

Servicio Nacional de Geología y Minería

MIRADA DE LOS PASIVOS AMBIENTALES, SU MONITOREO Y DESAFÍOS REGULATORIOS EN CHILE

Oswaldo Ramírez Farías

Ingeniero de proyectos - Subdirección Nacional de Minería



Agenda

- Mirada de los pasivos ambientales mineros (PAM) en Chile
- Tipos de PAM
- Marco Normativo
- Organismos públicos con competencia en PAM
- Sobre el monitoreo a los PAM (Acciones realizadas)
- Casos de remediación en Chile
- Desafíos regulatorios



Mirada de los pasivos ambientales mineros (PAM)

A la fecha se tiene:

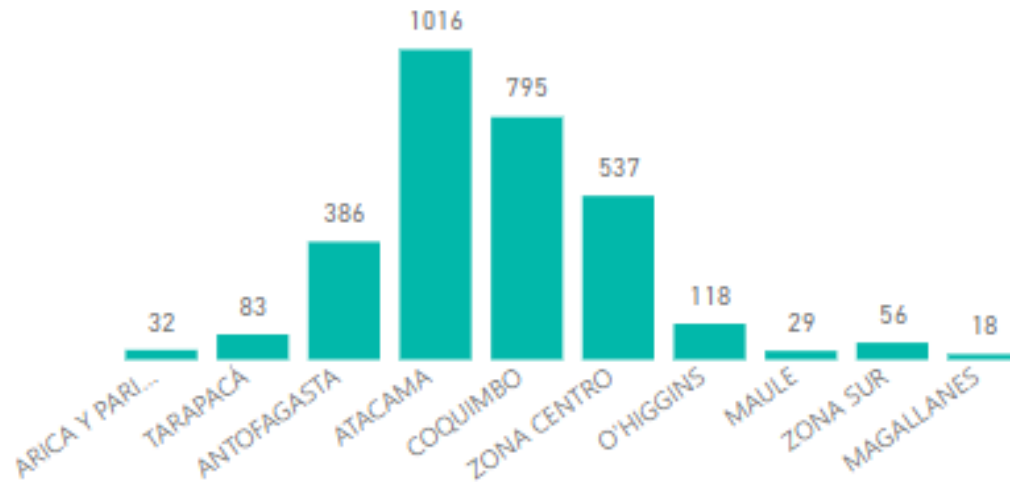


*Catastro de Faenas abandonadas y/o paralizadas: **1338.**

*Faenas operativas (según Portal BI): **3070.**

Faenas operativas al 23-11-2023 05:06:12

(Según definición PMG)



3070
Faenas operativas

80
Categoría A

72
Categoría B

236
Categoría C

2682
Categoría D y sin cat.

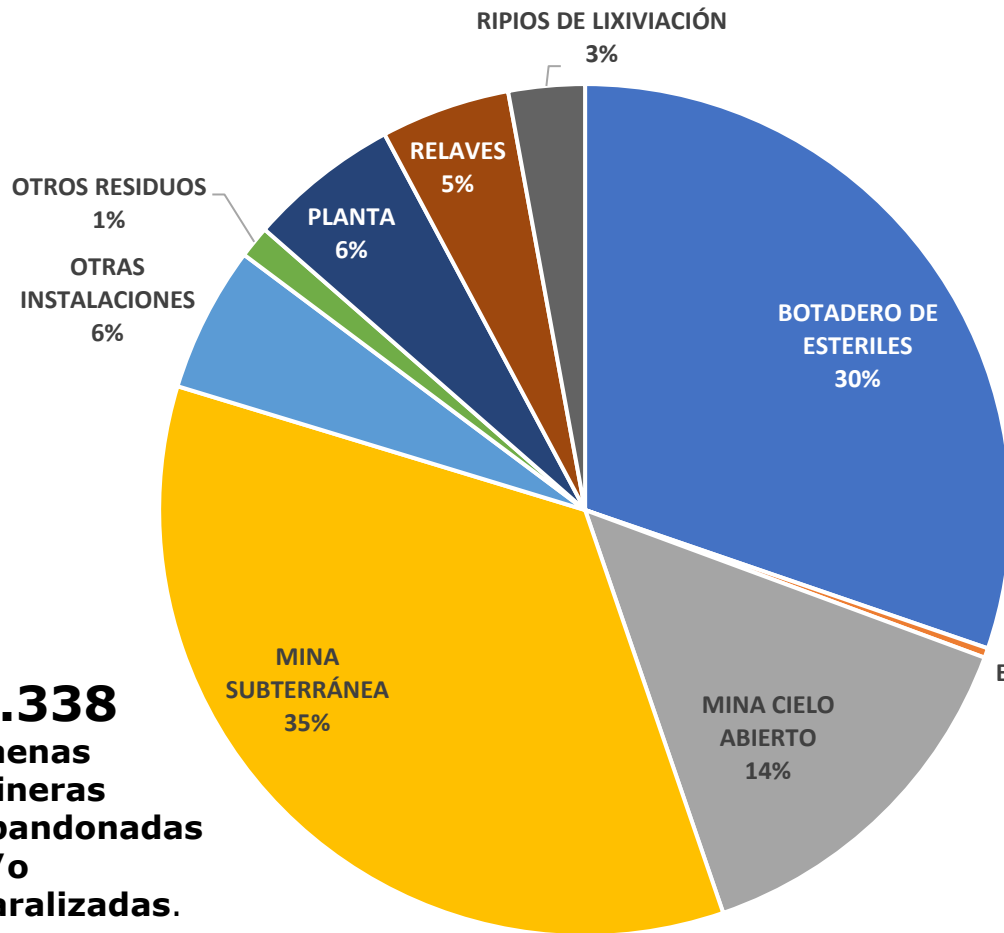
SERNAGEOMIN
SERVICIO NACIONAL DE GEOLOGÍA Y MINERÍA



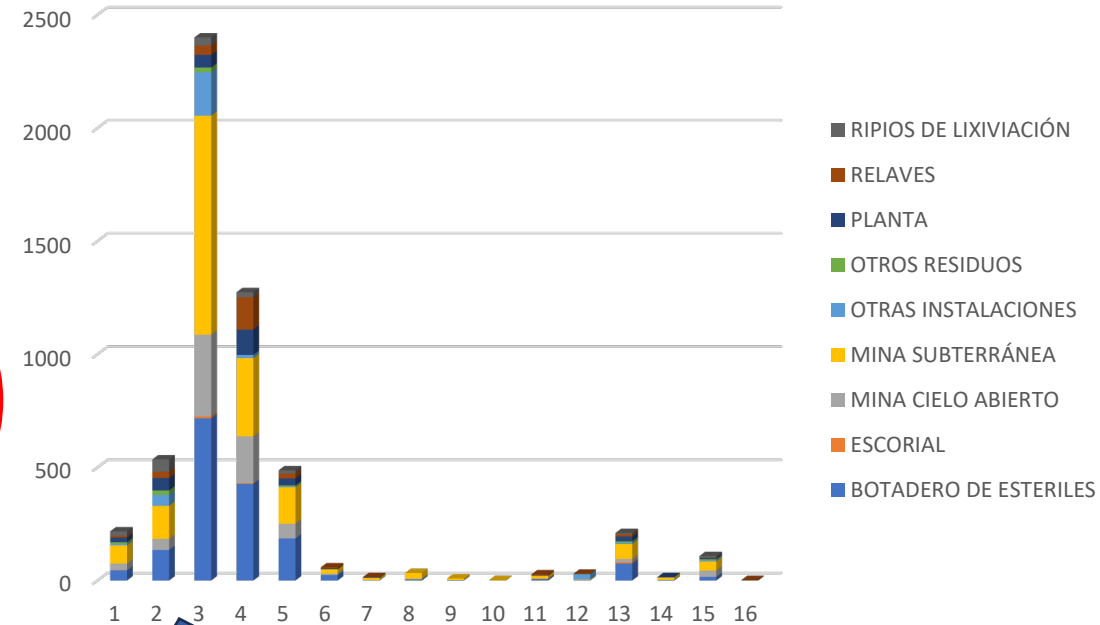
Mirada de los pasivos ambientales mineros (PAM)

Catastro de faenas abandonadas, SERNAGEOMIN: Instalaciones abandonadas.

Catastro Nacional de PAM (Chile)



1.338
Faenas
Mineras
abandonadas
y/o
paralizadas.



Tipos PAM	Cantidad
Botadero de estériles	1641
Escorial	20
Mina cielo abierto	765
Mina subterránea	1895
Otras instalaciones	300
Otros residuos	66
Planta	312
Relaves	266
Ripios de lixiviación	157
Total	5422

El primer Catastro de Faenas Mineras Abandonadas y/o paralizadas de Chile fue presentado el año 2007 y se ha ido actualizando recopilando información desde el 2003 hasta el año 2019.

Mirada de los pasivos ambientales mineros (PAM)

Actualmente el SERNAGEOMIN define PAM como “aquella faena minera abandonada o paralizada, incluyendo sus residuos, que constituye un riesgo significativo para la vida o salud de las personas o para el medio ambiente”

Catastro Nacional de PAM según recursos (Chile)



PAM's



PAM's

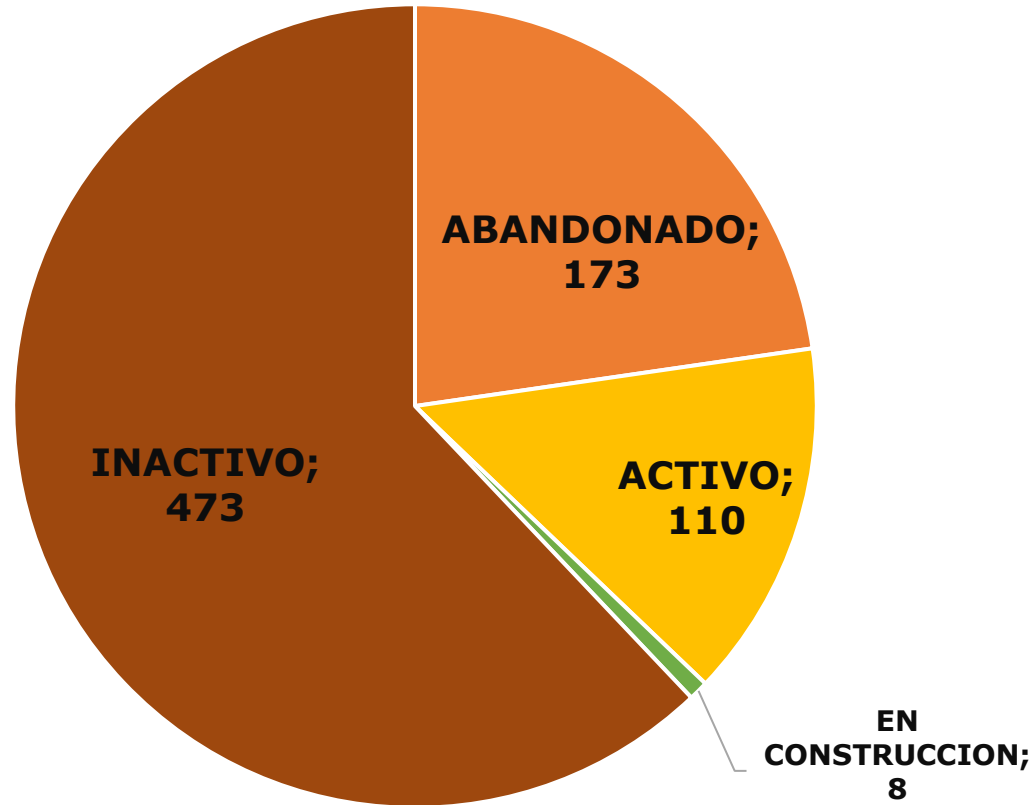
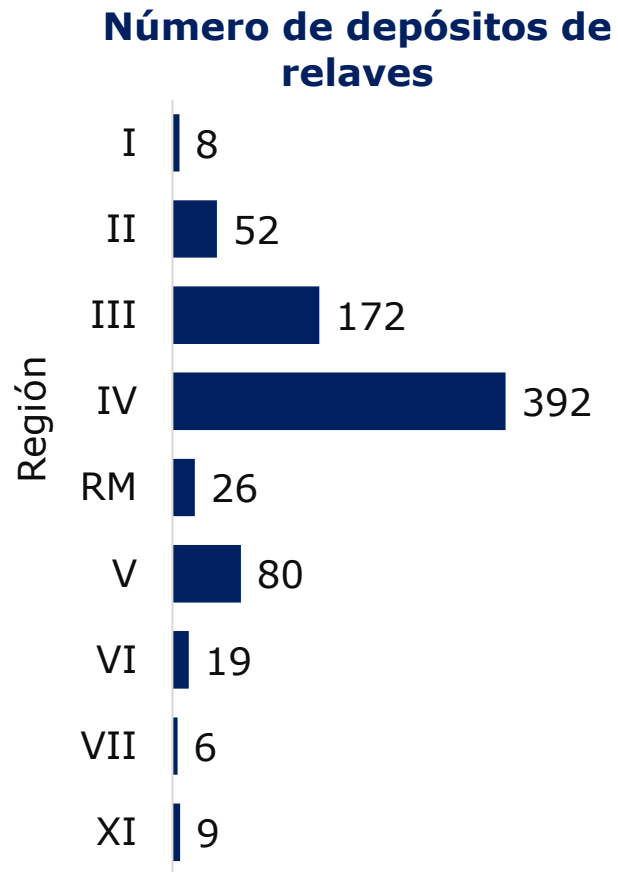


SITUACIÓN DEPÓSITOS DE RELAVES EN CHILE

Diagnostico Nacional



SITUACIÓN DEPÓSITOS DE RELAVES EN CHILE



ROL UNIDAD DE RELAVES SERNAGEOMIN

Revisión de proyectos

- Proyectos de Ingeniería
- Proyectos ambientales de relaves

Apoyo a fiscalización

- Apoyo en casos críticos
- Revisión de formularios operacionales (E-700)
- Seguimiento a hallazgos y cierre si corresponde

Modificaciones regulatorias

- Trabajo con Ministerio de Minería
- Presentaciones a organismos mineros

Capacitaciones

- A Fiscalizadores.
- Otros ministerios
- A pequeños mineros

Proyectos de colaboración con otros organismos

- Trabajo colaborativo con universidades y centros de investigación e innovación.

Apoyo a SENAPRED y otros organismos públicos

- Apoyo en análisis de áreas de inundación y planes de emergencia comunales.
- Solicitudes desde ministerios de Minería y Medio Ambiente

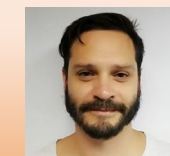
Unidad de Relaves

Coordinador

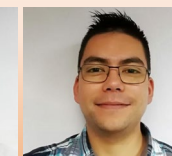
Gullibert
Novoa



Felipe
Urrea



Felipe
Vila



Osvaldo
Ramírez



Karina
Monsalve

Ingenieros Revisores de Proyectos



Marco Normativo

En términos generales:

- Chile no tiene ley de suelos ni de pasivos ambientales.
 - Chile es el único país OECD de los 36 miembros que no posee una legislación específica de suelos contaminados El único instrumento actual es la “Guía Metodológica para la Gestión de Suelos con Potencia Presencia de Contaminantes” del Ministerio del Medio Ambiente.
 - Otros países de la región sí poseen norma de suelos (Brasil, Perú, Uruguay)
- “Chile carece de un marco jurídico que aborde la responsabilidad administrativa por los daños al medio ambiente ha habido muy pocos casos reales de restauración del medio ambiente dada la ausencia de requisitos legales ejecutorios..”

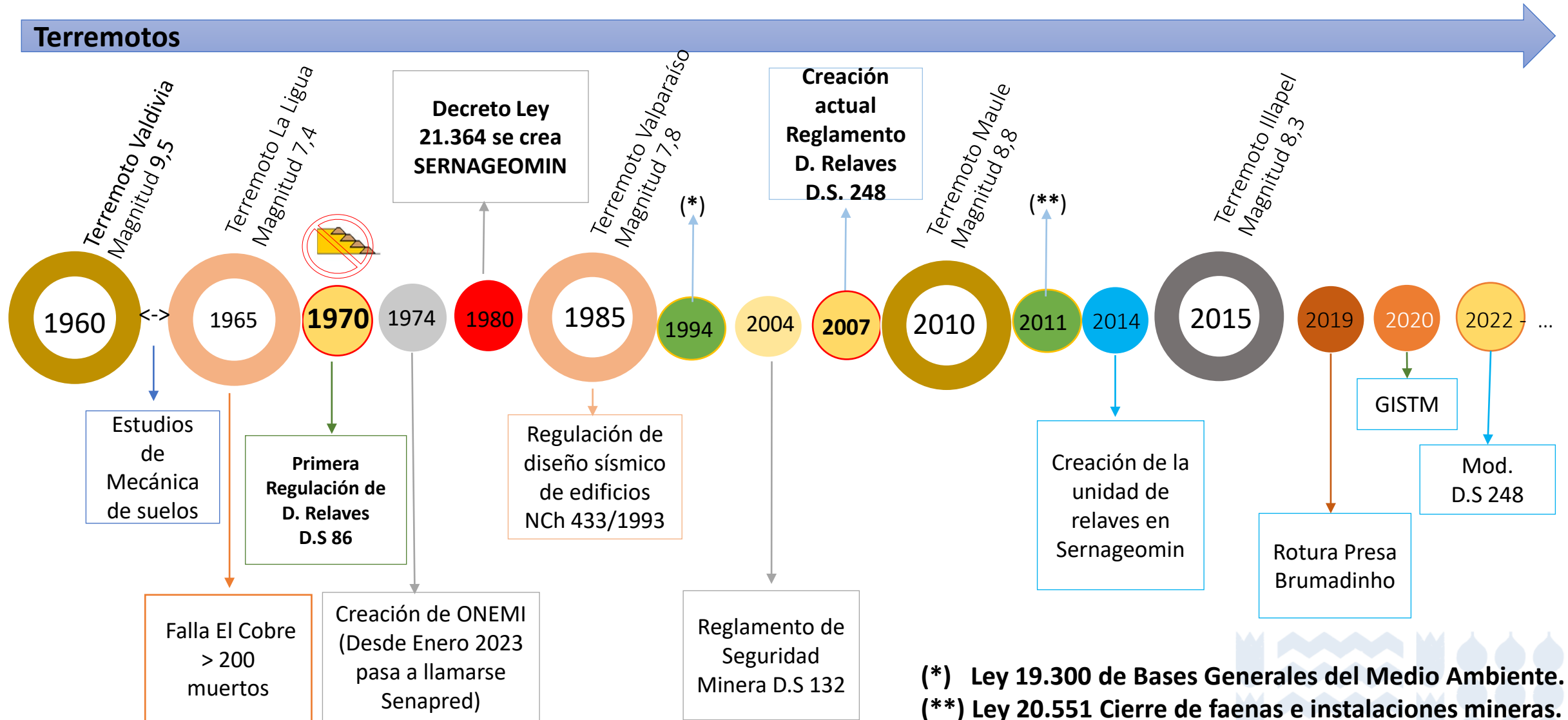
SEREMI RM Ministerio Medio Ambiente “Diagnóstico de suelos con potencial presencia de contaminante en la RM”

→ No fiscalización de PAM.



HISTORIA / MARCO NORMATIVO

Terremotos



(*) Ley 19.300 de Bases Generales del Medio Ambiente.
 (**) Ley 20.551 Cierre de faenas e instalaciones mineras.

Marco Normativo

Instrumentos de carácter preventivo de la generación de PAM

ANEXO 7: RESUMEN INSTRUMENTOS DE CARÁCTER PREVENTIVOS DE LA GENERACIÓN DE PAM

INSTRUMENTO	ÓRGANO RESPONSABLE/ FISCALIZADOR.	ACCIÓN PREVENTIVA
Decreto N° 132, de 2004, del Ministerio de Minería, que aprueba Reglamento de Seguridad Minera.	SERNAGEOMIN.	Presentar un proyecto de plan de cierre de faenas mineras.
Decreto N° 248, de 11 de abril de 2007, de esa mismo Ministerio, reglamenta la aprobación de proyectos de diseño, construcción, operación y cierre de los depósitos de relaves.	SERNAGEOMIN.	Tramitación del proyecto de depósito de relaves, que incluya antecedentes geológicos, geotécnicos, hidrológicos hidrogeológicos, sísmicos, meteorológicos, topográficos y otros que el Servicio considere necesario, incluyendo ubicación, condiciones y características de los materiales de empréstito que serán usados en la actividad de cierre del depósito.
Ley 20.551, de 2011, del Ministerio de Minería, que Regula el Cierre de Faenas e Instalaciones Mineras.	SERNAGEOMIN.	Aprobación del Plan de Cierre que deberá otorgar el debido resguardo a la vida, salud, seguridad de las personas y medio ambiente, de acuerdo con la ley.
Decreto N° 41 que Aprueba Reglamento de la Ley de Cierre de Faenas e Instalaciones Mineras.	SERNAGEOMIN.	Creación del Fondo de Post Cierre, adscrito al Servicio, con el objeto de financiar las actividades que se lleven a cabo durante la etapa posterior al cierre efectuado por la Empresa Minera.
Ley N° 19.300, sobre Bases Generales del Medio Ambiente.	Ministerio del Medio Ambiente.	Crea al Ministerio del Medio Ambiente que deberá formular normas, planes y programas en materia de residuos y suelos contaminados.
Decreto N° 40, de 12 de agosto de 2013, del Ministerio del Medio Ambiente, que aprueba el Reglamento del Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental.	Servicio de Evaluación Ambiental.	Administración del sistema de evaluación de impacto ambiental, así como la coordinación de los organismos del Estado involucrados en el mismo, para los efectos de obtener los permisos o pronunciamientos de los proyectos o actividades susceptibles de causar impacto ambiental, en cualesquiera de sus fases.
Título VII del decreto N° 40, de 12 de agosto de 2013, del Ministerio del Medio Ambiente.	Servicio de Evaluación Ambiental.	Permisos y Pronunciamientos Ambientales Sectoriales 135: construcción y operación de depósitos de relaves; PAS 137: plan de cierre de una faena minera.

- ✓ Fiscalización.
- ✓ Reglamentos (regulación).
- ✓ Ley de cierre.



NORMATIVA Y GUÍAS DE APOYO



Objetivos de la Ley de Cierre (Ley 20.551)

1. Resguardar la Vida, Salud y Seguridad de las **Personas y del Medio Ambiente.**

2. Mitigar los **Efectos negativos** de la Industria.

3. Evitar el **Abandono** de faenas mineras después del cese de las Operaciones.

4. Asegurar la **Estabilidad Física y Química** de los lugares en que se desarrolle la Actividad Minera.

5. Establecer **Garantías** para el cierre efectivo de las Faenas e Instalaciones Mineras.

6. Crear un **Fondo Post-Cierre** para **seguimiento y control** de Faenas Cerradas.



NORMATIVA Y GUÍAS DE APOYO

GUÍAS METODOLÓGICAS DE CIERRE

Estas guías han sido elaboradas con el objetivo de orientar a las empresas mineras en el desarrollo de sus planes de cierre y se refieren a los aspectos técnicos más importantes como son la definición de las obras y medidas de cierre a través de la evaluación de riesgos para el cierre de faenas mineras, la valorización de las obras de cierre y la propuesta y constitución de la garantía financiera

- [Guía Metodológica de cálculo determinación y disposición de la garantía financiera que establece la Ley 20.551](#)
- [Guía metodológica de evaluación de riesgos para el cierre de faenas mineras](#)
- [Anexo E – Guía metodológica de evaluación de riesgos para el cierre de faenas mineras](#)
- [Guía Metodológica para la Estabilidad Química de Faenas e Instalaciones Mineras](#)
- [Guía Metodológica para Evaluación de la Estabilidad Física de Instalaciones Mineras Remanentes](#)
- [Catastro de Medidas y Tecnologías para la Prevención, Control y Tratamiento del Drenaje Minero](#)
- [Buenas Prácticas en la Gestión de la Estabilidad Química en la Industria Minera](#)



Organismos públicos con competencia en PAM

Informe Contraloría General de la República (168/2021) → Auditor de instituciones públicas

→ Evaluación de estructura de gobernanza para implementar acciones sobre los PAM's

- Subsecretaría del Medio Ambiente
- Subsecretaría de Minería
- Subsecretaría de Salud Pública

Otras entidades públicas competentes (Apoyo técnico):

- SERNAGEOMIN
- Superintendencia de Medio Ambiente (SMA)
- Servicio de Evaluación Ambiental (SEA)

Recomienda trabajo
organizado,
estandarizado y
colaborativo entre
instituciones

Objetivo:

Avanzar en la eliminación, reducción y/o mitigación de los PAM



Acciones realizadas (Monitoreo) en torno a los PAM

- Plan Nacional 2030 Minería
 - Sin Depósitos de relaves críticos al 2030.
 - Sin Depósitos de relaves abandonados al 2050.



⁵¹ Entiéndase por nuevos usos la aplicación de depósitos de relaves como materia prima para otras industrias, tales como la construcción, en la creación de cemento, asfalto, ladrillos entre otros.



Acciones realizadas (Monitoreo) en torno a los PAM

E-400

○ **Convenios internacionales:**

- Japón (agencia de cooperación internacional - JICA): Catastro de faenas mineras abandonadas y paralizadas 2007:
- BGR: Manual de Evaluación de Riesgos de Faenas Mineras Abandonadas o Paralizadas (2008) → E400

○ **Ministerio del Medio Ambiente: Diagnóstico de suelos con potencial presencia de contaminantes en la región Metropolitana de Santiago (2022).**

- Fase I: Identificación, priorización y jerarquización (Visita terreno, realización ficha guía metodológica, cálculo puntaje).
- *Criterios Priorización: Cercanía a población residente, uso de agua potable, uso de suelo, cercanía a ecosistemas sensibles*
- Fase II: Gabinete-investigación, muestreo en terreno
- Fase III: Mayor muestreo si se requiere, evaluación del riesgo, plan de acción



Acciones realizadas (Monitoreo) en torno a los PAM

Formulario faenas abandonadas E-400

FORMULARIO E-400 FAENAS MINERAS

A Identificación de la Empresa
 (Rut Empresa) (Nombre Empresa) HERNAN CALLEJAS

B Identificación del Titular (Nombre) HERNAN CALLEJAS
 (Rut) (Fono/Fax) (e-mail)

C Identificación de la Faena (Nombre Faena) VALLE UN.
 (UTM) Norte 6336088 Este 329740 Cota (m) 410 Ubicación física punto de referencia zona TL
 (Zona Minera) Nombre VALLE UN. Número
 (Evaluación Ambiental) Ingresó al SEIA No ingresó al SEIA Ingreso Parcial al SEIA

D Tipo de Minería Metálica No Metálica Combustibles

E Tipo de Sustancia (Principal) Oro Cobre Plata Yodo Boratos Nitratos Carbón Otros
 (Secundaria) Oro Cobre Plata Yodo Boratos Nitratos Otros

F Situación de la Faena Prospección Desarrollo Operación
 Activa total Activa parcial Paralizada Cerrada Abandonada desde qué año

G Mapas y Documentos Relacionados No hay Hay >>> Anexo 1 junto con la faena cercana N°

H Identificación de las Instalaciones (Unidad de Evaluación) Todas las pasivas Una parte de las pasivas
 (Croquis) >>> Anexo 2

(Mina)	(Tipo)	1: Rajo abierto	2: Subterránea	3: Superficial	Tamaño del rajo (m)				
Nombre de la Mina	Comuna	Tipo	UTM Norte	UTM Este	Cota (m)	Tipo Yacimiento	Ancho	Largo	Profund.

(Planta)

Nombre de la Planta	Comuna	UTM Norte	UTM Este	Cota (m)
<u>PLANTA OMEGA</u>	<u>DIEGO DE ALMAGRO</u>	<u>7.041.425</u>	<u>409.434</u>	<u>1.977</u>

Procesos Chancado Molienda Flotación Lixiviación S.X.E.W Precipitación Fusión/Conversión
 Incluidos Refinación Lavadero Tostación Cianuración Amalgamación Otros

(Depósito de Residuos) (Tipo) 1: Desmonte / estéril 2: Relaves 3: Ríjolo de lixiviación 4: Piscina evaporación
 5: Escoria 6: Residuos industriales 7: Otros acopios

Nombre del Depósito	Comuna	Tipo	UTM Norte	UTM Este	Cota (m)	Ancho	Largo	Alt	Comentario
<u>RELAVE 1</u>	<u>VALLE UN.</u>	<u>2</u>	<u>6336088</u>	<u>329740</u>	<u>410</u>	<u>87</u>	<u>101</u>	<u>3</u>	

I Uso de Sustancias Riesgos Mercurio Cianuro Ácido sulfúrico Otros Donde

J Evaluación Visual del Inspector Respecto a Residuos Ordenado Esparcido Confinado Otros

Comentario del lugar: Instalaciones abandonadas al lado de la zona TL
El límite de concesión de la mina minera

K Accesibilidad a las Faenas Mineras Accesible por vehículo Accesible Parcialmente Inaccesible

FORMULARIO E-400 FAENAS MINERAS

A Identificación de la Empresa
 (Rut Empresa) (Nombre Empresa)

B Identificación del Titular (Nombre) XIMENA PAREDES
 (Rut) (Fono/Fax) 923343151 (e-mail)

C Identificación de la Faena (Nombre Faena) PLANTA OMEGA
 (UTM) Norte 7.041.425 Este 409.434 Cota (m) 1977 Ubicación física punto de referencia ingreso a faena
 (Zona Minera) Nombre Inca de Oro Número
 (Evaluación Ambiental) Ingresó al SEIA No ingresó al SEIA Ingreso Parcial al SEIA

D Tipo de Minería Metálica No Metálica Combustibles

E Tipo de Sustancia (Principal) Oro Cobre Plata Yodo Boratos Nitratos Carbón Otros
 (Secundaria) Oro Cobre Plata Yodo Boratos Nitratos Otros

F Situación de la Faena Prospección Desarrollo Operación
 Activa total Activa parcial Paralizada Cerrada Abandonada desde qué año sin información
 Comentario Tiene todas las instalaciones como para operar, como trapiches, molinas, instalaciones ee, etc.

G Mapas y Documentos Relacionados No hay Hay >>> Anexo 1 junto con la faena cercana N°

H Identificación de las Instalaciones (Unidad de Evaluación) Todas las pasivas Una parte de las pasivas
 (Croquis) >>> Anexo 2

(Mina) (Tipo) 1: Rajo abierto 2: Subterránea 3: Superficial

Nombre de la Mina	Comuna	Tipo	UTM Norte	UTM Este	Cota (m)	Tipo Yacimiento	Ancho	Largo	Profund.

(Planta)

Nombre de la Planta	Comuna	UTM Norte	UTM Este	Cota (m)
<u>PLANTA OMEGA</u>	<u>DIEGO DE ALMAGRO</u>	<u>7.041.425</u>	<u>409.434</u>	<u>1.977</u>

Procesos Chancado Molienda Flotación Lixiviación S.X.E.W Precipitación Fusión/Conversión
 Incluidos Refinación Lavadero Tostación Cianuración Amalgamación Otros

Comentario Existen 5 trapiches, 3 buzones, 1 banco celdas, 1 chancador.

(Depósito de Residuos) (Tipo) 1: Desmonte / estéril 2: Relaves 3: Ríjolo de lixiviación 4: Piscina evaporación
 5: Escoria 6: Residuos industriales 7: Otros acopios

Nombre del Depósito	Comuna	Tipo	UTM Norte	UTM Este	Cota (m)	Ancho	Largo	Alt	Comentario
<u>TR 1</u>	<u>DAlmagro</u>	<u>2</u>	<u>7.041.427</u>	<u>409.378</u>	<u>1984</u>	<u>25</u>	<u>40</u>	<u>5</u>	<u>SECO</u>
<u>TR 2</u>	<u>DAlmagro</u>	<u>2</u>	<u>7.041.407</u>	<u>409.334</u>	<u>1963</u>	<u>20</u>	<u>20</u>	<u>5</u>	<u>SECO</u>
<u>TR 3</u>	<u>DAlmagro</u>	<u>2</u>	<u>7.041.418</u>	<u>409.323</u>	<u>1962</u>	<u>120</u>	<u>100</u>	<u>3</u>	<u>SECO</u>

Comentario Se observa derrame sin ocasionar deterioro.

I Uso de Sustancias Riesgos Mercurio Cianuro Ácido sulfúrico Otros Donde

J Evaluación Visual del Inspector Respecto a Residuos Ordenado Esparcido Confinado Otros

Comentario del lugar: Dos de los depósitos de relaves fueron construidos con deposición gravitacional, con laguna de aguas claras en su interior
concentrico. El otro tranque las aguas claras se depositaron contra la ladera de cerro.

K Accesibilidad a las Faenas Mineras Accesible por vehículo Accesible Parcialmente Inaccesible



Acciones realizadas (Monitoreo) en torno a los PAM

Caracterización geoquímica de relaves (2015 -2018).

- Muestreo superficial.
- Muestreo 2 m profundidad Manual.
- Muestreo hasta 8 m profundidad semi mecanizado.

- Extracción manual (pala plástica)
- Extracción mecánica para muestras profundidad

- Almacenamiento muestra:
 - Bolsa.
 - Recipiente con tapa.
 - Tubo 1 m con tapas.

- Envío a Laboratorio propio.
- Certificado de análisis.
- Publicación de resultados.



Acciones realizadas (Monitoreo) en torno a los PAM

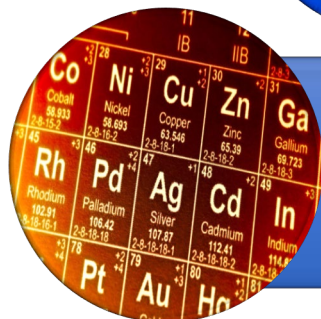
- Muestras obtenidas: **2.207**
- Depósitos de relaves con muestras: 653
- Muestras con resultados: **2.131**
 - Sedimentos aguas abajo: 563
 - Muro (arenas): 385
 - Cubeta: 1.183



El Laboratorio informa 45 de los elementos y 12 compuestos mayores que componen la muestra



Compuestos mayores y menores (como óxidos) SiO_2 , Al_2O_3 , TiO_2 , Fe_2O_3 , CaO , MgO , MnO , Na_2O , K_2O , P_2O_5 , PPC, SO_3



Cu, V, Cr, Co, Ni, Zn, Rb, Sr, Y, Zr, Nb, Ba, Pb, Sc, Cs, Hf, Ta, Th, U, As, Mo, Sb, Sn, Ag, Cd, Bi, W, S, La, Ce, Pr, Nd, Sm, Eu, Gd, Tb, Dy, Ho, Er, Tm, Yb, Lu, Au, Hg

Datos Públicos Depósito de Relaves

-  Catastro de Depósitos de Relaves en Chile (actualización 19-10-2022)
-  Catastro de Depósitos de Relaves en Chile 2019 (versión Google Earth)
-  Datos de Geoquímica de Depósitos de Relaves de Chile (actualización: marzo 2023) **(Nuevo)**
-  Otras mediciones geoquímicas 2023 **(Nuevo)**
-  Registro Geoquímico de Depósitos Relaves en Chile (actualización: marzo 2023) **(Nuevo)**
-  Geochemical data structure description



1.600,00

1.400,00

1.200,00

1.000,00

800,00

600,00

400,00

200,00

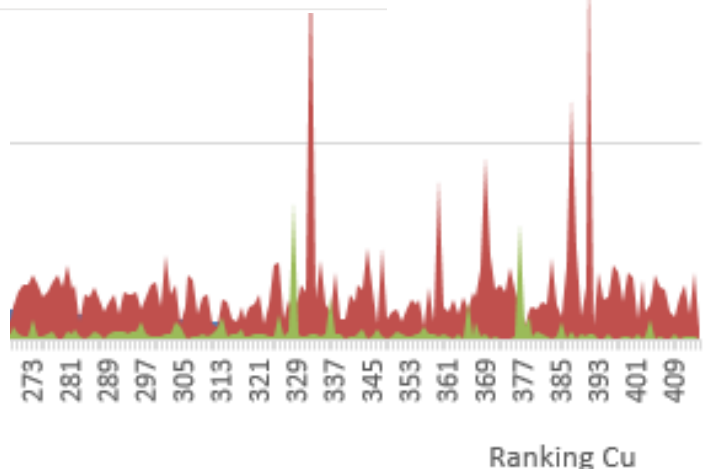
0,00

REE y Mo (ppm)



Servicio Nacional de Geología y Minería
Subdirección de Minería
Departamento de Evaluación de Proyectos Mineros
Miraflores 383, piso 23; Santiago de Chile

Geoquímica de Superficie de Depósitos de Relaves de Chile
(03/2023)



Ranking Cu

Acciones realizadas (Monitoreo) en torno a los PAM

Monitoreo por medio de imágenes ópticas satelitales de actualización diaria.



Acciones realizadas (Monitoreo) en torno a los PAM

caso de ejemplo de la localidad de Andacollo.



Aprendizajes adquiridos:

*Dificultades con sombras (horario captura)/ nubes, nieve.
*No se pueden medir grietas, asentamientos o ángulos de talud.

*Se puede medir:

- infiltraciones relevantes
- Distancias.
- Áreas
- Movimientos de maquinaria
- Evolución de las instalaciones mineras y labores en general

Timelapse

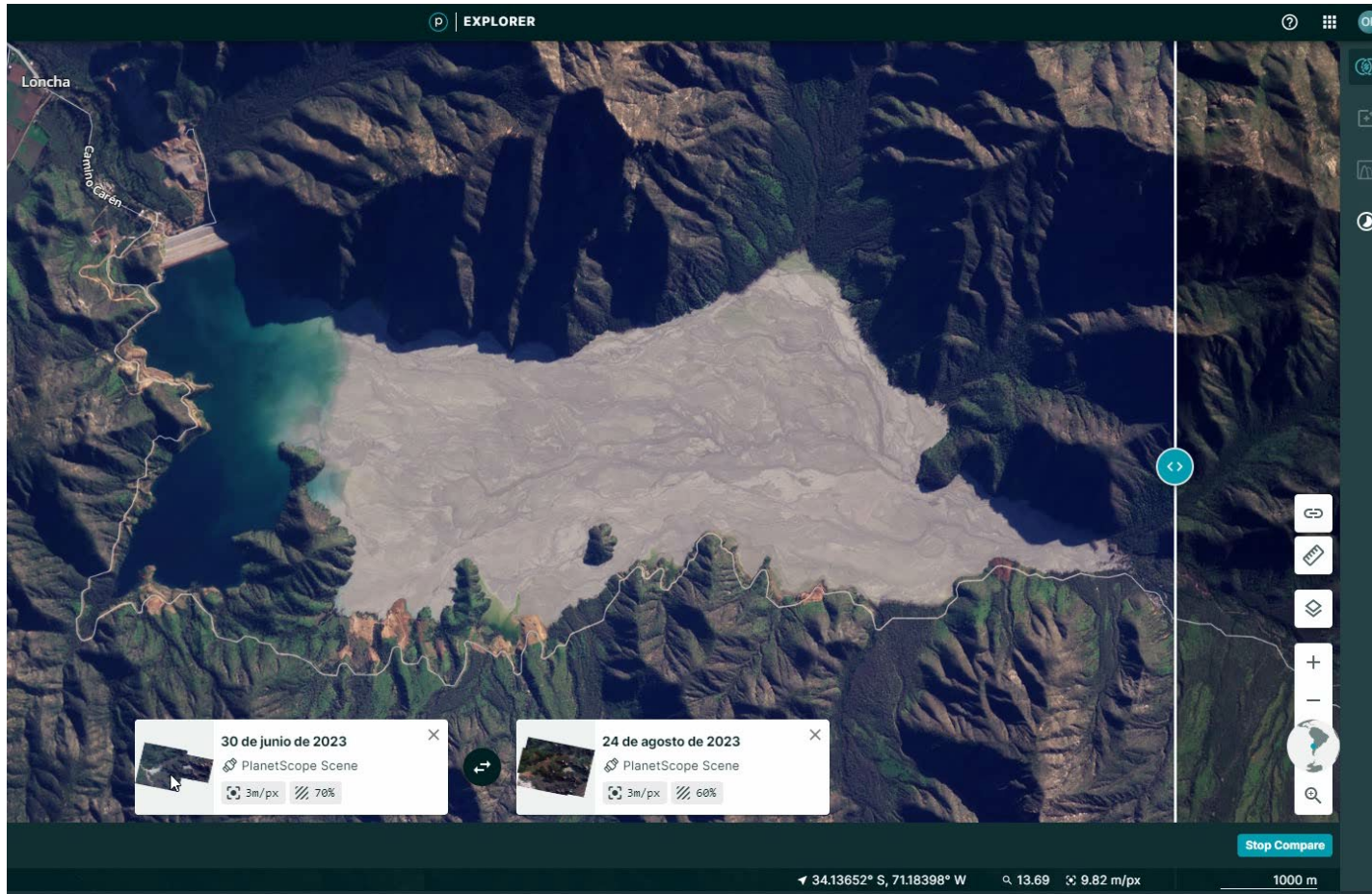
Servicios contratados:

- 1) 1.200 km² de áreas de monitoreo diario con imágenes ópticas de resolución de 3 m.
- 2) 30 imágenes de alta resolución (0,5 m) a pedido.



Acciones realizadas (Monitoreo) en torno a los PAM

Monitoreo por medio de imágenes ópticas satelitales de actualización diaria.



Comparación de imágenes entre dos fechas

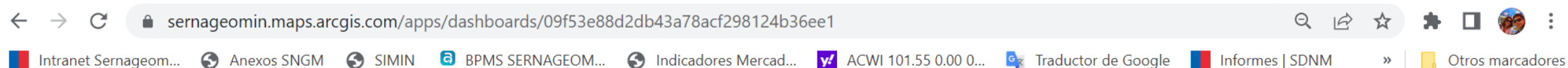


↑ Aumento área laguna: 81% (4 km²)

↑ Desplazamiento laguna en 1,6 km

Acciones realizadas (Monitoreo) en torno a los PAM

Panel de monitoreo Oficina de emergencia → Coordinación e información técnica hacia Senapred



PANEL OBSERVACIÓN DE RELAVES (Piloto V2.0)

Región: Sin datos

Depósitos: Sin Selección

Depósitos Prioritarios: Sin Selección

Nº Depósitos Total: **242**

Nº Depósitos en la Vista: **164**

Ficha de Depósitos Priorizados (en la vista)

Depósito: **SOCORRO 6**

ID DEL CATASTRO	142
NOMBRE EMPRESA	CIA. MINERA SAN GERONIMO
NOMBRE FAENA	SAN GERONIMO
NOMBRE INSTALACIÓN	SOCORRO 6
REGIÓN	COQUIMBO
PROVINCIA	ELQUI
COMUNA	VICUÑA
TIPO	TRANQUE DE RELAVE
COORDENADA NORTE	6.692.375
COORDENADA ESTE	317.116

Última actualización: hace 8 segundos

Depósitos por Estado

ABANDONADO	27
ACTIVO	56
INACTIVO	159

omni sci TWEET MAP

Search hashtags and tweets... **sismo**

Learn more about OmniSci

LANGUAGE: Spanish (130), English (10), Catalan; Valencian (1), Italian (1)

Mapa | Windy | Tweetmap

TOP HASHTAGS

- #temblor: 14
- #sismo: 13
- #santiago: 5
- #la: 2
- #lampa: 2
- #lo: 2
- #chile: 1

Depósitos por Estado | Depósitos por Tipo

Panel Emergencias | Funcionalidades | Mediciones Satelitales | Panel Operacional

Aplicativo elaborado dentro del marco del proyecto "Observatorio de Relaves", realizado por el Departamento de Geomática (SNDG), Oficina de Inteligencia de Datos (SNDM) y Departamento de Proyectos (SNDM). Elaborados en ArcGIS Online y PowerBI.

El alcance del proyecto en el 2021 es mantener actualizado los 12 depósitos prioritarios. Sin embargo, se agregó los datos disponibles de otros depósitos, los cuales no se encuentran actualizados, por lo que deben usarse como referenciales.

Acciones realizadas (Monitoreo) en torno a los PAM

PROYECTO FONDO DE FOMENTO AL DESARROLLO CIENTÍFICO TECNOLÓGICO

Monitoreo e indicadores de riesgo en depósitos de relaves inactivos y abandonados

Objetivo General:

Desarrollar un **sistema de monitoreo e indicadores de riesgo de falla de depósitos de relaves inactivos y abandonados** basado en el procesamiento de información satelital y otras variables a partir de información pública disponible, poniendo a disposición del Estado de Chile un conjunto de herramientas de bajo costo que permitirán reducir los riesgos para la población y el medio ambiente asociados a la existencia de estos pasivos ambientales.

Productos del proyecto al SERNAGEOMIN:

1. Desarrollo de una metodología para estimación de riesgo de depósitos de relaves basada en el uso de información satelital del programa Copernicus de la ESA (imágenes ópticas y de Radar, InSAR).
2. Desarrollo de una plataforma funcional para el monitoreo de estos indicadores con código computacional basado en herramientas del libre acceso
3. Realización de un piloto en 13 depósitos de relaves elegidos por el Sernageomin.

<https://www.minmineria.cl/?noticia=subsecretario-de-mineria-sernageomin-y-u-de-chile-lanzan-proyecto-para-monitorear-residuos-mineros-abandonados-e-inactivos>

FONDEF
Fondo de Fomento al Desarrollo Científico y Tecnológico



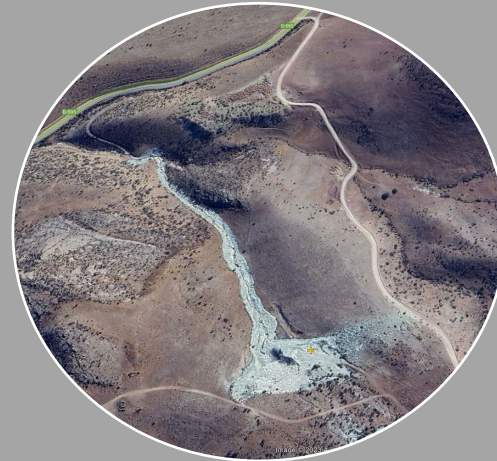
https://www.esa.int/Applications/Observing_the_Earth/Copernicus

En desarrollo
(Nov 2024)

COOPERACIÓN CON UNIVERSIDADES: GENERACIÓN DE PRACTICAS, MEMORIAS, TESIS



Metodología de evaluación de estabilidad física de depósitos de relaves abandonados en la zona centro norte de Chile



Estudio de la aplicación de metodologías para la estimación de distancia peligrosa en depósitos de relaves no operativos en Chile



“Para efectos de la presente investigación un depósito no operativo corresponde a un depósito no activo o abandonado”

TRABAJOS DE TÍTULO

<https://repositorio.uchile.cl/handle/2250/176844>

<https://repositorio.uchile.cl/handle/2250/180341>





Casos de remediación en Chile

Faena Pudahuel, Región Metropolitana (Medidas de cierre).

<https://www.nuevapudahuel.cl/index.aspx>



Antes...



Casos de remediación en Chile

Retiro de Depósitos de relaves abandonados (1950) de Andacollo por Mineras Dayton y Teck, Región Coquimbo.

- Convenio Subsecretaría de Medio Ambiente con Cia Minera Dayton para retiro de un relave y mejoramiento paisajístico de un segundo relave (junio 2011) – US\$ 258.500,- 16 meses.
- Convenio Subsecretaría de Medio Ambiente con Cia Minera Teck – Carmen de Andacollo para retiro de dos relaves y mejoramiento paisajístico – US\$ 410.000 – 8 meses

Acciones:

- **Remoción** de más de 255.000 toneladas de material y liberación de una superficie superior a 10.000 m².
- La mitad del terreno liberado entregado al municipio y en el espacio restante, Teck se desarrolló un espacio para beneficio de la comunidad de Andacollo, relacionado con el deporte y la educación.





RETIRO TORTAS DE RELAVE



TRANSPORTE EN CAMIONES



RETIRO DE RELAVES

ACOPIO AL INTERIOR DE LA FAENA CMTCA

MEJORAMIENTO DEL SUELO



RECONSTRUCCIÓN OBRAS VIALES /
DESARROLLO DE JARDINES



MEJORAMIENTO DEL SUELO

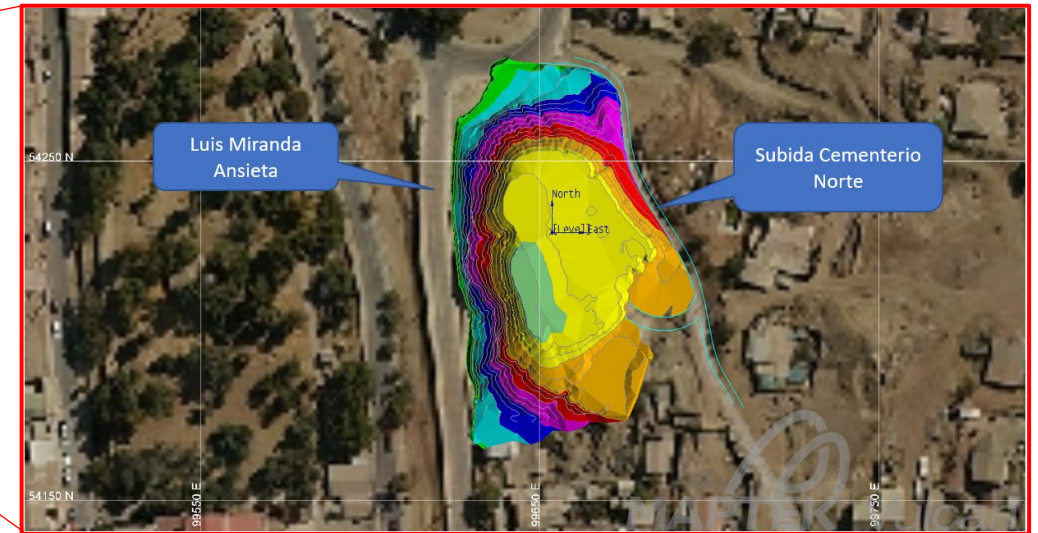


CARGA Y TRANSPORTE DE TIERRA VEGETAL



Casos de remediación en Chile

Retiro y traslado de tranque Whittle, Andacollo, Región de Coquimbo – Minera TECK Carmen de Andacollo (2023)



70.000 toneladas

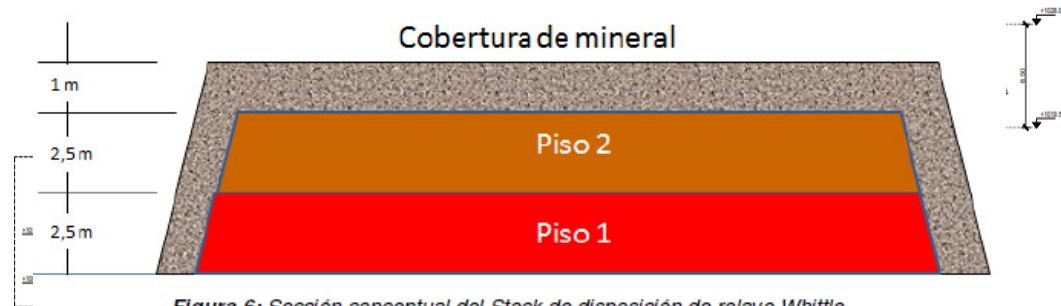


Figura 6: Sección conceptual del Stock de disposición de relave Whittle.



Control de polución (Referencia)



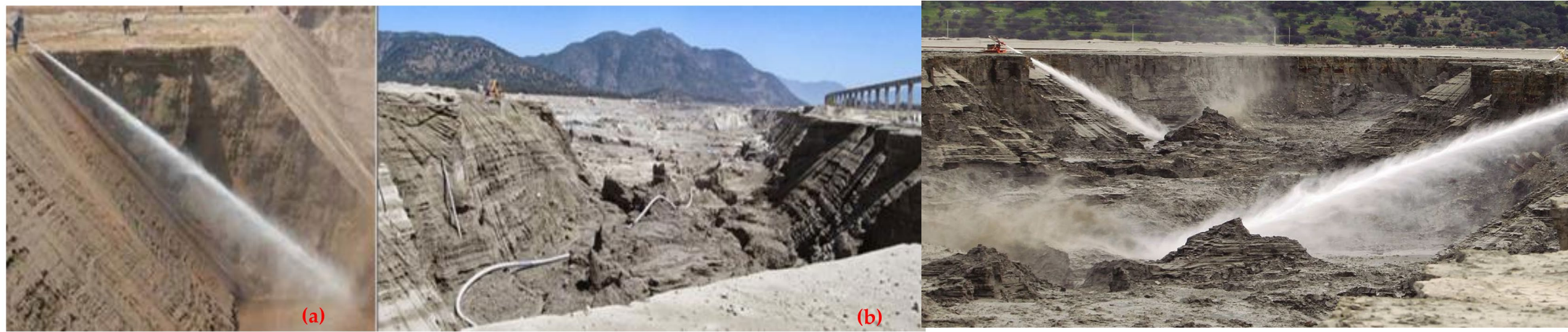
Desafíos regulatorios

- Creación de ley de suelos y de PAM.
- Coordinación entre entes públicos para lograr objetivo de Avanzar en la eliminación, reducción y/o mitigación de los PAM.
- Regular la economía circular en torno a depósitos de relaves (reprocesamiento, materiales de construcción, otros).
- Otros desafíos:
 - Cambio climático y prepararse para la emergencia.
 - Observatorio de Nacional de relaves.
 - Incorporar tecnología de imágenes Hiperespectral y de detección de cambios automática para la actualización de catastros de instalaciones.



DESAFIOS

PROYECTOS DE REPROCESAMIENTO



(a) High-pressure water jets operation. (b) Colihues TSM's reprocessing



DESAFIOS

- * MAYOR PREOCUPACIÓN CIUDADANA
- * CAMBIO CLIMÁTICO

- Lluvias intensas
- Sismos
- Contaminación del agua



BBC NEWS | MUNDO

Noticias América Latina Internacional Medio ambiente Coronavirus Hay Festival Economía

Centroamérica Cuenta BBC Extra

¿Por qué se inundó el desértico norte de Chile?



ACTUALIDAD

Cambio climático hace factibles más precipitaciones en el desierto de Atacama



- Chile - Reino Unido:
Vecina de Colina descubre un derrame irregular de relaves mineros de más de 1 km

21 de Agosto de 202

Anglo American descuida relaves mineros del Tranque Las Tórtolas en Colina

codeVerde INICIO GESTIÓN AMBIENTAL AGUA AIRE BIODIVERSIDAD

RESIDUOS

Tribunal Ambiental inspecciona zona afectada por colapso de tranque de relave en terremoto de 2010

Por Richard Monour - Marzo 9, 2016 1370

Compartir en Facebook Compartir en Twitter G+ P Me gusta Tweet

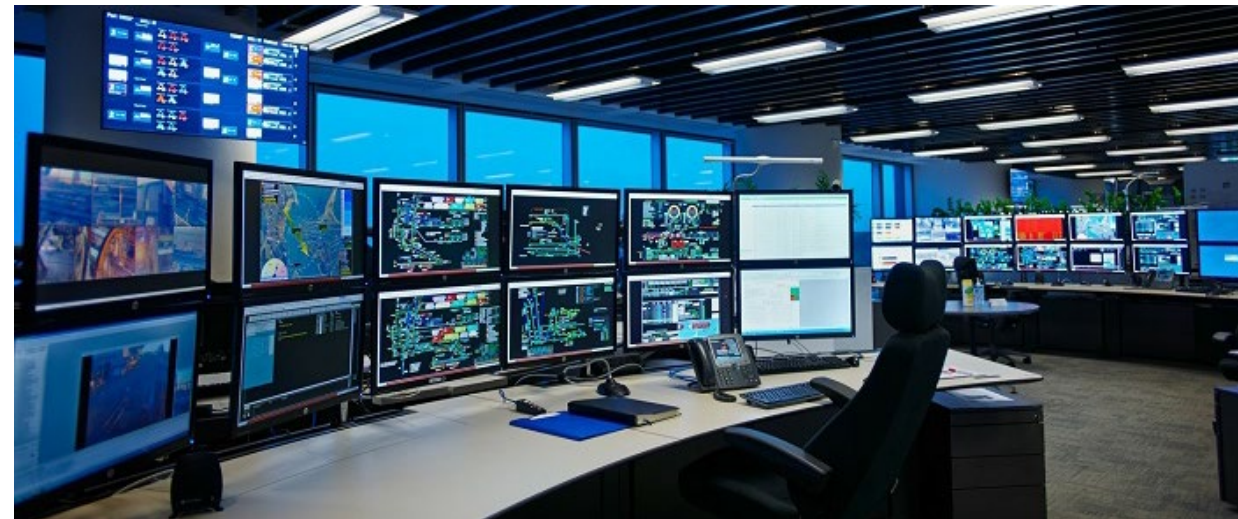


PASOS A SEGUIR

OBSERVATORIO NACIONAL DE RELAVES

Existe la necesidad de **modernizar la forma como se realiza el monitoreo** de los depósitos de relaves, de tal forma que el Estado pueda dar respuesta a los nuevos estándares en materia de gestión de relaves.

En este contexto, el **Observatorio Nacional de Relaves** (ONR) se presenta como una forma real de dar esta respuesta a esta necesidad, siendo el Programa Tranque la iniciativa inicial en su desarrollo.



PASOS A SEGUIR

OBSERVATORIO NACIONAL DE RELAVES

Global Tailings
Review.org

ESTÁNDAR GLOBAL DE GESTIÓN DE RELAVES PARA LA INDUSTRIA MINERA



PRINCIPIO 7

DISEÑAR, ESTABLECER Y OPERAR SISTEMAS DE MONITOREO PARA LA GESTIÓN DE RIESGOS EN TODAS LAS FASES DEL CICLO DE VIDA DE LA INSTALACIÓN DE RELAVES, INCLUSO SU CIERRE.



PRINCIPIO 15

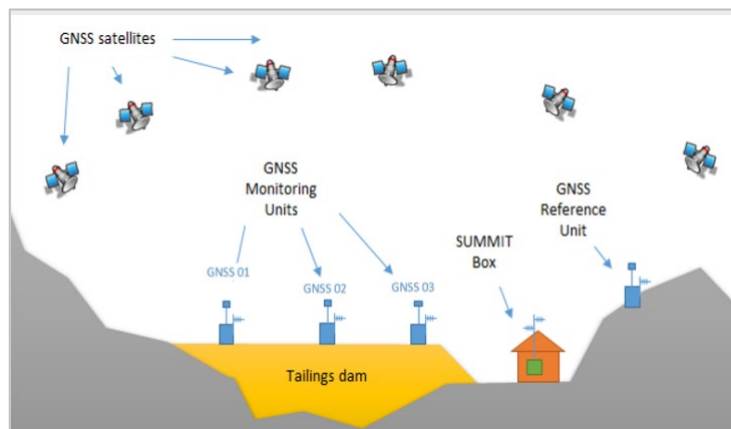
HACER PÚBLICA Y PERMITIR EL ACCESO A LA INFORMACIÓN SOBRE INSTALACIONES DE RELAVES PARA RESPALDAR LA RENDICIÓN DE CUENTAS (ACCOUNTABILITY) AL PÚBLICO GENERAL.

5 DE AGOSTO DE 2020

ICMM
International Council
on Mining & Metals

UN
environment
programme

PRI
Principles for
Responsible
Investment



PASOS A SEGUIR

MODIFICACIÓN DECRETO 248



¡Gracias por su atención!
Thank you for your attention!
Obrigado pelo sua atenção!

