

Gestión de residuos minero-metalúrgicos



El manejo responsable y efectivo de los depósitos de almacenamiento de residuos minero-metalúrgicos es indispensable para ganar y conservar la confianza de nuestros grupos de in-

terés y ejecutar nuestra estrategia de negocio. Nuestro compromiso es contar con un proceso de gestión responsable de estos recursos, incorporando las mejores prácticas de ingeniería y gobernanza.

Nuestro compromiso es contar con un proceso de gestión responsable de estos recursos, incorporando las mejores prácticas de ingeniería y gobernanza.

Gobernanza

Nuestra gobernanza establece y documenta los roles, las competencias, las responsabilidades y la rendición de cuentas del equipo responsable de la seguridad de la instalación a lo largo de su ciclo de vida –diseño, construcción, operación, mantenimiento y vigilancia.

El equipo de gobernanza está organizado en los siguientes grupos:



- I. Gestión del sitio:** Los gerentes de mina (GM) que administran los depósitos de jales en las operaciones son los propietarios del riesgo y responsables de operar las instalaciones, de acuerdo con nuestra normatividad. El Gerente Regional de Jales es responsable de la instalación de los jales (RFTE), mientras que un ingeniero de registro (EoR) calificado brinda la experiencia técnica para garantizar que la instalación se lleve a cabo de manera segura y cumpla con la gobernanza adecuada y las mejores prácticas.
- II. Equipo corporativo de jales:** Se trata de un grupo de expertos que desarrollan y administran el gobierno corporativo y los controles apropiados, incluida la implementación de verificaciones y revisiones externas. El Codirector General de Servicios Técnicos de Baluarte lidera el equipo, con el apoyo del Vicepresidente Adjunto de Infraestructura, especialistas y gerentes de jales corporativos.
- III. Revisores externos:** Nuestro marco de gobierno está respaldado por expertos independientes, inspectores, revisores y auditores que confirman el cumplimiento de nuestros requisitos de mejores prácticas de ingeniería y gobierno. El proceso de revisión de terceros incluye un Panel Independiente de Revisión de Jales (ITRP), inspecciones de seguridad de presas por parte del EoR y revisiones de seguridad de presas por revisores independientes (DSR).
- IV. Supervisión a nivel de grupo:** El Comité Ejecutivo de Revisión de Depósitos de Jales proporciona la supervisión de la gobernanza y las operaciones generales. El comité, compuesto por altos ejecutivos, busca el asesoramiento y la evaluación de expertos independientes para revisar de manera continua los informes de operación, gobierno, inspección, revisión y auditoría. El Director General (AE) es el funcionario ejecutivo responsable de la gestión de jales y del desarrollo e implementación de los sistemas necesarios para la gestión responsable de jales.

Estrategia

Implicaciones estratégicas de la gestión de residuos minero-metalúrgicos

Confianza de los grupos de interés
Históricamente, la mayor parte de la industria minera ha manejado responsablemente las instalaciones de almacenamiento de jales. Si bien el número de incidentes es relativamente bajo, las consecuencias de una falla pueden ser catastróficas para trabajadores, comunidades y medio ambiente. Las fallas catastróficas más recientes de Fundão en Mariana y Feijão en Brumadinho han tenido consecuencias severas a la reputación de la industria. Es claro que las consecuencias extremas para las personas y el medio ambiente derivadas de fallas catastróficas son inaceptables.

La expectativa de los grupos de interés converge hacia el cero daño a las personas y el medio ambiente. Por lo tanto, la gestión responsable de esta infraestructura es fundamental para conservar la confianza de comunidades, trabajadores, gobiernos, inversionistas y aseguradores.

Manejo efectivo de los depósitos de jales
Disponer de capacidad de almacenamiento es esencial para el crecimiento y la continuidad operativa de las operaciones

mineras y metalúrgicas. El manejo responsable de esta infraestructura es complejo y multidisciplinario, por lo cual es necesaria la adopción de mejores prácticas de ingeniería y la gobernanza desde las etapas de planeación, diseño, construcción, operación, mantenimiento, monitoreo, cierre y postcierre. Asimismo, la adopción de mejores prácticas sociales involucra de manera significativa a las comunidades en el ciclo de vida de las instalaciones.

Estrategia de gestión
Nuestra estrategia se apoya en la implementación de las mejores prácticas actualmente aplicables y en las tecnologías de control disponibles en la ingeniería, la operación y el gobierno de sus instalaciones de almacenamiento de jales, como parte de un Sistema Integral de Gestión de Jales.

Mediante el desarrollo y la gestión continuos, el objetivo del grupo es revisar e implementar tecnologías, prácticas y métodos de punta en nuestras instalaciones, con el objetivo de causar cero daños a las personas y al medio ambiente. Para lograrlo, nos basamos en las mejores prácticas de ingeniería y los principios de gestión de asociaciones como MAC, CDA, ICOLD y ICMM.

Gestión de impactos y riesgos

Abordamos los siguientes principios básicos para lograr una cultura de gestión segura de jales durante todo el ciclo de vida de las instalaciones:

- I. Rendición de cuentas, responsabilidad y competencia:** Se definen las responsabilidades y competencias asociadas para respaldar la identificación y gestión adecuadas de los riesgos de la instalación.
- II. Planificación y recursos:** Se mantienen 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:** Se incluye 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 sobre este enfoque en la sección de Seguridad*).
- IV. Gestión del cambio:** Se evalúan, controlan y comunican los riesgos asociados con los posibles cambios para evitar comprometer inadvertidamente la integridad de las instalaciones.
- V. Preparación y respuesta ante emergencias:** Se cuenta 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:** Se cuenta con procesos internos y externos de revisión y aseguramiento para que los controles de los riesgos de la instalación puedan evaluarse integralmente y mejorarse continuamente.
- VII. Involucramiento significativo de las comunidades:** Se busca el relacionamiento con las comunidades para atender preguntas e inquietudes y se realizan visitas para conocer estas infraestructuras y las prácticas de operación responsable.

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.

Como parte de la ingeniería de las instalaciones de almacenamiento, se incluyen el revestimiento, el sistema de drenaje de interceptación de fil-

traciones aguas abajo y las canaletas para los desvíos de aguas superficiales. Además, contamos con programas ambientales de vigilancia alineados a nuestro Sistema de Gestión y Cumplimiento Normativo (SGA).

En nuestros nuevos proyectos hemos implementado el análisis multicriterio, también conocido como análisis de cuentas múltiples, para considerar aspectos sociales, ambientales, técnicos, tecnológicos y económicos en nuestra evaluación de sitios potenciales para la construcción de infraestructura de almacenamiento de residuos minero-metalúrgicos.



Desempeño y métricas



Avances en gobernanza

Durante 2023 reforzamos nuestro compromiso de mejorar la seguridad en el manejo de los residuos minero-metalúrgicos implementando exitosamente el marco de gobierno para depósitos de jales en todas nuestras unidades y publicando nuestra política de gestión de jales y los lineamientos de jales. Ambos documentos representan pilares esenciales en nuestra estrategia para la gestión segura de residuos apegada a las mejores prácticas de la industria. Se integró un ingeniero de registro, que se suma a los dos que se integraron en 2022. El resto de los

sitios (11) mantienen la designación de Futuro Ingeniero de Registro.

Avances en la gestión de impactos y riesgos

Durante 2023 avanzamos significativamente en la implementación del [sistema de gestión de jales](#) interno, alcanzando un promedio de 53%, frente a 36% en 2022. Estos avances se reflejan en la implementación de la gobernanza local, en la elaboración del Manual de Operación, Mantenimiento y Vigilancia, así como en el Plan de Preparación y Respuesta a Emergencias y Análisis de Modos Potenciales de Falla, documentos que fortalecen nuestra

capacidad para administrar y responder de manera efectiva a cualquier situación de riesgo. Se destaca también el progreso en el adecuado diseño y la construcción de los depósitos nuevos o adecuaciones de los existentes, con base en la caracterización del sitio, la definición de bases y criterios de diseño alineados a los mejores estándares de la industria, la implementación de sistemas de control y aseguramiento de calidad, la gestión de cambios, el plan de manejo de agua y el plan de deposición de jales.

Inversiones

Durante 2023, nuestras inversiones estratégicas se concentraron en extender los depósitos de jales (TSF) existentes, así como en el desarrollo de nuevas instalaciones que garanticen la continuidad operativa. Se han ejecutado 15 proyectos, con una inversión global de US\$191.8 millones. Entre los proyectos más destacados se encuentran las iniciativas implementadas en unidades clave como Capela, Sabinas y Velardeña.

Inventario de instalaciones

El inventario de instalaciones de almacenamiento de residuos minero-metalúrgicos y presas de agua se actualizó durante 2023. Se registraron 34 en estado inactivo, en cuidado y mantenimiento, y 12 en operación en estado activo.

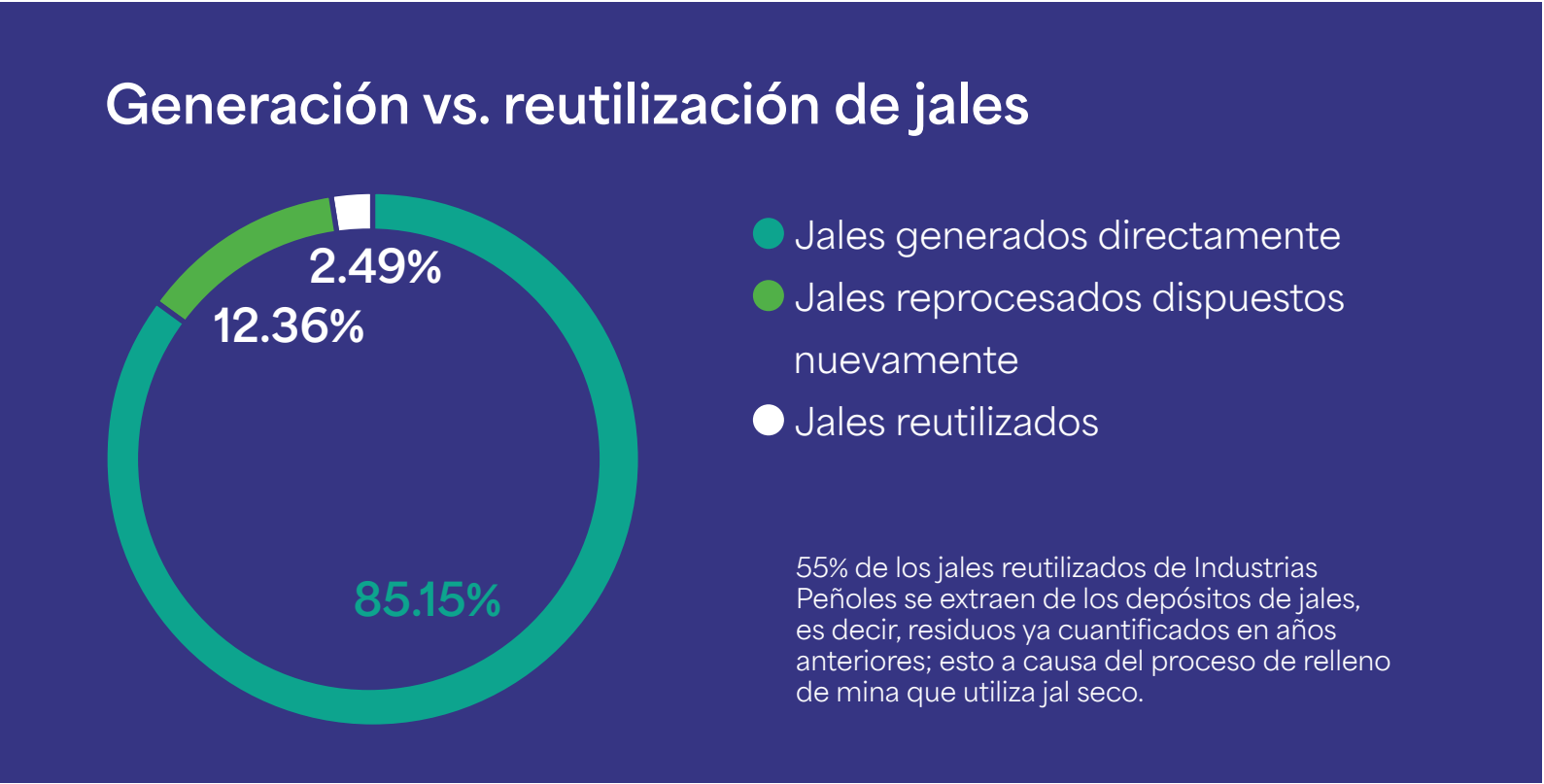
Continuamos realizando el seguimiento diligente de las cantidades de jal depositados en nuestras instalaciones, con el propósito de conocer su capacidad y vida útil remanente. Durante 2023 se generaron **19.35 Mt** de jal, de los cuales **2.33** fueron utilizados como relleno en obras inactivas en interior de mina, mientras que el resto de toneladas

se almacenaron en nuestros depósitos de jales. Además, se depositaron **23.01 Mt de mineral** en patios de lixiviación y se generaron **1.21 Mt** de otros residuos minero-metalúrgicos diferentes al jal (jarosita), los cuales fueron almacenados en instalaciones seguras y alineadas a nuestro sistema de gestión de jales.



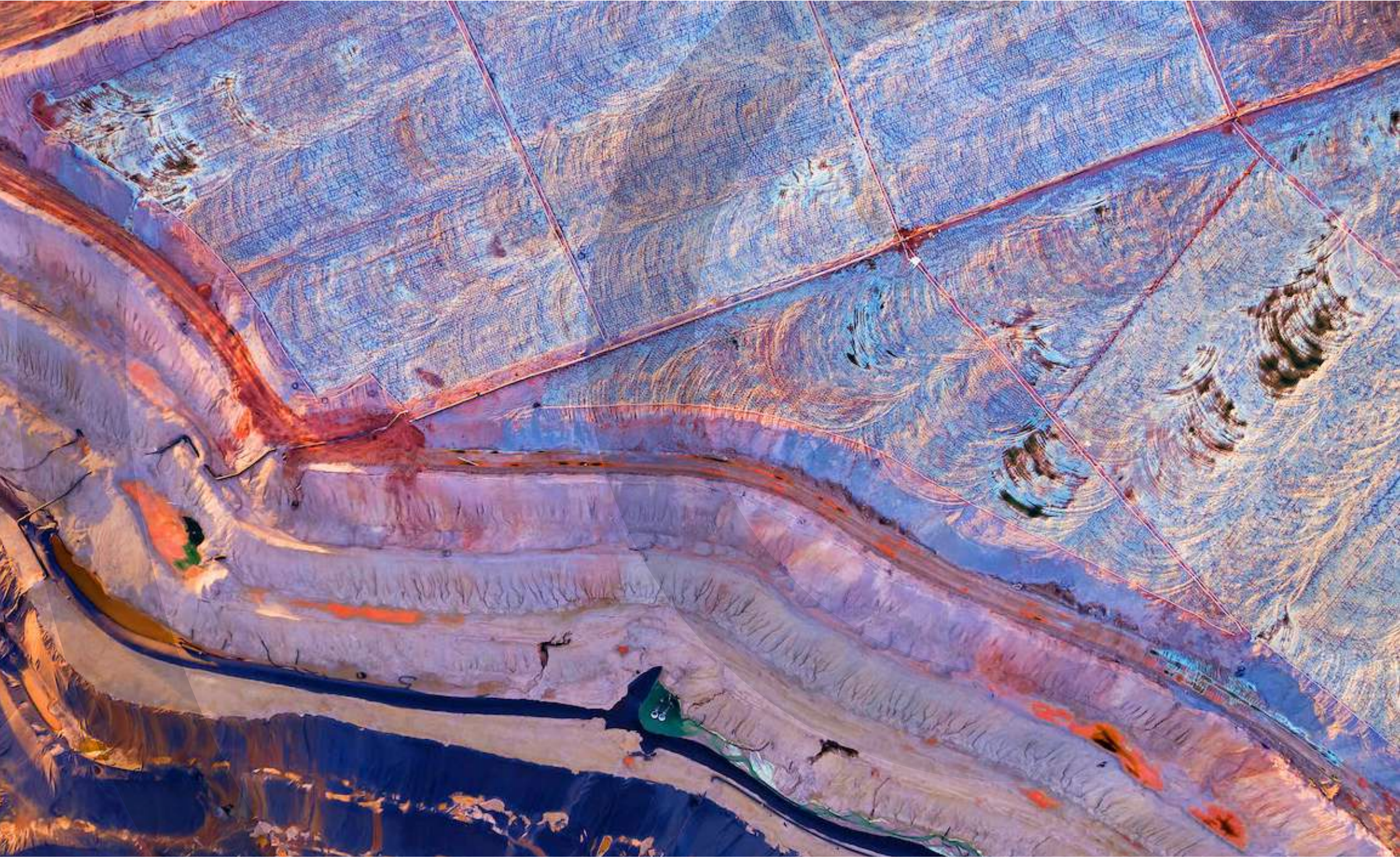
Generación de residuos minero-metalúrgicos (t)

División	2023	
	Jales	Tepetate
Minas Peñoles	4,857,298.47	5,209,190.40
Minas Fresnillo plc	14,500,469.51	88,241,009.77
Industrias Peñoles	19,357,767.98	93,450,200.17



Disposición en patios de lixiviación (t)

División	2019	2020	2021	2022	2023
Minas Peñoles	2,473,965.00	694,219.00	-	894,745.00	1,806,596.00
Minas Fresnillo plc	34,422,898.00	20,570,573.00	28,641,642.00	29,345,382.00	21,208,753.00
Industrias Peñoles	36,896,863.00	21,264,792.00	28,641,642.00	30,240,127.00	23,015,349.00



Nuestras instalaciones cuentan con patios de lixiviación en operación. La administración de los patios es un punto primordial en su contabilización, ya que permite conocer cuáles serán los procesos de cuidado, mantenimiento y cierre, cuando los lixiviados procesados ya se consideren residuos mineros-metalúrgicos.

Durante 2023 reforzamos nuestro compromiso de mejorar la seguridad en el manejo de los residuos minero-metalúrgicos implementando exitosamente el marco de gobierno para depósitos de jales.



Caso de estudio – Tecnología en instrumentación y sistemas de monitoreo

Se han implementado mejoras tecnológicas en la instrumentación y en los sistemas de monitoreo en los depósitos de jales de San Julián, Herradura, Sabinas, Tizapa y Capela, mientras que se trabaja en la implementación en otras unidades. Estas mejoras contemplan estaciones robotizadas para la medición automática de prismas y controles topográficos en las principales estructuras geotécnicas de los depósitos, así como la medición de piezómetros de cuerda vibrante de manera remota, continua y automática. Lo anterior favorece la confianza y oportunidad con la que se miden los datos de la instrumentación de nuestras instalaciones.



Actualmente, el depósito de jales de Sabinas, opera bajo condiciones de estabilidad y cuenta además con instrumentación y monitoreo en tiempo real.

Caso de estudio – Cumplimiento con criterios establecidos por la CDA

A principios de 2023, el depósito de jales 3 de Ciénega logró el cumplimiento con los factores de seguridad de estabilidad basados en los criterios establecidos por la CDA (Canadian Dam Association). Este importante cumplimiento se logró con la construcción del refuerzo al bordo principal, diseñado con base en las investigaciones de campo realizadas a la construcción original. El depósito opera actualmente de acuerdo con estándares internacionales y se encuentra listo para un posible crecimiento que permita cubrir la vida remanente de la mina.

Caso de estudio – Depósito de jales de Sabinas

Tras el octavo crecimiento del depósito de jales 4 de Sabinas, concluido a principios de 2019, existía preocupación sobre su estabilidad, por lo que dejó de operar en noviembre de 2019. Derivado de lo anterior, se realizó investigación geotécnica, con la cual se confirmó el riesgo de estabilidad del bordo principal. Fue necesario diseñar y construir un refuerzo para lograr la estabilidad estática y dinámica. En 2023 se concluyó este refuerzo, que permitió realizar una elevación para operar dos años más. En 2024 se realizarán análisis complementarios para diseñar un crecimiento adicional, que dará una capacidad aproximada de 2.5 años más. Actualmente, este depósito opera bajo condiciones de estabilidad y cuenta además con instrumentación y monitoreo en tiempo real, así como con documentos y procedimientos que garantizan la seguridad de su operación, alineada al Sistema de Gestión de Jales.

