



GOBIERNO DE CHILE
MINISTERIO DE MINERÍA
SUBSECRETARÍA DE MINERÍA



CONSEJO
MINERO

SUBSECRETARÍA DE ECONOMÍA
CONSEJO NACIONAL DE PRODUCCIÓN LIMPIA

Gestión de Residuos Industriales Sólidos Mineros y Buenas Prácticas



ACUERDO MARCO PRODUCCIÓN LIMPIA SECTOR GRAN MINERÍA
BUENAS PRÁCTICAS Y GESTIÓN AMBIENTAL

Noviembre 2002

| Gestión de Residuos Industriales
| Sólidos Mineros y Buenas Prácticas

Chile

ACUERDO MARCO PRODUCCIÓN LIMPIA SECTOR GRAN MINERÍA
BUENAS PRÁCTICAS Y GESTIÓN AMBIENTAL

Noviembre 2002

Indice

1.	Introducción	5
2.	Resultado General de la Encuesta Aplicada a Empresas del Consejo Minero	7
3.	Definiciones	9
4.	Clasificación de Residuos Mineros	11
4.1	Residuos mineros masivos	11
4.2	Residuos industriales	12
5.	Manejo de Residuos	15
5.1	Residuos mineros masivos	15
5.2	Residuos industriales	16
6.	Ejemplos de Buenas Prácticas en el Manejo de Residuos	17
	• Reutilización de aceites usados	17
	• Segregación de desechos o residuos	19
	• Disposición final de residuos peligrosos	20
	• Reciclaje	20
	• Recolección y transporte de residuos	20
	• Centro de manejo de residuos sólidos	22

1. Introducción

El "Acuerdo Marco de Producción Limpia Sector Gran Minería", firmado el 27 de noviembre del 2000, estableció entre los temas a desarrollar el manejo de residuos sólidos.

Las actividades establecidas para el tema residuos fueron las siguientes:

- Identificación y dimensionamiento de los residuos que se generan debido a las actividades de la Gran Minería.
- Identificación de tecnologías que posibilitaran el mejoramiento del manejo actual, considerando la estrategia jerarquizada en el manejo de los residuos: evitar – minimizar (reducir, reutilizar, reciclar) – tratar – disponer.
- Propuestas de acuerdos voluntarios de mejoramiento de gestión de residuos para las empresas del Consejo Minero.

Las empresas miembros del Consejo que participaron en este trabajo fueron:

- Quebrada Blanca
- El Indio
- Teniente
- Chuquicamata
- Andina
- Talleres
- Doña Ines De Collahuasi
- El Tesoro
- Escondida
- Mantos Blancos
- Mantos Verdes
- Zaldivar
- Carmen De Andacollo
- Candelaria
- Cerro Colorado
- Radomiro Tomic
- Salvador
- Minera Michilla
- El Abra
- Los Pelambres
- Mantos De Oro
- Alto Norte



Foto 1. Lugar de acopio de residuos mineros masivos.

Por el sector público participó:

- Comisión Nacional del Medio Ambiente
- Ministerio de Salud
- Comisión Chilena del Cobre
- Servicio Nacional de Geología y Minería
- Ministerio de Minería

Durante el segundo semestre del año 2001 se elaboró y aplicó una encuesta a las empresas miembros del Consejo Minero. La encuesta

consideró dos componentes: las cantidades de residuos generados y la gestión actual de estos. Este manual presenta información general sobre:

- Resultado general de la encuesta aplicada a las empresas del Consejo Minero.
- Información general sobre residuos.
- Ejemplos de prácticas sobre el actual manejo de residuos por parte de las empresas del Consejo Minero.

2. Resultado General de la Encuesta Aplicada a Empresas del Consejo Minero

La información obtenida de la encuesta indica que se están generando 73.061 ton/año de residuos sólidos y 821.850.149 ton/año de residuos mineros masivos (estériles, relaves, escorias y rípios). Para el caso de los primeros, la siguiente tabla entrega los datos de generación detallados por las clases de residuos consideradas en la encuesta.

Clase de Residuo	Generación (Ton/año)
1. Residuos de limpieza	1.237
2. Envases y embalajes	3.047
3. Lubricantes y reactivos químicos	6.096
4. Repuestos, piezas y partes	5.299
5. Residuos por tipo de material	40.744
6. Residuos proveniente de derrames	5.086
7. Residuos proveniente de sistemas de tratamiento de aguas servidas	1.526
8. Otros residuos sólidos mineros	10.026
TOTAL	73.061

Tabla 1: Generación de residuos sólidos.

En el Figura 1 se indican los totales de las ocho clases descritas en la tabla precedente. Para cada una de ellas, se indica la importancia de los residuos peligrosos con respecto a los que no lo son y a los que no están determinados.

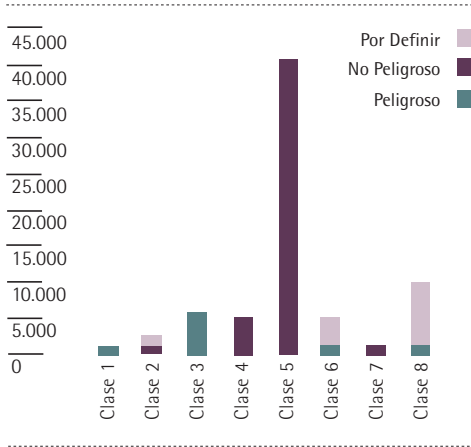


Figura 1: Cantidades por clase de residuos.

Considerando el tipo de material del cual están compuestos, los cinco residuos de mayor generación constituyen aproximadamente el 80 % de la generación del total de los residuos sólidos. La siguiente figura grafica lo anterior y deja de manifiesto que la chatarra es el residuo sólido de mayor generación de las empresas mineras.

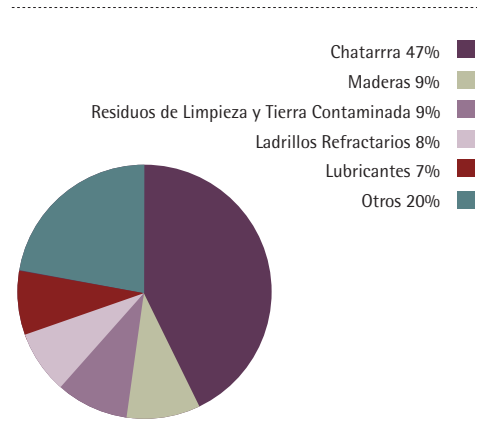


Figura 2: Distribución porcentual de los cinco principales residuos por tipo de material respecto al total generado.

3. Definiciones

A continuación se presentan las definiciones más importantes en el tema.

3.1 ALMACENAMIENTO O ACUMULACIÓN

La conservación de residuos en un sitio por un lapso determinado.

3.2 CANCERÍGENO O CARCINOGENICO

Sustancia capaz de inducir cáncer.

3.3 CONTENEDOR

Recipiente portátil en el cual un residuo es almacenado, transportado o eliminado.

3.4 CORROSIVIDAD

Proceso de carácter químico causado por determinadas sustancias que desgastan a los sólidos y/o que pueden producir lesiones más o menos graves a los tejidos vivos.

3.5 DESTINATARIO

Propietario, administrador o persona responsable de una instalación expresamente autorizada para eliminar residuos generados fuera de ella.

3.6 DISPOSICIÓN FINAL

Procedimiento de eliminación mediante el depósito definitivo en el suelo de los residuos, con o sin tratamiento previo.

3.7 ELIMINACIÓN

Cualquiera de las operaciones destinadas a reutilización, reciclaje, tratamiento o disposición final de residuos.

3.8 ESTACIÓN DE TRANSFERENCIA

Instalación de manejo de residuos ubicada al interior de la empresa, cuya función es dar un almacenamiento transitorio de los residuos para su posterior envío a un destino final apropiado, ya sea dentro de las instalaciones de la empresa o a instalaciones externas. Puede incluir actividades de segregación o tratamiento previo.

3.9 ESTRATEGIA JERARQUIZADA

Priorizar las alternativas para el manejo de los residuos desde el punto de vista ambiental. Establece que la mejor alternativa es prevenir, evitando la generación de un residuo, si no es

posible evitar un residuo se debe buscar su minimización, si no es posible minimizar se debe buscar su tratamiento, quedando como última opción, la disposición final del residuo.

3.10 INFLAMABILIDAD

Capacidad para iniciar la combustión provocada por la elevación local de la temperatura.

3.11 MINIMIZACIÓN

Acciones para reducir o disminuir en su origen la cantidad y/o peligrosidad de los residuos generados. Considera medidas tales como la reducción de la generación, la concentración y el reciclaje.

3.12 REACTIVIDAD

Potencial de los residuos para reaccionar químicamente liberando en forma violenta energía y/o compuestos nocivos ya sea por descomposición o por combinación con otras sustancias.

3.13 RECICLAJE

Recuperación de residuos o de materiales presentes en ellos para ser utilizados ya sea en su forma original o previa transformación o tratamiento, en procesos productivos distintos a los que los generó.

3.14 RELLENO SANITARIO

Instalación de eliminación de residuos sólidos en la cual se disponen los residuos sólidos domiciliarios y asimilables, diseñada, construida y operada para minimizar molestias y riesgos a la salud de la población y daño para el medio ambiente, en la cual los residuos son compactados en capas y cubiertas con material de cobertura a lo menos al final de cada día de operación.

3.15 RELLENO DE SEGURIDAD

Instalación de eliminación de residuos en el cual se disponen los residuos peligrosos, con o sin tratamiento previo, diseñada, construida y operada para minimizar molestias y riesgos a la salud de la población y daño para el medio ambiente.

3.16 RESIDUO O DESECHO

Sustancia, elementos u objetos que el generador

elimina, se propone eliminar o está obligado a eliminar en virtud de la legislación vigente.

3.17 RESIDUO PELIGROSO

Residuo o mezcla de residuos que puede presentar riesgo para la salud pública y/o efectos adversos al medio ambiente, ya sea directamente o debido a su manejo actual o previsto como consecuencia de presentar alguna característica de toxicidad aguda, toxicidad crónica, toxicidad por lixiviación, inflamabilidad, reactividad o corrosividad.

3.18 RESIDUO MINERO MASIVO

Residuo que provenga de las operaciones de extracción, beneficio o procesamiento de minerales: estériles, minerales de baja ley, residuos de minerales tratados por lixiviación, relaves y escorias.

3.19 SEGREGACIÓN

Se refiere a manejar por separado un residuo en todo su ciclo de vida.

3.20 TOXICIDAD

Capacidad de una sustancia de ser letal en baja concentración o de producir efectos tóxicos acumulativos, carcinogénicos, mutagénicos, o teratogénicos.

3.21 TRANSPORTISTA

Propietario de un vehículo que efectúa el transporte de residuos o la persona que lo ejecute si aquel fuera desconocido o de difícil determinación.

3.22 TRATAMIENTO

Todo proceso destinado a cambiar las características físicas y/o químicas de los residuos, con el objetivo de neutralizarlos, recuperar energía o materiales o eliminar o disminuir su peligrosidad.

3.23 VALORIZACIÓN

Actividad que implica la obtención de un recurso mayor a la simple disposición del residuo. Entre ellas destaca reutilizar, reciclar, tratar con recuperación de energía, producción de compost u otra que genere un producto.

4. Clasificación de Residuos Mineros

4.1 RESIDUOS MINEROS MASIVOS

4.1.1 Residuos de extracción

En función de las características de los yacimientos, se hace necesario para su explotación remover grandes cantidades de material, el cual debe posteriormente ser reubicado en el entorno del yacimiento o planta de procesamiento. Los residuos sólidos que se generan en esta etapa son:

- Estéril o lastre: Se generan en grandes tonelajes, incluyen aquellos materiales sin valor económico, que sólo han sido removidos del yacimiento y que a lo más han pasado por un proceso de chancado antes de su disposición. Estos residuos provienen de todos aquellos sectores del yacimiento cuyo contenido de mineral valioso es muy bajo para hacer atractiva su recuperación, pero que de todas maneras es necesario remover para poder acceder a zonas más ricas del mismo. El estéril una vez removido del yacimiento se dispone formando las características "tortas" de estéril en las cercanías de los yacimientos mineros.
- Minerales de baja ley: el tonelaje de minerales de baja ley (mineral cuyo contenido de metal no hace rentable su procesamiento en la actualidad) varía de una faena a otra y son considerables las cantidades que se deben acopiar, para su probable procesamiento en un futuro.
- Desmontes de minas subterráneas: en la construcción de galerías, piques y rampas para acceder al yacimiento subterráneo y durante la explotación de él se generan materiales estériles que deben ser dispuestos ya sea en el interior de la mina o en el exterior en forma similar a la minería a cielo abierto.

4.1.2 Residuos de flotación

En el proceso de flotación, concentración de los minerales de cobre y oro, se producen los residuos llamados relaves.

- **Relaves:** Son los residuos que están compuestos por una suspensión fina de sólidos (mezcla de 50% en peso de sólidos y 50% de agua), constituidos fundamentalmente por el mismo material presente in-situ en el yacimiento, al cual se le ha extraído la fracción con mineral valioso. Los relaves son conducidos en forma de pulpa hacia los depósitos llamados tranque de relaves, los que están diseñados para permitir la decantación de los sólidos en suspensión, y dependiendo de la faena, se puede recircular la fase líquida (aguas sobre nadantes) al proceso o descartarla, ya sea a través de evaporación, evapotranspiración, descarte a cursos de agua o infiltración.

4.1.3 Residuos de fundición

En los procesos de fusión y conversión se generan escorias.

- **Escoria:** Es el residuo producido durante la etapa de fundición de los concentrados de cobre. Las escorias principalmente fijan el hierro y otros metales presentes en el concentrado, mediante la generación de compuestos estables con la sílice que se utiliza como fundente. Las escorias son retiradas desde los hornos y son dispuestas en vertederos.

4.1.4 Residuos de lixiviación

En el proceso de lixiviación del mineral oxidado y sulfuros secundarios, se generan los residuos sólidos llamados ripios:

- **Ripios:** En este proceso el mineral chancado, con un tamaño aproximado de un cuarto de pulgada, se dispone formando una pila a la cual se le hace pasar un fluido lixivante durante un período de

tiempo definido, (ácido sulfúrico en el caso de minerales de cobre y cianuro en el caso del oro), el cual solubiliza el metal de interés contenido en la pila. Una vez extraído el metal valioso, el mineral "agotado" que queda recibe el nombre de ripio de lixiviación o de cianuración. Los ripios pueden ser compactados y sobre ellos construirse una nueva pila o bien pueden ser removidos y dispuestos finalmente en otro sitio. Para la depositación de los ripios de lixiviación se utilizan normalmente sitios preparados e impermeabilizados, con el objeto de evitar el escurrimiento de soluciones generalmente ácidas. Estos residuos masivos mineros provenientes de las operaciones de extracción, beneficio o procesamiento de minerales son considerados no peligrosos.

4.2 RESIDUOS INDUSTRIALES

4.2.1 Residuos mineros

- **Barros arseniacales:** son residuos que provienen del tratamiento de purificación del electrolito mediante un proceso de electrodeposición. Este barro contiene metales como cobre, arsénico, plomo, cadmio y bismuto, entre otros y dependiendo de los contenidos de éstos se disponen o se reprocesan antes de su disposición final.
- **Borras:** antes de ingresar a la planta de ácido, los gases pasan por torres de lavado (scrubber) y precipitadores húmedos, donde se separan de la corriente gaseosa las sustancias volátiles y gaseosas, pasando al agua de lavado como sales o sustancias ácidas, llamadas "borras". De esta forma, a la planta de ácido ingresa solamente el dióxido de azufre. Los efluentes líquidos de la planta de ácido (borras) se tratan en una planta para neutralizar y precipitar el arsénico como arsenito de calcio, residuo sólido que se dispone en un botadero especialmente construido para estos efectos.

- Residuos de carbón y escorias de fundición: residuos generados en la minería de oro en el caso de que se continúe al proceso de lixiviación con precipitación por zinc o adsorción con carbón activado. Generalmente van a almacenamiento para ser comercializadas posteriormente.
- Emulsión estabilizada: residuos generados en el proceso extracción por solventes en la interfase acuosa y orgánica. Estos sólidos generalmente se disponen en el botadero de estéril, o se depositan sobre las pilas de ripios.
- Descarte de refino: las soluciones que se vuelven ricas en otros iones distintos a los de interés (cobre). En algunas faenas se utilizan piscinas de evaporación y los sólidos generados se disponen. En otras, se utiliza el sistema de pila - riñón para la purificación del refino, retornándose éste al proceso.
- Borrás de electroobtención: generadas en las faenas en las cuales se utilizan ánodos permanentes de plomo, las cuales se forman por la degradación de dichos ánodos. Generalmente el componente principal de la borra es plomo, el cual generalmente es reciclado por el proveedor de ánodos.

Estos residuos mineros generalmente son considerados peligrosos.

4.2.2 Residuos por tipo de material

- Aceros: de perforación, desgaste de equipos, inoxidable y revestimiento de chancado y molienda
- Aislantes
- Maderas
- Plásticos: cañerías, membranas
- Láminas de goma
- Vidrios
- Chatarra ferrosa
- Chatarra no ferrosa
- Ladrillos refractarios

Estos residuos generalmente no son considerados peligrosos.

4.2.3 Envases y embalajes

- Contenedores: contenedores plásticos con un tamaño de 1 m³
- Tambores: tambores metálicos y plásticos de distintos tamaños
- Embalajes de madera
- Sacos y maxisacos
- Envases spray
- Papeles y cartones

Estos envases y embalajes generalmente son considerados no peligrosos, con excepción de los envases spray.

4.2.4 Lubricantes y reactivos químicos

- Ácidos usados
- Bases usadas
- Insumos y reactivos vencidos
- Refrigerantes
- Líquidos anticongelantes
- Lubricantes: aceites y grasas

Estos lubricantes y reactivos químicos generalmente son considerados residuos peligrosos.

4.2.5 Repuestos, piezas y partes

- Artefactos
- Baterías (vehículos livianos y pesados)
- Correas transportadoras
- Polines
- Filtros industriales
- Luminarias
- Tubos fluorescentes
- Repuestos de vehículos
- Neumáticos (vehículos livianos y pesados)
- Asbesto

Algunos de estos residuos son considerados peligrosos, mientras que otros no lo son.

4.2.6 Residuos de limpieza

- Absorbentes
- Detergentes
- Solvente usado
- Trapos y huaiques

Estos residuos de limpieza son considerados peligrosos.

4.2.7 Residuos provenientes de derrames

- Tierra contaminada

Dependiente del tipo de contaminación, se

considera residuo peligroso o no.

4.2.8 Residuos de tratamiento de emisiones y descargas

- Polvos: Los gases producidos durante las etapas de fusión y conversión son portadores de polvo, humos y sustancias volátiles. Los polvos, que contienen arsénico y plomo, entre otros, se captan en una etapa de depuración seca, antes de que el gas sea tratado en una planta de ácido sulfúrico. Esta depuración se lleva a cabo en filtros de manga, cámaras de decantación y/o precipitadores electrostáticos, y los polvos obtenidos pueden almacenarse o reprocesarse.
- Lodos: generados por el tratamiento de aguas servidas y de residuos industriales líquidos.

Estos residuos generalmente son considerados no peligrosos.

5. Manejo de Residuos

Para el manejo de los residuos se aplica una jerarquización, considerando la prevención y la reducción de ellos antes que su tratamiento y disposición final.

En orden de preferencia, las opciones para el manejo de los residuos son las siguientes:

- Evitar: prácticas que evitan la generación de residuos.
- Minimización: reducir, reutilizar y reciclar. Reuso de materiales o energía. Incluye compostaje e incineración con recuperación de energía. Se pueden reutilizar y reciclar residuos como tambores, vidrio, papel, solventes, aceites y agua de proceso. El reuso y reciclaje es más efectivo si los residuos son separados lo más posible, ya que significa que hay menos contaminantes a eliminar antes de su reuso o reciclaje. A través de bolsas de residuos se puede promover que un residuo generado por una empresa sea utilizado por otro.
- Tratamiento: disminuir cantidad o peligrosidad de residuos, por ejemplo incineración sin recuperación de energía. Debería solo utilizarse

si la factibilidad de las alternativas de reutilización y reciclaje ha sido evaluada. El tratamiento puede resultar en una reducción de toxicidad o movilidad de contaminantes, o la extracción de un subproducto potencialmente valioso, generando así mayores alternativas para su disposición final.

- Disposición final: en instalaciones autorizadas, o sea rellenos sanitarios para residuos domiciliarios y rellenos de seguridad para residuos peligrosos. La disposición final consiste en el confinamiento definitivo de los residuos en un lugar determinado. Para el caso de los residuos domiciliarios y asimilables aplican los rellenos sanitarios, para los residuos peligrosos los depósitos o rellenos de seguridad. Para los residuos inertes una opción son los antiguos pozos de extracción de áridos para así recuperar estos terrenos y aumentar la vida útil de los rellenos sanitarios.

5.1 RESIDUOS MASIVOS MINEROS

En el caso de los estériles o lastre, que son los residuos de descarte generados en los procesos

de extracción, éstos están constituidos básicamente por las mismas materias aprovechadas en los procesos mineros, y las prácticas actuales de manejo y disposición final no alteran significativamente su entorno al ser dispuestas en las cercanías de los lugares de obtención. En el caso de los relaves, escorias y ripios, que son residuos generados en procesos de beneficio, tienen algunas opciones de minimización, como son:

- Reutilización: Estos residuos se consideran en algunos casos como reservas de minerales, para un uso futuro.
- Recuperación y Reciclaje: Las escorias tienen concentraciones de cobre que eventualmente podrían ser recuperadas y recicladas.

5.2 RESIDUOS INDUSTRIALES

Aparte de los residuos sólidos masivos, se producen otros residuos mineros en los procesos de obtención, como los de captación de emisiones al aire, barros arsenicales, borras plomadas, residuos del proceso de extracción por solventes y otros. Sobre estos tipos de residuos existen algunas prácticas de minimización, tales como:

- Recuperación: De los barros arsenicales se recuperan los metales provenientes del tratamiento de purificación del electrolito (proceso de electrodeposición), como son: cobre, arsénico, plomo, cadmio y bismuto, entre otros. Otro tipo de residuo con posibilidades de recuperación es el obtenido en la captación de emisiones producida durante las etapas de fusión y conversión. Estos residuos que contienen cobre, arsénico y plomo, entre otros, se captan en una etapa de depuración seca, (filtros de manga, cámaras de decantación y/o precipitadores electrostáticos) antes de que el gas sea tratado en una planta de ácido sulfúrico.
- Reciclaje: De las borras plomadas, se recupera el plomo generado por la degradación de los ánodos de plomo en el proceso de electro-

obtención, el que es reciclado por el proveedor de ánodos.

Otros residuos generados en la actividad minera presentan las mismas características de otras actividades industriales, como son los neumáticos (mayores y menores), aceite quemado, tambores, envases y embalajes de materias primas e insumos, solventes orgánicos, baterías, huaiques con aceite, filtros, plásticos (tuberías, carpetas), barras de fierro, correas transportadoras, maderas, papeles y cartones, elementos de protección personal, chatarra, vehículos y maquinarias dadas de baja, entre otros. Sobre estos tipos de residuos existen algunas prácticas de minimización, tales como:

- Reutilización: Los aceites quemados se reutilizan en otros procesos de la misma actividad minera y/o se comercializa con otras actividades productivas que posean la respectiva autorización sanitaria para ello. Las correas transportadoras se entregan para su uso en sistemas de riego, canales y canaletas. Las barras de fierro se reutilizan dentro de los procesos mineros. Los tambores de materias primas e insumos se devuelven al proveedor o se limpian para ser reutilizados como contenedores de residuos.
- Reciclaje: Los neumáticos tienen posibilidades de ser reciclados, con el objeto de generar materia prima para otros productos de caucho, particularmente, los neumáticos pequeños o medianos no así por ahora, los neumáticos gigantes. Las maderas, papeles y cartones pueden ser comercializados para su reciclaje.
- Recuperación: Las chatarras, maquinarias y vehículos dados de baja se comercializan para recuperar los metales contenidos en ellos.
- Reducción: Otros tipos de residuos que no presentan por el momento posibilidades de recuperación, reciclaje o reutilización y/o no tienen valor comercial, son compactados con maquinarias, antes de ser dispuestos en vertederos.

6. Ejemplos de Buenas Prácticas en el Manejo de Residuos

REUTILIZACIÓN DE ACEITES USADOS

En las operaciones mineras, un residuo significativo desde el punto de vista ambiental, son los desechos de aceites usados. Este puede impactar negativamente el ambiente a través de su almacenamiento y disposición inadecuada, además de los derrames y fugas que se producen en los equipos y que irremediablemente llegan al suelo. Este desecho se produce por el mantenimiento de vehículos, motores y equipos en sus respectivos cambios de aceite. Existen en la actualidad varios usos alternativos que están siendo utilizados por las compañías mineras del Consejo. Una de ellas es recuperar el aceite usado generado de las diferentes maquinarias para la mezcla con petróleo

diesel, lo cuál permite reemplazar parte del petróleo diesel que se usa en la fabricación del explosivo según las siguientes proporciones: 95% de nitrato de amonio, 2,5% de petróleo y 2,5% de aceite usado. Para ello compañías como Cerro Colorado han construido sistemas de almacenamiento que se encuentran lejos del tránsito de personas, con un cierre perimetral de mallas metálicas, debidamente cerradas y señalizadas con letreros para prohibir el ingreso a personas ajenas y autorizando solo a aquellos encargados del almacenamiento.

Otra buena práctica ambiental, consiste en contratar el abastecimiento de aceites junto con el retiro de los residuos de estos lubricantes por el mismo proveedor, ya sea para su reciclaje o uso alternativo en lugares autorizados por la autoridad competente. Esta práctica, ofrece la gran oportunidad de hacer gestión



Foto 1. Estanque de almacenamiento de aceite usado, petróleo diesel y mezclador utilizado en Cerro Colorado.

sobre los aceites, iniciada por una simple pregunta; ¿Cuánto aceite estoy comprando y cuánto estoy retirando de mi faena?. La diferencia entre estos dos valores, es la pérdida de aceite que indiscutiblemente estará en el Medio Ambiente. De aquí se comienza la gestión para el manejo adecuado de este residuo y aún más, permite la disminución de los consumos.



Foto 2. Estanque de almacenamiento de aceite usado en minera Candelaria.

Minera Candelaria cuenta con una infraestructura para el manejo de sus aceites, el cual adquiere a granel más del 90%, posee un sistema de distribución a través de cañerías desde estanques principales a sus diferentes talleres, donde se entrega el aceite directamente en el equipo. Un sistema recolector permite el manejo de los aceites usados, los que son transportado desde los talleres por un sistema de cañerías y acumulados en estanques apropiados para este objetivo. Esto tiene el beneficio de minimizar las pérdidas en el trasvase y manipulación de aceites, además de utilizar al mínimo el uso de envases para estos productos que son otro residuo complejo.

En el caso de Minera Candelaria, su Sistema de Gestión Ambiental permitió identificar las causas de la diferencia que se producía entre el aceite comprado y el devuelto al proveedor, se detectaron pérdidas importantes por derrames debido a fallas en conectores, mangueras de mala calidad, fugas

injustificables e incluso utilización de aceites donde no eran requeridos.

En el tema consumos, se realizaron estudios para incrementar la vida útil de los aceites, llegando en algunos casos a valores de más del 500 % (aceites hidráulicos). Esto trae consigo una disminución importante en el consumo de estos insumos y un control más riguroso a las pérdidas accidentales. La investigación de incidentes ambientales de derrames de aceites, es otra primordial herramienta para identificar cuales son las principales causas de estas pérdidas. Además, la utilización de análisis de las propiedades de los aceites y sistemas purificadores, han permitido incrementar la vida útil del aceite sin dañar los equipos.



Foto 3. Equipo de recolección de aceite usado en Minera Candelaria.

Como se puede apreciar el manejo de aceites, involucra todos los aspectos para su optimización como son; adquisición, distribución, manejo, investigación, análisis y disposición final del

residuo. Esto trajo como beneficio no sólo el disminuir en más del 20% las pérdidas de aceites y su respectivo impacto ambiental en nuestras instalaciones, sino además, una disminución de los consumos de aceites de a lo menos un 10%, con el ahorro en los costos de mantención de nuestros equipos y por supuesto disminuir los residuos de aceites usados generados.

Por último, algunas compañías han dispuesto instalaciones especiales para coleccionar el aceite desde sus empresas contratistas y como uso alternativo alguna de ellas lo envían como combustible alternativo para plantas de cemento.



Foto 4. Estanque para el almacenamiento de aceite usado de contratistas en Minera Escondida Limitada.



Foto 5. Estanque de almacenamiento de aceite usado en Minera Escondida destinado a combustible alternativo para una Planta de Cemento.

SEGREGACIÓN DE DESECHOS O RESIDUOS

Respecto a la segregación de desechos las compañías mineras han habilitado en las áreas de trabajo sistemas de clasificación a través del uso de tambores de cierta capacidad que permiten, de acuerdo a un código de colores, segregar los residuos o desechos en domésticos e industriales peligrosos y no peligrosos, como etapa transitoria antes de su disposición

Para lograr una buena segregación la capacitación del personal es de vital importancia. Estas se orientan primero a concientizar a la organización en evitar o en su defecto minimizar la generación de residuos y en segundo lugar capacitar al personal en la segregación y/o clasificación de los desechos. Una de las herramientas utilizadas es el uso de gigantografías en los lugares de almacenamiento de residuos, como una manera de recordar al personal como se deben almacenar y clasificar los residuos.



Foto 6. Gigantografía de apoyo Sistema de Segregación de Residuos en Minera Escondida Ltda.



Foto 7. Sistema de segregación de residuos utilizado en Minera Los Pelambres.

DISPOSICIÓN FINAL DE RESIDUOS PELIGROSOS

Respecto a la disposición de residuos peligrosos algunas compañías realizan la disposición final de estos en rellenos de seguridad impermeabilizado, los cuales cuentan con pozos de monitoreo de infiltración aguas a bajo de éste. En algunos casos la aprobación es para la disposición de residuos peligrosos a granel, no obstante, algunas empresas lo depositan en contenedores plásticos o metálicos, llevando un registro y contabilidad de ellos. La disposición de éstos residuos se realiza empleando en algunos casos el criterio de incompatibilidad de residuos del Reglamento en consulta de Manejo Sanitario de Residuos Peligrosos del Ministerio de Salud.



Foto 8: Disposición de Residuos Peligrosos en Relleno de Seguridad de Minera Escondida.

RECICLAJE

Respecto al reciclaje son varias las iniciativas que las compañías mineras han implementado. Entre ellas se encuentran iniciativas para reciclar toners de impresoras o el papel de oficina. En algunos casos los recursos que se obtienen por estas iniciativas es utilizado para ayuda social directa a organizaciones de la comunidad.



Foto 9: Campaña de Reciclaje de toners en Minera Escondida.



Foto 10: Campaña de Reciclaje de papeles de oficina en Minera Escondida Limitada.

RECOLECCIÓN Y TRANSPORTE DE RESIDUOS

El vehículo de recolección y transporte más utilizado en la minería para el retiro de residuos no peligrosos corresponde a camiones con un sistema de levante hidráulico denominado "ampliroll". Este sistema permite que el camión cargue y descargue tolvas que se dejan estacionadas en los puntos de generación de residuos. A su vez, para el transporte

de residuos peligrosos, la práctica más utilizada es el uso de camiones con carrocería plana equipados con grúa telescópica (pluma) para levantar contenedores o tambores apilados sobre pallets .



Foto 11: Camión con sistema Ampiroll.

dada por el gas residual contenido en estos. Como tratamiento a éstos residuos, se incorporo un sistema de tratamiento que extrae el líquido residual y lo envía a un contenedor para su posterior reciclaje y /o tratamiento y el gas lo circula a través de un filtro de carbón activado donde es retenido y neutralizado



Foto 13. Sistema de limpieza de envases de WD-40 en Minera Escondida Limitada.



Foto 12 : Camión Pluma.

MINIMIZACIÓN

Algunas faenas contemplan la utilización de sistemas de compactación de tambores como una manera de reducir el volumen de los desechos y poder darle un mejor tratamiento. Adicionalmente es posible encontrar sistema de eliminación de envases vacíos de WD-4o los cuales son residuos peligrosos por su características de inflamabilidad,



Foto 14: Compactador de tambores utilizado en Minera Escondida.

CENTRO DE MANEJO DE RESIDUOS SÓLIDOS

Para el manejo de residuos las compañías han implementado diversos tipos de gestiones, a través de terceros o una combinación de ambos. En la División El Teniente de CODELCO se adoptó una solución integral al manejo de residuos implementando un Centro de Manejo de Residuos Sólidos al interior de la faena. En esta instalación se realizan diversas operaciones de gestión de residuos, entre ellas la reclasificación de los residuos que no estén debidamente segregados, el tratamiento de algunos residuos peligrosos y el confinamiento de los residuos tanto no peligrosos como peligrosos. El siguiente esquema grafica el mencionado centro y se describen sus principales instalaciones.

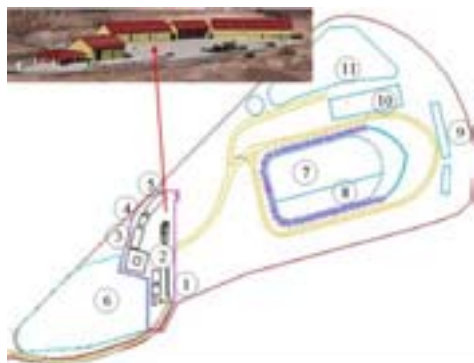


Foto 15: Instalaciones del Centro de Manejo de Residuos Sólidos de El Teniente de CODELCO.

- 1: Sector de portería, sala de control, pesaje, administración y taller de mantención.
- 2: Sector de clasificación de residuos.
- 3: Galpón de almacenamiento de residuos comercializables.
- 4: Galpón de tratamiento de residuos peligrosos.
- 5: Galpón de almacenamiento transitorio de residuos peligrosos.
- 6: Patio de acopio de residuos comercializables.
- 7: Relleno sanitario de residuos industriales no peligrosos.
- 8: Depósito de seguridad de residuos peligrosos.
- 9: Piscinas de líquidos percolados.
- 10: Patio de neumáticos.
- 11: Sector de residuos inertes.

El Centro de Manejo de Residuos Sólidos es complementario al Sistema de Gestión de Residuos de División El Teniente, el que está diseñado sobre la base de que las diversas áreas de la empresa deben segregar sus residuos en función de sus características de peligrosidad y de sus posibilidades de comercialización. En el Centro de Manejo de Residuos Sólidos los residuos son derivados a las distintas instalaciones descritas, permitiendo dar un destino final adecuado a los residuos industriales sólidos generados en la empresa.

Participantes del Acuerdo Marco de Producción Limpia

Sector Público

Subsecretaría de Minería
Subsecretaría de Salud
Secretaría Ejecutiva de la Comisión Nacional de Energía
Servicio Nacional de Geología y Minería
Comisión Chilena del Cobre
Dirección Ejecutiva de la Comisión Nacional de Medio Ambiente
Superintendencia de Servicios Sanitarios
Dirección General de Aguas
Dirección Nacional del Servicio Agrícola y Ganadero

Industria

Consejo Minero de Chile A.G., en representación de sus socios:

Barrick Chile
BHP Billiton
Codelco Chile
Compañía Minera Cerro Colorado
Compañía Minera Disputada de las Condes Ltda.
Compañía Minera Doña Inés de Collahuasi
Compañía Minera Mantos de Oro
Compañía Minera Quebrada Blanca
Compañía Minera Zaldívar
Empresa Minera de Mantos Blancos
Minera Escondida
Minera Los Pelambres
Minera Meridian Limitada
Noranda Chile
Phelps Dodge Mining Services
Placer Dome Latin America
SCM El Abra

