

## Estándar Global de Gestión de Jales para la Industria Minera (GISTM)

Reconocemos la relevancia del Estándar Global de Gestión de Jales para la Industria Minera y el valor que aporta a nuestra industria. Actualmente, desarrollamos e implementamos el SGJ basado en las guías de la Asociación Minera de Canadá y el Consejo Internacional de Minería y Metales, así como en documentos técnicos de la Asociación Canadiense de Presas (CDA), los cuales reflejan el estado del arte en esta disciplina. Consideramos que estas bases nos permitirán cumplir con muchos de los principios establecidos en dicho estándar. Monitoreamos de manera continua el progreso de nuestro Sistema de Gestión de Jales, así como las lecciones aprendidas por la industria al adoptar este estándar global. Si bien actualmente no contemplamos su implementación formal, estamos comprometidos en la revisión y evaluación del impacto de su posible implementación.



## Gestión de impactos, riesgos y oportunidades

En Peñoles, nuestro objetivo es provocar cero daños a las personas y al medio ambiente y gestionar los impactos, los riesgos y las oportunidades implementando las mejores prácticas en gobernanza e ingeniería para diseñar, construir, operar, cerrar y monitorear el cierre y postcierre de las instalaciones de almacenamiento de relaves, guiados por un Sistema de Gestión de Jales integral. Consideramos las recomendaciones y documentos técnicos de la Asociación de Minería de Canadá, el Consejo Internacional de Minería y Metales, la Asociación Canadiense de Presas y la Comisión Internacional de Grandes Presas (ICOLD).

Mantener los más altos estándares de seguridad y protección ambiental de los depósitos de jales es un proceso continuo que requiere una evaluación constante durante todo el ciclo de vida de las instalaciones. Los estándares del diseño, la construcción, la vigilancia, el mantenimiento y las revisiones externas incluyen requisitos para proteger la salud humana y el medio ambiente, y establecen parámetros para el cierre de la operación minera.

Los siguientes principios básicos guían nuestra cultura de gestión segura de jales durante todo el ciclo de vida de las instalaciones:

- i. Rendición de cuentas, responsabilidad y competencia:** Definimos las responsabilidades y competencias asociadas para respaldar la identificación y gestión adecuadas de los riesgos de la instalación.
- ii. Planificación y recursos:** Mantenemos los recursos financieros y humanos necesarios para respaldar la gestión y la gobernanza continuas durante todo el ciclo de vida del fondo de recursos.
- iii. Gestión de riesgos:** Incluimos la identificación de riesgos asociados con las instalaciones, un régimen de control apropiado y la verificación de los objetivos de desempeño. Para el control de los riesgos hemos adoptado el enfoque de “controles críticos”  
(más información ver sección de Seguridad).
- iv. Gestión del cambio:** Evaluamos, controlamos y comunicamos los riesgos asociados con los posibles cambios para evitar comprometer inadvertidamente la integridad de las instalaciones.
- v. Preparación y respuesta ante emergencias:** Contamos con procesos para reconocer y responder a fallas inminentes de las instalaciones y mitigar los posibles impactos que surgen de una falla potencialmente catastrófica.
- vi. Revisión y aseguramiento:** Disponemos de procesos de revisión y aseguramiento, tanto internos como externos, que nos permiten evaluar integralmente los controles de riesgos de las instalaciones y fomentar su mejora continua.
- vii. Involucramiento significativo de las comunidades:** Buscamos el relacionamiento con las comunidades para atender preguntas e inquietudes y promovemos visitas que les permitan conocer estas infraestructuras y nuestras prácticas de operación responsable.

Uso responsable del agua

Conservación de la biodiversidad

Gestión de residuos minero-metalúrgicos

Residuos peligrosos y de manejo especial

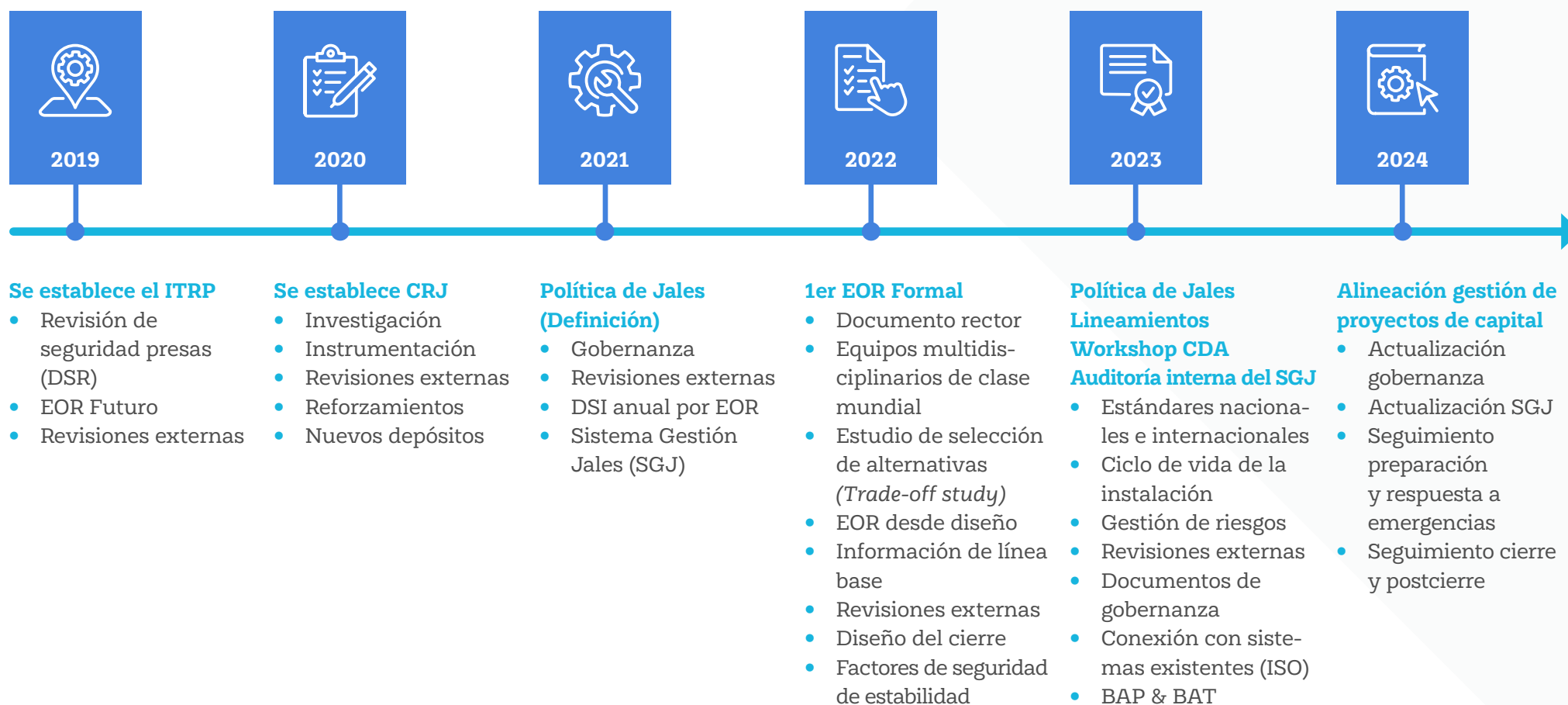
Calidad del aire

Cierre de minas

### Sistema de gestión de Jales (SGJ)

Seguimos enfocados en nuestro SGJ para mantener un marco sólido que garantice una gobernanza eficaz y la implementación de las mejores prácticas de ingeniería. Dicho sistema desempeña un papel fundamental en la

comunicación eficaz dentro de la organización para abordar los riesgos y garantizar una toma de decisiones rigurosa. Este sistema está alineado con nuestra Política de Jales y se aplica durante todo el ciclo de vida de una instalación de almacenamiento de jales.



ITRP: Panel Independiente de Revisión de Jales  
 DSR: Revisión de seguridad de presas  
 EOR: Ingeniero de registro  
 CRJ: Comité de Revisión de Jales  
 SGJ: Sistema de Gestión de Jales

Uso responsable del agua

Conservación de la biodiversidad

Gestión de residuos minero-metalúrgicos

Residuos peligrosos y de manejo especial

Calidad del aire

Cierre de minas



Continuamos madurando los elementos del SGJ relacionados con la gestión de riesgos. Las instalaciones de Fresnillo, Saucito, Juancipio y Velardeña completaron sus evaluaciones de riesgos mediante la metodología de Análisis de Modos de Falla Potenciales (PFMA). Herradura, Sabinas y San Julián llevaron a cabo sus análisis de brecha en presas (DBA), incluyendo simulaciones para la confirmación de las clasificaciones por consecuencia. Tanto Ciénega como Sabinas publicaron sus Manuales de Operación, Mantenimiento y Vigilancia (OMS) en conjunto con la definición de sus Planes de Respuesta Disparadores de Acción (TARP), en los cuales se abordan los controles críticos que deben implementarse en los casos en que se rebasen los rangos de operación normales de los parámetros de la instalación.

En nuestros nuevos proyectos hemos implementado el análisis multicriterio —también conocido como análisis de cuentas múltiples— el cual considera los aspectos sociales, ambientales, técnicos, tecnológicos y económicos como parte de la evaluación de sitios potenciales para construir infraestructura de almacenamiento de residuos minero-metalúrgicos.

### **Vigilancia, inspecciones e investigaciones geotécnicas**

Nuestros sitios se monitorean periódicamente mediante sistemas complementarios como piezómetros, inclinómetros, controles topográficos, drones, InSAR y otras tecnologías para vigilar el agua y la integridad de los bordos. Nuestros ingenieros responsables de la instalación de jales

realizan inspecciones frecuentes a las instalaciones y los ingenieros de registro realizan periódicamente inspecciones de seguridad en presa. Adicionalmente, realizamos investigaciones geotécnicas en el sitio que incluyen el uso de pruebas CPT para caracterizar los jales.

### **Revisiones**

El Panel Independiente de Revisión de Jales realiza revisiones periódicas del diseño, la operación, el mantenimiento, la supervisión y gobernanza de nuestras instalaciones de almacenamiento de jales y proporciona retroalimentación sobre el desempeño de los ingenieros de registro. Además, expertos independientes realizan periódicamente revisiones de seguridad de las presas. Los resultados y recomendaciones del Panel Independiente de Revisión de Jales se presentan al CRJ.

### **Preparación y respuesta ante emergencias**

Nuestro SGJ requiere que nuestros sitios implementen y actualicen periódicamente los Manuales de Operación, Mantenimiento y Vigilancia, con la definición de sus Planes de Respuesta Disparadores de Acción y planes de respuesta a emergencias. Para planificar la respuesta ante emergencias en eventos extremadamente improbables, consideramos las metodologías del Análisis de Modos de Falla Potenciales y el Análisis de Rotura de Presas. Llevamos a cabo simulacros de respuesta a emergencias, en los que involucramos a las comunidades y autoridades para comunicarles nuestro enfoque en la gestión segura de jales y fomentar la colaboración en la respuesta ante emergencias.

Uso responsable del agua

Conservación de la biodiversidad

Gestión de residuos minero-metalúrgicos

Residuos peligrosos y de manejo especial

Calidad del aire

Cierre de minas

## Capacitación

La construcción de capacidades es fundamental para la gestión segura de instalaciones de jales. Hemos concentrado nuestros esfuerzos en la capacitación para el conocimiento de nuestra política de jales, lineamientos del sistema de gestión de jales y en diversos temas relacionados con aspectos de ingeniería, gobernanza y protección ambiental. En 2024, destacan los esfuerzos de capacitación en alternativas para la reutilización de los jales y la innovación tecnológica, con el objetivo de fomentar una economía circular.

### Filtrado de jales y relleno de mina

El taller sobre filtrado de jales y relleno de mina, impartido por la empresa consultora Paterson & Cooke el 9 y 10 de septiembre de 2024 en Torreón, Coahuila, contó con la participación de 25 colaboradores de unidades mineras de Peñoles Fresnillo, así como de la Dirección de Proyectos y Construcción, del Centro de Investigación y Desarrollo Tecnológico, y del Corporativo de Seguridad, Salud Ocupacional y Medio ambiente. El 12 de septiembre Paterson & Cooke impartió una sesión ejecutiva sobre los mismos temas a los miembros de CRJ.

### Cumbre global del MIT sobre innovación en jales

Durante esta cumbre, realizada los días 19 y 20 de septiembre de 2024, se propusieron, analizaron y difundieron alternativas enfocadas en el aprovechamiento de los jales con otros usos y aplicaciones. También se presentaron opciones para reducir el volumen de jales generados y su posible eliminación. En este evento, transmitido de manera virtual, participó personal de la Gerencia Corporativa de Jales, así como el ingeniero responsable de depósitos de jales de Ciénega y San Julián. Las memorias de las pláticas fueron compartidas con otras áreas de la organización.



### Tecnología e innovación

Nuestro enfoque en la tecnología y la innovación considera las prioridades estratégicas del negocio y el nivel de madurez de las tecnologías disponibles. Este enfoque se articula en tres líneas estratégicas:

- i. Mejorar la seguridad:** Tecnología de vigilancia, monitoreo y alerta (por ejemplo, inSar, drones y analítica de datos).
- ii. Mejorar la eficiencia operativa:** Tecnología de procesamiento de minerales upstream (por ejemplo, relaves en pasta y relaves filtrados).
- iii. Reducir los riesgos y la huella ambiental:** Tecnología de procesamiento downstream (por ejemplo, procesamiento selectivo y reducción de agua y energía).

Uso responsable del agua

Conservación de la biodiversidad

Gestión de residuos minero-metalúrgicos

Residuos peligrosos y de manejo especial

Calidad del aire

Cierre de minas

### Caso de estudio – Secado natural de jales en Velardeña

Se ha proyectado un nuevo depósito de jales para el resto de la vida de Velardeña. Éstos se almacenarán con un bajo contenido de humedad —el mínimo necesario para alcanzar un grado de compactación óptimo— lo que permitirá configurar un depósito de jales secos (dry stack). Lo anterior se traduce en una instalación más segura, estable y compacta, que afectará una superficie menor, en comparación con un depósito de jales convencional.

Aunque la evaluación del proceso de filtrado de jales no resultó económicamente viable, se aprovecharán las condiciones climatológicas de Velardeña, que permiten el secado natural de los jales. El depósito de jales actual está dividido en celdas, lo que permite depositar jal en pulpa en una primera celda, hasta secar por completo el jal y de esta misma manera en una segunda celda hasta que finalmente los jales secos son excavados para transportarlos y colocarlos en el nuevo depósito en una pila seca.

Velardeña aguarda la autorización de los permisos ambientales para este nuevo depósito, con el objetivo de empezar su construcción antes de que finalice 2025. La capacidad esperada de este depósito es de 27 millones de toneladas de jal.



### Caso de estudio – Crecimiento de depósito y reuso de jales en Sabinas

Durante los últimos años, Sabinas realizó inversiones importantes para reforzar y estabilizar su depósito de jales 4. Una vez logrado este objetivo, se inició la construcción de una nueva sección de dicho depósito, con el propósito de incrementar su capacidad durante otros dos años de operación.

Esta ampliación se construye actualmente con los mismos jales generados en la unidad, los cuales se separan por medio de hidrociclones, tomando la porción más gruesa para construir el crecimiento del bordo en espesores de capa y grado de compactación controlada. Para esta ampliación se utilizarán 180,000 m<sup>3</sup> de jal, donde se le dará una utilidad diferente a este residuo, disminuyendo requerimientos de almacenamiento y evitando la explotación de bancos de materiales.

### Caso de estudio – Crecimiento de depósitos de jales en Fresnillo y Saucito

Tanto Fresnillo como Saucito han presentado importantes retos para construir nuevos depósitos de jales, principalmente relacionados con la adquisición de terrenos y la obtención de permisos. No obstante, hemos encontrado soluciones rentables para el corto y mediano plazo. Con base en la información obtenida a partir de estudios e investigaciones realizados en los pasados tres años, hemos podido optimizar el diseño de los depósitos en operación, agregando crecimientos apegados a los requisitos de estabilidad y seguridad establecidos en nuestro Sistema de Gestión de Jales. El depósito de jales San Carlos, en Fresnillo, incrementará su capacidad hasta el segundo semestre de 2026, mientras que el depósito de Saucito la incrementará hasta el segundo semestre de 2028.