

Medio Ambiente y Desarrollo Sostenible en
Minería

Módulo 7

Introducción al Trabajo en Minería



www.centrotecnicominero.cl



contacto@centrotecnicominero.cl



[@centrotecnicominero](https://www.instagram.com/centrotecnicominero)



Objetivos del Módulo 7

Medio Ambiente y Desarrollo
Sostenible en Minería



Comprender la importancia de la gestión ambiental en minería



Conocer los principales impactos ambientales de la actividad minera e identificar medidas de control



Comprender el concepto y principios de la minería sustentable



¿Qué es la Gestión Ambiental?

Integración del cuidado ambiental en todas las etapas de la operación minera.

La gestión ambiental en minería es el conjunto de políticas, procedimientos y acciones orientadas a prevenir, mitigar y controlar los impactos ambientales generados por la actividad extractiva, asegurando el cumplimiento normativo y la sostenibilidad del entorno.





*Propósitos clave para una
operación minera responsable.*

Objetivos de la Gestión Ambiental



Minimizar los impactos
ambientales negativos
de la actividad minera.



Cumplir normativas y estándares
ambientales vigentes.



Promover el uso eficiente de recursos
naturales y contribuir al desarrollo
sostenible.



Desarrollo Sostenible en Minería

Equilibrio entre economía, sociedad y medio ambiente

El desarrollo sostenible en minería implica el uso responsable de los recursos naturales para satisfacer las necesidades del presente sin comprometer las del futuro. Las operaciones modernas integran criterios económicos, sociales y ambientales para garantizar un impacto positivo y duradero en las comunidades y ecosistemas donde operan.



Compromiso Ambiental de las Compañías Mineras

Las empresas mineras asumen responsabilidades ambientales concretas



Políticas ambientales corporativas que establecen compromisos formales de protección y mejora continua del entorno.



Inversiones en tecnologías limpias para reducir emisiones, optimizar recursos y minimizar la huella ambiental.



Certificaciones y auditorías ambientales (ISO 14001) que garantizan el cumplimiento de estándares internacionales.



Equipos técnicos ambientales dedicados al monitoreo, reporte y mejora continua de la gestión ambiental.

Impacto Ambiental - Emisión de Polvo

El polvo: un riesgo invisible
que se puede controlar.



Origen: voladuras, transporte de mineral y movimiento de tierras generan grandes nubes de polvo en la faena.



Impacto: afecta la salud respiratoria de trabajadores, contamina suelos, agua y daña la flora y fauna del entorno.



Mitigación: riego continuo de caminos, barreras vegetales y monitoreo de material particulado PM10 y PM2.5.

Impacto Ambiental: Ruido en Minería

El ruido no controlado
afecta fauna, salud
y comunidades vecinas.



Maquinaria pesada, voladuras
y transporte generan altos
niveles de ruido en faena.



Impacto en fauna silvestre,
trabajadores y comunidades
cercanas a la operación.



Control: silenciadores,
barreras acústicas y horarios
restringidos de operación.

Impacto Ambiental - Vibraciones

Control y monitoreo para proteger
estructuras y ecosistemas.



Voladuras y maquinaria
pesada generan vibraciones
de alta intensidad en la faena.



Efectos sobre estructuras civiles,
ecosistemas y comunidades
cercanas a la mina.



Medidas de control: monitoreo
sísmico, restricción de horarios
y cargas de voladura.



Centro Técnico Minero SpA



Molienda y flotación demandan grandes volúmenes de agua en los procesos concentradores.



La lixiviación y el procesamiento hidrometalúrgico ejercen alta presión sobre cuencas hídricas locales.



La gestión eficiente del agua es clave para la sustentabilidad operacional y ambiental.



Consumo de Agua en Minería

Gestión eficiente del recurso hídrico



Centro Técnico Minero SpA



Fuentes de energía:
electricidad,
combustibles fósiles y
su huella de carbono.



Residuos peligrosos: aceites, químicos,
solventes y baterías con normativa
estricta de disposición.



Residuos no peligrosos: roca estéril,
madera y materiales inertes con
opciones de reutilización.



Consumo Energético y Residuos Industriales

Módulo 7 · Impacto Ambiental en Minería



Técnicas para optimizar el uso del agua en minería



Uso Eficiente del Agua Recirculación y Recuperación

Recirculación

Reutilización del agua en plantas concentradoras



Recuperación con Espesadores

Concentración de sólidos para liberar y reutilizar agua



Beneficios Ambientales

Reducción del consumo hídrico y menor impacto en cuencas



Beneficios Económicos

Menor costo operacional y mayor eficiencia en procesos



Espesadores en Minería

Concentración de sólidos y reutilización eficiente del agua

Los espesadores concentran los sólidos en suspensión, reduciendo el volumen de agua a procesar. Permiten recuperar y reutilizar el agua clarificada, mejorando la disposición de relaves y disminuyendo el consumo hídrico total de la operación minera.



Uso Eficiente del Agua Desalinización

Tecnologías de desalinización aplicadas en la minería moderna

La desalinización convierte agua de mar o salobre en agua apta para procesos mineros. Se aplica especialmente en zonas áridas del norte de Chile, donde el agua dulce es escasa. Mediante ósmosis inversa, se abastecen plantas concentradoras y operaciones mineras, reduciendo la presión sobre acuíferos locales y contribuyendo a la sustentabilidad hídrica de la operación.





*Buenas prácticas para el cuidado
del agua en faena minera.*

Uso Responsable del Recurso Hídrico



Monitoreo constante del consumo hídrico en todos los procesos de la operación.



Programas de ahorro: metas de reducción, indicadores de desempeño y reportes periódicos.



Capacitación continua al personal sobre uso eficiente y cuidado del agua en minería.



Uso Eficiente del Agua

Resumen Visual

Principales medidas para el uso responsable del recurso hídrico en minería.



Recirculación: reutilización del agua en plantas concentradoras para reducir consumo.



Espesadores: concentración de sólidos y recuperación eficiente del agua de proceso.



Desalinización: tecnología para uso de agua salina en zonas áridas y de escasez hídrica.



Monitoreo: control continuo del consumo y programas de ahorro con capacitación al personal.



Manejo de Residuos Residuos Peligrosos

Identificación, normativa
y disposición segura.



Tipos: químicos, aceites,
solventes y materiales
contaminados con sustancias
tóxicas.



Normativa DS N°148: regula
almacenamiento, transporte y disposición
final de residuos peligrosos.



Gestión segura: etiquetado,
confinamiento, registros y
empresas autorizadas para retiro.

Manejo de Residuos

Residuos No Peligrosos

Reutilizar y reciclar
es responsabilidad de todos.



Restos de roca, madera y
materiales inertes: bajo riesgo
ambiental con manejo adecuado.



Reutilización en rellenos, caminos
internos y obras civiles dentro de la misma
faena minera.



Reciclaje y economía circular:
clasificación en origen para
maximizar recuperación de
materiales.

Integración en la minería moderna

Reciclaje y Economía Circular

Revalorización de Materiales

Residuos se transforman en insumos para nuevos procesos productivos



Reducción de Residuos

Minimización en origen y optimización de procesos para generar menos desechos



Reutilización de Agua

Recirculación en plantas concentradoras reduce el consumo hídrico total



Recuperación de Metales

Extracción de minerales valiosos desde relaves y residuos del proceso



Manejo de Residuos Disposición Final

Métodos responsables para la disposición final de residuos mineros

La disposición final incluye rellenos sanitarios autorizados y confinamiento seguro de residuos. Se diseñan sistemas de impermeabilización para evitar filtraciones. El monitoreo continuo minimiza impactos a largo plazo sobre suelo y agua.



Manejo de Residuos en Minería

Resumen

Aspectos clave para una gestión responsable y sostenible de los residuos mineros.



Clasificación correcta de residuos peligrosos y no peligrosos en origen.



Reciclaje, reutilización y economía circular para reducir residuos.



Disposición final responsable y cumplimiento normativo ambiental.



Relaves: ¿Qué Son?

Materiales residuales sólidos generados tras el procesamiento del mineral en plantas concentradoras.

Los relaves contienen agua, minerales no recuperados y reactivos químicos. Si no se gestionan adecuadamente, representan riesgos para suelos, aguas subterráneas y comunidades cercanas. Su manejo responsable es fundamental en la minería moderna.



Depósitos de Relaves

Tipos, construcción y diseño para la seguridad y minimización de impactos

Los depósitos de relaves son infraestructuras críticas para el almacenamiento de materiales residuales del procesamiento mineral.

- Presas de relaves: estructuras de contención construidas con materiales locales o diques de tierra
- Pilas de almacenamiento en seco: filtrado y apilado de relaves para reducir riesgo
- Diseño geotécnico riguroso para garantizar estabilidad estructural
- Sistemas de impermeabilización para prevenir filtración y contaminación
- Planes de cierre y rehabilitación desde la etapa de diseño





Vigilancia continua para prevenir fallas y proteger el entorno.

Monitoreo Ambiental de Relaves



Instrumentación para estabilidad: piezómetros, inclinómetros y sensores geotécnicos en la presa.



Monitoreo de filtración y calidad del agua: análisis periódicos de efluentes y aguas subterráneas.



Prevención de fallas: planes de contingencia, alertas tempranas y revisiones técnicas periódicas.





Centro Técnico Minero SpA



Evaluaciones geotécnicas
periódicas para verificar
integridad estructural.



Planes de contingencia ante fallas:
protocolos de evacuación y respuesta de
emergencia.



Mantenimiento continuo y revisiones
técnicas para prevenir colapsos y
filtraciones.



Estabilidad de Depósitos de Relaves

Módulo 7 · Medio Ambiente y Desarrollo Sostenible



Sistemas y tecnologías para recircular agua

Recuperación de Agua en Relaves

Espesadores

Concentran sólidos y recuperan agua clarificada para reutilización



Filtros de Presión

Extraen humedad residual de relaves para maximizar recuperación



Recirculación

Agua recuperada retorna a planta concentradora, reduciendo consumo total



Beneficios Clave

Menor presión hídrica, ahorro económico y menor impacto ambiental



Protección del Medio Ambiente - Flora

Preservando la vegetación en zonas de operación minera



Inventarios

Registro y clasificación de especies vegetales presentes en el área de influencia de la operación minera.



Conservación

Delimitación de áreas protegidas y corredores verdes para preservar ecosistemas vulnerables.



Reforestación

Programas de revegetación y restauración de suelos con especies nativas tras el cierre de faenas.

Protección del Medio Ambiente - Fauna

Estrategias para resguardar la fauna local



Monitoreo de Especies

Registro y seguimiento continuo de fauna autóctona mediante cámaras trampa y censos periódicos en zonas de operación minera.



Corredores Biológicos

Diseño e implementación de corredores biológicos que permiten el desplazamiento seguro de fauna entre ecosistemas fragmentados.



Mitigación de Impactos

Planes de rescate y relocalización de fauna, control de ruidos y vibraciones para minimizar el impacto sobre especies locales.

Calidad del Aire

Monitoreo y control de
contaminantes atmosféricos.



Sistemas de medición continua
de material particulado, gases y
contaminantes en tiempo real.



Reducción de emisiones mediante riego
de caminos, barreras vegetales y
supresores de polvo.



Resultados de monitoreo permiten
ajustar operaciones y cumplir
normativas ambientales vigentes.

Calidad del Agua

El agua limpia es
responsabilidad de todos.



Tratamiento de aguas
residuales antes de su
descarga a cuerpos naturales.



Monitoreo continuo de parámetros
físicos, químicos y biológicos del
agua.



Protección activa de ríos,
lagos y acuíferos cercanos a la
operación.

Restauración de Áreas Intervenidas

Rehabilitación ambiental post-minería

Rehabilitación de suelos degradados mediante técnicas de recuperación geotécnica y enmiendas orgánicas para restablecer su fertilidad y estructura.

Reintroducción de especies nativas, corredores ecológicos y monitoreo continuo garantizan la recuperación progresiva de ecosistemas intervenidos.



"La restauración ambiental transforma zonas intervenidas en ecosistemas funcionales, devolviendo vida y valor al territorio."



Minería Sustentable - Innovación

Tecnologías que transforman la minería moderna



Digitalización e Industria 4.0
aplicada a procesos mineros y
gestión ambiental.



Tecnologías limpias para
reducir emisiones y huella
ambiental en faena.



Automatización de equipos
y sistemas para mayor
eficiencia y menor impacto.



Sensores y monitoreo en
tiempo real para control
ambiental y operacional.

Energías Renovables y Electrificación en Minería

Minería sustentable: reducción de emisiones con energías limpias



Paneles solares y energía fotovoltaica para alimentar operaciones mineras con energía limpia.



Camiones CAEX eléctricos: menor emisión de gases y reducción de costos operacionales.



Energía eólica integrada en faenas para reducir dependencia de combustibles fósiles.



Reducción significativa de huella de carbono y emisiones de CO₂ en operaciones mineras modernas.

Minería Sustentable - Módulo 7

Economía Circular y Reducción de Emisiones



Reutilización

Materiales y subproductos se reintegran al proceso productivo



Reciclaje Industrial

"Reducir residuos generando valor a partir de los desechos."



Menor Consumo

Eficiencia energética y optimización de insumos en cada etapa



Reducción de GEI

Medidas activas para disminuir gases de efecto invernadero



Minería Sustentable

Resumen del Módulo

Cinco pilares clave para una minería responsable y sostenible.



Innovación: digitalización, automatización y tecnologías limpias en operaciones.



Energías renovables: solar, eólica y electrificación de equipos y camiones.



Economía circular: reutilización de materiales y reducción de residuos.



Reducción de emisiones: menor huella de carbono y gases de efecto invernadero.



Buenas Prácticas Ambientales - Ejemplo 1

Caso real de aplicación exitosa en operación minera



Reforestación

Restauración de 120 hectáreas con especies nativas tras cierre de fase extractiva, logrando 85% de cobertura vegetal en 3 años.



**Recirculación
Hídrica**

Implementación de sistema de recirculación en planta concentradora redujo consumo de agua fresca en un 40%, ahorrando 2 millones de m³ anuales.



Monitoreo Ambiental

Red de 25 estaciones de monitoreo continuo de aire, agua y suelo garantiza cumplimiento normativo y detección temprana de impactos.

Buenas Prácticas Ambientales

Ejemplo 2 — Caso Real en Operación Minera



Proyecto

Restauración de cubierta vegetal en taludes post-explotación con especies nativas de la zona árida.



Resultados

Reducción del 65% en emisiones de polvo fugitivo y recuperación de biodiversidad local en 3 años.



Beneficios

Mejora en calidad del aire, menor impacto en comunidades y reconocimiento ambiental sectorial.

Resumen del Módulo

7

Medio Ambiente y Desarrollo Sostenible en Minería



Gestión ambiental: integración del cuidado ambiental en operaciones mineras.



Impactos ambientales: polvo, ruido, agua y residuos controlados.



Medidas de control: monitoreo, mitigación y normativas ambientales.



Minería sustentable: equilibrio entre economía, sociedad y medio ambiente.



Conclusiones del Módulo 7

Síntesis final: Medio Ambiente y Desarrollo Sostenible

✓ El compromiso ambiental es esencial para una minería responsable y con licencia social.

✓ La minería sustentable genera beneficios económicos, sociales y ambientales para empresas y comunidades.

✓ Aplica las buenas prácticas aprendidas en tu trabajo diario para proteger el entorno minero.





Próximo Módulo: Vida y Trabajo en Faena Minera

Módulo 8 — ¡Te esperamos!



- ✓ Organización del trabajo en faena y turnos
- ✓ Convivencia en campamentos y normas de conducta
- ✓ Normas básicas de seguridad y bienestar en faena

