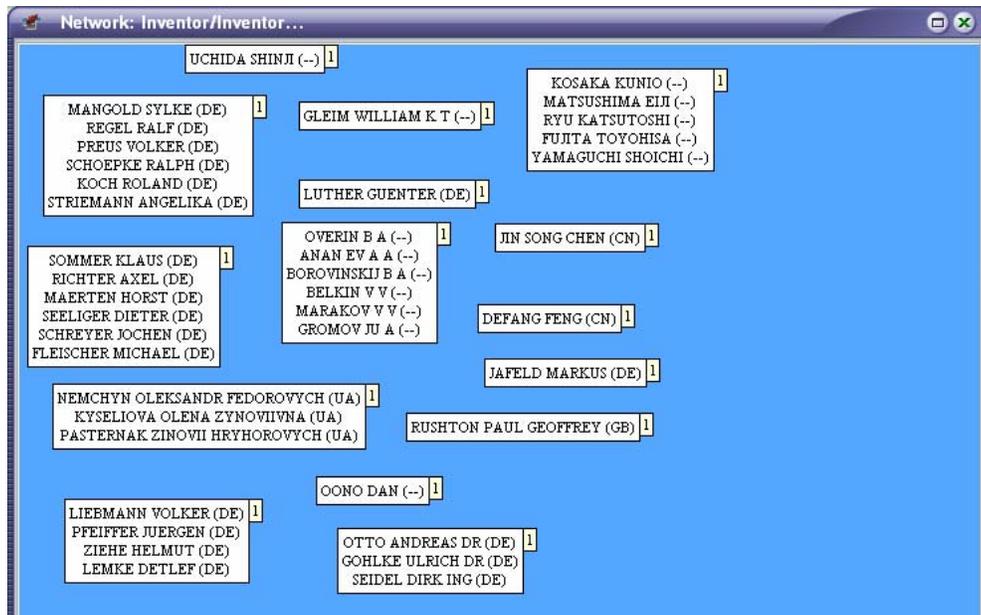


De estas empresas se obtuvo que algunas de ellas trabajan en conjunto para patentar una tecnología en particular (figura 5), así como también existe una relación entre los inventores de estas empresas para agruparse a patentar (figura 6)

**Figura 5**  
**Vínculo entre empresas**

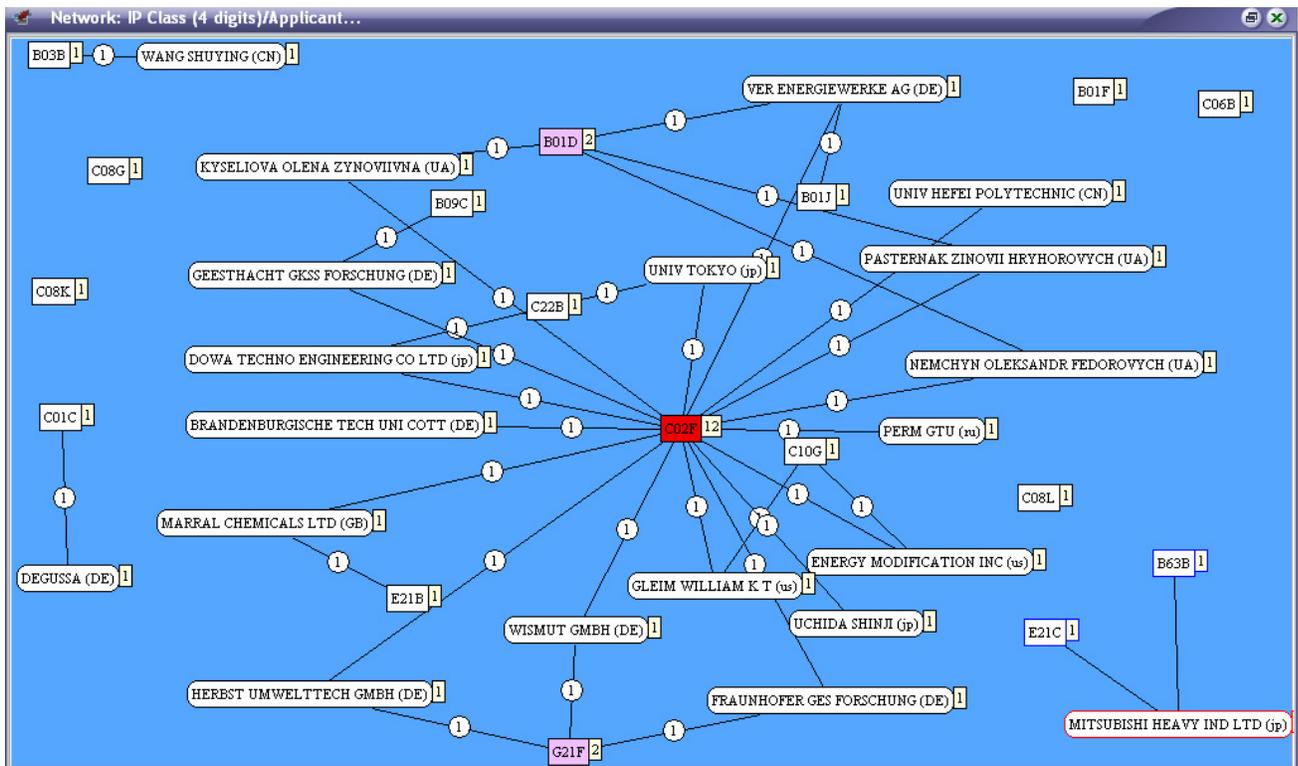


**Figura 6**  
**Vínculo entre inventores**



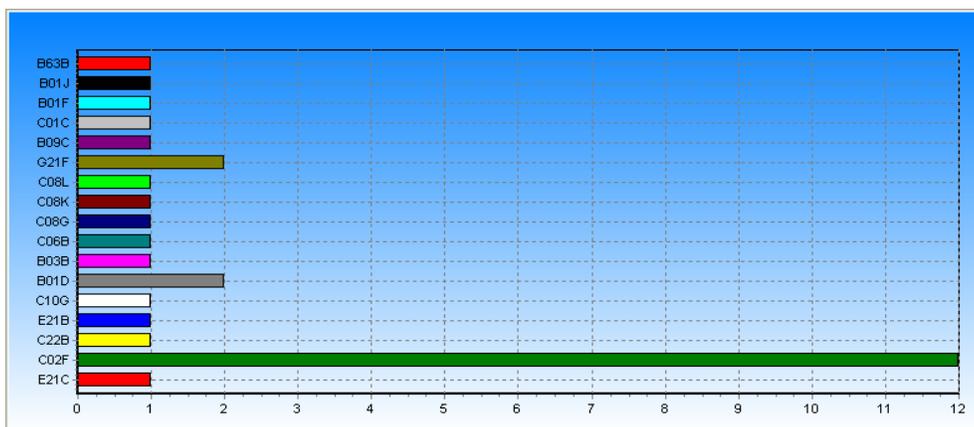
La figura 7 corresponde a un mapa tecnológico del cual se desprende con que tecnología se relacionan las empresas anteriormente mostradas.

**Figura 7**  
**Empresas y tecnologías patentadas**



De este mapa se rescata que la gran mayoría de las empresas están vinculadas con la tecnología codificada como C02F y que lejos es la que más se ha patentado (figura 8).

**Figura 8**  
**Tecnologías y número de patentes publicadas**



El código C02F corresponde a “tratamiento de agua residual en procesos mineros, reciclaje de efluentes ácidos o con presencia de metales pesados, adición de reactivos al agua para prevenir la corrosión, etc.”

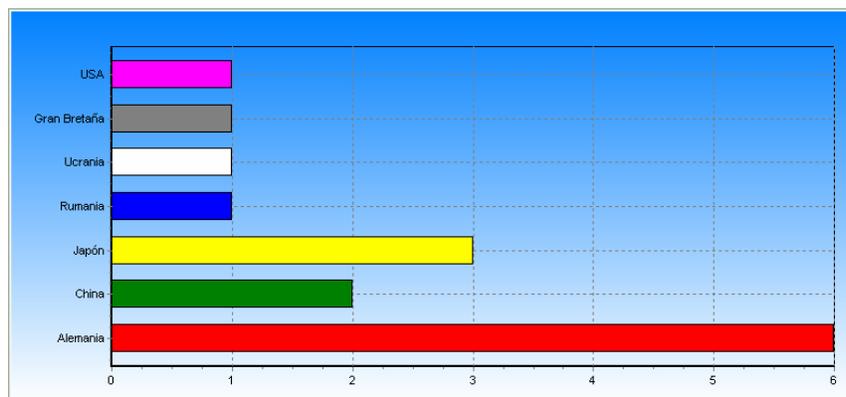
En la siguiente tabla se describe a que está asociada cada codificación.

<b>Código</b>	<b>Descripción</b>
C02F9	Tratamiento de agua, aguas residuales, lodo
G21F	Protección contra la radiación
E21C	Explotación minera
E21B	Perforación de la tierra o roca
C22B	Producción o refinación de metales
C10G	Pirólisis
C08L	Composición de compuestos macromoleculares (explosivos)
C08K	Uso de inorgánicos o sustancias orgánicas o composición (explosivos)
C08G	Composición de compuestos macromoleculares
C06B	Explosivos
C01C	Amonio, compuestos cianurados
B63B	Ventilación
B09C	Recuperación del suelo contaminado
B03B	Separación de materiales sólidos, flotación sedimentación
B01J	Procesos químicos o físicos
B01F	Mezclas, disoluciones, emulsiones, dispersión
B01D	Separación (sólidos, líquidos, tratamiento de aguas)

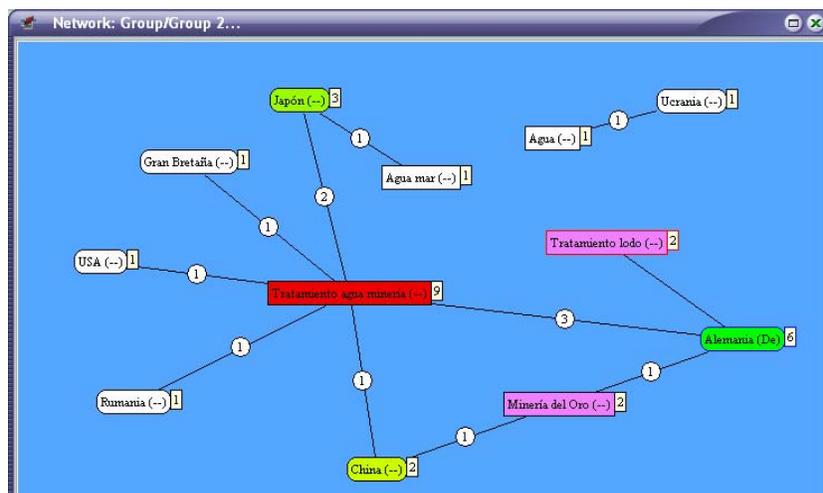
Otra información importante es que algunas empresas tiene patentes que según su característica es aplicable a distintas clasificaciones (por ej. la empresa Energy Modification INC tiene una patente que clasifica tanto en el ámbito de tratamiento de agua en la minería como con recuperación de aceites de hidrocarburos).

Los países que tiene más de una patente son Alemania, Japón y China, destacándose entre ellas Alemania (figura 9), así también es este país el que ha patentado en los tres tipos de temas buscados (figura 10).

**Figura 9**  
**Número de patentes por País**



**Figura 10**  
**Países y Tecnología**



En el anexo se adjunta un resumen del abstract de cada patente.

**La información encontrada revela que el tema de tratamiento de aguas de la minería es un tema latente en el día de hoy, así también algunos de los tratamientos descritos están dentro de lo que Fundación Chile tiene en su cartera de proyectos, siendo conocidos por nuestra empresa para su aplicación e implementación.**

b) Base de datos Fundación Chile

Fundación Chile entre los estudios que ha realizado en diversos proyectos complementado con asesorías especializadas cuenta con tecnologías aplicables a la problemática ambiental de los efluentes mineros, además cuenta con una amplia experiencia en asesorías que permitan mejorar los procesos productivos a través de tecnologías blandas. Dentro de las tecnologías que se describen a continuación existen algunas que han sido desarrolladas y patentadas por Fundación Chile.

Tecnología	Objetivo	Parámetros de remoción
Oxidación avanzada y precipitación química	Oxidar arsénico mediante un proceso de oxidación avanzada catalítica, con lo cual se obtiene arsénico a su estado de valencia +5, para luego precipitarlo junto con los demás metales presentes en el Ril (cobre, fluor y molibdeno).	Arsénico, cobre, fluor y molibdeno
Zeolita Modificada	Aumentar la selectividad de la zeolita modificada hacia los aniones arseniato, cromato, sulfato y molibdeno.	Arsénico, cromo, sulfato y molibdeno
Zeolitas Naturales	Captar metales pesados de Riles mineros a fin de reducir la carga contaminante de los efluentes líquidos que permita cumplir con la normativa nacional vigente actual: D.S. N° 609/98, D.S. N° 90/00 y D.S. N° 48/02.	Plomo, cobre, cadmio, zinc, cobalto, cromo y manganeso
Precipitación mediante proceso físico-químico	Captar metales pesados proveniente de Riles mineros en alta concentración	Plomo, cobre, cadmio, zinc, cobalto, cromo y manganeso
Proceso químico de precipitación	Cloruro en agua potable	
Proceso químico de precipitación	Tratamiento primario	Sólidos suspendidos, DQO, DBO, color.
Oxidación avanzada catalítica y precipitación química	Arsénico en RILES	Arsénico
Captación mediante resinas coordinantes	Metales pesados en bajas concentraciones	Metales pesados
Coalescencia	Tratamiento de RILES que contengan aceites e hidrocarburos	Aceites e hidrocarburos
Oxidación avanzada	Tratamiento para Riles Complejos con alto contenido de contaminantes persistentes	Fenoles, cianuros, mercaptanos, entre otros.

Resina quelante	Proceso de adsorción, donde la resina actúa como intercambiador iónico	Boro
Biogas	Tratamiento anaeróbico de los residuos orgánicos transforma pasivos ambientales en un conjunto de beneficios económicos, ambientales y sociales.	
Eficiencia Energética	Posible implementación en: Exploración y Perforación, Extracción de mineral, ventilación y Extracción de polvo, Manejo de agua y bombeo, Molienda, Transporte, Procesos de separación, Servicios en terreno.	

Todo lo anterior ayuda a tener una amplia visión de soluciones posibles de aplicar en aquellos procesos mineros que presentan problemas de contaminación de metales pesados. Además por la experiencia del equipo de trabajo del nodo es posible entregar medidas que permitan mejorar sus procesos y por ende aumentar su productividad. La información anterior se plasmó en la elaboración de cartillas técnicas que describen la aplicación de la tecnología.

## ETAPA II – DIFUSIÓN Y TRANSFERENCIA

### Actividad 2.1 Elaboración de material de difusión

Esta actividad se desarrolló como sigue:

- Elaboración de invitaciones para el seminario de lanzamiento del nodo en conjunto con Corproa
- Elaboración de cartillas técnicas a entregar en algunas de las empresas mineras visitadas.
- Elaboración de cartillas de información de los instrumentos CORFO útiles a las empresas mineras.
- Elaboración de invitaciones para el taller de tecnología "Disponibilidad de agua vía desalinización de agua de mar"
- Elaboración de presentaciones en Power Point a mostrar en cada una de las empresas visitadas.
- Elaboración de documentos de Acción de Transferencia a firmar por cada empresa receptora de las medidas tecnológicas entregadas.
- Folleto técnico "Buenas Prácticas para el uso eficiente del agua en la pequeña minería del cobre"
- Elaboración de plantilla que incluye un resumen de los parámetros máximos establecidos por la normativa vigente para la descarga de Residuos Industriales Líquidos.
- Elaboración de resumen de los laboratorios acreditados para el análisis de aguas residuales.
- Elaboración de invitaciones por el taller de cierre del nodo.

### Actividad 2.2 Implementación Unidad Piloto demostrativa

Tal como se informó esta actividad consistió en implementar una unidad piloto demostrativa en las dependencias de Enami-Paipote, con la que se contaba con un acuerdo de colaboración.

El piloto contempló la aplicación de dos tipos de tratamiento en forma paralela, uno de neutralización y otro de oxidación avanzada.

**Neutralización:** elevar el pH de la solución a un valor tal que, una parte importante del arsénico, metales pesados y otras impurezas precipiten en la forma de compuestos que se fijen al precipitado principal,  $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$  (yeso) y éste pueda ser dispuesto en depósitos acordes con la normativa legal vigente.

**Tecnología Oxidación Avanzada:** tecnología desarrollada por Fundación Chile que consiste en un proceso que involucra la generación y uso de especies químicas altamente reactivas como el radical hidroxilo (OH.) capaz de modificar, por oxidación, los contaminantes presentes en los RILES en sustancias que son inocuas para el medio ambiente.

A modo de complementar la información se indica lo siguiente:

La actividad se llevó a cabo en el mes de junio y la exposición de la unidad piloto consistió en mostrar a un grupo de empresarios mineros una de las tecnologías implementadas por Fundación Chile, Oxidación Avanzada, para el tratamiento de remoción de arsénico presente en el efluente.

Durante la visita se explicó a los empresarios mineros todo el proceso tecnológico a modo de que ellos puedan interiorizarse en la tecnología y que a su vez les permita visualizar que el Nodo tecnológico de Fundación Chile es un instrumento que permite mostrar en terreno la ejecución de una tecnología.



Además fue una instancia en que se pudo incentivar a los empresarios a trabajar en conjunto con el nodo, reforzar el objetivo de éste y a su vez indicar que el propósito de CORFO en crear este programa, es para utilidad de ellos mismos, por lo que es necesario su aporte en la entrega de información solicitada y que sean además portavoz a sus pares.

Adicionalmente a la actividad anteriormente descrita, se realizó otra visita demostrativa en la Planta San Eduardo, empresa contactada por el nodo, con el fin de mostrar una solución tecnológica en temas de tratamiento de efluentes.

El objetivo del piloto in-situ fue un tratamiento integral del efluente proveniente de proceso de lixiviación utilizando una tecnología, desarrollada por Fundación Chile, basada en oxidación avanzada y precipitación para la remoción de arsénico, hierro y otros metales contenidos en el efluente y estabilización de éstos en un lodo que resulta no peligroso (no lixiviable).

Esta tecnología es muy útil porque permite tratar las aguas ácidas de lixiviado para recuperar el agua y utilizarla en nuevas operaciones.

Esta actividad permitió mostrar la iniciativa de esta planta en buscar soluciones técnicas para tratar efluentes ácidos, e informar que producto de las visitas realizadas por el nodo se pudo concretar la ejecución del piloto, previo a un estudio de tratabilidad llevado a cabo con anterioridad.

### Actividad 2.3 Elaboración Sitio Web

Con fecha 30 de marzo se inscribió el dominio "nodoagua.cl". Posteriormente se trabajó en el diseño de la página web, de tal forma que contenga datos tales como antecedentes del nodo, servicios a ofrecer, links con enlaces a CORFO, normativa, noticias del nodo y contacto.



### Actividad 2.4 Seminario Lanzamiento Nodo

Previo al seminario de lanzamiento se sostuvieron diversas reuniones con ejecutivos de Corproa, de tal forma de establecer una red de apoyo que permita trabajar en conjunto para un mayor éxito en la ejecución de los nodos respectivos.

Es así que se llegó al acuerdo de realizar en conjunto el seminario del lanzamiento del nodo, realizado el día 16 de abril de 2007. El objetivo del encuentro fue dar a conocer nuevas tecnologías e iniciativas exitosas en la actividad minera, e incentivar tanto a los proveedores y pymes mineras de la región y a los asociados al Clúster Atacama, a innovar en sus procesos productivos.

El Seminario contó con expositores especialistas en innovación minera de entidades tecnológicas y empresas exitosas en este ámbito, entre ellos, ejecutivos de Sonami, Sociedad Punta del Cobre, Cimm, Sernageomin y BGR. La actividad contó además con un ejecutivo del área minera de Innova Chile, quien contó experiencia de países líderes en el tema.

El seminario fue publicitado en la región en distintos medios de prensa. En anexo se muestran las minutas de las reuniones sostenidas con CORPROA.

El programa del Seminario Innovación en la Minería fue el siguiente:



Programa Seminario Innovación en la Minería

Hora	Actividad	Expositor
08:30 - 09:00	Recepción Público	
09:00 - 09:30	Ceremonia de Apertura	Juan Carlos Torres Bustamante. Director Regional de CORFO. Leonardo Troncoso Iñier Gerente CORPROA. Viviana Ireland Cortés, Intendente de la Región de Atacama
<b>Innovación y Procesos Productivos</b>		
09:30 - 10:15	1ª Presentación: Realidad de la industria Minera Regional.	Iván Cerda Bernal Gerente Departamento Técnico e Innovación, SONAMI
10:15 - 11:00	2ª Presentación: Técnicas Hidrometalúrgicas de última generación para tratamientos de minerales baja Ley.	Dr. Juan Rivadeneira Jefe de Investigación Sociedad Punta del Cobre S.A.
11:00 - 11:15	Coffee Break	
<b>Agua y Energía Para la Minería</b>		
11:15 - 12:00	3ª Presentación: Innovación y Desarrollo Estratégico en la Minería de Mediana y Pequeña Escala.	Ing. Claudia Almendares Investigadora Innovación y Desarrollo Estratégico CIMM
12:00 - 12:45	4ª Presentación: Limpieza y reutilización de aguas en procesos de la Pyme minera.	Mcs. María Elena Torres Directora (f) Programa Tecnologías Ambientales, Fundación Chile.
12:45 - 13:30	5ª Presentación: Eficiencia energética para las Pymes mineras de Atacama.	Ana María Ruz Directora - Programa Energía Sustentable, Fundación Chile.



Gobierno, Proveedores y Entidades Internacionales

15:00 - 15:30	6ª Presentación INNOVA CHILE, Innovación en Cluster Mineros.	Orlando Castillo Sub. Director de Minería Innova Chile.
15:30 - 16:00	7ª Presentación Proveedores Exitosos	Salvador Aliaga Gerente General, Socio Proseim Proveedores de la Minería.
16:00 - 16:45	8ª Presentación Instituto de Geociencias y Recursos Naturales de Alemania.	Expositor Internacional Señor Erico Fritsch Ingeniero Asesor Proyecto Pasivo Ambientales Mineros
16:45 - 17:00	Coffee Break	
17:00 - 18:15	Panel de Análisis	
18:15 - 18:30	Palabras	Ulises Carabantes Seremi de Minería III Región
18:30	Cierre	CORPROA - FUNDACIÓN CHILE

Las láminas a continuación corresponden a los temas abordados durante el seminario.

**MINERÍA EN LA REGIÓN DE ATACAMA**

---

SEMINARIO INNOVACIÓN EN MINERÍA  
CORPROA - CORFO - FUNDACIÓN CHILE

Iván Cerda Bernal

- Copiapó, Abril de 2007 -






**Caracterización y Diagnóstico para la Pequeña y Mediana Minería de Atacama.**



Centro de Investigación Minera y Metalúrgica  
CIMM  
Abril 2007

CIMM - CORFO





**Chile, un país ávido de INNOVADORES Y EMPRENDEDORES**

Salvador Aliaga M.

**Biotecnología**

Estado Del Arte de la Explotación Biológica



### Actividad 2.5 Taller Normativa Ambiental

Con fecha 24 de noviembre en la ciudad de Copiapó se llevó a cabo el taller de Normativa Ambiental con el objetivo de informar sobre las distintas normas aplicables a los Residuos Industriales Líquidos, su aplicación y plazos de cumplimiento, de tal forma que las empresas puedan abordar este tema de manera eficaz.




El Nodo Tecnológico de Fundación Chile, proyecto cofinanciado por INNOVA CHILE de CORFO, tiene el agrado de invitarle a un Taller de Normativa Ambiental a realizarse al día sábado 24 de noviembre, entre las 10:00 y 12:00 horas, en el salón de la Corporación para el Desarrollo de la región de Atacama, CORPROA, ubicado en Atacama 840, Copiapó.

El objetivo del taller es informar sobre las distintas normas aplicables a los Residuos Industriales Líquidos, su aplicación y plazos de cumplimiento, de tal forma que las empresas puedan abordar este tema de manera eficaz.

S.R.C.: 09-918 8242 - lbravo@fundacionchile.cl / (56-2) 240 0602 - gzuniga@fundacionchile.cl




## Programa Taller Normativa Ambiental

### Nodo Agua y Energía

Hora	Temas
10:00 - 10:30	Introducción al Taller
10:30 - 11:15	Revisión General DS 90, 46 y otros. Plazos de cumplimiento
11:15 - 11:30	Parámetros contaminantes del sector.
11:30 - 11:45	Laboratorios Certificados de análisis

La actividad incluyó en primera instancia sensibilizar a los empresarios en el tema ambiental, indicándoles la importancia de preocuparse de la generación de efluentes, que se entiende por: normativa ambiental, residuos líquidos, cuál es la normativa a usar dependiendo de la fuente emisora, quién fiscaliza, parámetros críticos de contaminación, límites máximos para los parámetros contaminantes del sector, plazos de cumplimiento, laboratorios acreditados, entre otros.

FUNDACIONCHILE  
NODOEFICIENCIAAGUAYENERGIA

InnovaChile  
CORFO

## TALLER NORMATIVA AMBIENTAL

Nodo Tecnológico: "Tecnologías de Tratamiento de Efluentes y de Uso Eficiente de Aguas de Proceso para la pequeña y mediana minería de la III región".

Programa de Tecnologías Ambientales  
Gerencia de Medio Ambiente y Energía

FUNDACIONCHILE  
NODOEFICIENCIAAGUAYENERGIA

InnovaChile  
CORFO

### ¿Qué son los Residuos Industriales Líquidos (RILES)?

- Son todas aquellas descargas que se generan producto de alguna actividad económica.
- Incluyen la descarga de grandes y pequeñas industrias, talleres artesanales y comercio.

Pueden ser:

- Aguas de lavado contaminadas
- Residuos de algún proceso producto de la transformación de la materia prima o materiales empleados
- Operación, manipulación o limpieza sin tener una transformación de la materia prima.

### Ejemplo "Potenciales Contaminantes Hídricos del Sector Minero"

PROCESO	CONTAMINANTES
Recuperación de oro	Mercurio Reactivos de flotación: Cianuro
Lixiviación de óxidos de cobre	Metales: Hierro, plomo, mercurio, cobre, /Aniones: sulfatos
Concentrado de cobre	Metales: Plomo, Mercurio, Cobre, Hierro, Molibdeno, Manganeso.
General	Ácidos, álcalis, espumas, colectores, floculantes y coagulantes (ej. sales de aluminio y hierro), aceites, sólidos suspendidos.

### Ejemplo "Potenciales Contaminantes Hídricos otros rubros"

PROCESO	CONTAMINANTES
Agrindustria	DBO, Sulfatos, Aceites y Grasas, Molibdeno.
Alcaldía	DBO, nivel escurrido (detergentes).

### PARÁMETROS MÁXIMOS ESTABLECIDOS POR DISTINTAS NORMATIVAS

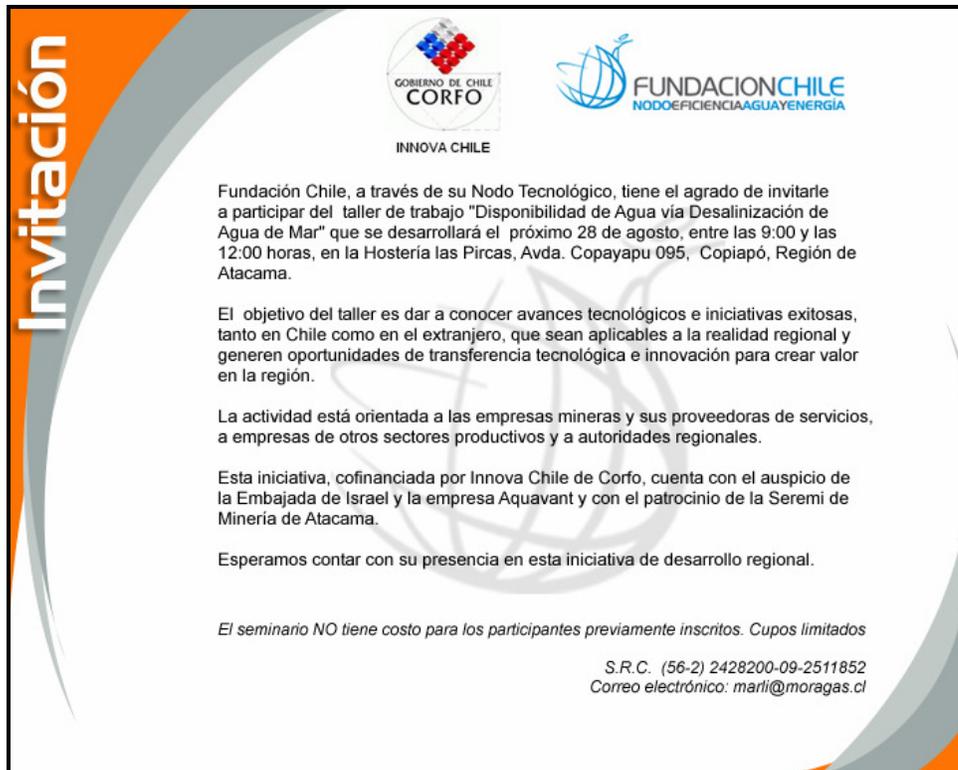
Parámetro	Exposición	Unidad	DS 6000 Aguas Superficiales				DS 6002 Aguas Subterráneas		DS 6019	DS 1222
			En aguas fluviales	En aguas fluviales o de precipitación	En aguas fluviales	En aguas fluviales en zona de protección	Vulnerabilidad Buena	Vulnerabilidad Baja	Acuicultura	de agua
Acidez y alcalinidad	CaCO <sub>3</sub>	mg/L	25	20	20	20	10	10	100	1
Amonio	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	mg/L	0,5	1	0,5	0,5	0,15	0,15	0,15	0,15
Boro	B	mg/L	0,75	1	0,75	0,75	0,15	0,15	0,15	0,15
Cadmio	Cd	mg/L	0,01	0,1	0,01	0,01	0,001	0,001	0,1	0,1
Cianuro	CN	mg/L	0,2	1	0,2	0,2	0,2	0,2	1	0,2
Cromo	Cr	mg/L	400	2000	...	...	200	200	...	200
Cobalto	Co	mg/L	...	...	...	...	...	...	...	...
Cobre	Co	mg/L	1	3	0,1	1	1	...	...	0,3
DBO	DBO <sub>5</sub>	mg/L	40	300	30	40	...	...	300	300
Dureza	CaCO <sub>3</sub>	mg/L	30	15	2	5	...	...	10-25	...
Fluoruros	F	mg/L	...	...	...	...	...	...	...	...
Hierro	Fe	mg/L	5	10	2,5	10	5	10	...	5
Manganeso	Mn	mg/L	0,05	0,05	0,05	0,05	0,01	0,05	100	0,05
Nitrato	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	mg/L	1	0,5	0,02	0,1	1	2,5	...	0,02
Nitrato total	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	mg/L	10	10	10	10	10	10	10	10
Plomo	Pb	mg/L	0,2-0,5	0,2-0,5	0,2-0,5	0,2-0,5	0,2-0,5	0,2-0,5	0,5-0,5	0,5-0,5
Selenio	Se	mg/L	...	...	...	...	...	...	...	...
Sulfato	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	mg/L	200	0,2	0,2	0,2	0,05	0,5	...	0,5
Sólidos suspendidos	SS	mg/L	100	5	5	5	...	...	200	...
Sólidos suspendidos totales	SS-T	mg/L	100	200	100	100	...	...	200	200
Sulfuro	S	mg/L	1	10	1	1	1	5	...	5
Temperatura	T	°C	15	40	20	20	20	20	...	20
Zinc	Zn	mg/L	3	20	3	3	3	3	...	3



Empresa	E-mail	Dirección	Teléfono	Contacto	Descripción de la atención
Planta Andacollo. Concentradora de Au, Ag y Cu.	r_ivan79@hotmail.com	Panamericana Sur s/n	(08)5202391	Rogelio Araya R	Participación Taller.
Socotrater			220402 09-2183831	Fidel Molina	Participación Taller
Planta Minera Candelaria Ltda. Sociedad contractual. Concentradora de Au, Ag y Cu		Panamericana Sur Km 805.	(052)223301	Francisco Nuñez,	Participación Taller
Compañía Minera Fortuna Ltda.. Concentradora de Cu.  Rut: 79.867.810-8	minerafortuna@vtr.net	Panamericana Sur Km 805.	8-2349685	Jean Marie de Saint Asesor	Participación Taller
Enami	cdiaza@enami.cl		201937	Claudio Díaz	Participación Taller
Cosemar	patriciavelascog@gmail.com			Patricia Velasco Asesor	Participación Taller

### Actividad 2.6 Taller Tecnología Tratamiento de Riles

Con fecha 28 de agosto de 2007 en la ciudad de Copiapó, se llevó a cabo un taller de trabajo denominado "Disponibilidad de Agua vía Desalinización de Agua de Mar". El desarrollo de este taller involucró una transferencia efectiva, aplicable a la realidad regional generando valor a través de innovación.



**Invitación**

**GOBIERNO DE CHILE  
CORFO**  
INNOVA CHILE

**FUNDACIONCHILE**  
NODOEFICIENCIAAGUAENERGIA

Fundación Chile, a través de su Nodo Tecnológico, tiene el agrado de invitarle a participar del taller de trabajo "Disponibilidad de Agua vía Desalinización de Agua de Mar" que se desarrollará el próximo 28 de agosto, entre las 9:00 y las 12:00 horas, en la Hostería las Pircas, Avda. Copayapu 095, Copiapó, Región de Atacama.

El objetivo del taller es dar a conocer avances tecnológicos e iniciativas exitosas, tanto en Chile como en el extranjero, que sean aplicables a la realidad regional y generen oportunidades de transferencia tecnológica e innovación para crear valor en la región.

La actividad está orientada a las empresas mineras y sus proveedoras de servicios, a empresas de otros sectores productivos y a autoridades regionales.

Esta iniciativa, cofinanciada por Innova Chile de Corfo, cuenta con el auspicio de la Embajada de Israel y la empresa Aquavant y con el patrocinio de la Seremi de Minería de Atacama.

Esperamos contar con su presencia en esta iniciativa de desarrollo regional.

*El seminario NO tiene costo para los participantes previamente inscritos. Cupos limitados*

S.R.C. (56-2) 2428200-09-2511852  
Correo electrónico: [marli@moragas.cl](mailto:marli@moragas.cl)




### Programa de Trabajo

Hora	Actividad	Expositor
8:30 · 9:00	Recepción e Inscripciones	
9:00 · 9:15	Ceremonia de apertura	
	Intendenta Región de Atacama, Sra. Viviana Ireland Presidente de Fundación Chile, Sr. Oscar Guillermo Garretón	
09:15 · 09:45	Perspectivas de las tecnologías de desalinización	Marcela Angulo Gerente Area Medio Ambiente y Energía de Fundación Chile
09:45 · 10:45	Tecnologías y experiencias nacionales e internacionales	Sergio Seliger Gerente General Aquavant Representante ITT - Water Equipment Technologies
10:45 · 11:00	Pausa Café	
11:00 · 11:30	Misión Tecnológica a la Feria del Agua - Watec de Israel	Bárbara Silva Jefe Departamento Comercial Embajada de Israel
11:30 · 11:45	Rol de Corfo en la gestión estratégica de recursos hídricos	Juan Carlos Torres Director Regional de Corfo
11:45 · 12:00	Cierre del evento: Desalinización como fuente de agua para las nuevas inversiones mineras	Ministra de Minería, Sra Karen Pontachik

Además de dar a conocer la tecnología involucrada, fue la instancia de promover la feria que se realizaría en Israel, "WATEC- Israel 2007", siendo uno de los acontecimientos más importantes a nivel mundial en las temáticas de uso eficiente de agua, reutilización de aguas residuales, desalinización, eficiencia energética y energía alternativa.

Las láminas a continuación resumen los temas tratados en el taller.



**PERSPECTIVAS DE LAS TECNOLOGIAS DE DESALINIZACION**  
Marcela Angulo G.  
Gerente de Medio Ambiente y Energía  
Fundación Chile

---

Seminario  
"Disponibilidad de Agua vía Desalinización de Agua de Mar"  
Copiapó, Agosto 2007

Tecnologías y Experiencias Nacionales e Internacionales

## Desalinización de Agua de Mar



Taller de Trabajo :  
"Disponibilidad de Agua vía Desalinización"  
Copiapó, 28 de Agosto 2007

Presentado por:  
Sergio Seliger  
AQUAVANT S.A.



## WATEC Israel 2007 Tecnologías del Agua y Control Medio Ambiental



EMPRESA	FONO	EMAIL	CONTANTO	DESCRIPCIÓN DE LA ATENCIÓN
PCI-COMUNICACIONES	7-8647277	<a href="mailto:abravo@pcconline.cl">abravo@pcconline.cl</a>	ABRAHAM BRAVO	Participación de Taller
NODO TECNOLÓGICO	9-6792059	<a href="mailto:nodoturisticoconsultora@gmail.com">nodoturisticoconsultora@gmail.com</a>	MARYNELLA SALVADOR	Participación de Taller
MINERA LUMINA COPPER	8-2308148	<a href="mailto:jandrade@coserones.cl">jandrade@coserones.cl</a>	JAIME ANDRADE	Participación de Taller
ANGLO AMERICAN CHILE	52-204239	<a href="mailto:jcampos@anglochile.cl">jcampos@anglochile.cl</a>	JOSE CAMPOS	Participación de Taller
ANGLO AMERICAN CHILE	52-204239	<a href="mailto:relobos@anglochile.cl">relobos@anglochile.cl</a>	RODOLFO LOBOS	Participación de Taller
ASOCIACIÓN MINERA DE CALDERA	319915 Caldera; 363107 Copiapó	capitancood@chile.com; asom.icalag@hotmail.com	JORGE SÁNCHEZ ARAYA	Participación de Taller
ASOCIACION MINERA DE COPIAPO	52-213681	<a href="mailto:asomico@terra.cl">asomico@terra.cl</a>	ELIAS RESK	Participación de Taller
ASOCIACIÓN MINERA DE TIERRA AMARILLA	320114	<a href="mailto:Asptierra@123mail.cl">Asptierra@123mail.cl</a>	LUIS MUÑOZ	Participación de Taller
ENAMI	2-4355371	<a href="mailto:hbolocchi@enami.cl">hbolocchi@enami.cl</a>	HUGO BALOCCHI	Participación de Taller
CIA MINERA SAN ANDRES	211135	<a href="mailto:cvilches@congreso.cl">cvilches@congreso.cl</a>	CARLOS VILCHES	Participación de Taller
NODO AGRICOLA	52-237240	<a href="mailto:mariela.herrera@apeco.cl">mariela.herrera@apeco.cl</a>	MARIELA HERRERA	Participación de Taller
JURIOCOPIAPO	52-211574	<a href="mailto:jvriocopiapo@yahoo.com">jvriocopiapo@yahoo.com</a>	CARLOS ARAYA	Participación de Taller
MUNICIPALIDAD	51-611320		JUAN SANTANA	Participación de Taller
UNIVERSIDAD DE ATACAMA	52-361581	<a href="mailto:cesarbarrazac@gmail.com">cesarbarrazac@gmail.com</a>	CESAR BARRAZA	Participación de Taller
COMUNIDAD DE AGUAS SUBTERRANEAS	8-7844812	<a href="mailto:ca-subterranea@yahoo.com">ca-subterranea@yahoo.com</a>	CA-SUBTERRANEA	Participación de Taller
CORPROA	203425	<a href="mailto:sebastian.cousino@corproa.cl">sebastian.cousino@corproa.cl</a>	SEBASTIAN COUSIÑO	Participación de Taller
MINERA LEJANO OESTE S.A.	6410962	<a href="mailto:miguelangelobar@gmail.com">miguelangelobar@gmail.com</a>	OSCAR LEON	Participación de Taller

### Actividad 2.7 Taller instrumentos CORFO

Las acciones llevadas a cabo en esta actividad incluyen la visita a las empresas que se señalan en la tabla adjunta, donde se efectuaron charlas de sensibilización de nodo e instrumentos CORFO aplicables por los empresarios mineros. Cabe destacar que algunos de ellos conocían los instrumentos, otros habían escuchado de ellos y un sector no sabía que existían. Sin embargo, a pesar que algunos los conocían declararon su complejidad en la elaboración de algunos de ellos, por lo mismo fue la oportunidad de manifestarles que uno de los propósitos del nodo es ayudarles en la formulación de ellos.

Se entregó un resumen de los programas de apoyo, el que contenía una descripción breve sobre:

- En qué consiste
- Quiénes acceden
- Que financia.

Los programas que se explicaron fueron:



Las empresas que se les ha transferido información sobre los instrumentos CORFO son las siguientes

Empresa	E-mail	Dirección	Teléfono	Contacto	Descripción de la atención
Planta Andacollo. Concentradora de Au, Ag y Cu.	r_ivan79@hotmail.com	Panamericana Sur s/n	(08)8458820 Socio.	Jorge Fernandez, Dueño. Richard Fernandez, Encargado (Hijo) Rogelio Araya, Socio.	Charla información sobre instrumentos CORFO.
Planta Charito. Concentradora de Au y Cu  Rut: 5.499.915-1		Panamericana Sur s/n	(09)7035198 – Administrador.  (09)7555177 – Encargado.	Rosario Vallejos, Dueña. Jorge Cepeda, Administrador. Juan Carlos Aguilar, Encargado.	Charla información sobre instrumentos CORFO.
Planta Minera Candelaria Ltda. Sociedad contractual. Concentradora de Au, Ag y Cu		Panamericana Sur Km 805.	(052)223301 – Presidente.  (052)210266 – Encargado.	Roberto Castañeda, Presidente. Francisco Nuñez, Presidente.	Charla información sobre instrumentos CORFO.
Planta Monserrat. Concentradora de Au y Cu.		Panamericana Sur s/n		Oscar Gomez, Dueño. Oscar Cuello, Encargado.	Charla información sobre instrumentos CORFO.
Planta Day. Concentradora de Au, Ag y Cu.		Panamericana Sur Km 803.	(0529)364878 – Administrador.	Miguel Day, Administrador.	Charla información sobre instrumentos CORFO.
Compañía Minera Fortuna Ltda.. Concentradora de Cu.  Rut: 79.867.810-8	minerafortuna@vtr.net	Panamericana Sur Km 805.	(08)2494259 Dueño.	José Zazzali, Dueño.	Charla información sobre instrumentos CORFO.
Planta Wanda Lorena. Concentraora de minerales mixtos.  Rut: 7.950.724-5	c.maluenda@entelchile.net	Zona de Piedra Colgada s/n.	(09)8872988 Dueño.	Carlos Malvenda, Dueño.	Charla información sobre instrumentos CORFO.

En anexo se muestran estas acciones firmadas por los empresarios que las recibieron.

Empresa	E-mail	Dirección	Teléfono	Contacto	Descripción de la atención
Amffal. Tratadora de aguas cloacales.	<a href="mailto:amffal@entelchile.net">amffal@entelchile.net</a> <a href="mailto:oscar.pino@amffal.cl">oscar.pino@amffal.cl</a> <a href="mailto:carlos.ibanez@amffal.cl">carlos.ibanez@amffal.cl</a>	Los Carrera n°6256	(09)2993477 Gerente.  (052)289683 jefe de operaciones.  (052)227415 empresa.	Oscar Pino, gerente.  Carlos Ibáñez, Jefe de Operaciones.	Charla información sobre instrumentos CORFO.
Asociación Minera de Caldera.	<a href="mailto:capitancood@chile.com">capitancood@chile.com</a>	Juan Sanchez n° 936 Caldera. Los Carreras n° 1060- Copiapó	(08)6093999 – Presidente.  (09)9644497 – Vicepresidente	Jorge Sanchez Araya, Presidente.  Hernán Cood Yañez, Vicepresidente	Charla información sobre instrumentos CORFO.
Planta san Eduardo. Concentradora de Cu.	<a href="mailto:plaza.jorge@gmail.com">plaza.jorge@gmail.com</a>	Panamericana Sur s/n	(09)8246207 – Administrador.  (09)2402452 Dueño.	Jorge Plaza Vidal, Administrador.  Fortunato Llalluri, Dueño.	Charla información sobre instrumentos CORFO.

### Actividad 2.8 Seminario de Cierre de Actividades

El nodo tecnológico "Tratamientos de Efluentes y Uso Eficiente de Aguas de Procesos Para la Pequeña y Mediana Minería de la III Región" de Fundación Chile, proyecto cofinanciado por INNOVA CHILE de CORFO, finalizó sus actividades con un seminario realizado el día 17 de enero en la Hostería Las Pircas, Copiapó. La actividad contó con la asistencia del Seremi de Minería, Ejecutivos de Innova y distintos empresarios de la región.

En el evento, el Sr. Hernán Kong, Ejecutivo de Innova, expuso sobre la iniciativa de CORFO en la creación de los nodos tecnológicos como también los distintos programas de apoyo que ofrece Innova Chile para fomentar la innovación, incentivando su uso y colaboración en conjunto.

Luego la Sra. Gilda Zúñiga, encargada del Nodo Tecnológico, expuso sobre las actividades realizadas por el equipo de trabajo, resaltando algunas acciones realizadas tales como: talleres, entrega de documentos de "mejoras en sus procesos productivos" a empresarios de la pequeña minería del oro, demostración in situ de tecnologías de tratamiento de efluentes, algunos folletos técnicos generados, entre otros. Además se destacó las proyecciones generadas en el ámbito de agua y energía para la región.

El Sr. Sergio Seliger, Gerente General Aquavant Representante ITT – Water Equipment Technologies, expuso sobre las opciones de abastecimiento de agua mediante desalinización de agua de mar: Experiencia ITT en Tal-Tal y Norte de Chile.

El sr. Oscar Coustasse, Director Negocios Tecnológicos - Fundación Chile, expuso acerca de Innovaciones Tecnológicas en Agua & Energía, resaltando dos casos en que el Nodo tecnológico ha apoyado en la postulación de un proyecto para realizar un estudio de alternativas de abastecimiento de Agua a una faena minera, como también en la asesoría y estudio de tratabilidad de las aguas ácidas de lixiviación aplicando una de las tecnologías desarrolladas por Fundación Chile.

El evento contó además con la presencia del Seremi de Minería Sr. Ulises Carabaotes quien instó a continuar trabajando de forma conjunta por el desarrollo de la minería en la Región de Atacama.





## Innovaciones Tecnológicas en Agua & Energía

Oscar Coustasse M  
Director Negocios Tecnológicos  
Fundación Chile



### Opciones de Abastecimiento de Agua Desalinización de Agua de Mar



**Seminario:**  
"Cierre Nodo Tecnológico Agua y Energía"  
Copiapó, 17 de enero de 2008

**Presentado por:**  
Sergio Seliger  
AQUAVANT S.A.

Nombre	Empresa	Teléfono	Mail 1	DESCRIPCIÓN DE LA ATENCIÓN
ABRAHAM BRAVO	PCI Comunicaciones Empresariales Proyecto Caserones - Minera Lumina Copper Chile	07 8647277	<a href="mailto:abravo@pcionline.cl">abravo@pcionline.cl</a>	Participación Taller
BEATRIZ DI SANTO	ASOMICH	09 3860070	<a href="mailto:negociosmineros@gmail.com">negociosmineros@gmail.com</a>	Participación Taller
CARLOS MALUENDA	Minera Wanda Lorena	09 8872988	<a href="mailto:c.maluenda@entelchile.net">c.maluenda@entelchile.net</a>	Participación Taller
CARLOS PÉREZ	Hambur	09 5402779	<a href="mailto:cperez@hamburg.cl">cperez@hamburg.cl</a>	Participación Taller
CARLOS WULFF	Codelco, División Salvador	3922370	<a href="mailto:cwulff@codelco.cl">cwulff@codelco.cl</a>	Participación Taller
DANIEL DÍAZ	Nodo Turismo	201937	<a href="mailto:nodoatacama@gmail.com">nodoatacama@gmail.com</a>	Participación Taller
DANIELA SEPULVEDA	I. MUNICIPALIDAD DE CALDERA		<a href="mailto:dsepulvedav@yahoo.com.ar">dsepulvedav@yahoo.com.ar</a>	Participación Taller
HERMES PEÑA	Sec.Ministerial Regional	212537	<a href="mailto:hpena@minmineria.cl">hpena@minmineria.cl</a>	Participación Taller
JUAN CÉSPEDES	Nodo UDA	206843	<a href="mailto:jcespedes@uda.cl">jcespedes@uda.cl</a>	Participación Taller
MAURICIO MULET	GORE		<a href="mailto:mmuletm@yahoo.es">mmuletm@yahoo.es</a>	Participación Taller
OSCAR MUÑOZ LEMOINE	CASALE	225756		Participación Taller
PEDRO CORTÉS	ASOMICH	480979	<a href="mailto:agm_chanaral@hotmail.com">agm_chanaral@hotmail.com</a>	Participación Taller
RODRIGO MOSCOSO	CORPROA	203408	<a href="mailto:rodrigo.moscoso@corproa.cl">rodrigo.moscoso@corproa.cl</a>	Participación Taller
ROGELIO ARAYA	Planta Andacollo	08-5202395		Participación Taller
ULISES CARABANTES	SEREMI DE MINERÍA	212537	<a href="mailto:ucarabantes@minmineria.cl">ucarabantes@minmineria.cl</a>	Participación Taller
MIGUEL TOBAR	Minera Lejano Oeste	4351490	<a href="mailto:miguel.tobar@mineralejanoeste.cl">miguel.tobar@mineralejanoeste.cl</a>	Participación Taller
ARTURO TAPIA	ASOMICH	480979	<a href="mailto:agm_chanaral@hotmail.com">agm_chanaral@hotmail.com</a>	Participación Taller
RAUL GONZALEZ	ASOMICH	480979	<a href="mailto:agm_chanaral@hotmail.com">agm_chanaral@hotmail.com</a>	Participación Taller
JUAN SEVERINO	NODO UDA			Participación Taller
JOSE ARAYA	Nodo UDA	206843	<a href="mailto:jaraya@nodominero.cl">jaraya@nodominero.cl</a>	Participación Taller
MARIO ESPINOZA	EVH			Participación Taller
NIBALDO ROJAS	CORFO			Participación Taller
HERNÁN KONG	CORFO			Participación Taller

### ETAPA III – MISIÓN TECNOLÓGICA PARA LA FORMACIÓN DE REDES

#### Actividad 3.1 Reuniones con empresarios para definición de proyectos a presentar

#### Actividad 3.2 Preparación de proyecto en conjunto con las pymes en la línea de misiones tecnológicas y/o consultoría especializada de CORFO

Ambas actividades se reportan en conjunto.

Uno de los aspectos que se enfocó en el nodo, en cada una de sus visitas, fue la posibilidad de definir algún proyecto a presentar con los empresarios, muchos de ellos necesitan mejoras o cambios en sus procesos y es por esto que se ha instado a usar los programas disponibles por CORFO, donde el Nodo es una herramienta disponible para poder guiarles.

En la tabla siguiente se muestra un resumen de acuerdos generados con algunos empresarios para la preparación de proyectos.

Nombre Empresa	Dirección	Teléfono	Persona de Contacto	Descripción de la atención
Minera Wanda Lorena	Zona Piedra Colgada, Copiapó		Carlos Maluenda	Proyecto a presentar en el programa Todo Chile "evaluar alternativas de transporte de agua en las inmediaciones de la pertenencia minera" <b>Convenio Firmado</b>
Planta San Eduardo	Panamericana Sur, Cuesta Cardone, Copiapó.	09-8246207	Jorge Plaza	Estudio para evaluar la factibilidad de una planta de tratamiento de Riles por medio de Tecnología Oxidación Avanzada.

Cabe señalar que se sostuvieron diversas reuniones las que en un comienzo se veían auspiciosas, sin embargo algunas de ellas no dieron el fruto esperado en este tiempo, a modo de informar las acciones realizadas y el estado en que quedaron es que a continuación se detallan.

- a. Proyecto en conjunto con el Nodo de la UDA para insertar y desarrollar nuevas tecnologías y capacidades en la comuna de Chañaral.
  - A la fecha de cierre del proyecto se había terminado de cubicar el cerro para tener una estimación de la cantidad y tipo de mineral. Se acordó retomar las conversaciones originales para evaluar la colaboración en conjunto.
- b. Preparación Proyecto en línea de Misión Tecnológica para asistir a la VI Exposición Internacional de Negocios y Tecnologías para producir limpio "AMBIENTAL 2007" y sostener algunas reuniones en la SONAMI y con algunos proveedores.
  - Como nodo se pensó en esta misión dentro de Chile, ya que para los empresarios de la pequeña minería se les era difícil permanecer muchos días fuera de sus plantas. Así se preparó el documento a presentar (ver anexo), se consiguió agendar reuniones en la Sonami, con una empresa proveedora de equipos para la minería y profesionales

técnicos de Fundación Chile. Paralelo a esto se les solicitó a los empresarios reúnan los documentos exigidos para la postulación. Lamentablemente los confirmados que asistirían no lograron adjuntar toda la documentación lo que nos dejó fuera de plazo para la postulación y por ende asistencia al seminario. (en anexo se incluye el proyecto)

- c. Convenio de asesoría especializada evaluar la factibilidad de diseñar la ingeniería conceptual de una planta de acondicionamiento de Residuos Industriales Líquidos (Riles) en la pertenencia AMFFAL
  - Se realizaron varias visitas a la planta, se sostuvieron conversaciones y se elaboró un convenio para trabajo en conjunto. La empresa en un principio se mostró interesada pero luego hubo cambios en la gerencia y no se obtuvo más información.
- d. Se redactó un proyecto en la línea de Misión Tecnológica para asistir a Watec – Israel 2007”, para ello se invitó a empresarios de la región a participar los cuales mostraron interés en un principio, pero después no reunieron la información solicitada. A pesar que la Misión no fue financiada por Innova, el director del proyecto participó en la Feria, lo que generó redes de contacto y posibles transferencia tecnológicas para el país.

En el mes de enero se presentaron dos proyectos a Innova regional, iniciativas que han contado con el “fuerte apoyo” de la Seremi de Minería y Energía, Enami y Codelco. Sólo el primero de ellos fue adjudicado. Los proyectos son:

- Capacidad de generación de energía renovable a partir de cultivos de alto rendimiento: Oportunidad de diversificación productiva para la provincia de Chañaral -donde está el proceso de cierre de El Salvador- abordará la experimentación para generar biogás con 40 hectáreas (hás) de tunas y otras 20 hás de higuera y otras especies oleaginosas, con las que se intentará probar la capacidad de generar biocombustibles
- Eficiencia energética en la mediana y pequeña minería: Remoción de barreras, innovación tecnológica y promoción de oportunidades de mercado. Orientado a optimizar los procesos de producción de la pyme minera, eficientando el uso de los recursos energéticos y de recuperación de calor, para fines de ser utilizado en los mismos procesos

De la relación inter-nodo y con el diagnóstico levantado que reveló la presencia de Boro en las aguas, las que provocan problemas para los empresarios agrícolas de la región, se formuló un proyecto de Difusión para el “Abatimiento de Boro en agua potable, rural y de riego”, el cual fue aprobado en su versión de perfil. Actualmente se está preparando el proyecto a presentar a Innova.

## II. Plan de trabajo -Gantt

# GANTT ACTIVIDADES

## D) RESULTADOS OBTENIDOS

### I. Principales resultados o soluciones obtenidas y conclusiones

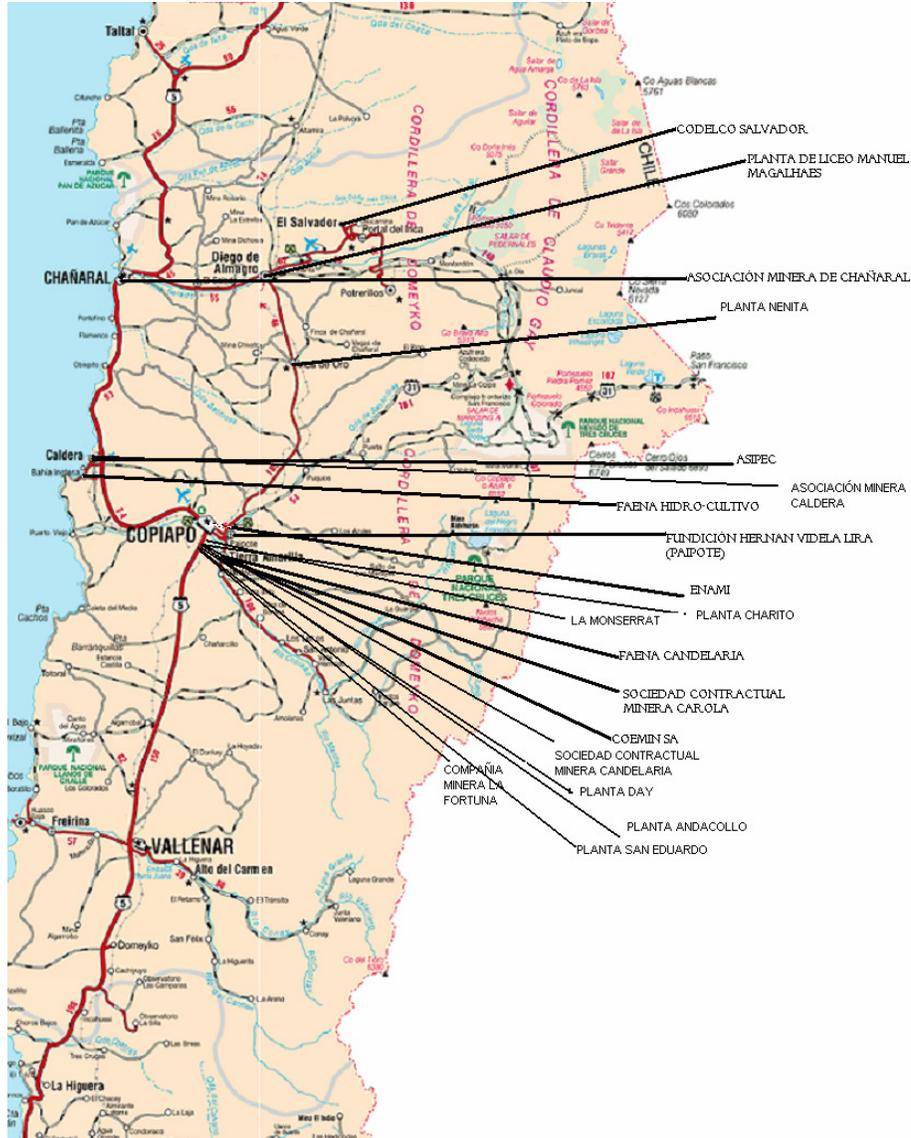
1. Amplia red de contactos y lazos de confianza, teniendo hoy una presencia real en la región. Los lazos generados en la región de Atacama han abarcado no solo el rubro minero sino que también otros rubros productivos como el agrícola y acuícola. La tabla siguiente muestra un resumen de los contactos originados a través del Nodo.

Autoridades	Instituciones	Empresas Mineras	Empresas No Mineras
Seremi, Sr. Ulises Carabantes	CORPROA	Planta Charito	Agrorevilla
Intendente, Sra. Viviana Ireland	Nodo Agrícola	Asociación minera Inca de Oro	Asipec
Director Regional de CONAMA, Sr. Plácido Ávila Castro	Nodo Acuícola	Asociación Minera de Chañaral	Camarones Chile S.A.
	I. Municipalidad de Diego de Almagro	Planta Concentradora Diego de Almagro	Frutícola Exportadora Atacama
	I. Municipalidad de Caldera	Sociedad Contractual Minera Carola	MardeCal Ltda
	CORFO	COEMIN SA	Camanchaca S.A.
	Sernageomin	Complejo Industrial dos Amigos	Hidro-Cultivos
	Ministerio de Bienes Nacionales	Sociedad Contractual Minera Porvenir	Amffal
	CONAMA	Sociedad comercial Minex Ltda	Agrícola Jaime Prohens Espinosa
	SONAMI	Planta La Monserrat	SOCIEDAD AGROINDUSTRIAL E INMOBILIARIA LOS MAMOROS
	Junta Vigilancia Río Copiapó	Candelaria	Frutícola y Exportadora Aconcagua ACONEX
	ASOEX	Planta Day	
		Planta Andacollo	
		Planta San Eduardo	
		Planta Wanda Lorena	
		Asociación Minera de Caldera	
		Compañía Minera La Fortuna	
		Planta San Eduardo	
		Sociedad Contractual Minera Candelaria	
		ENAMI	
		Compañía Minera Ojos del Salado	
		Codelco Salvador	

Se adjunta en anexo lista de las Asociaciones Gremiales Mineras y socios de Sonami.

La figura siguiente muestra un mapa de la III región en la que se han marcado algunos de los lugares visitados, cabe señalar que existen empresas muy pequeñas cuya única dirección es por ubicación geográfica de cerros o al lado de alguna empresa de mayor tamaño.

**MAPA III REGIÓN INDICANDO ALGUNAS EMPRESAS VISITADAS**



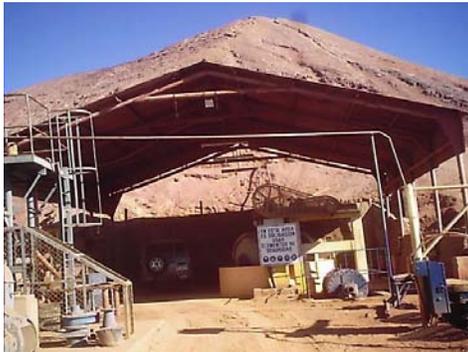
Cabe destacar que la red alcanzada fue crucial para el desempeño de las actividades durante el proyecto y es la base para las futuras relaciones de Fundación Chile en la región.

2. Del diagnóstico efectuado se desprende que las principales tecnologías usadas por las empresas mineras son:

Tamaño	Proceso	Tecnologías
Pequeña	Obtención de Oro	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Molienda del mineral por trapiche</li> <li>▪ Amalgamación con Mercurio</li> <li>▪ Destilación o quemado de mercurio</li> <li>▪ Flotación de celdas</li> <li>▪ Precipitación por evaporación</li> </ul>
Pequeña	Concentradora de oro, plata y cobre	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Conminución a través de chancadores y trapiches</li> <li>▪ Lixiviación por ácido sulfúrico</li> <li>▪ Concentración por cementación</li> <li>▪ Flotación en celdas</li> <li>▪ Concentración por evaporación</li> </ul>
Pequeña	Concentración de cobre	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Lixiviación por ácido sulfúrico</li> <li>▪ Concentración por extracción por solvente</li> <li>▪ Refinación por electro-obtención</li> </ul>
Mediana	Concentración de cobre, oro y plata	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Conminución primaria y secundaria</li> <li>▪ Flotación por celdas</li> <li>▪ Concentración a través de filtración</li> </ul>
Mediana	Concentración de óxidos y sulfuros	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Lixiviación</li> </ul>

El levantamiento de esta información permitió conocer el proceso que realizan cada una de las empresas entrevistadas, así como también detectar las posibles mejoras a implementar.

Algunas fotos de las tecnologías empleadas en los procesos descritos se muestran a continuación.



PLANTA CONCENTRACION DE ORO



CELDAS DE FLOTACIÓN



EVAPORACIÓN Y CONCENTRACIÓN



LÍNEA DE CHANCADO



PISCINA DE LIXIVIACIÓN



CEMENTACIÓN

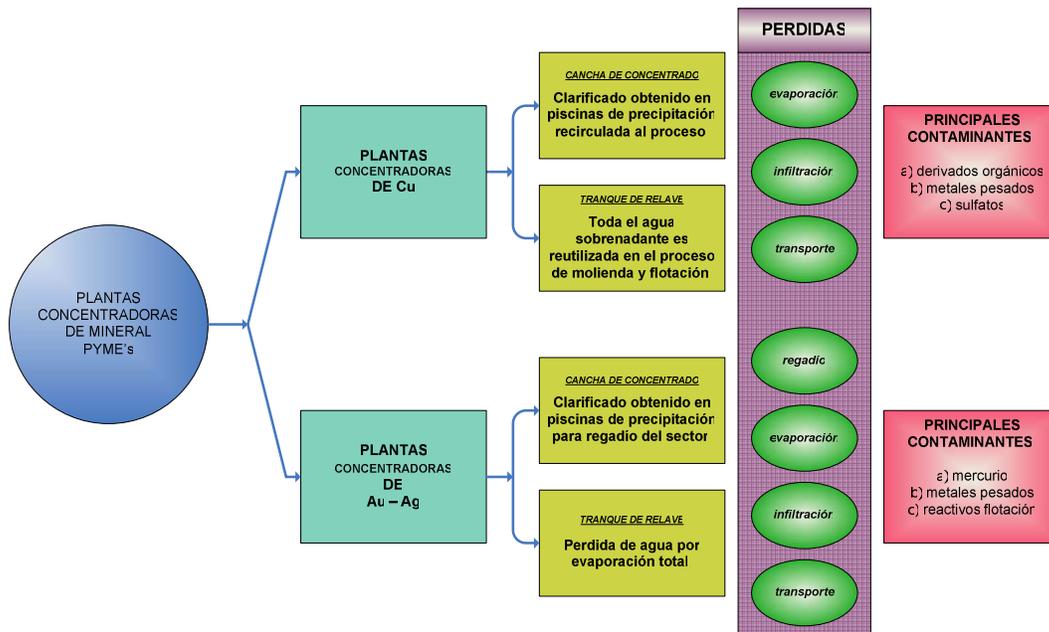


TRAPICHE



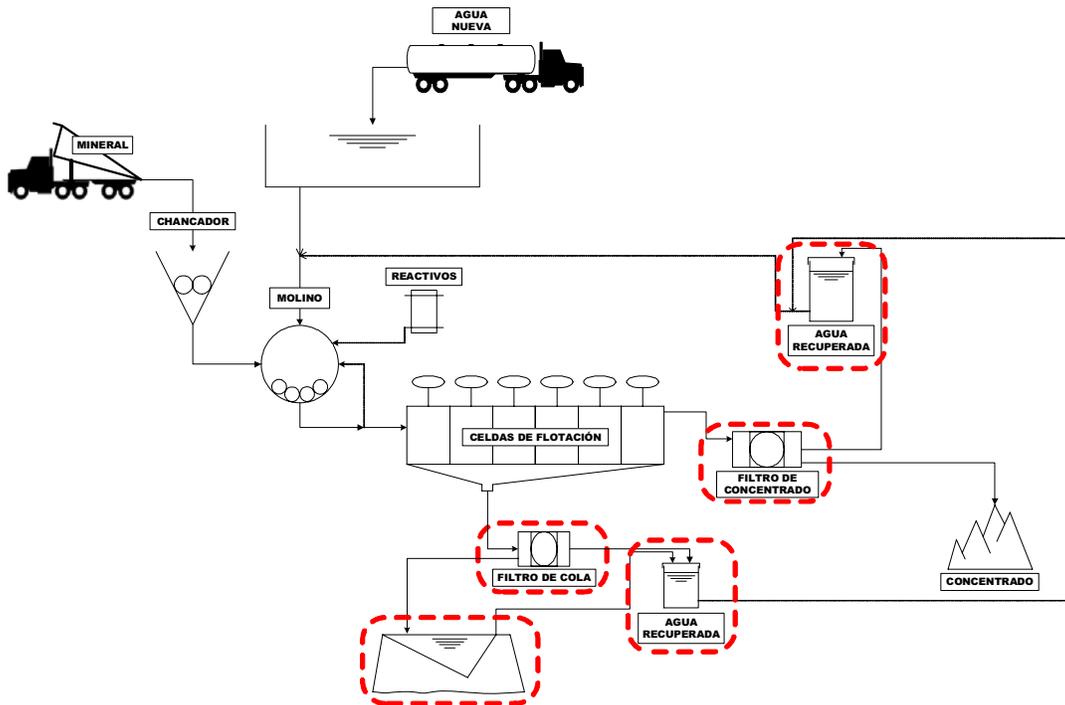
PILAS DE LIXIVIACIÓN

3. El ciclo del agua en concentración de mineral para la PYME minera, es:



Aquellas que reciclan son porque trabajan con mineral propio y no maquilan a terceros, las que maquilan no pueden reutilizar las aguas que tengan reactivos en su proceso ya que entran en conflicto con el minero del oro grueso.

El esquema a continuación describe una réplica del proceso eficiente que tienen las plantas de la gran minera posible de aplicar para el pequeño minero.



La mayor medida para la recuperación de agua se puede implementar tanto en las plantas concentradoras de Cobre como a las dedicadas a concentrar Oro y Plata, la cual consiste en la implementación de equipos de filtración, principalmente en las zonas demarcadas.

Con la implementación de equipos de filtración, en línea de descarga al relave y línea de descarga de concentrado, se podrá recuperar la mayor cantidad del agua que antes se perdía por evaporación, permitiendo así reciclar cerca del 80% del recurso.

Con estas medidas se podrá disminuir la relación de agua utilizada por tonelada de mineral tratado desde 2 (m<sup>3</sup>/TON) hasta 1 (m<sup>3</sup>/TON) en el caso de las plantas de Cobre, y desde 4 (m<sup>3</sup>/TON) hasta 2,5 (m<sup>3</sup>/TON), en el caso de las concentradoras de Oro y Plata.

Además para aquellos que arriendan los trapiches para amalgamar el Oro grueso pueden implementar en sus procesos un circuito que permita la división de la molienda. Esto significa utilizar solo algunos de los trapiches para maquilar, y los otros para la concentración de Oro fino. Lo que permitirá al dueño de la planta poder reutilizar el agua del tranque y el agua de las piscinas de concentrado en los trapiches que están para la obtención de oro fino, y solo dejar el agua nueva para los trapiches de amalgamación.

4. Del diagnóstico ejecutado se pudo elaborar cartillas técnicas de tecnologías disponibles a usar dependiendo de los contaminantes presentes en los efluentes.

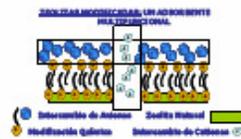
**ZEOTREAT: ZEOLITAS ACTIVADAS Y MODIFICADAS PARA TRATAMIENTO DE EFLUENTES MINEROS**



Tecnología desarrollada para la remoción de: Arsenito, Arseniato, Molibdato, Sulfato, Plomo, Cobre, Zinc, hierro, entre otros

**DESCRIPCION**

Las zeolitas modificadas son complejos órgano-minerales obtenidos del tratamiento de la Mordeinita (un tipo de zeolita proveniente de Chile) con un detergente catiónico.



**LA TECNOLOGIA**

La tecnología se basa en un proceso de adsorción en flujo continuo, en columnas con zeolitas acondicionadas y/o modificadas. El efluente a tratar es bombeado a través de la columna donde los contaminantes son retenidos, al saturarse la columna se inicia el proceso de regeneración. Contamos con una planta piloto móvil para realizar demostraciones de la tecnología.

La planta de tratamiento es diseñada de acuerdo a los requerimientos del cliente.



**APLICACION**

Algunas de las aplicaciones más importantes fueron las siguientes:

- **Aguas claras** de los tranques de relave, donde los parámetros cuyo nivel se encuentra fuera del límite son: sulfato, pH, algunos metales pesados y molibdeno.
- **Aguas de filtro**, donde los contaminantes principales son cobre y molibdeno, además de algunos orgánicos del proceso de flotación.
- **Aguas ácidas** provenientes del lavado de gases de fundiciones de cobre. Esta matriz contiene elevadas concentraciones de sulfato (entre 50 mil y 100 mil ppm), metales pesados y arsénico (sobre 500 ppm). Este tipo de efluentes requiere de un pre-tratamiento antes de aplicar esta tecnología de adsorción.



**VENTAJAS**

- Posee elevada innovación
- Entrega valor agregado a un producto nacional como es la zeolita natural
- Permite la recuperación de valores metálicos
- Tiene bajo costo de inversión
- Posibilidad de aplicación en una gran variedad de matrices
- Es de operación simple
- Entrega soluciones integrales por su flexibilidad en aplicación y por su facilidad para complementarse con otras tecnologías a costos razonables

**CONDICIONES OPERATIVAS**

Es un tratamiento de tipo terciario que opera en flujo continuo, aplicable a efluentes que posean concentraciones bajas de contaminantes, bajo 10 mg/L.

CONDICIONES OPERATIVAS		PARAMETROS DE OPERACION	
TIPO DE OPERACION	Cíclica	TEMPERATURA	ambiente
EFICIENCIA	99%	CAUDAL DE OPERACION	desde 1 m3/día
SELECTIVIDAD	Alta	TIEMPO DE RESIDENCIA	10 minutos
PRETRATAMIENTO	No requiere*	DURACION CICLO	8 horas
CONSUMO DE REACTIVOS	Constante	TIPO DE REGENERANTE	sal

\*solo si las concentraciones son mayores a 10 mg/L, se requiere pre-tratamiento

**CONTACTOS**



Parque Antonio Rabat Sur 6165, Vitacura  
Fonos: (56-2) 240 03 84 / 240 04 26  
www.fundacionchile.cl

**TECNOLOGÍAS DE INTERCAMBIO IÓNICO PARA ACONDICIONAMIENTO Y TRATAMIENTO DE AGUAS**

Tecnología desarrollada para la remoción de Boro, Arsénico, Molibdeno y otros cationes y aniones para ablandamiento de aguas.

**DESCRIPCIÓN**

Tecnología basada en el uso de materiales de intercambio específicos capaces de separar y concentrar contaminantes presentes en aguas rurales, urbanas, de riego, de procesos y residuales.

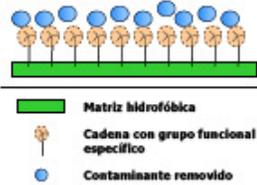
**LA TECNOLOGÍA**

La tecnología se basa en un proceso de adsorción en flujo continuo, en columnas con material de intercambio específico. El efluente a tratar es bombeado a través de la columna donde los contaminantes son retenidos, al saturarse la columna se inicia el proceso de regeneración. Además, de acondicionar y tratar las aguas es posible recuperar valores metálicos. Contamos con una planta piloto móvil para realizar demostraciones de la tecnología. La planta de tratamiento es diseñada de acuerdo a las características del agua y requerimientos del cliente.

**APLICACION**

Las principales aplicaciones de la tecnología y parámetros removidos en cada caso son las siguientes:

- Agroindustria. Boro, arsénico, magnesio, calcio, carbonato y otros.
- Fertilizadoras. Boro y arsénico
- Alimentos. Boro y arsénico
- Recuperación de valores metálicos. Arsénico, molibdeno, boro y otros.
- Minería. Estabilización de lodos arsenicales en fundiciones, metales pesados, molibdeno y arsénico



**OXIDACIÓN AVANZADA PARA TRATAMIENTO DE RILES INORGÁNICOS Y ORGÁNICOS**

Tecnología desarrollada para la remoción de Fenoles, Polifenoles, DQO, DBO, Mercaptanos, TRS, AOX, Color, Arsénico, Cianuro, entre otros

**DESCRIPCIÓN**

El proceso involucra la generación "in situ" de radicales hidroxilos (OH<sup>•</sup>), fuerte oxidante, capaz de degradar y remover los contaminantes presentes en los RILES transformándolos en sustancias que son inocuas para el medio ambiente.

**LA TECNOLOGÍA**

La tecnología se basa en un proceso físico químico continuo, donde primero ocurre una oxidación y degradación de los contaminantes en un reactor agitado, para luego ser removidos y así obtener un efluente limpio que puede ser descargado o reutilizado en el proceso. Contamos con una planta piloto móvil para realizar demostraciones de la tecnología.

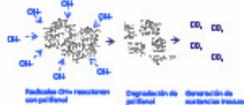
La planta de tratamiento es diseñada de acuerdo a las características de cada RIL y requerimientos del cliente.



**APLICACION**

Las principales aplicaciones de la tecnología y parámetros removidos en cada caso son las siguientes:

- Celulosa. Fenoles, DQO, DBO, TRS, Color, pH y algunos metales.
- Refinerías de Petróleo. DQO, fenoles, TRS, Mercaptanos y pH
- Agroindustria. DQO, DBO y Color
- Alimentos. DQO, DBO y Color
- Minería. Metales pesados y arsénico



**VENTAJAS**

- Posee elevada innovación
- Es una tecnología altamente costo eficiente
- Es de operación simple
- Utiliza espacios pequeños
- La posibilidad de regeneración del material de intercambio aumenta su vida útil
- Emplea reactivos comunes para la regeneración del material
- No genera lodos y produce bajos volúmenes de efluentes
- Posibilidad de aplicación en una gran variedad de matrices
- Gran adaptación a fluctuaciones de concentraciones de contaminantes contenidos en las aguas a tratar
- Entrega soluciones integrales por su flexibilidad en aplicación y por su facilidad para complementarse con otras tecnologías a costos razonables

**CONDICIONES OPERATIVAS**

Es una tecnología para acondicionamiento y tratamiento que opera en flujo continuo, es aplicable a efluentes que posean tanto concentraciones altas como bajas de contaminantes.

CONDICIONES OPERATIVAS		PARAMETROS DE OPERACIÓN	
TIPO DE OPERACIÓN	Cíclica	TEMPERATURA	Ambiente
EFICIENCIA	99%	CAUDAL DE OPERACIÓN	1- 20.000 m <sup>3</sup> /día
SELECTIVIDAD	Alta	TIEMPO DE RESIDENCIA	2- 5 minutos
PRETRATAMIENTO	No requiere	DURACION CICLO	8 horas
CONSUMO DE REACTIVOS	Constante	TIPO DE REGENERANTE	Ácido y Base

\*sólo si las concentraciones de SST es elevada

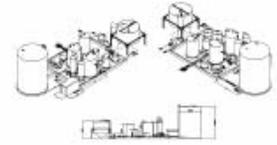
**CONTACTOS**



Parque Antonio Rabat Sur 6165, Vitacura  
Fonos: (56-2) 240 03 85 / 240 04 26  
[www.fundacionchile.cl](http://www.fundacionchile.cl)

**VENTAJAS**

- Posee elevada innovación
- Tiene una elevada eficiencia
- Es de bajo costo de inversión y operación
- Utiliza espacios pequeños
- Es de operación simple
- Emplea reactivos comunes disponibles en el mercado nacional
- Posibilidad de aplicación en una gran variedad de matrices
- Entrega soluciones integrales por su flexibilidad en aplicación y por su facilidad para complementarse con otras tecnologías a costos razonables



**CONDICIONES OPERATIVAS**

Es un tratamiento de tipo terciario y que además puede reemplazar tratamientos secundarios, opera en flujo continuo, es aplicable a efluentes que posean tanto concentraciones altas como bajas de contaminantes.

CONDICIONES OPERATIVAS		PARAMETROS DE OPERACIÓN	
TIPO DE OPERACIÓN	Continuo	TEMPERATURA	Ambiente
EFICIENCIA	99%	CAUDAL DE OPERACIÓN	1- 20.000 m <sup>3</sup> /día
SELECTIVIDAD	MEDIA	TIEMPO DE RESIDENCIA	5- 30 minutos
PRETRATAMIENTO	Biológico	CONSUMO DE REACTIVOS	constante

\*si las concentraciones de SST es elevada

**CONTACTOS**



Parque Antonio Rabat Sur 6165, Vitacura  
Fonos: (56-2) 240 03 85 / 240 04 26  
[www.fundacionchile.cl](http://www.fundacionchile.cl)

4. Seminario de Lanzamiento del Nodo efectuado el 16 de abril de 2007 en conjunto con el nodo de CORPROA, dio como resultado obtener una amplia red de contactos, así como también el apoyo en algunas actividades tales como participación en seminario, arriendo de salón.



5. Validación en terreno de tecnología de tratamiento de efluentes para Riles con contenido de arsénico.
6. Visita a unidad demostrativa de algunos empresarios mineros y ejecutivo del Nodo. Instancia que permitió en terreno mostrar nuevos desarrollos para un contaminante en particular.



7. Entrega de documento -transferencia tecnológica- a empresarios de la pequeña minería, como una medida de mejorar la ejecución de sus labores y no poner riesgo su salud y la del medioambiente.

Empresa	E-mail	Dirección	Teléfono	Contacto	Descripción de la atención
Planta Andacollo. Concentradora de Au, Ag y Cu.	r_ivan79@hotmail.com	Panamericana Sur s/n	(08)8458820 Socio.	Jorge Fernandez, Dueño. Richard Fernandez, Encargado (Hijo) Rogelio Araya, Socio.	Entrega de Acción de Difusión - Transferencia
Planta Charito. Concentradora de Au y Cu  Rut: 5.499.915-1		Panamericana Sur s/n	(09)7035198 – Administrador.  (09)7555177 – Encargado.	Rosario Vallejos, Dueña. Jorge Cepeda, Administrador. Juan Carlos Aguilar, Encargado.	Entrega de Acción de Difusión - Transferencia
Planta Minera Candelaria Ltda. Sociedad contractual. Concentradora de Au, Ag y Cu		Panamericana Sur Km 805.	(052)223301 – Presidente.  (052)210266 – Encargado.	Roberto Castañeda, Presidente. Francisco Nuñez, Presidente.	Entrega de Acción de Difusión - Transferencia
Planta Monserrat. Concentradora de Au y Cu.		Panamericana Sur s/n		Oscar Gomez, Dueño. Oscar Cuello, Encargado.	Entrega de Acción de Difusión - Transferencia
Planta Day. Concentradora de Au, Ag y Cu.		Panamericana Sur Km 803.	(0529)364878 – Administrador.	Miguel Day, Administrador.	Entrega de Acción de Difusión - Transferencia

Este documento se elaboró producto del riesgo que se detectó en las visitas a las empresas, debido a que la población minera no toma en cuenta los efectos sobre la salud humana y el medio ambiente que provoca el mal manejo del mercurio en la amalgamación del oro. Además la precaria tecnología involucrada el proceso de flotación hace que se produzca un consumo de reactivos muchas veces exagerado, lo que produce una contaminación de las aguas y una mala precipitación del concentrado de oro.

El documento contenía información sobre:

- Riesgos del Manejo de Mercurio
- Efectos del mercurio en la salud
- Recomendaciones:
  - Reglas básicas para el uso del mercurio
  - Mejoramiento de las prácticas en la amalgamación
  - Ventajas de las Mejores Prácticas en la Amalgamación
  - Uso de Retorta y ventajas.



De las visitas efectuadas en el transcurso de la ejecución del nodo y habiéndose transferido, en este último tiempo, medidas operacionales que contribuyan a mejorar el proceso productivo de algunas empresas, podemos decir que fueron recibidas con interés. Sin embargo, al realizar el seguimiento de ellas para consultarles si fue posible implementarlas o requerían apoyo, la respuesta dada es:

- Planta Andacollo: Falta de recurso monetario
  - Planta Andacollo y Planta Charito: Al arrendar sus plantas les da temor imponer estas medidas porque podrían correr el riesgo que la gente se les fuera.
  - Planta Candelaria: está trabajando en un tema medio ambiental.
  - Planta Day y Montserrat: no le dan importancia al tema.
8. Charlas de sensibilización del Nodo a empresarios mineros con el objeto de informales de los programas creados en ayuda a sus necesidades.
9. Charlas de instrumentos CORFO disponibles a utilizar con el propósito de animarlos a usar los recursos que hay disponibles para poder presentar proyectos que les ayuden a mejorar sus procesos. Cabe destacar que varios de los empresarios de la pequeña minería se muestran interesados, pero muchos de ellos presentan problemas con sus antecedentes financieros.
10. Apoyo a empresario para redactar proyecto de abastecimiento de agua a su dependencia minera.
- La formulación del proyecto contempló visitas a la planta minera de tal forma de evaluar el posible proyecto, así el estudio se enfoca en la distribución de agua desde un sector de abastecimiento seguro mediante una red de tubería hasta la planta Wanda Lorena y sus alrededores. Considerando como posibilidades de bombeo:

- Agua de mar, Bocatoma marina sector costa de Caldera, y
- Agua de pozo, Terreno en Piedra Colgada.



11. Taller de trabajo "Disponibilidad de Agua vía Desalinización de Agua de Mar" permitió informar a la región la tecnología como una alternativa de abastecimiento de agua. En la actualidad se continúa con la inserción de la tecnología en la región de Atacama.



12. La relación sostenida con otros nodos generó además transferir conocimientos en seminarios realizados por los nodos de ASOEX y CORPROA, en temas de Eficiencia Energética e Innovaciones Tecnológicas para el uso eficiente del Agua



Santiago, 23 de Julio de 2007

Señor  
Juan Carlos Torres  
Dirección Regional CORFO Atacama  
Costa Rica

De nuestra consideración;

El "Nodo tecnológica Agrícola del Valle de Copiapó" y el Nodo "Tratamiento de Efluentes y de Uso Eficiente de Aguas de Proceso para la pequeña y mediana minería de la III región", se complacen en informar a usted que las actividades de colaboración internodales iniciadas a principio del presente año, están rindiendo frutos de alto valor para nuestras actividades individuales y para la región como un todo. Para una muestra de lo anterior podemos destacar lo siguiente:

1. Subarriendo de oficina en las dependencias de ASOEX Copiapó.
2. Actividades de auditoría de eficiencia energética gestionadas entre Fundación Chile y ASDEX como operador CORFO.
3. Apoyo de Fundación Chile con expositar al Seminario "Eficiencia energética en la industria agrícola" a desarrollarse el día 26 de agosto en Copiapó.

Nuestras proyecciones son valiosas y optimistas, por lo que consideramos oportuno compartir e informar de estos hechos a nuestro mandante.

Sin más por el momento le saludan atentamente.

  
Angélica Osorio U.  
Gerente Nodo Atacama  
ASOEX-APECO

  
Oscar Coustasse  
Director Negocios Tecnológicos  
Medio Ambiente & Energía  
Fundación Chile



Copiapó, 12 de septiembre de 2007

Señor,  
Oscar Coustasse M.  
Fundación Chile  
Presente.

Ref.: Congreso de Minería Región de Atacama

Estimado Oscar:

La Corporación para el Desarrollo de la Región de Atacama, CORPROA, a través de el Nodo Tecnológico Minería & Servicios, en su compromiso con el desarrollo de la Industria Minera, se encuentra organizando un Congreso de Minería denominado **INNOVACIÓN Y DESARROLLO EN LA INDUSTRIA MINERA**, actividad que es cofinanciada por Innova Chile de CORFO.

El congreso reunirá a representantes de la Industria Minera, proveedores de servicios a la minería y autoridades de gobierno, con el objetivo de presentar los principales avances en materia de Investigación, Desarrollo e Innovación aplicados a la minería.

Este evento se desarrollará entre los días **09 -10 de octubre del 2007** en la ciudad de Copiapó, ocasión para la cual nos complace contar con la presencia del Nodo Agua como expositor a esta actividad, importante para el avance del Cluster Minero.

La temática propuesta para la exposición es **"Innovaciones Tecnológicas Para el Uso Eficiente del Agua"**.

Reciba usted un cordial saludo.

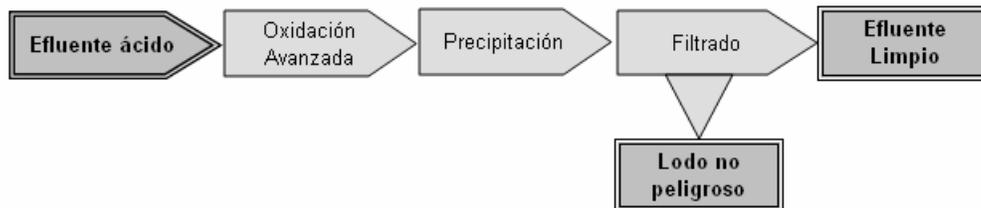
  
Francisco Bugueño C.  
Nodo Minería & Servicios  
CORPROA

Corproa Copiapó: Atacama # 840 – Casilla 118 – Teléfono: 56-52-203400 – Fax: 56-52-268404  
Nodo Tecnológico Minería & Servicios Atacama: Fono: 56-52-203425  
Corproa Valparaiso: Remírez # 731 – Fono / Fax: 56-52-614277

13. Asesoría en tema de “Estudio de factibilidad técnica para el tratamiento de aguas ácidas de lixiviación” COMERCIAL E INDUSTRIAL MINEX LTDA. - PLANTA SAN EDUARDO”, la asesoría permitió:

- Determinar los niveles de remoción de contaminantes presentes en el efluente obtenidos con el tratamiento de oxidación avanzada y precipitación
- Determinar la estabilidad del lodo generado producto del tratamiento mediante análisis de TCLP
- Determinación de los parámetros operacionales óptimos para realizar el escalamiento a nivel piloto
- Evaluar en forma preliminar los costos asociados al tratamiento

Las etapas involucradas en el estudio incluyeron:



14. El seminario de cierre del nodo permitió no sólo dar a conocer las actividades realizadas por el nodo sino también las proyecciones que se vislumbran en el futuro. Dentro de las cuales podemos señalar las siguientes:

- ✓ Línea base de la situación ambiental en agua y energía, la que permite difundir las tecnologías y mejoras para los distintos procesos.
- ✓ Asesorías y estudios de tratabilidad para tratamiento de aguas residuales
- ✓ Alternativas de abastecimiento de agua para una planta minera
- ✓ Generación de material informativo sobre tecnologías disponibles para tratamiento de efluentes.
- ✓ Diagnóstico realizado permite detectar problemática del boro en la zona
- ✓ Potencial desarrollo de proyectos relacionados con cultivos energéticos.

En general el proyecto ejecutado permitió conocer la realidad regional en temas de agua y energía, así como también la problemática existente en la pyme minera, relacionada no sólo con el abastecimiento de agua a sus plantas, sino que también con el manejo que le dan a sus efluentes, no tomando conciencia de los riesgos involucrados para su salud y el medio ambiente. Además generó la instancia para insertarse en la región, logrado estrechar lazos de confianza con diversas entidades para futuras colaboraciones en conjunto de tal forma de rendir frutos de alto valor para la región y así cumplir con la misión de introducir innovaciones y desarrollar el capital humano en los cluster claves de la economía chilena a través de la gestión de tecnologías y en alianza con redes de conocimiento locales y globales, con el fin de consolidarse como la institución tecnológica

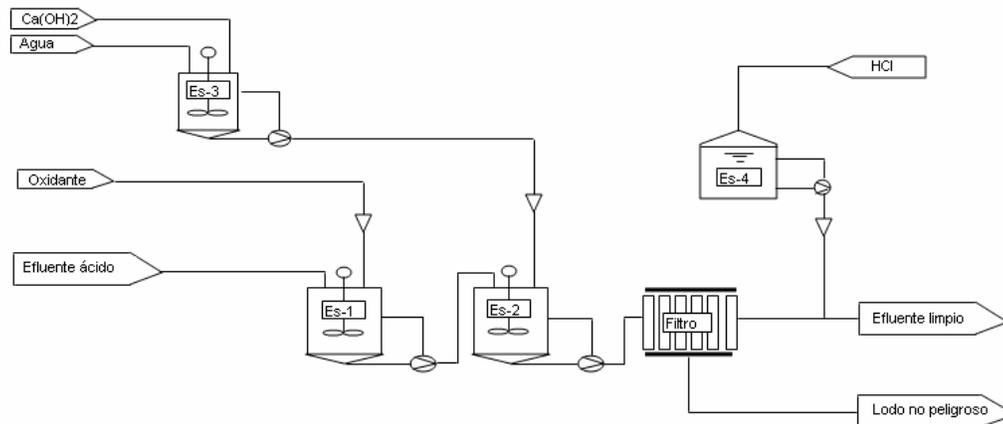
líder, reconocida nacional e internacionalmente, en la creación y difusión de negocios innovadores que generan un alto impacto en los sectores que trabaja.

### E) Impactos del Proyecto

1. Del estudio realizado al efuente de la Planta San Eduardo, aplicando una tecnología de Oxidación Avanzada y Precipitación, se transfirió la siguiente información a la Planta:

- La concentración de arsénico presente en los efluentes ácidos de lixiviación de la planta San Eduardo alcanza los 90 mg/L. Con respecto al arsénico libre un 52 % corresponde a arsénico en forma reducida As III.
- De la concentración de arsénico III presente en el efuente se logra una oxidación importante quedando sobre un 90 % en forma oxidada.
- El proceso de precipitación realizado en la segunda etapa genera un precipitado que contiene el arsénico oxidado, hierro y otras impurezas.
- El proceso completo de oxidación avanzada y precipitación genera un efuente tratado limpio de calidad industrial y un lodo no peligroso según el D.S. 148, informado por el laboratorio certificado CIMM T&S, formando una mezcla de sulfato de calcio dihidratado, hidróxidos metálicos y compuestos de arsénico no lixiviables.
- Con respecto a los costos asociados al tratamiento, el de operación puede alcanzar de acuerdo a los resultados de laboratorio 15 USD\$ por metro cúbico tratado. Este valor significa un ahorro considerando un valor conservador de disposición de 40 USD por tonelada de residuo.

Con lo anterior se entregó un diagrama de proceso que se emplearía a escala industrial.



Equipos y Etapas	
ES-1	Estanque oxidación
ES-2	Estanque Precipitación
ES-3	Mezclador Lechada de Cal
ES-4	Estanque Acido Clorhídrico
Filtro	Filtro convencional

El proceso consiste en una primera etapa de Oxidación Avanzada empleando un agente oxidante y luego se ajusta el pH empleando base para la separación del clarificado y lodo.

Se espera en marzo retomar las conversaciones con el empresario, el cual se ha mostrado muy interesado en seguir trabajando con Fundación Chile y que podamos ser sus asesores técnicos de sus procesos.

2. El requerimiento de abastecimiento de agua a la faena minera Wanda Lorena, permitió redactarle el proyecto al empresario buscando las mejores opciones para su necesidad. Sin la implementación del proyecto el empresario tendría un costo de transporte de agua a su planta de aproximadamente \$2.000 por metro cúbico de agua debido a la lejanía y difícil acceso al lugar, considerando además que la obtención del recurso hídrico de esta manera sería de forma intermitente y sin seguridad alguna de abastecimiento. Con la implementación del proyecto se lograría obtener agua a \$990 por metro cúbico

<b>Costo de Operación</b>	<b>USD\$/m<sup>3</sup></b>
<b>Costos directos</b>	
Energía Eléctrica Transporte Hidráulico	0,29
Desalinización	0,60
<b>Otros Costos</b>	
Depreciación Inversión	1,13
<b>TOTAL COSTO OPERACIÓN</b>	<b>2,02</b>

El proyecto contempla además el uso eficiente del agua incluyendo las siguientes medidas

- Diseño de equipos de filtración a la salida del proceso de flotación.
- Estanques de acumulación de agua recuperada.
- Sistema de impulsión y piping (cañerías), de retorno a la primera etapa del proceso: la molienda.
- Diseño para la implementación de tranque de relave.
- Diseño de control de insumos.

3. La elaboración del folleto técnico preparado para pequeña minería del cobre y su implementación permite obtener un potencial ahorro económico y solución para la pequeña minería en cuanto al consumo de agua.

<b>TIPO MINERIA</b>	<b>CAPACIDAD ACTUAL (TON/mes)</b>	<b>CONSUMO DE AGUA (m<sup>3</sup>/mes)</b>	<b>POTENCIAL AHORRO (m<sup>3</sup>/mes)</b>	<b>AHORRO (M\$/mes)</b>	<b>POSIBLE SOLUCIÓN</b>
COBRE	300 - 4000	600 - 8000	300 - 4000	300 - 4000	Optimización de procesos actuales de recirculación
ORO PLATA	10 - 300	40 - 1200	25 - 750	15 - 450	Tratamiento y recirculación de aguas

4. La presencia en la región permitió además transferir conocimiento a otros rubros, generándose así las siguientes propuestas:

➤ **ASOEX/APECO**

En contacto con Cristian Orellana, Participación de seminario de promoción de Eficiencia Energética

➤ **ACONEX**

Se visita la planta en la III región y se sostiene reunión con Joseba Zugadi. La planta estaba en periodo de mantención por lo tanto no fue posible verla en operación. La idea era invitar a Aconex a formar parte de nuestro proyecto BID. Las conversaciones se trasladaron a Santiago, donde luego se hizo una oferta de auditoría energética a una de sus filiales en Santiago.

➤ **Frutícola Atacama**

Se visita la planta en la III región en Julio 2007, se sostiene reunión con Juan Calderón y el jefe de la planta Mario Von Chrismar. La planta estaba también en periodo de mantención por lo tanto no fue posible verla en operación. La idea era invitar a la Frutícola a formar parte de nuestro proyecto BID. No se concretó. No hubo razones por parte de la empresa para no inscribirse al proyecto.

➤ **Unifrutti/Uniagri**

Se nos contactó a través de ASOEX con el fin de ver si podíamos realizar una auditoría energética en sus instalaciones de Copiapó y campos de alrededor. Se presentó una oferta la cual fue aceptada y luego presentada a CORFO para co-financiamiento. Esta fue aprobada a mediados de enero 2008 y se acaba de comenzar el trabajo.

➤ **Evaluación y Diagnóstico del estatus del proyecto de cultivo de camarones curuma, en planta ubicada en la localidad de Carrizal Bajo, región de Atacama.**

La asesoría realizada permitió transferir la información solicitada, la cual se focalizó en el análisis de la problemática en el Ámbito Acuícola & Tecnologías Ambientales y Ámbito energético. A modo de resumen se puede indicar:

Ámbito Acuícola & Tecnologías Ambientales

1. Las únicas instalaciones operando son las tres salas de larvas. El resto de las instalaciones no están terminadas y esperan permisos de la autoridad pesquera para reanudar proyecto.
2. El proyecto en cuestión se encuentra operativo sólo en su etapa de hatchery.
3. En el marco de los TTR autorizados, la empresa no ha entregado los informes de avance correspondientes al sexto y noveno mes (Junio y septiembre del 2006) ni el informe final en Diciembre del 2006, por lo cual el Sernapesca la notificó por esta falta y está a la espera de dichos informes.
4. La empresa está postulando a fondos INNOVA CORFO (\$ 250 millones) para finalizar la construcción e implementación del centro de cultivo. Esto significa rediseñar y remodelar hatchery, bajo conceptos y diseño de eficiencia energética para evitar consumo de gas licuado para mantener la temperatura interior, terminar de construir la sala de post larvas y terminar la implementación de lagunas exteriores y estanque de decantación, como lo más relevante.

5. Por otra parte, el diseño, construcción e implementación de las lagunas exteriores significa tener un amplio conocimiento del comportamiento hidráulico, ambiental y energético de este tipo de unidades de cultivo, observación que se realiza debido a su localización, al tamaño de estas, a la profundidad que tienen y a las condiciones ambientales de la zona. A pesar que todas las lagunas están cubiertas por un liner, no cuentan aún con el sistema de aducción de agua y desagües.
6. Finalmente, cabe señalar que la actual situación del proyecto es incierta; debido al incumplimiento de la Resolución 4544 de Subpesca, en cuanto a informes de avance y final; las exigencias de remodelación del hatchery para recepción de larvas y cultivo y; las obras inconclusas para desarrollar las etapas siguientes de de post larvas y engorda.

#### Ámbito energético

1. Para el inventario total de 1.000.000 m<sup>3</sup>, el sistema demanda 15.908.000 Toncal. Es decir, por cada grado que se desea aumentar la demanda de energía es 994.250 Toncal.
2. El costo energético cuando se usa petróleo a un valor de US\$ 0,9 por kilo, involucrado en la formación del inventario (llenado y calentamiento de las piscinas a 28°C) asciende a US \$ 1.441.691.
3. Para el transporte hidráulico se necesitan tres bombas directas del tipo centrífuga con una potencia entre 10 y 11 HP. Su demanda energética en el llenado de piscinas es de 110.793 Toncal.
4. Cuando el sistema esta operación normal, la pérdida energética se da a una razón de 6,8 kcal/hm<sup>3</sup>. Considerando un precio del petróleo de 0,9 US\$/kg el costo anual asciende a US\$ 5.426.794.
5. La transferencia de calor por las paredes y piso de las piscina de cultivo son menores respecto a la pérdida superficial, alcanzan un 5 % de las pérdidas ambientales (superficie aire-agua más agua-suelo).
6. La energía demandada para el sistema por concepto de reposición de agua de mar al sistema (calentamiento y transporte) es de 877.012 Toncal/año y corresponde al 1,4 % respecto al total de la energía demandada (sólo se considera la pérdida de agua por evaporación a una tasa media de 0,03 cm/m3día).

#### ➤ **Perfil aprobado por Innova**

“PROSPECCIÓN Y DIFUSIÓN DE UNA TECNOLOGÍA PARA EL ABATIMIENTO DE BORO EN AGUA POTABLE URBANA, RURAL Y DE RIEGO MEDIANTE APLICACIÓN DE UNA RESINA ESPECÍFICA”, genera la posibilidad de presentar el proyecto, el cual si se adjudica traerá consigo beneficios en cuanto a que la difusión de la tecnología permitirá dar a conocer todos los potenciales impactos que puede tener sobre el desarrollo social y económico de la zona puesto que su aplicación es una solución real para mejorar la disponibilidad de aguas de calidad lo que mejorará la salud pública de la población, en la agroindustria y demanda industrial en general.

#### ➤ **Agrosevilla**

Propuesta de trabajo orientada a la reutilización de los RILES de Agro Sevilla Chile Ltda, Planta Copiapó, por medio de Tecnologías de tratamiento biológico, Intercambio iónico y Oxidación Avanzada (OA). La empresa nos informa que no realizará la propuesta..

**En anexo se incluye la matriz de las empresas visitadas, las que fueron enviadas en su oportunidad a INNOVA.**

