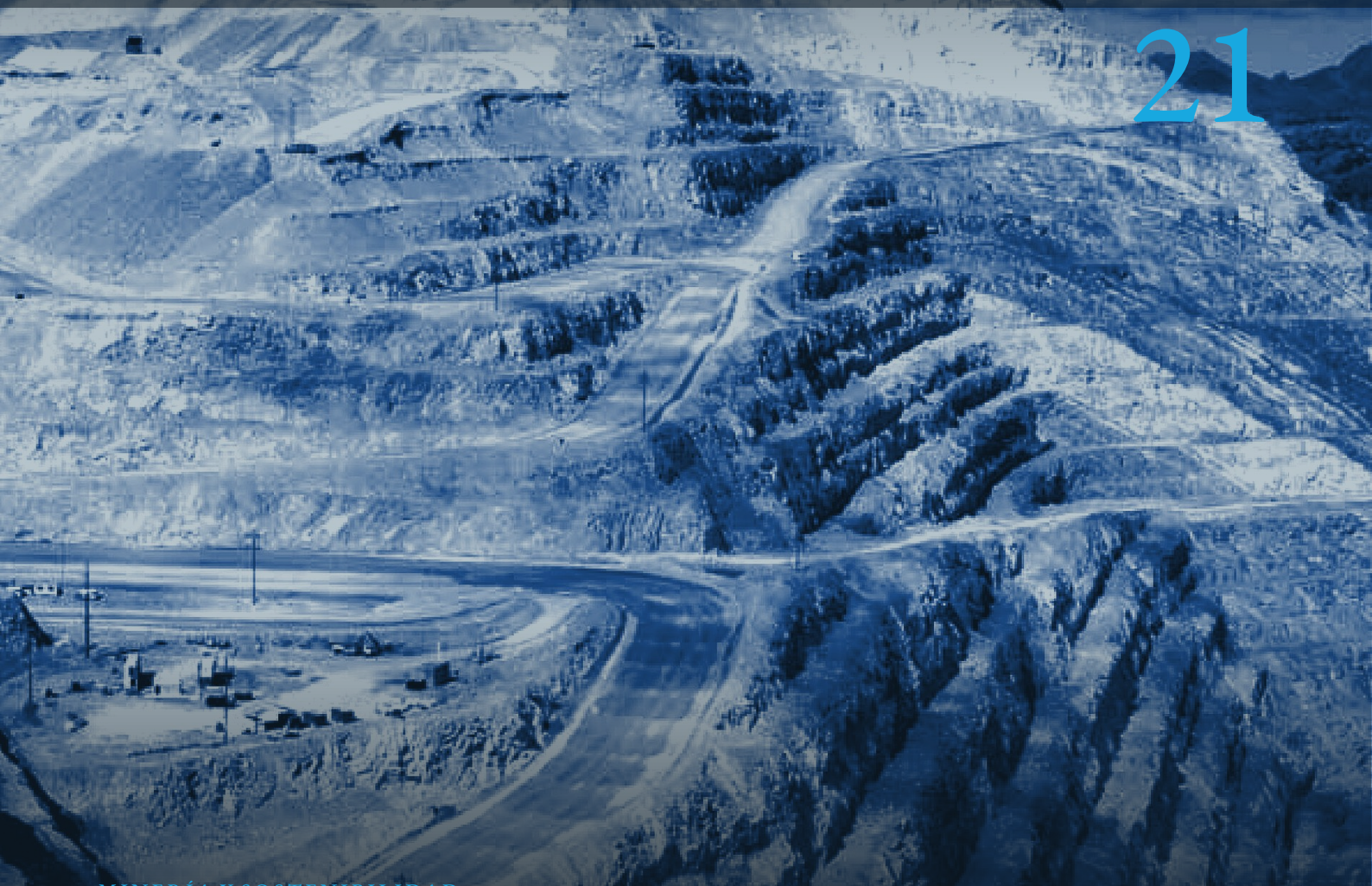
REVISTA

N.º 21 · NOVIEMBRE DE 2026

LAGUITOS

Arqueología aplicada, minería y territorio en los Andes

21



MINERÍA Y SOSTENIBILIDAD

La mina y el tiempo largo

Minería y sostenibilidad: cómo la industria planifica, opera y cierra, y qué aporta la arqueología a ese trabajo

1 Más metales

La energía limpia multiplica la demanda de minerales.

2 Diez principios

El sistema de gestión que la industria se dio a sí misma.

3 Patrimonio

Un activo que se gestiona con las mismas herramientas.

Micaela Huacallo Lagos

Laguitos Perú

Portada: operaciones de la mina Antamina (Áncash). Fotografía de Heiner Amado Cadillo, Wikimedia Commons (CC BY-SA 3.0); recortada y en duotono.

EN ESTE NÚMERO

Una industria que piensa en décadas

La transición energética necesita metales, y la minería que los produce trabaja hoy con principios, estándares y leyes que abarcan toda la vida de una operación, desde la exploración hasta el poscierre.

Este número describe ese marco desde la industria y con siete esquemas: la demanda de minerales, el ciclo de vida de una mina, los Principios Mineros del ICMM, la gestión del agua y de los relaves, y las reglas peruanas de cierre. Al final suma nuestro aporte: el patrimonio arqueológico se gestiona con las mismas herramientas, y hacerlo temprano conviene al proyecto.

MH

Micaela Huacallo Lagos DIRECTORA

0009-0001-9909-3141 micaela.huacallo@laguitosperu.com

UNA REVISTA PARA CITARNOS

Cada número de la *Revista Laguitos* lleva un solo artículo, con paginación propia y su ficha de cita. Los números de norma y gestión fijan, además, los **Criterios Laguitos**: interpretaciones numeradas (6.1, 6.2…) del texto vigente, para que nuestros informes y expedientes citen una lectura propia, pública y revisable, en lugar de resúmenes de terceros.

LA SERIE

MÉTODOS DE CAMPO

01 Leer el terreno
02 El reloj verde
03 Señales en el paisaje
04 Sitios en zonas mineras

NORMA Y GESTIÓN

05 La ruta del permiso
06 El certificado que no autoriza
07 El diagnóstico sin ventanilla
08 Excavar para decidir
09 Rescatar no es liberar
10 El arqueólogo en la obra
11 A, B y C
12 El reglamento por dentro

CRÓNICAS Y PAISAJE

13 De la crónica al paisaje
14 Caminar con Cieza
15 Agua y memoria en Huarochirí

CONOCIMIENTO ANDINO

16 Descifrar los khipus

ECOSISTEMAS FRÁGILES

17 Paisajes que no se reponen
18 Oasis de niebla
19 Esponjas de altura
20 El bosque que quedó

MINERÍA Y SOSTENIBILIDAD

21 La mina y el tiempo largo

LIBROS

Machu Picchu: leer la llaqta
Crónicas y paisaje del Perú

CRÉDITOS

Revista Laguitos, N.º 21, noviembre de 2026.

Dirección y textos: Micaela Huacallo Lagos.

Fuentes: Agencia Internacional de la Energía, Principios Mineros y guías del ICMM, artículos con DOI verificado y normas peruanas; alcance de lectura de cada fuente en el control del número.

Diseño: sistema documental de Laguitos Perú; tipografía EB Garamond.

Fotografías de Wikimedia Commons con licencia libre, acreditadas en cada pie.

Web: laguitosperu.com



MINERÍA Y SOSTENIBILIDAD

La mina y el tiempo largo

Minería y sostenibilidad: cómo la industria planifica, opera y cierra, y qué aporta la arqueología a ese trabajo.

MH
Micaela Huacallo Lagos LAGUITOS PERÚ
0009-0001-9909-3141 micaela.huacallo@laguitosperu.com

tajos abiertos y presa de relaves de la mina Antamina (Áncash). Fotografía de Chillka de Huari, Wikimedia Commons (CC BY-SA 4.0); recortada.

RESUMEN La transición energética necesita metales, y la minería que los produce trabaja hoy con estándares de sostenibilidad que abarcan toda la vida de una operación. El artículo describe ese marco desde la industria: la demanda de minerales que proyecta la Agencia Internacional de la Energía, el ciclo de vida de una mina, los diez Principios Mineros del ICMM, la gestión del agua, los relaves y la biodiversidad, la relación con las comunidades y las reglas peruanas de cierre de minas y de pasivos ambientales. Sobre esa base propone una idea: el patrimonio arqueológico puede gestionarse con las mismas herramientas que la industria ya usa, y un inventario temprano es la forma más económica de dar certeza al proyecto y de dejar un legado. Incluye siete esquemas y una lista de trabajo para el componente arqueológico.

PALABRAS CLAVE *minería; sostenibilidad; transición energética; ICMM; cierre de minas; gestión de relaves; patrimonio arqueológico*

Una mina moderna se diseña pensando en el día en que dejará de producir. Antes de mover la primera tonelada, el titular ya ha descrito cómo rehabilitará el terreno, cuánto costará hacerlo y con qué garantías lo respaldará. Esa manera de trabajar, que mira décadas hacia adelante, es lo que este número llama el tiempo largo de la mina.

La minería es, además, una condición de la transición energética. Los paneles solares, los aerogeneradores, las redes eléctricas y los vehículos eléctricos se fabrican con cobre, litio, níquel y otros metales que alguien tiene que extraer. Sin minería no hay energía limpia, y un país con tradición minera, como el Perú, tiene en esa demanda una oportunidad.

La pregunta útil, entonces, no es si debe haber minería, sino cómo se hace bien. La literatura muestra que esa conversación se amplió con los años: empezó por el paisaje y la contaminación, y hoy incluye la salud de los ecosistemas, el desarrollo sostenible y los derechos de los pueblos indígenas (Bridge, 2004). La industria respondió con estándares propios, y la ley, con instrumentos de cierre y de remediación.

Este número recorre ese marco con una mirada práctica. Describe lo que el mundo le pide a la minería, cómo se organiza la vida de una operación, qué se comprometen a cumplir las empresas y qué exige la norma peruana. Al final suma el aporte de nuestro oficio: el patrimonio arqueológico se puede gestionar con las mismas herramientas que la

industria ya domina, y hacerlo temprano conviene al proyecto. Los casos peruanos de sitios en zonas mineras se reseñaron en el N.º 4 (Huacallo Lagos & Salas Lara, 2026c), y la ruta del permiso arqueológico, en el N.º 5 (Huacallo Lagos & Salas Tejada, 2026b).

Por qué el mundo necesita más metales

La Agencia Internacional de la Energía (AIE) lo resume con dos comparaciones. Un automóvil eléctrico típico requiere seis veces más insumos minerales que uno convencional, y una planta eólica en tierra necesita nueve veces más recursos minerales que una central a gas. Desde 2010, la cantidad media de minerales por cada nueva unidad de capacidad de generación aumentó 50 %, a medida que crecieron las renovables (Agencia Internacional de la Energía, 2021).

Cada tecnología pide metales distintos. El litio, el níquel, el cobalto, el manganeso y el grafito son decisivos para las baterías. Las tierras raras lo son para los imanes permanentes de turbinas y motores. Las redes eléctricas necesitan grandes cantidades de cobre y aluminio, y la AIE describe al cobre como una piedra angular de todas las tecnologías relacionadas con la electricidad (Agencia Internacional de la Energía, 2021).

La proyección es clara. Con las políticas ya anunciadas, los requerimientos de minerales para tecnologías de energía limpia se duplicarían hacia 2040. Si se cumplen las metas del Acuerdo de París, se cuadruplicarían. Y una transición más rápida, hacia el cero neto global en 2050, pediría seis veces más insumos minerales en 2040 que hoy. En el escenario compatible con París, las tecnologías limpias pasarían a representar más del 40 % de la demanda total de cobre y de tierras raras, entre 60 y 70 % de la de níquel y cobalto, y casi 90 % de la de litio (Agencia Internacional de la Energía, 2021).

Minerales para tecnologías de energía limpia en 2040, frente a 2020

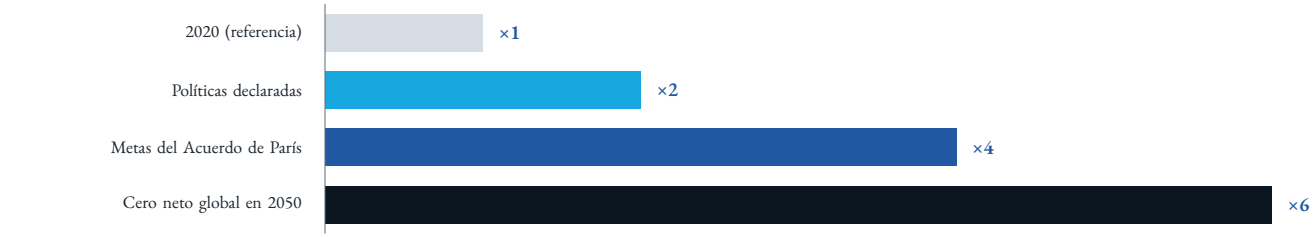


FIGURA 1. Requerimientos de minerales para tecnologías de energía limpia en 2040, como múltiplo de los de 2020, en tres escenarios de la Agencia Internacional de la Energía.

Esquema de Laguitos Perú con datos del resumen ejecutivo de Agencia Internacional de la Energía (2021).

LA TRANSICIÓN EN UNA CIFRA

×6

los insumos minerales de un automóvil eléctrico típico frente a los de uno convencional (Agencia Internacional de la Energía, 2021)

Para la industria, estas cifras significan más proyectos, más ampliaciones y una vida más larga para las operaciones existentes. También significan una responsabilidad mayor: producir esos metales con estándares que la sociedad y los mercados puedan verificar. El resto del artículo trata de esos estándares.

El ciclo de vida de una mina

Una operación minera pasa por etapas bien definidas: exploración, estudios y permisos, construcción, operación, cierre final y poscierre. Lo que distingue a la minería contemporánea es que el cierre dejó de ser la última etapa para convertirse en un criterio de diseño.

La guía de buenas prácticas del ICMM lo llama cierre integrado: un proceso dinámico e iterativo que considera los aspectos ambientales, sociales y económicos desde una etapa temprana del desarrollo de la mina y durante toda la vida del activo. La guía sostiene que el cierre debe tratarse como parte del negocio central de la operación, y enumera lo que se gana con ello: participación de la comunidad en la planificación, estimaciones de costo más precisas, identificación temprana de riesgos, reducción progresiva de pasivos y una mejor transición social cuando la mina pasa de la



Figura 2. Tren de Southern Peru Copper Corporation en ruta de Ilo a las minas de Toquepala y Cuajone. El cobre es uno de los metales que la electrificación demanda en mayor cantidad.

tren de Southern Peru Copper Corporation entre Ilo y Toquepala. Fotografía de Kabelleger / David Gubler, Wikimedia Commons (CC BY-SA 3.0); recortada.

operación al cierre (International Council on Mining and Metals, 2025).

La ley peruana recoge la misma lógica. Obliga al titular a implementar un plan de cierre planificado desde el inicio de sus actividades y a ejecutarlo en forma progresiva durante la vida útil de la operación (Congreso de la República, 2003, arts. 6 y 8). El cierre progresivo es, en la práctica, una forma de trabajar: cada componente que deja de usarse se rehabilita sin esperar al final.

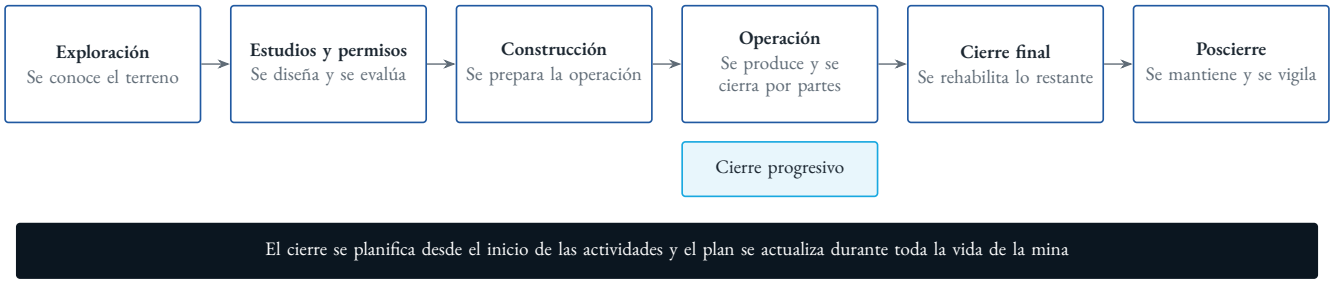


Figura 3. Etapas de una operación minera. El cierre progresivo acompaña a la operación y la planificación del cierre recorre todo el ciclo.

Esquema de Laguitos Perú a partir de la Ley 28090 y de la guía de cierre integrado del ICMM.



Figura 4. Mina Antamina (Áncash) vista desde el sureste, con su presa de relaves. Tajo, depósitos y accesos se diseñan como un conjunto, y cada uno tiene medidas de cierre previstas.

mina Antamina (Áncash) vista desde el sureste. Fotografía de Ondando, Wikimedia Commons (CC BY-SA 3.0); recortada.

Diez principios para toda la industria

El Consejo Internacional de Minería y Metales (ICMM) reúne a empresas que asumen, como condición de membresía, diez Principios Mineros con expectativas de desempeño concretas. Los principios incorporan requisitos ambientales, sociales y de gobernanza, validación del desempeño en cada sitio y verificación independiente de los informes de sostenibilidad (International Council on Mining and Metals, 2017, 2022).

Conviene leerlos como lo que son: un sistema de gestión. El principio 1 pide sistemas para cumplir la ley y prevenir la corrupción, y asignar la responsabilidad por la sostenibilidad en el directorio o el comité ejecutivo. El principio 2 pide integrar el desarrollo sostenible en las decisiones de inversión y en el diseño, la operación y el cierre de las instalaciones, y promover prácticas responsables entre socios, proveedores y contratistas.

El principio 4 pide evaluar los riesgos y oportunidades ambientales y sociales de los proyectos nuevos en consulta con los grupos interesados, y aplicar controles para evitar o prevenir, minimizar, mitigar y remediar los impactos sobre los trabajadores, las comunidades, el patrimonio cultural y el ambiente natural. El principio 5 fija la meta última de la seguridad: cero daño.

El principio 8 mira al producto: recuperar, reusar y reciclar energía, recursos naturales y materiales en el diseño, la operación y el desmantelamiento. El principio 10 cierra el sistema con transparencia: informar cada año del desempeño económico, social y ambiental, y someter esa información a verificación independiente (International Council on Mining and Metals, 2022).

Para quien trabaja con patrimonio, el dato importante está en el principio 4: el patrimonio cultural figura, junto a los trabajadores, las comunidades y el ambiente, entre lo que los controles de riesgo deben proteger. La arqueología no es ajena al sistema de gestión de una mina; ya tiene un lugar en él.



FIGURA 5. Los diez Principios Mineros del ICMM, con una síntesis de lo que cada uno pide a las empresas miembro.
Esquema de Laguitos Perú; síntesis propia del texto de International Council on Mining and Metals (2022).

> *El patrimonio cultural ya figura entre lo que los controles de riesgo de la industria deben proteger.*

Personas, seguridad y energía

Tres principios tratan de lo que ocurre dentro de la operación. El principio 5 pide mejorar de forma continua la salud y la seguridad física y psicológica, capacitar a los trabajadores según sus responsabilidades y vigilar su salud de acuerdo con los riesgos de cada puesto. El principio 3 compromete a remunerar de manera equitativa, a no emplear trabajo infantil ni forzoso, a respetar la libertad de asociación y a aplicar políticas que protejan los derechos de las mujeres y favorezcan una fuerza laboral más inclusiva. Y el principio 6 pide medidas de eficiencia energética que contribuyan a un futuro bajo en carbono, con reporte de emisiones según protocolos reconocidos internacionalmente (International Council on Mining and Metals, 2022).

Transparencia que se puede comprobar

La industria no pide que se le crea por su palabra. El principio 10 compromete a apoyar públicamente la Iniciativa para la Transparencia de las Industrias Extractivas, a compilar la información de los pagos relevantes a los gobiernos por país y por proyecto, a informar cada año con los estándares de la Global Reporting Initiative y a someter el desempeño en sostenibilidad a una verificación independiente anual (International Council on Mining and Metals, 2022). Para el patrimonio, esta práctica abre una posibilidad concreta: que el trabajo arqueológico figure en esos informes con indicadores propios.

Relaves con estándar global

Los depósitos de relaves son, por tamaño y permanencia, uno de los componentes que más atención reciben. El principio 6 pide diseñarlos, construirlos, operarlos, monitorearlos y cerrarlos con prácticas de gestión y gobernanza basadas en el riesgo, en línea con las buenas prácticas reconocidas internacionalmente. Desde agosto de 2020, todos los miembros del ICMM se comprometieron a implementar el Estándar Global de la Industria sobre Gestión de Relaves, con plazos de conformidad que vencieron en agosto de 2023 para las instalaciones de mayores consecuencias potenciales y en agosto de 2025 para las demás (International Council on Mining and Metals, 2022). La actualización de 2025 de la guía de cierre refuerza, a su vez, la gobernanza y la estabilidad a largo plazo de estos depósitos en las etapas de cierre y poscierre (International Council on Mining and Metals, 2025).

Agua, relaves y biodiversidad

El agua como recurso compartido

La declaración de posición del ICMM sobre el agua parte de un reconocimiento: el agua es un recurso compartido y valioso, con alto valor social, cultural, ambiental y económico, y es un insumo vital en todas las etapas de una operación, incluido el cierre. De ahí derivan tres compromisos para las empresas miembro: aplicar una gobernanza del agua sólida y transparente, gestionar el agua con eficacia en las operaciones y colaborar para lograr un uso responsable y sostenible (International Council on Mining and Metals, 2017).

El documento añade una idea de método. Los riesgos del agua se viven sobre todo a escala local y de cuenca; por eso pide a las empresas mirar más allá de la operación y entender a los demás usuarios de la cuenca. Es la misma escala a la que trabaja la arqueología del paisaje: canales, reservorios y bofedales se entienden por cuencas, no por concesiones.



Figura 6. Presa de relaves de la mina Antamina (Áncash), vista general. El agua de proceso y los relaves se gestionan como un sistema, con monitoreo permanente.

presa de relaves de la mina Antamina (Áncash), vista general. Fotografía de Chillka de Huari, Wikimedia Commons (CC BY-SA 4.0); recortada.

Biodiversidad y áreas protegidas

El principio 7 contiene dos compromisos precisos: no explorar ni desarrollar minas nuevas en sitios del Patrimonio Mundial de la UNESCO y respetar las áreas protegidas legalmente designadas; y aplicar la jerarquía de mitigación para alcanzar, como mínimo, una pérdida neta nula de biodiversidad, o una ganancia neta, al completar el cierre (International Council on Mining and Metals, 2022).

La investigación independiente ofrece aquí un dato alentador. Un estudio global cartografió las áreas de influencia de 62 381 propiedades mineras y encontró que coinciden con áreas protegidas bastante menos de lo que cabría esperar: 8,4 % frente a 16,7 % en las áreas sin minería. Los autores interpretan que la protección legal evita parte de la actividad, y recomiendan una planificación estratégica para que la minería de la transición no reste lo que la mitigación del cambio climático suma (Sonter et al., 2020).

Otro estudio examinó proyectos de veinte metales con siete dimensiones de contexto: residuos, agua y conservación; usos del suelo, comunidades y vulnerabilidad social; y gobernanza. Para el cobre, el hierro y el níquel halló una distribución pareja de proyectos entre contextos de riesgo bajo y alto, y concluyó que las jurisdicciones que extraen estos metales en contextos de bajo riesgo están en posición de desarrollar y mantener salvaguardas (Lèbre et al., 2020). Dicho de otro modo: la calidad de las instituciones y de la gestión marca la diferencia, y eso se puede construir.



Figura 7. Presa de relaves de la mina Antamina (Áncash). El diseño, la operación y el cierre de estos depósitos se rigen hoy por un estándar global asumido por las empresas del ICMM.

presa de relaves de la mina Antamina (Áncash). Fotografía de Chillka de Huari, Wikimedia Commons (CC BY-SA 4.0); recortada.

Tabla 1. Tres mediciones independientes: qué se midió y qué le dicen a la industria

Estudio	Qué se midió	Lectura para la gestión
Minería y biodiversidad (Sonter et al., 2020)	Áreas de influencia de 50 km alrededor de 62 381 propiedades mineras	Las áreas mineras coinciden con áreas protegidas menos de lo esperable. La planificación estratégica evita conflictos de localización.
Contextos de los metales de la transición (Lèbre et al., 2020)	Proyectos de 20 metales frente a siete dimensiones ambientales, sociales y de gobernanza	El cobre se reparte entre contextos de riesgo bajo y alto. La buena gobernanza permite sostener salvaguardas.
Minerales y pueblos vinculados a la tierra (Owen et al., 2022)	5097 proyectos frente a tierras indígenas y campesinas	El 69 % está en esas tierras o cerca de ellas. El diálogo temprano es parte del diseño del proyecto.

Comunidades y territorio

Un tercer estudio localizó 5097 proyectos de minerales de la transición y halló que el 54 % está en tierras de pueblos indígenas o cerca de ellas, el 33 % en tierras campesinas o cerca, y el 69 % en una u otra. En América Latina y el Caribe, la proporción de proyectos en tierras indígenas o próximos a ellas es de 73 % (Owen et al., 2022). La cifra no describe un conflicto: describe una vecindad. La minería de la transición trabajará, en su mayor parte, junto a comunidades con derechos de consulta reconocidos por las Naciones Unidas.

Los principios de la industria asumen esa realidad. El principio 3 compromete a respetar los derechos, intereses, aspiraciones, cultura y conocimientos de los pueblos indígenas en el diseño, el desarrollo y la operación de los proyectos, y a compartir beneficios de un modo acorde con sus aspiraciones de desarrollo. Cuando un proyecto puede afectar de manera significativa su patrimonio cultural crítico, la empresa debe explorar alternativas de diseño para evitarlo (International Council on Mining and Metals, 2022).



Figura 8. Tubería e instalaciones en Yanacancha, mina Antamina (San Marcos, Áncash). La infraestructura de conducción también forma parte de la huella de una operación y de su plan de cierre.

instalaciones en Yanacancha, mina Antamina (San Marcos, Áncash). Fotografía de Chillka de Huari, Wikimedia Commons (CC BY-SA 4.0); recortada.

El principio 9 baja esas ideas a la gestión diaria: identificar con las comunidades sus prioridades de desarrollo, facilitar que las empresas locales accedan a las compras y contrataciones durante todo el ciclo del proyecto, y ofrecer mecanismos eficaces para atender reclamos (International Council on Mining and Metals, 2022). Son prácticas que construyen confianza, y la confianza es la que da continuidad a una operación.

El patrimonio arqueológico suele ser un buen punto de encuentro. Los sitios de un territorio pertenecen a la memoria de sus comunidades, y un proyecto que los identifica, los cuida y los da a conocer comparte con ellas algo que ambas partes valoran.

El marco peruano: cerrar bien

En el Perú, el cierre tiene ley propia desde 2003. La Ley 28090 define el plan de cierre de minas como un instrumento de gestión ambiental destinado a rehabilitar el área utilizada o perturbada por la actividad minera, para que alcance características de ecosistema compatible con un ambiente saludable y adecuado para el desarrollo de la vida y la preservación paisajista (art. 3) (Congreso de la República, 2003).

El plan describe las medidas de rehabilitación, su costo, su oportunidad y los métodos de control y verificación para las etapas de operación, cierre final y poscierre (art. 5). Se presenta en el plazo máximo de un año desde la aprobación del estudio de impacto ambiental (art. 7) y se ejecuta de forma progresiva durante la vida útil de la operación (art. 8). El titular constituye garantías que cubren los costos del cierre final y del poscierre, y esas garantías se liberan cuando la autoridad verifica que las medidas se cumplieron (art. 11) (Congreso de la República, 2003).

El diseño es sensato: quien opera planifica, financia y demuestra. Para el titular, además, es una ventaja. Un plan de cierre bien llevado reduce incertidumbre, ordena los costos y deja constancia pública de una gestión responsable.



Figura 9. Acceso al botadero sur de la mina Antamina (Áncash). Los depósitos de desmonte tienen accesos controlados y medidas de cierre y rehabilitación propias.

acceso al botadero sur de la mina Antamina (Áncash). Fotografía de Heiner Amado Cadillo, Wikimedia Commons (CC BY-SA 3.0); recortada.

La herencia de otra época

La Ley 28271 se ocupa de lo que dejaron operaciones anteriores a estas reglas. Considera pasivos ambientales las instalaciones, efluentes, emisiones, restos o depósitos de residuos producidos por operaciones mineras, en la actualidad abandonadas o inactivas, que constituyen un riesgo para la salud de la población, el ecosistema circundante y la propiedad (art. 2). El Ministerio de Energía y Minas elabora y actualiza el inventario e identifica a los responsables, que presentan y ejecutan un plan de cierre; cuando el titular no puede identificarse, el Estado asume progresivamente la remediación (arts. 3 a 7) (Congreso de la República, 2004).

El inventario se mantiene vivo. La actualización de octubre de 2025 incorporó 215 pasivos, actualizó 26 y excluyó 119, y dejó un total de 6122 (Ministerio de Energía y Minas, 2025). La cifra cuenta registros de tamaño muy diverso y corresponde, por definición, a operaciones abandonadas o inactivas. Sirve para medir la distancia entre aquella minería y la actual, que trabaja con plan de cierre, garantías y verificación desde el primer día.

El ambiente y el patrimonio en el mismo estudio

El reglamento ambiental minero incluye el patrimonio arqueológico entre las condiciones que obligan a aprobar términos de referencia específicos para el estudio ambiental (Ministerio de Energía y Minas, 2014, art. 28.1, lit. h). Por eso la línea base arqueológica suele acompañar al estudio de impacto ambiental, como se explicó en el N.º 5 (Huacallo Lagos & Salas Tejada, 2026b). Ambiente y patrimonio se evalúan juntos desde el principio, y esa es una buena noticia para el proyecto: lo que se conoce temprano se puede diseñar.



Figura 10. Presa de relaves de la mina Antamina (Áncash) entre nubes. Las operaciones altoandinas trabajan en cuencas donde el agua es un recurso compartido con las comunidades.

presa de relaves de la mina Antamina (Áncash). Fotografía de Lamder, Wikimedia Commons (CC BY-SA 4.0); recortada.

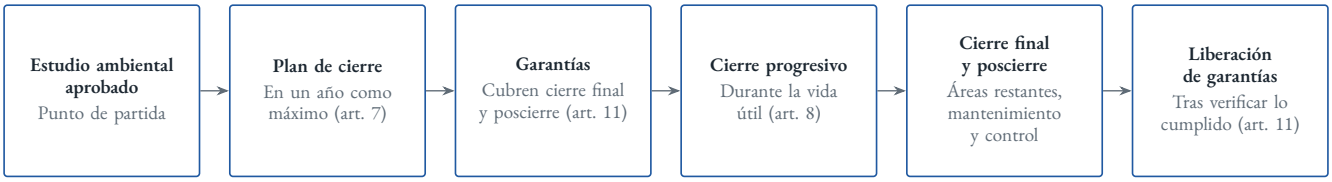


Figura 11. Secuencia del plan de cierre de minas según la Ley 28090.

Esquema de Laguitos Perú a partir de los artículos 5, 7, 8 y 11 de la Ley 28090.

El patrimonio como activo del proyecto

La industria ya tiene el método. La secuencia de control de riesgos del principio 4, que consiste en evitar o prevenir, minimizar, mitigar y remediar, se aplica a un sitio arqueológico sin cambiar una palabra (International Council on Mining and Metals, 2022). Lo que sigue es lectura nuestra de esa secuencia.

Evitar significa conocer los sitios antes de fijar el diseño, cuando mover un acceso o un depósito todavía cuesta poco. Minimizar significa reducir el área intervenida, delimitar y señalizar. Mitigar significa acompañar la obra con monitoreo arqueológico y proteger lo que queda dentro de la concesión. Remediar, en arqueología, tiene un sentido particular: un sitio no se rehabilita como un suelo, de modo que la medida equivalente es el rescate autorizado, con registro completo y publicación.

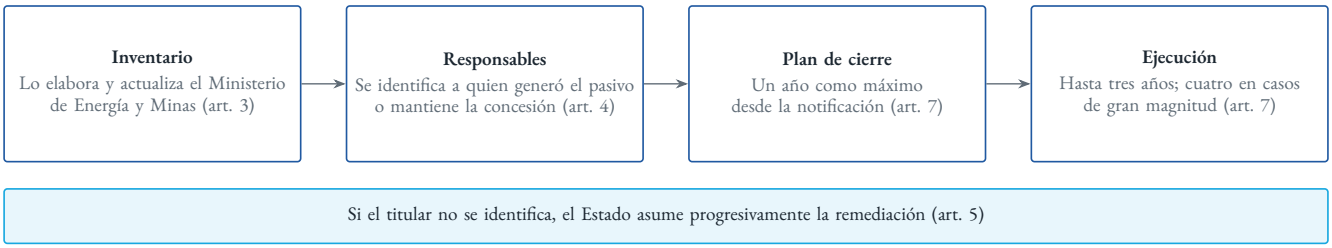


FIGURA 12. Tratamiento de los pasivos ambientales mineros según el texto de la Ley 28271.

Esquema de Laguitos Perú a partir de los artículos 3, 4, 5 y 7 de la Ley 28271.



FIGURA 13. Depósito de relaves de Ticapampa (Recuay, Áncash). Los depósitos de operaciones antiguas son el tipo de herencia que el inventario nacional registra y que la remediación atiende.

depósito de relaves de Ticapampa (Recuay, Áncash). Fotografía de Dickens Rondán, Wikimedia Commons (CC BY-SA 4.0); recortada.

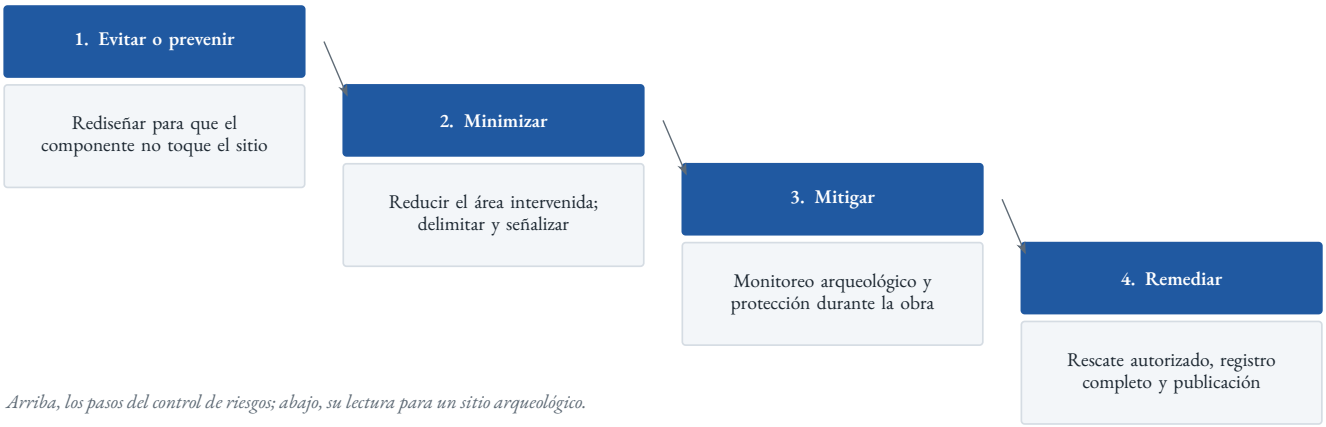
Tres experiencias peruanas

La minería peruana tiene ejemplos de este trabajo, reseñados con más detalle en el N.º 4 (Huacallo Lagos & Salas Lara, 2026c).

En Moquegua, la empresa titular de Quellaveco informa de estudios arqueológicos desde 1998 y de más de 60 sitios y caminos prehispánicos identificados y comunicados al Ministerio de Cultura. En Pampa Calacaja, un tramo de camino fue objeto de un proyecto de rescate aprobado por la autoridad, y el conjunto se publicó en un libro (Anglo American Quellaveco, sin fecha).

En Arequipa, Cerro Verde presentó en 2018 un libro que resume ocho años de intervenciones arqueológicas dentro de sus concesiones (Sociedad Minera Cerro Verde, 2018). En Apurímac, una de las excavaciones del proyecto de evaluación arqueológica asociado a Las Bambas se convirtió en tesis de licenciatura en la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga (Gutiérrez Correa, 2014).

Los tres casos tienen un rasgo común: el trabajo arqueológico terminó en conocimiento público. Un libro o una



Arriba, los pasos del control de riesgos; abajo, su lectura para un sitio arqueológico.

FIGURA 14. La secuencia de control de riesgos de la industria aplicada a un sitio arqueológico.
Esquema de Laguitos Perú. Los cuatro pasos proceden del principio 4 del ICMM; su lectura arqueológica es propuesta de la autora.

tesis convierten una obligación en un aporte, y ese aporte lleva el nombre del proyecto que lo hizo posible.

La minería también es patrimonio

Hay una razón más para que la industria mire la arqueología con simpatía: parte de ese patrimonio es su propia historia. En el Perú se han investigado una mina prehispánica de hematita en Nasca y una secuencia de diecinueve siglos de producción de plata en la cuenca del Titicaca (Huacallo Lagos & Salas Lara, 2026c). Los complejos mineros coloniales y republicanos son testimonio de la misma tradición.

Esta doble condición pide cuidado cuando se remedia un conjunto antiguo. La ley valora los restos de operaciones abandonadas por el riesgo que representan (Congreso de la República, 2004), y algunos pueden tener, además, valor histórico. Registrar ese valor antes de intervenir, y consultar a la autoridad cultural cuando corresponda, permite que la remediación ambiental y la conservación de la memoria minera avancen juntas.

El trabajo arqueológico a lo largo del ciclo

El componente arqueológico acompaña al proyecto en todas sus etapas, con tareas distintas en cada una. En la exploración, revisión de antecedentes y diagnóstico de superficie. En los estudios, línea base e inventario de toda la huella. En la construcción, evaluación, rescate cuando la autoridad lo autoriza y monitoreo. En la operación, monitoreo de las ampliaciones y cuidado de los sitios protegidos. En el cierre, registro final y entrega ordenada de la información. Los procedimientos de cada instrumento se describen en la serie de norma y gestión de esta revista (Huacallo Lagos & Salas Tejada, 2026b).

LISTA DE TRABAJO CONJUNTA

1. El inventario arqueológico cubre toda la huella del proyecto: tajo, planta, accesos, canteras, depósitos de relaves y desmontes.
2. Se hace antes de fijar el diseño, cuando evitar un sitio todavía es una alternativa económica.
3. Cada sitio tiene una decisión documentada (evitar, proteger, evaluar o rescatar) y un responsable durante la operación.
4. El plan de cierre indica qué ocurre con los sitios protegidos dentro de la concesión cuando la empresa se retire.
5. Los resultados se publican o quedan accesibles, para que el proyecto deje conocimiento y la siguiente prospección no empiece de cero.

La lista es una propuesta de la casa para ordenar el trabajo entre el titular y su equipo de arqueología. No sustituye los procedimientos del Reglamento de Intervenciones Arqueológicas ni la decisión de la autoridad.



FIGURA 15. Planta concentradora del complejo minero de Santa Bárbara (Huancavelica). Según la ficha de la imagen, el complejo fue el mayor productor de mercurio de América. Las instalaciones mineras históricas son parte del patrimonio de la propia industria.

planta concentradora de Santa Bárbara (Huancavelica). Fotografía de Grimanesa Ccanto Caballon, Wikimedia Commons (CC BY-SA 4.0); recortada.

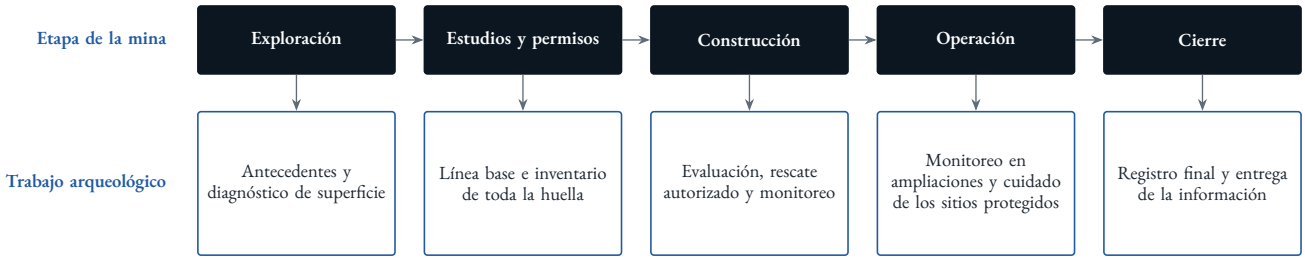


FIGURA 16. Tareas del componente arqueológico en cada etapa de una operación minera. Es una síntesis orientativa; los instrumentos y plazos son los del Reglamento de Intervenciones Arqueológicas.

Esquema de Laguitos Perú.

Cinco preguntas frecuentes del equipo de mina

¿Cuándo conviene empezar? En la exploración. La revisión de antecedentes y el diagnóstico de superficie cuestan poco y orientan el diseño. El N.º 7 describe el diagnóstico arqueológico de superficie (Huacallo Lagos & Salas Lara, 2026b).

¿El certificado autoriza la obra? El certificado de inexistencia de restos arqueológicos en superficie informa sobre la superficie evaluada; su alcance y sus límites se explican en el N.º 6 (Huacallo Lagos & Santander Loaiza, 2026a). Conocerlos evita sorpresas durante el movimiento de tierras.

¿Qué pasa si aparece un hallazgo durante la obra? El plan de monitoreo prevé ese caso. El N.º 10 propone un protocolo en cuatro pasos: detener, registrar, comunicar y esperar (Huacallo Lagos & Salas Lara, 2026a). Un equipo que lo conoce de antemano pierde menos tiempo.



Figura 17. Otra vista de la planta concentradora de Santa Bárbara (Huancavelica). Documentar estas instalaciones conserva la memoria técnica de la minería peruana.

planta concentradora de Santa Bárbara (Huancavelica). Fotografía de Grimanesa Ccanto Caballon, Wikimedia Commons (CC BY-SA 4.0); recortada.

Tabla 2. De los principios a la práctica: dónde suma el equipo de arqueología

Principio del ICMM	Qué pide	Aporte del componente arqueológico
2. Toma de decisiones	Sostenibilidad en el diseño, la operación y el cierre	Inventario de sitios disponible antes de fijar el diseño.
3. Derechos humanos	Respeto a la cultura y al patrimonio cultural crítico de los pueblos indígenas	Identificación de los lugares con valor cultural junto con las comunidades.
4. Gestión de riesgos	Controles para proteger, entre otros, el patrimonio cultural	Matriz de sitios con su decisión: evitar, proteger, evaluar o rescatar.
6. Desempeño ambiental	Planificar y diseñar para el cierre	Destino de los sitios protegidos en el plan de cierre.
9. Desempeño social	Desarrollo local y bienestar duradero	Puesta en valor y difusión de los sitios con la población vecina.
10. Grupos de interés	Reporte anual y verificación independiente	Indicadores de patrimonio: sitios identificados, evitados y publicados.

¿El rescate libera el área? Son actos distintos, cada uno con su resolución. El N.º 9 explica las condiciones del rescate y lo que queda después (Huacallo Lagos & Santander Loaiza, 2026b).

¿Todos los sitios se tratan igual? No. Desde 2025, las categorías de los bienes inmuebles prehispánicos determinan lo que puede hacerse en cada uno; el N.º 11 las describe (Huacallo Lagos & Salas Tejada, 2026a).



Figura 18. Voladura en la mina Antamina (Áncash). El tajo avanza por fases planificadas; el monitoreo arqueológico acompaña la apertura de áreas nuevas.

voladura en la mina Antamina (Áncash). Fotografía de Heiner Amado Cadillo, Wikimedia Commons (CC BY-SA 3.0); recortada.

Lo que gana un proyecto

Tratar el patrimonio como parte de la gestión, y no como un trámite, tiene beneficios concretos. Los enumeramos como criterio propio, a partir de la experiencia de campo.

Certeza en el cronograma. Un sitio identificado en la etapa de estudios se incorpora al diseño. Un hallazgo durante el movimiento de tierras detiene un frente de obra. El inventario temprano es, por eso, la medida más económica del componente arqueológico.

Menos rediseño. Conocer la ubicación y la extensión de los sitios antes de trazar accesos, depósitos y campamentos evita modificar ingeniería ya aprobada.

Coherencia con los propios estándares. Una empresa que informa su desempeño ambiental y social con verificación independiente tiene en el patrimonio un tema que puede documentar con hechos: sitios identificados, sitios evitados, intervenciones autorizadas y publicaciones.

Relación con el entorno. Los sitios son parte de la identidad de las comunidades vecinas. Cuidarlos y darlos a conocer es una forma tangible de respeto.

Legado. Una mina deja infraestructura, empleo y tributos. Puede dejar también conocimiento: el registro de lo que había en su territorio, hecho con método y disponible para todos.

> *El inventario temprano es la medida más económica del componente arqueológico.*

GLOSARIO MÍNIMO

Cierre progresivo: rehabilitación de componentes durante la operación, sin esperar al final.
Poscierre: etapa posterior al cierre final, de mantenimiento y control.
Relave: residuo fino del proceso de concentración del mineral, que se dispone en depósitos diseñados para ese fin.
Desmonte: roca sin valor económico que se retira para llegar al mineral.
Pasivo ambiental minero: instalación o residuo de una operación abandonada o inactiva que representa un riesgo.
Línea base arqueológica: inventario de los sitios del área de un proyecto, previo a su diseño definitivo.

Alcance de este número

El artículo describe marcos y compromisos; no evalúa el desempeño de ninguna empresa. Los Principios Mineros y las declaraciones del ICMM se citan por su texto público. Los estudios globales miden coincidencias espaciales y contextos con bases de datos de proyectos, no los efectos de una mina concreta. Las leyes se citan por su texto; no se revisaron sus reglamentos ni la práctica de fiscalización, y el inventario de pasivos se cita por la resolución que lo actualiza. Las fotografías ilustran componentes mineros y no acompañan afirmaciones sobre esas operaciones.

Con ese alcance, la conclusión es optimista. La industria minera dispone hoy de principios, estándares y leyes que la obligan a pensar en décadas, y el Perú tiene operaciones y profesionales capaces de cumplirlos. La arqueología cabe en ese esquema sin forzarlo: usa la misma secuencia de evitar, minimizar, mitigar y remediar, trabaja a la misma escala de cuenca y comparte el mismo horizonte. En el tiempo largo de una mina, lo que encontró, lo que cuidó y lo que dio a conocer también forma parte de lo que produjo. ■

CÓMO CITAR

Huacallo Lagos, M. (2026). La mina y el tiempo largo. *Revista Laguitos*, (21), 3–18.

Correspondencia: micaela.huacallo@laguitosperu.com

REFERENCIAS

Agencia Internacional de la Energía. (2021). *The role of critical minerals in clean energy transitions* (World Energy Outlook Special Report). IEA. París. https://www.iea.org/reports/the-role-of-critical-minerals-in-clean-energy-transitions/executive-summary

Anglo American Quellaveco. (sin fecha). *Pampa Calacaja*. https://peru.angloamerican.com/quellaveco/medio-ambiente1/pampa-calacaja.aspx

Bridge, G. (2004). Contested terrain: Mining and the environment. *Annual Review of Environment and Resources*, *29*, 205-259. https://doi.org/10.1146/annurev.energy.28.011503.163434

Ley N.º 28090, Ley que regula el cierre de minas (2003).

Ley N.º 28271, Ley que regula los pasivos ambientales de la actividad minera (2004). https://sinia.minam.gob.pe/normas/ley-que-regula-pasivos-ambientales-actividad-minera

Gutiérrez Correa, A. (2014). *Excavaciones arqueológicas en el asentamiento de Panchama «A», Challhuahuacho, Apurímac* [Tesis de licenciatura]. Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga. https://alicia.concytec.gob.pe/vufind/Record/UNSJ_0c443a855935397e5840d2e064f1b162/Details

Huacallo Lagos, M., & Salas Lara, M. (2026a). El arqueólogo en la obra: el Plan de Monitoreo Arqueológico. *Revista Laguitos*, (10).

Huacallo Lagos, M., & Salas Lara, M. (2026b). El diagnóstico sin ventanilla: el DAS y la fe en el profesional. *Revista Laguitos*, (7).

Huacallo Lagos, M., & Salas Lara, M. (2026c). Sitios en zonas mineras: siete casos de norte a sur. *Revista Laguitos*, (4).

Huacallo Lagos, M., & Salas Tejada, S. J. (2026a). A, B y C: las categorías y lo que cada una permite. *Revista Laguitos*, (11).

Huacallo Lagos, M., & Salas Tejada, S. J. (2026b). La ruta del permiso: el componente arqueológico de un proyecto minero. *Revista Laguitos*, (5).

Huacallo Lagos, M., & Santander Loaiza, P. F. (2026a). El certificado que no autoriza: qué dice y qué calla un CIRAS. *Revista Laguitos*, (6).

Huacallo Lagos, M., & Santander Loaiza, P. F. (2026b). Rescatar no es liberar: el Proyecto de Rescate Arqueológico. *Revista Laguitos*, (9).

International Council on Mining and Metals. (2017). *Position statement: Water stewardship*. https://www.icmm.com/en-gb/our-principles/position-statements/water-stewardship

International Council on Mining and Metals. (2022). *Mining principles: Performance expectations*. https://www.icmm.com/en-gb/our-principles/mining-principles/mining-principles

International Council on Mining and Metals. (2025). *Integrated mine closure: Good practice guide*. https://www.icmm.com/en-gb/guidance/environmental-stewardship/2025/integrated-mine-closure

Lèbre, É., Stringer, M., Svobodova, K., Owen, J. R., Kemp, D., Côte, C., Arratia-Solar, A., & Valenta, R. K. (2020). The social and environmental complexities of extracting energy transition metals. *Nature Communications*, *11*, 4823. https://doi.org/10.1038/s41467-020-18661-9

Decreto Supremo N.º 040-2014-EM, Reglamento de Protección y Gestión Ambiental para las Actividades de Explotación, Beneficio, Labor General, Transporte y Almacenamiento Minero (2014). https://www.senace.gob.pe/wp-content/uploads/filebase/senacenormativa/NAS-4-6-01-DS-040-2014-EM.pdf

Resolución Ministerial N.º 338-2025-MINEM/DM, que aprueba la actualización del Inventario Inicial de Pasivos Ambientales Mineros (2025). https://busquedas.elperuano.pe/dispositivo/NL/2449642-1

Owen, J. R., Kemp, D., Lechner, A. M., Harris, J., Zhang, R., & Lèbre, É. (2022). Energy transition minerals and their intersection with land-connected peoples. *Nature Sustainability*, *6*(2), 203-211. https://doi.org/10.1038/s41893-022-00994-6

Sociedad Minera Cerro Verde. (2018, 28 de septiembre). *Presentan libro sobre intervenciones arqueológicas realizadas por Cerro Verde al interior de sus concesiones*. https://www.cerroverde.pe/presentan-libro-sobre-intervenciones-arqueologicas-realizas-por-cerro-verde-al-interior-de-sus-concesiones-70

Sonter, L. J., Dade, M. C., Watson, J. E. M., & Valenta, R. K. (2020). Renewable energy production will exacerbate mining threats to biodiversity. *Nature Communications*, *11*, 4174. https://doi.org/10.1038/s41467-020-17928-5



Lo que una mina encontró, cuidó y dio a conocer también forma parte de lo que produjo.

Laguitos Perú

REVISTA LAGUITOS · N.º 21 · NOVIEMBRE DE 2026

laguitosperu.com