



**Potencial de uso de relaves mineros en el caso de Chile:
Un aporte para una minería más sostenible**

De la minería tradicional hacia la minería sostenible: un enfoque integral

Ciudad de La Paz, Bolivia, 30 de mayo de 2023



Una minería responsable, sustentable y sostenible, que genere progreso y bienestar a la sociedad y el medioambiente, es un objetivo anhelado por los países mineros de la región andina, donde esta actividad es y seguirá siendo un importante instrumento a objeto de lograr mejores niveles de vida, una contribución para avanzar hacia una economía baja en carbono y alcanzar el desarrollo sostenible.

La industria extractiva, incluida la minería, aportan materiales para construir casas, edificios, puentes, caminos, túneles, y proveen materiales para movilizarnos, iluminarnos, temperar ambientes, tener mejor medicina, mejores comunicaciones y aparatos tecnológicos cada vez más sofisticados.



Actualmente, la participación de la minería para mantener las condiciones para la vida humana y de los reinos animal y vegetal sobre la tierra se acrecienta, porque contener el cambio climático exige transición energética y ésta requiere cada vez más insumos de origen minero:

Elementos como cobre, plomo, hierro, tierras raras, litio deberán ser producidos en mayores volúmenes y, considerando la baja de las leyes, su producción requerirá más agua, más energía, más insumos industriales y generará una mayor cantidad de “residuos” o “materias primas secundarias”.

Economía circular y Minería circular



Para que la Tierra siga cobijándonos, no sólo la minería debe reducir el impacto sobre el medio ambiente y la cantidad de residuos que genera.

Los demás sectores de la economía deben hacerlo a la par, o en mayor escala, porque hay algunos que producen más impactos negativos y una cantidad de residuos imposible de cuantificar.

Pero lo que nos convoca hoy es la minería y la reducción y/o reutilización de sus “residuos”: propios y de origen externo

Minería circular: Cómo será posible?



Lograr que la minería sea una actividad económica circular es todavía un sueño.

Sólo puede ser posible si el proyecto minero se concibe desde su inicio como un proyecto cero residuo y bajo en carbono y si se modifican las condiciones para la adjudicación de una concesión.

Pero lograr que los procesos sean mineros circulares es más factible y, el proceso de concentración de minerales puede llegar a serlo si soluciona el mayor de sus problemas:

La disposición de relaves a perpetuidad.



Para acercarse a una minería circular se debe:

- Reducir, reportar y certificar huella hídrica, huella de carbono
- Abatir los componentes y residuos peligrosos;
- Reducir al máximo los residuos masivos de origen minero y externo.
- Respetar los derechos humanos/laborales observando las mejores condiciones de seguridad y salud ocupacional;
- Practicar la inclusión e igualdad de oportunidades;
- Minimizar al máximo el impacto negativo en comunidades, territorio y países, dejando todo el valor posible para el desarrollo de las actuales y futuras generaciones.
- Concebir el proyecto desde su inicio como un proyecto cero residuo y bajo en carbono y si se modifican las condiciones para la adjudicación de una concesión.



Atributos y Requisitos

Una minería baja en emisiones

Eficiencia energética y uso de renovables

Uso eficiente del agua

Gestión de impurezas

Gestión de Residuos

Abastecimiento y Consumo Responsables

Derechos humanos

Salud y seguridad ocupacional

Inclusión e igualdad de oportunidades

Impacto comunitario y territorial

Seguimiento post-cierre

Información transparente

¿Cuáles son y qué hacer con los residuos?



¿Cuáles son los residuos de origen externo y qué hacer con ellos?

Es mucho y factible lo que se puede hacer para reducirlos, sin mayores costos y buenos retornos, aplicando la ley REP u otras iniciativas.

- **RCD:** Aplicar norma de Gestión NCh3562:2019 y en un futuro próximo la NCh163...modificada “Áridos para morteros y hormigones – Requisitos”.
- **Caucho** incluye neumáticos: Como combustible, y en construcción: Normas NCh3258:2012-Mezclas asfálticas; NCh3614:2019, Caracterización de partículas de caucho vulcanizado reciclado y NCh3659:2020-Palmetas de caucho reciclado.



¿Cuáles son los residuos de origen externo y qué hacer con ellos?

- **Lubricantes:** Mezclas para tronadura.
- **Baterías:** Recuperación de Pb (Recimax)
- **Chatarra:** Producción acero (AZA)
- **Plásticos:** Reciclar, eliminar su uso: Reemplazar agua embotellada para consumo humano por dispensadores de agua purificada. Se redujo la contaminación y la huella de carbono.(Teck: Quebrada blanca)
- **Pallets y otros residuos de madera:** Material de construcción, mueblería, recubrimientos, artesanía



¿Cuáles son los residuos de origen externo y qué hacer con ellos?

- **Domiciliarios orgánicos:** Compostaje para mejorar y producir suelo. Plantas de lombricultura. Hace más de 10 años, pioneros de la minería responsable, instalaron en Zaldívar una planta para producir humus de lombriz.
- **Domiciliarios inorgánicos:** Ej: Agua: purificar y reutilizar.

Corolario

Ningún material nombrado es residuo. Todos son materia prima secundaria, insumo para la cadena de valor circular.

¿¿Y qué ocurre con los residuos mineros y cuáles son ??



Desmontes, Estériles, Ripios, Relaves, Escorias

¿¿Cuáles son los impactos y riesgos de los relaves??

- Contaminación por metales (As, Cd, Cr, Cu, Fe, Pb, Hg, Zn) por drenaje, desborde del tranque y emisión de material particulado
- Degradación de suelos
- Inutilización de espacios para otros fines
- Stress y enfermedades en miembros de comunidades aledañas
- Riesgos de catástrofes



¿¿Y qué se podría hacer con ellos??

- **Remoción:** saneamiento ambiental, liberación y habilitación de terrenos para otros usos.
- **Recuperación de elementos de valor contenidos:** Cu, Mo, Au, Ag, Fe, Sílice, TTRR, otros.
- **Producción de cemento con relaves de cobre.** Adicionando porcentajes adecuados o si son tratados térmicamente se puede producir un cemento sólo a partir de relaves.
- **Reemplazo de Arena y Grava como áridos gruesos y medios,** para la producción de morteros y hormigones.
- **Reemplazo de áridos finos del concreto (hormigón).** La superficie de las partículas de relave es áspera y mejora la dureza o resistencia del concreto.



- **Materia prima correctiva para la producción de clinker.** En reemplazo de materiales correctivos de hierro y sílice.
- **Material para rellenar rajos y otros pasivos y para recuperar terrenos.**
- **Reemplazo de arena para producción de hormigón proyectado (shotcrete)** para fortificación de túneles mineros.
- **Materia prima para la producción de ladrillos y baldosas.** Se someten a tratamiento que incluye eliminación de impurezas y ajuste de las propiedades físicas y químicas necesarias para la fabricación de ladrillos. Se les pueden agregar arcilla o cal para mejorar la calidad del ladrillo y su resistencia.



- **Balasto de las líneas férreas.**
- **Material para obras de vialidad.**
- **Materia prima para la producción de vidrio.** Relaves mineros con altos contenidos de silicatos, especialmente los de oro, pueden ser utilizados como fuente de materia prima para la producción de vidrio, luego de procesos de conminución y purificación.
- **Materia prima para la producción de carbonato de calcio.** Se puede obtener como un subproducto de la producción de vidrio con relaves.
- **Materia prima para la producción de fertilizantes.** Se encuentra en una de sus últimas fases el proyecto ganador de un concurso internacional.
- **Materia prima para la producción de geopolímeros.**



Brechas para la utilización

El uso más promisorio de los relaves -debido a sus características, a los volúmenes acumulados y futuros es en producción de materiales de construcción: para la producción de cemento, como áridos para morteros y hormigones, para la producción de ladrillos.

No existen normas técnicas chilenas que clasifiquen o describan las distintas propiedades físicas o químicas de los relaves ni las características necesarias para su uso en la incorporación o fabricación de distintos materiales y deberán cumplir **normas vigentes para la producción de morteros, concreto y otros materiales de construcción y desarrollar normas para la producción de ladrillos.**

Será por lo tanto necesario caracterizar y normalizar las propiedades físico químicas de estos recursos para su uso y calcular otros costos de certificación, remoción, procesamiento, carguío y transporte hasta el lugar de producción, cumpliendo con las normas ambientales, de salud y seguridad ocupacional correspondientes.



Actualmente proyectos de reprocesamiento o utilización de residuos mineros masivos, se consideran proyectos mineros habitual, y deben:

- Constituir propiedad minera.
- Cumplir los requisitos de los Decretos Supremo 132, 2004, del Ministerio de Minería que aprueba el Reglamento de Seguridad Minera, y 248 que Aprueba el Reglamento para la Aprobación de Proyectos de Diseño, Construcción, Operación y Cierre de Depósitos de Relaves y solicitar permisos sectoriales en SERNAGEOMIN: Proyecto de explotación, Planta, Botaderos.
- Entrar al SEA si corresponde.



- Presentar Plan de Cierre según la Ley de Cierre 20.551, asegurando las garantías financieras cuando es requerido

Según el “Repertorio de Permisos y Obligaciones Normativas para un Proyecto Minero” del Ministerio de Minería, disponible en : <http://sisnor.minmineria.cl> los permisos sectoriales que pueden ser requeridos para la construcción, operación y cierre de depósitos de relave en Chile sobre las 5.000 ton/mes de mineral y que tengan un muro de más de 5 m de altura o más de 50.000 m³ de capacidad son más de 15 y estos se solicitan en 9 instituciones diferentes.



Pero hay buenas noticias:

- El trabajo del Comité de Relaves de CESCO en sus mesas de Clasificación y priorización de Relaves para Reprocesamiento y Propuesta de Normativa para el reprocesamiento de Relaves. En el comité participan instituciones público privadas como los ministerios de Minería y Medio Ambiente, el SERNAGEOMIN, SEA, CORFO, la Corporación Alta Ley, el Consorcio Relaves con Valor, el Consejo Minero, SONAMI, empresas mineras y profesionales relacionados con la industria,
- Su trabajo contempla.



Pero hay buenas noticias:

- La próxima remoción, depositación en condiciones seguras y rehabilitación del terreno del relave próximo a la catedral de Andacollo.
- La próxima modificación de la norma “NCh163... Áridos: Requisitos” que incorpora una nueva clasificación como: Áridos Naturales, Áridos Reciclados y Áridos Artificiales, siendo clasificados los relaves como áridos artificiales.
- La modificación del DS248 Reglamento para la Aprobación de Proyectos de Diseño, Construcción, Operación y Cierre de Depósitos de Relaves y que se espera favorable a este propósito.

CONCLUSIÓN:



Para ser proveedora en propiedad de una economía baja en carbono, libre de conflictos sociales, inclusiva y participativa, la minería debe producir sustentablemente y responder a las necesidades de los consumidores y de las partes involucradas en su quehacer, resolviendo los problemas que la aquejan y dejando a cambio bienes de valor tangibles e intangibles perdurables que compensen los extraídos



Los Atributos y Requisitos de una Minería Baja en Residuos y Contaminantes para Preservar la Vida

Una minería baja en emisiones

Eficiencia energética y uso de renovables

Uso eficiente del agua

Gestión de impurezas

Gestión de Residuos

Abastecimiento y Consumo Responsables

Derechos humanos

Salud y seguridad ocupacional

Inclusión e igualdad de oportunidades

Impacto comunitario y territorial

Seguimiento post-cierre

Información transparente



Grecia Pérez de Arce Jaramillo
La Paz, Bolivia
30 de mayo, 2023

MUCHAS GRACIAS