

# Hacia una cadena de suministro para una minería carbono-neutral en el Perú

Estimación de emisiones de alcance 3

---

Benjamín Quijandría  
Díaz Diego Lizana Rojas  
Annie Dufey Domínguez  
Osvaldo Urzúa Winkler

### **Palabras Clave**

Cambio climático, cadena de suministro, minería, energía, industrias extractivas, Perú y emisiones.



<http://www.iadb.org>

Copyright © 2024 Banco Interamericano de Desarrollo (BID). Esta obra se encuentra sujeta a una licencia Creative Commons CC BY 3.0 IGO (<https://creativecommons.org/licenses/by/3.0/igo/legalcode>). Se deberá cumplir los términos y condiciones señalados en el enlace URL y otorgar el respectivo reconocimiento al BID.

En alcance a la sección 8 de la licencia indicada, cualquier mediación relacionada con disputas que surjan bajo esta licencia será llevada a cabo de conformidad con el Reglamento de Mediación de la OMPI. Cualquier disputa relacionada con el uso de las obras del BID que no pueda resolverse amistosamente se someterá a arbitraje de conformidad con las reglas de la Comisión de las Naciones Unidas para el Derecho Mercantil (CNUDMI). El uso del nombre del BID para cualquier fin distinto al reconocimiento respectivo y el uso del logotipo del BID, no están autorizados por esta licencia y requieren de un acuerdo de licencia adicional.

Note que el enlace URL incluye términos y condiciones que forman parte integral de esta licencia.

Las opiniones expresadas en esta obra son exclusivamente de los autores y no necesariamente reflejan el punto de vista del BID, de su Directorio Ejecutivo ni de los países que representa.



## Agradecimientos

El Banco Interamericano de Desarrollo (BID) agradece la labor colaborativa del consorcio de organizaciones involucradas en la elaboración de este estudio, Karungen, Ecodesarrollo, Sammi Clúster Minero Andino, Linkminers, y la Coporación Alta Ley. Refleja una labor extensa de investigación de los autores de este informe y su equipo de investigación, Osvaldo Urzúa, Annie Dufey, Jorge Valverde, Alejandro Micco, Diego Lizana, Constanza Araya, Benjamín Quijandría, Miguel Incháustegui, Emilio Gómez de la Torre, Víctor Pérez, Heidi Jofré, Guillermo Olivares, Jorge Barrios, Fernando Lucchini y Elena Moreno. La elaboración de este estudio ha sido supervisada por Martín Walter, especialista sectorial, y Mario Huapaya consultor experto sectorial de la División de Energía del BID.

Este informe ha sido financiado con recursos del proyecto RG-T3553 - Reducción de las Emisiones de Carbono y Aumento de la Resiliencia Mediante Prácticas de Adquisición Inteligentes y Sostenibles - PROGRAMA PROADAPT, con financiamiento del Gobierno de Suecia y ejecutado por el BID. El Objetivo de este Proyecto es apoyar la reducción de las emisiones de carbono y aumentar la resiliencia en el sector de los recursos naturales en América Latina y el Caribe (ALC) y su cadena de valor asociada a través de: (i) la generación de nuevos conocimientos y hallazgos empíricos sobre los tipos de condiciones y factores que tienen más probabilidades de facilitar la reducción de emisiones a través de la mejora de las prácticas de contratación de la industria; (ii) el suministro de recomendaciones y orientación a la industria (sectores público y privado) sobre la aplicación de políticas de contratación y prácticas innovadoras que pueden apoyar la reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero, y (iii) la implementación piloto de una herramienta de “Calculadora de Carbono” para la industria y el gobierno que demostrará la viabilidad y el impacto de la mejora de las prácticas de contratación en el sector de los recursos naturales.

Agradecemos asimismo la labor de diagramación y diseño de GHM Contenidos (+54 264 4266621. ghmtv@ghmtv.com).

# Índice

## **1. Resumen ejecutivo**

## **2. Introducción**

## **3. Contexto**

## **4. Procesos mineros y emisiones de GEI de alcance 1,2 y 3**

## **5. Insumos críticos para emisiones de alcance 3**

---

## **6. Calculadora de emisiones de alcance 3**

---

6.1 Metodología y categorías

6.2 Consideraciones generales

6.3 Tasas de consumo y factores de emisión

---

## **7. Línea base de emisiones de GEI para la minería del cobre de Perú**

---

## **8. Tendencias internacionales y nacionales: estándares privados, políticas públicas y corporativas relevantes para las EA3 de la minería del cobre**

---

8.1 Estándares privados y políticas públicas vinculantes relevantes en los mercados de consumo del cobre y en los países productores de cobre de la región. Aportes de los entrevistados

8.1.1 Estándares privados para reducir las emisiones de GEI de las cadenas de suministro

8.1.2 Políticas públicas y regulaciones en los principales mercados de consumo del cobre

8.1.3 Políticas públicas para la reducción de EA3 de la industria del cobre en Perú

8.2 Políticas corporativas relevantes para reducir las EA3 aguas arriba y abajo de la cadena de valor del cobre y de las empresas mineras en la región

8.2.1 Políticas corporativas en empresas en la cadena de valor aguas abajo

8.2.2 Políticas corporativas en empresas en la cadena de valor aguas arriba

8.2.3 Políticas corporativas de mineras del cobre en Perú

8.3 Temas claves que emergen para la reducción de EA3 de la industria del cobre en la región

---

## **9. Oportunidades y desafíos**

---

## **10. Bibliografía**

## Índice de Tablas

- N° 1** Uso y fuentes principales de las EA3 de la minería de los insumos asociados a la etapa de explotación.
- N° 2** Uso y fuentes principales de las EA3 de la minería de insumos asociados a etapas de procesamiento de mineral.
- N° 3** Función y fuentes principales de las EA3 de la minería de los insumos asociados al transporte.
- N° 4** Categorías de emisiones de alcance 3 en base a metodología GHG Protocol.
- N° 5** Categorías incluidas en la construcción de la herramienta de cálculo.
- N° 6** Tasas de consumo y factores de emisión considerados en la calculadora de EA3 de la minería del cobre en Perú.
- N° 7** Factores de emisión considerados en la calculadora de EA3 de la minería del cobre en Perú.
- N° 8** Estándares privados para la industria del cobre y sus posibles impactos.
- N° 9** Políticas públicas y otros instrumentos relevantes y sus posibles impactos.
- N° 10** Metas de Emisiones de GEI de empresas mineras operando en Perú.

## Índice de Figuras

- N° 1** Estructura de los alcances 1, 2 y 3 a lo largo de la cadena de valor
- N° 2** Línea de tiempo del proceso de construcción e implementación de las NDC del Perú
- N° 3** Proceso productivo de la minería del cobre.
- N° 4** Límites de batería en la minería del cobre en Perú.
- N° 5** Desglose de las EA3 de la minería del cobre en Perú

## Índice de Gráficos

- N° 1** Distribución de las emisiones en la minería peruana del cobre del año 2019.
- N° 2** Actividades e insumos más relevantes para las EA3 de la minería del cobre en Perú.
- N° 3** Proyección de emisiones alcance 3 Perú.
- N° 4** Participación por insumos en EA3 Perú.
- N° 5** Participación según origen en EA3 Perú.



# Resumen ejecutivo



La transición energética y las metas para alcanzar la carbono neutralidad se han instalado en la agenda de países y empresas relacionadas a la industria de la minería y metales, impulsando inversiones en energías renovables, y generando un desarrollo creciente en tecnologías solares y eólicas, que a su vez son intensivas en uso de cobre. En este escenario, la región andina, y en particular el Perú y Chile, se vuelven relevantes al concentrar un tercio de la producción mundial de cobre, con estimaciones de demanda creciente en las próximas décadas.

Debido a lo anterior es que la industria del cobre peruana debe avanzar de forma decidida en medir su huella de carbono y promover acciones y políticas públicas y privadas para mitigar las emisiones de GEI, tanto directas como indirectas. El presente informe esta basado en el proyecto “Reducción de las Emisiones de Carbono y Aumento de la Resiliencia Mediante Prácticas de Adquisición Inteligentes y Sostenibles - PROGRAMA PROADAPT” impulsado y financiado por el Banco Interamericano de Desarrollo – BID en el año 2021, cuyo propósito fue definir una línea base respecto a la huella de carbono del sector con un foco en su cadena de suministro, identificando insumos y procesos críticos y proponiendo una herramienta que apoye a las empresas mineras y proveedoras a mitigar sus emisiones de gases de efecto invernadero (GEI).

Para medir la huella de carbono de la industria del cobre peruana se debe tener en consideración las emisiones directas (alcance 1) y las indirectas (alcances 2 y 3). De acuerdo con el Protocolo de GEI, el estándar más aceptado a nivel mundial para la medición y manejo de estas emisiones, el alcance 1 se refiere a las emisiones directas que provienen de fuentes que son de propiedad o están bajo control de la empresa, particularmente los procesos de la operación minera que son intensivos en consumo de combustibles fósiles, especialmente diesel. El alcance 2 considera las emisiones indirectas por consumo y distribución de energía, que es donde se observan mayores avances en la transición hacia energías de fuentes renovables. Por último, las emisiones de alcance 3, que son el foco del presente documento, se originan en la cadena de suministro minera, tanto aguas arriba como aguas abajo, incluyendo a insumos y proveedores de bienes y servicios y que están fuera del control directo de la empresa minera.

Tal como se puede apreciar en los documentos publicados recientemente por organizaciones que agrupan a las principales empresas globales de la industria del cobre como el International Council on Mining and Metals – ICMM, con su guía y la International Copper Association – ICA, con su hoja de ruta “Cobre – El Camino hacia Net Zero”, el gran desafío del sector está en la gestión del alcance 3, que como se ve en los siguientes capítulos, en el caso del Perú se ha estimado que representa el 63% de su huella de carbono (Marzo 2023). En este contexto, el presente documento

plantea un marco teórico para la medición de emisiones de alcance 3 en la minería de cobre del Perú, que a partir de los distintos procesos permita identificar los insumos críticos que tienen una mayor incidencia en la huella, de forma que se puedan desarrollar mecanismos y políticas a ser impulsadas desde las empresas mineras y proveedoras, así como desde el gobierno. La definición de metas compartidas por el ecosistema productivo y tecnológico, que nos permitan avanzar hacia una minería descarbonizada, nos hará globalmente más competitivos, y trazarán una ruta hacia una industria más verde, que marcarán la contribución desde el Perú para las próximas décadas en la lucha contra el cambio climático en favor de las próximas generaciones.







# Introducción



## 2. Introducción

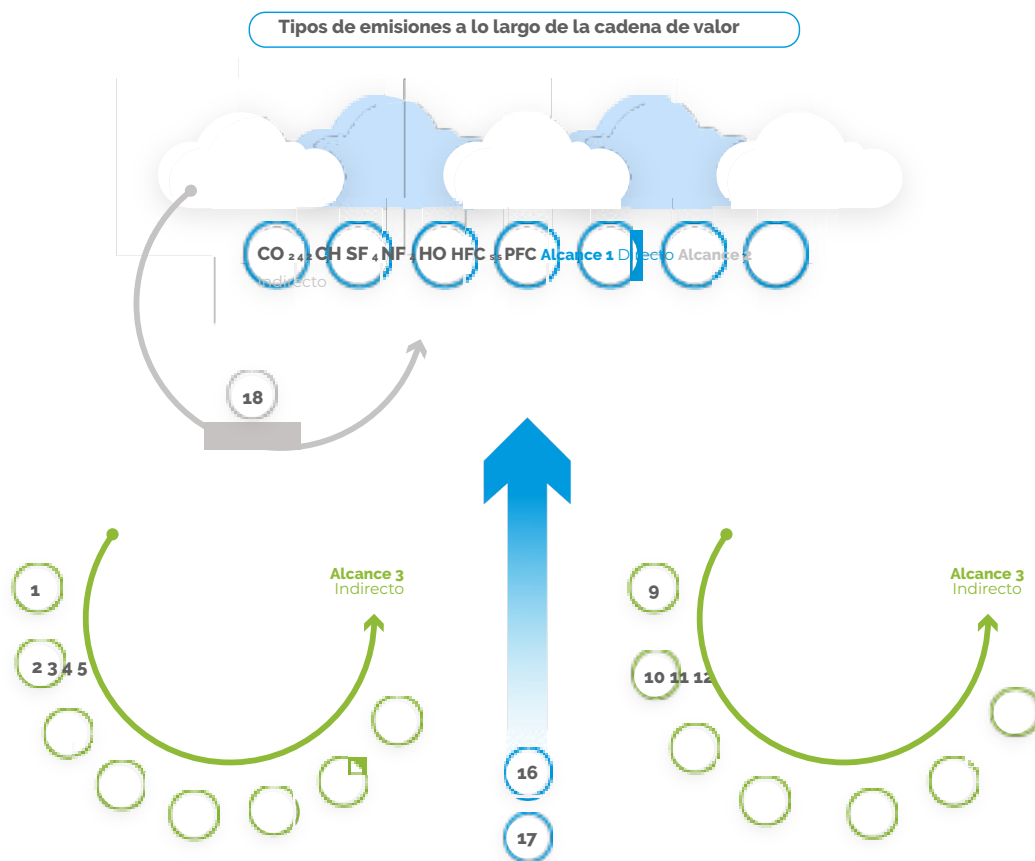
El Perú es el segundo productor de cobre a nivel mundial con una participación de 10.8%, después de Chile, que lidera la producción mundial, con 26.5% de participación según cifras del año 2022. De esta manera la Región Andina se posiciona como la principal fuente de suministro de cobre primario a nivel global, en un contexto donde la transición energética se vuelve fundamental para avanzar a los objetivos de carbono neutralidad al año 2050, en línea con el Acuerdo de París. En este escenario, el cobre juega un rol fundamental como mineral crítico para esta transición ya que es un material de uso intensivo en las principales tecnologías bajas en carbono, como son los paneles solares y las turbinas eólicas, y en la elaboración de vehículos eléctricos, en sistemas de almacenamiento de energía y en numerosos productos de la industria electrónica.

Esta demanda creciente esperada para el cobre, lo posiciona como el material con el mayor mercado proyectado al año 2030, USD 394 billones, lo que supone una gran oportunidad para el Perú y los demás países productores de cobre. Sin embargo, simultáneamente surge el desafío para los países de mitigar la huella de carbono de sus respectivas industrias de cobre, ya que la industria minera sería responsable de la emisión del 4% al 7% de GEI a nivel mundial. En ese sentido es imperativo, en especial para la industria del cobre, visibilizar sus emisiones de GEI, y desplegar estrategias ambiciosas para su mitigación, ya que los mercados futuros de este material tenderán a “descomoditizarse”, privilegiando el llamado “cobre verde”, producido en condiciones amigables con el medio ambiente, utilizando energías renovables y bajas emisiones de GEI.

Las emisiones de GEI de la industria minera del cobre se clasifican en emisiones directas (alcance 1) e indirectas (alcance 2 y 3), y se pueden estimar a partir de la cadena de producción y el tipo de producto obtenido. Las emisiones de alcance 1 están concentradas principalmente en las etapas de extracción de mina, la operación de transporte de mineral y estéril, y corresponden a actividades que son intensivas en consumo de combustibles, particularmente en el consumo de diésel. Las emisiones alcance 2 (energía) están concentradas en la fase de procesamiento, particularmente en las operaciones de conminución de la concentradora (chan-cado y molienda), procesos muy intensivos en el consumo de energía eléctrica. Las emisiones de alcance 3 (EA3), por su parte, tienen su origen en actividades que ocurren en fuentes que no son controladas por la actividad minera y que se relacionan con la actividad de proveedores de bienes y servicios de la minería (emisiones alcance 1 y 2 de los proveedores aguas arriba y aguas abajo).

Mientras que los esfuerzos han estado concentrados en estimar, definir metas de reducción e implementar acciones para mitigar las emisiones de GEI de alcance 1 y 2 de la minería del cobre, la contabilización de las emisiones de EA3 por la industria es mucho más incipiente y las medidas para reducirlas lo son aún más. No obstante, presiones en este sentido en los mercados internacionales y aguas abajo de la cadena de valor de la minería del cobre serán cada vez más importantes y, por lo tanto, relevan la importancia de avanzar en esa dirección. La Figura 1 refleja la estructura de los alcances 1, 2 y 3 considerada en este estudio:

**Figura 1: Estructura de los alcances 1, 2 y 3 a lo largo de la cadena de valor** Fuente: Beauchef Minería adaptado del World Resources Institute and World Business Council for Sustainable Development, 2013.



1- Bienes y servicios comprados

2- Bienes de capital

3- Actividades que utilizan energía y combustible

4- Transporte y distribución

5- Desechos generados en las operaciones

6- Viajes de negocios

7- Traslado de trabajadores

8- Activos arrendados

9- Transporte y distribución

10- Procesamiento de productos vendidos

11- Uso de productos vendidos

12- Traslado de trabajadores

13- Activos arrendados

14- Franquicias

15- Inversiones

16- Instalaciones de la empresa

17- Vehículos de la empresa

18- Compra de electricidad, vapor, calefacción y refrigeración para uso interno

valor, ONGs, instituciones financieras, entre otros agentes, para organizarse bajo procesos tales como el denominado 'The Copper Mark'. Esta iniciativa de abastecimiento responsable de metales y minerales incorpora las dimensiones de trazabilidad y verificación de la huella de carbono, entre otros aspectos, y se ha ido transformando en una condición cada vez más necesaria para la comercialización de metales, incluido el cobre, a nivel mundial. Así lo demuestran las iniciativas de la Bolsa de Metales de Londres (LME, por sus siglas en inglés), la Unión Europea que está exigiendo a los importadores de ciertos metales realizar una fiscalización de la cadena de suministro y la Comisión Europea que ha propuesto un plan estratégico de baterías que contempla el abastecimiento responsable, y que considera el abastecimiento ético de materiales. A nivel de los usuarios finales de los distintos mercados que consumen cobre, que forman parte, por ejemplo, de las industrias de electromovilidad y energías renovables, han concretado entre sus exigencias de suministro de materiales condiciones de prácticas de producción que hagan contribuciones concretas y significativas a las metas de desarrollo sostenible definidas por las Naciones Unidas y recientemente imponiendo metas de reducción para sus EA3.

Un paso inicial fundamental para cuantificar y reducir las EA3 de la minería del cobre, es identificar los macroprocesos mineros relevantes y aquellos insumos y servicios críticos que conforman el "80-20" de GEI en la cadena en valor, de forma de priorizar los esfuerzos de alto impacto de reducción de estas emisiones. Complementariamente, es relevante identificar las prácticas de suministro responsable en segmentos de la cadena de valor que permitan relevar buenas prácticas de los proveedores de bienes y servicios mineros en términos de excelencia operacional, economía circular, incorporación de tecnologías, entre otros aspectos claves.

El presente documento se enmarca en el Proyecto denominado Greener procure-ment in the mining industry Sector Baseline and Tools for Implementation (Project # RG-T3553IDB) del Banco Interamericano de Desarrollo – BID. El objetivo del presente informe es generar un marco teórico sobre las emisiones de alcance 3 en la minería del cobre; la caracterización de la organización industrial de la cadena de suministros, la identificación de los procesos e insumos representativos del 80-20 de las emisiones, y su caracterización específica para la minería del cobre del Perú.

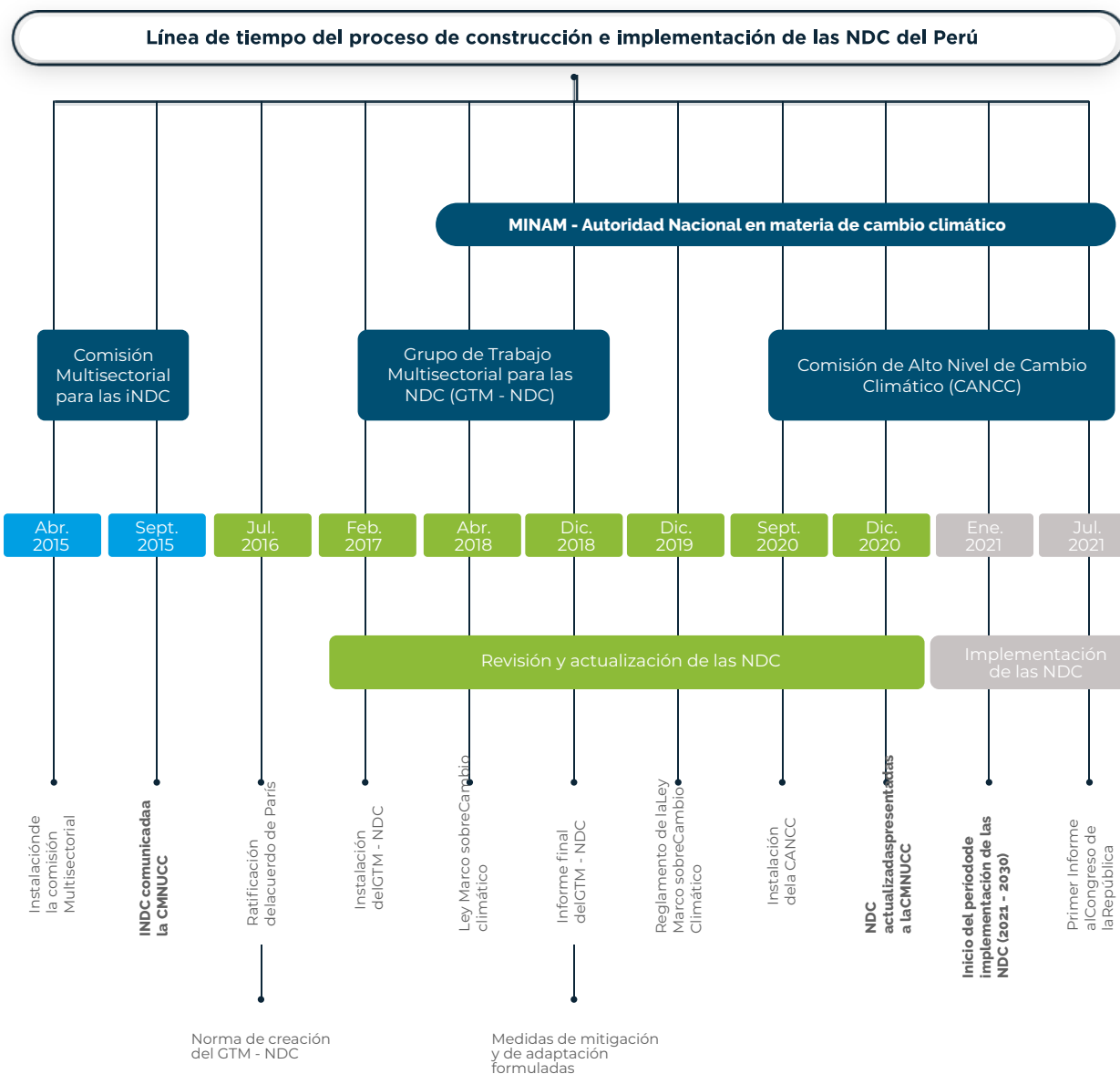


---

# Contexto

3

El Perú promulgó en el año 2018 la Ley Marco sobre Cambio Climático, en línea con los compromisos adquiridos en el Acuerdo de París (COP 21) en el año 2015, y que forma parte de una serie de hitos en la construcción e implementación de las contribuciones determinadas a nivel nacional (NDC, por sus siglas en inglés), junto con la actualización de NDC del Perú para el periodo 2021 – 2030 y la instalación de la Comisión de Alto Nivel de Cambio Climático, ambos en el año 2020.



**Figura 2: Línea de tiempo del proceso de construcción e implementación de las NDC del Perú** Fuente: Informe sobre el progreso en el cumplimiento de las metas de adaptación y mitigación de la gestión integral del cambio climático 2022. Ministerio del Ambiente del Perú

Es relevante mencionar el contexto en donde el Perú, Chile y otros países productores de cobre en la región han comenzado a alinear sus estrategias y objetivos sobre los GEI acorde con las exigencias de cero emisiones netas para 2050. Y dentro de los principales riesgos y oportunidades que enfrenta el sector minero y de metales están los aspectos medioambientales, sociales y de gobernanza (ESG, por sus siglas en inglés) y el cambio climático, que se posicionan dentro de los primeros 3 desafíos que las mineras globales deben atender.

Esta tendencia ha obligado a las mineras de cobre de la Región Andina a dejar atrás objetivos poco ambiciosos fijados en el pasado por planes de acción más concretos y desafiantes. Esta situación ha sido traccionada además por la presión cada vez mayor de agentes de la cadena de valor, que van desde consumidores finales, comunidades, reguladores, ONG's, gobiernos, inversionistas e instituciones financieras. Lo anterior ha llevado a las mineras de cobre a comenzar a elaborar y definir metas de corto, mediano y largo plazo, además de sus planes de acción, presupuestos y responsables.

La transparencia, capacidad de verificación por terceros independientes, y el cierre de las brechas asociadas a los compromisos en términos de mitigación de GEI de sus operaciones, como una respuesta a una acción de mitigación concreta a través del tiempo, figuran entre los desafíos que deben ser implementados en los sistemas de gestión mineros, junto a prácticas ESG, convirtiendo este desafío multidimensional como uno de los más relevantes y desafiantes a ser implementados en los modelos de negocios mineros en toda su historia.

Se requieren esfuerzos coordinados entre la industria y otros sectores para lograr objetivos de trazabilidad y transparencia, especialmente para aquellas de alcance 3. La transformación que debe atravesar la minería del cobre de la región en los próximos 30 años es tan profunda y compleja que amerita un trabajo coordinado y colaborativo entre todas las mineras, su cadena de suministro de productos y servicios y el gobierno. Esta transformación es particularmente difícil para operaciones diseñadas hace 40, 50 e incluso más de 100 años y que siguen en operación en la región. Sin embargo, los nuevos proyectos que aparecen en carpeta pueden y deben incorporar desde sus diseños conceptuales tecnologías que los direccionen hacia la neutralidad de carbono.

De acuerdo con el contexto señalado previamente, queda en evidencia que el foco de las mineras de cobre de la región se ha centrado en medir, gestionar y publicar las emisiones de alcance 1 y 2. En relación con las EA3, son casos específicos los que las han cuantificado y publicado, más aún a nivel de operación minera, figurando hoy como un desafío adicional y desconocido para el sector minero del cobre en la región andina. Existe una creciente presión para que las

mineras de cobre también consideren las emisiones indirectas de su cadena de valor, tanto 'aguas arriba' como 'aguas abajo' graficadas fundamentalmente por políticas de suministro responsable implementadas por actores participantes en sectores de uso final del cobre (electromovilidad) e incluso la Bolsa de Metales de Londres (LME), donde se transa la mayor parte del volumen de cobre en el mundo diariamente.

En este sentido, las políticas de suministro establecidas hasta la fecha por las empresas mineras de la región siguen privilegiando la conveniencia económica en la contratación de insumos y servicios sin considerar las emisiones asociadas a sus insumos en los procesos de licitación y compra. Las actuales prácticas de contratación no consideran los impactos y efectos de los GEI que provocan estos insumos y servicios en la huella de los productos de cobre que comercializan en los mercados. ¿Qué tan significativas son las emisiones globales de GEI de alcance 3 (indirectas) que afectan a la minería del cobre en la región? ¿Cuáles son los insumos y servicios que las mineras de cobre de la región debieran identificar como más críticos para poner mayor foco y atención en términos de gestión de GEI de alcance 3?

En la actualidad, las preguntas formuladas anteriormente no son factibles de ser contestadas por los operadores mineros. Dentro de las 15 categorías de emisiones de alcance 3 que figuran en el Protocolo de Gases de Efecto Invernadero (GHG Protocol), algunas mineras han sido capaces de informar muy pocas de estas categorías. Por lo anterior, resulta clave avanzar hacia una mayor apertura de información y divulgación de los consumos, procesos productivos, servicios logísticos, entre muchos otros aspectos, en toda la cadena de valor de la minería del cobre. Además, se debe avanzar hacia un enfoque más estandarizado y homologable que permita a todos los actores identificar acciones de mitigación efectivas y relevantes estructurando una visión más colaborativa entre los proveedores y sus clientes mineros.

Esta transparencia en toda la cadena de valor permitiría visualizar una imagen más precisa de toda la huella de carbono de la cadena de suministro del cobre en la región andina, de manera de potenciar políticas corporativas y públicas en esta materia.

Los pasos concretos que la industria minera del cobre de la Región Andina planifica y realiza de manera colaborativa a nivel global en organizaciones como el International Council on Mining and Metals (ICMM) y el Copper Alliance son claves. Sin embargo, resulta fundamental que las operaciones mineras de la región avancen de manera decidida en materia de mitigación de GEI con compromisos, planes de acción y financiamiento en esta dimensión.





Un compromiso activo en iniciativas de producción minera sustentable que permita dar respuestas a las expectativas en distintas áreas temáticas de sostenibilidad, por parte de un importante número de “stakeholders”, es clave para dar credibilidad a la industria minera del cobre en la región. En la actualidad se están demandando estándares de certificación y verificación en emisiones de CO<sub>2</sub> incorporados a criterios de evaluación y sistemas de gestión que permitan prepararse a los riesgos que presenta el cambio climático a nivel mundial y a nivel de las operaciones mineras de nuestra región. Bajo este escenario, “The Copper Mark” aparece como un consolidado marco de verificación creíble para demostrar las prácticas de producción responsable de la industria del cobre y la contribución a los Objetivos de Desarrollo Sostenible de las Naciones Unidas.

---

# Procesos mineros y emisiones de GEI de alcance 1, 2 y 3

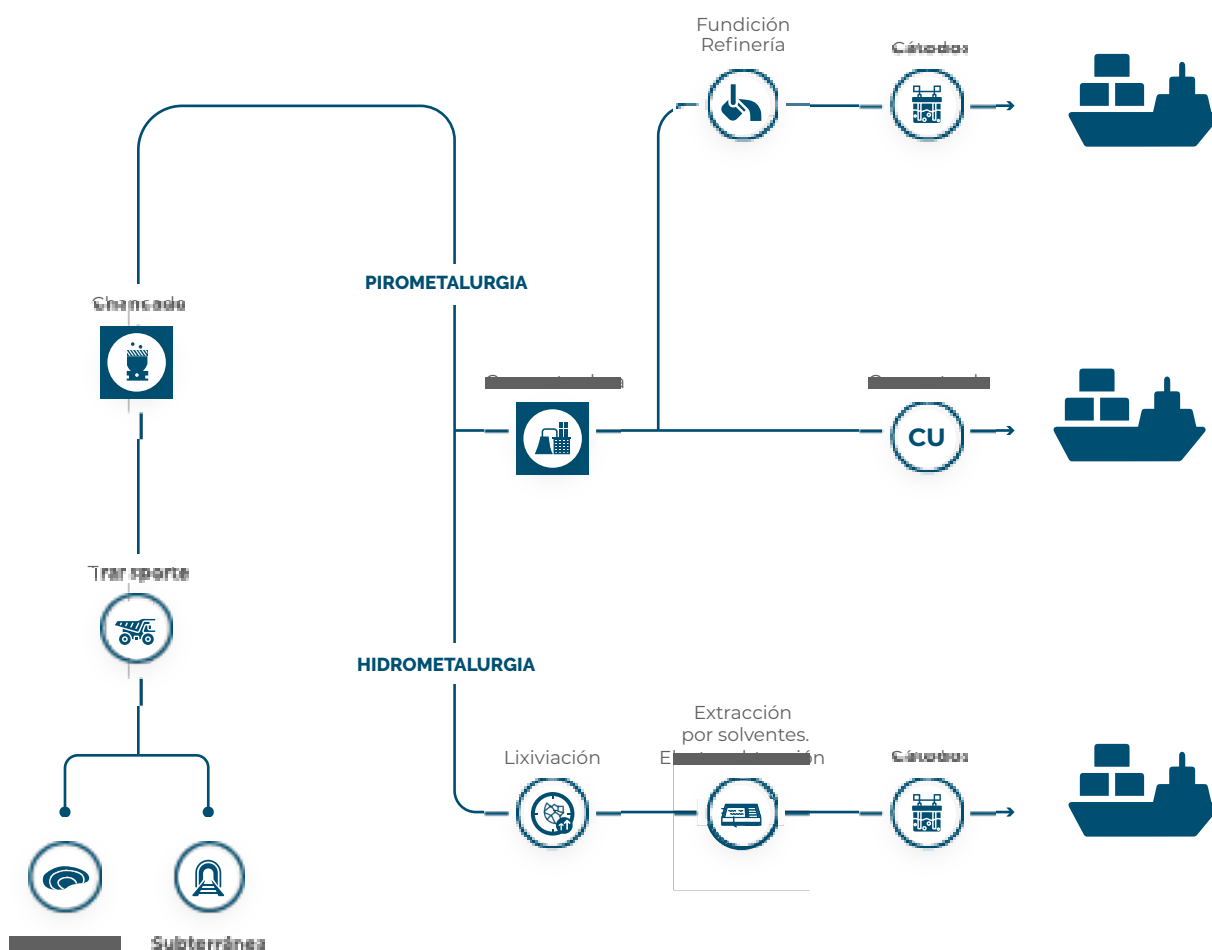


La industria del cobre, tal como otras actividades mineras y extractivas, genera impactos sobre su entorno, puesto que genera emisiones al aire, agua y suelo; y residuos, cuyo manejo debe ser gestionado para garantizar la sostenibilidad del sector. Adicionalmente, requiere del suministro de agua, energía y otros insumos críticos para desarrollar actividades de exploración, extracción y procesamiento para la recuperación de elementos minerales y metálicos; y es un usuario relevante de la infraestructura de caminos, puertos y el transporte marítimo para la comercialización de estos productos minerales en los mercados internacionales.

En términos simples, el proceso productivo de la minería del cobre puede representarse a partir del diagrama de procesos que se muestra en la Figura 3.

**Figura 3: Proceso productivo de la minería del cobre.**

Fuente: Elaboración propia



En la etapa de exploración, se realiza una búsqueda de concentraciones anómalas de mineralización para delinear un yacimiento. Para ello, se realizan campañas de perforación con el fin de extraer muestras de roca (testigos) a las cuales se les realizan estudios mineralógicos, con el objetivo de reconocer el potencial cuprífero de la zona donde fueron extraídas. A partir de estos estudios, también es posible reconocer otras características asociadas al yacimiento, como, por ejemplo, la geología, calidad de la roca, presencia de estructuras, niveles freáticos y otros, que permiten caracterizar y cuantificar los recursos minerales disponibles y la definición de reservas, es decir, aquella fracción del recurso mineral económicamente explotable.

En la etapa de explotación, el cobre está presente en minerales y es medido por su contenido porcentual presente por cada tonelada que se procesa. En términos de su procesamiento, el cobre puede ser extraído mediante métodos de minería a tajo abierto o subterránea. A partir de las operaciones unitarias de arranque (perforación y tronadura), el mineral fragmentado es cargado a camiones mineros o correas, que lo transportan hasta la planta de chancado (carguío y transporte). En algunas operaciones mineras (principalmente subterráneas), el manejo de materiales considera operaciones unitarias de arranque (perforación y tronadura), carguío, chancado y acarreo del mineral por medio de correas transportadoras o equipos mineros.

Dependiendo del tipo de mineral (sulfuro, óxido o mixto), éste puede ser procesado por métodos pirometalúrgicos (molienda, flotación, fundición y refinación) o métodos del tipo hidrometalúrgicos (lixiviación, extracción por solventes y electrodeposición). En función del tipo de procesamiento, es posible obtener un concentrado de cobre a partir del proceso de flotación de minerales sulfurados. Este concentrado de cobre puede ser tratado en fundiciones y refinaciones electrolíticas para obtener un cátodo de cobre electro-refinado (ER) y en el caso de los minerales oxidados, los métodos hidrometalúrgicos permiten producir un cátodo electro-obtenido (EO). Estos productos son comercializados y enviados por transporte terrestre y marítimo a los principales centros de consumo, ubicados en Asia, Europa y Norteamérica, considerando además que en la mayoría de los casos son productos comerciales líquidos y que pueden ser entregados en las bodegas de las principales bolsas de metales del mundo y en donde destacan la Bolsa de Metales de Londres (LME por sus siglas en inglés), la Bolsa Mercantil de Nueva York Comex, y la Shanghai Metal Exchange (SME).

Para obtener los productos comerciales obtenidos por la minería del cobre, el tipo de mineral y su posterior procesamiento, condicionan la utilización de determinados bienes e insumos denominados críticos, por su importancia en el proceso en términos de los volúmenes utilizados, o por las emisiones que se



generan producto de su fabricación, transporte y consumo en las operaciones mineras; y en la prestación de servicios de apoyo “aguas arriba” y “aguas abajo” en la cadena productiva.

De esta forma, las emisiones de GEI directas (alcance 1) e indirectas (alcance 2 y 3) pueden estimarse a partir de la cadena de producción y el tipo de producto obtenido. En ese sentido, las emisiones de GEI directas de alcance 1 en la minería del cobre están concentradas principalmente en las etapas de extracción mina y de operación de transporte de mineral y estéril, actividades que son intensivas en consumo de combustibles, particularmente en el consumo de diésel en camiones mineros de alto tonelaje.

Por su parte, las emisiones de GEI indirectas de alcance 2 (energía) están concentradas en la fase de procesamiento, particularmente en las operaciones de conminución de la concentradora (chancado y molienda), procesos muy intensivos en el consumo de energía eléctrica (sobre el 50% del consumo eléctrico total). Por su parte, las emisiones de GEI indirectas de alcance 3 tienen su origen en actividades que ocurren en fuentes que no son controladas directamente por la actividad minera y que se relacionan con la actividad de proveedores de bienes y servicios de la minería, por ejemplo, producción de insumos críticos, transporte marítimo de materias primas, vuelos nacionales e internacionales y actividades desarrolladas por empresas contratistas.



---

# Insumos críticos para emisiones de alcance 3



Para definir los insumos críticos de la minería del cobre de Perú se tomaron en consideración dos criterios importantes, por una parte, la cantidad de emisiones de alcance 3 que generan y por otra, el nivel de criticidad del insumo en el desarrollo de un proyecto u operación minera. La criticidad depende del riesgo de desabastecimiento, la alta dependencia de las importaciones, mercados con características de oligopolio, como también la importancia del insumo en la estructura de costos de una operación o proyecto.

De acuerdo con los criterios establecidos, es posible identificar insumos importantes que se encuentran asociados a la etapa de explotación minera y que poseen un carácter transversal, lo que significa que son utilizados tanto en el procesamiento vía hidrometalurgia como en la pirometalurgia. Dentro de este contexto, se seleccionaron los siguientes insumos: Neumáticos, Explosivos, Combustibles y Lubricantes. En la Tabla 1 se describe su uso y también, el origen de las Emisiones de alcance 3 (EA3) de la minería del cobre del Perú, equivalente, a las Emisiones de alcance 1 y alcance 2 del proveedor del insumo.

Insumo	Uso	Fuentes principales de las EA3 de la minería
Neumáticos	Los más utilizados son los neumáticos <b>Off the Road (OTR) y que pueden ser</b> de distinto tamaño, dependiendo de las necesidades del equipo en cada tipo de operación (rajo o subterránea).	<b>Alcance 1 y 2</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Etapa de materia prima, en particular la producción de negro de humo y caucho. Existen oportunidades para utilizar materiales reciclados que reduzcan las emisiones asociadas a materias primas.</li> </ul>
Explosivos	En la fase de construcción del proyecto minero y en la operación de tronadura en minería a rajo abierto y minería subterránea. Compuestos generalmente por nitrato de amonio (94%), y fuel oil (6%), materialidad denominada ANFO.	<b>Alcance 1 y 2</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Etapa de materia prima, en dónde se produce amoníaco.</li> <li>Etapa de producción de nitrato de amonio, en particular, durante la fabricación de ácido nítrico, reactivo que luego se mezcla con amoníaco.</li> </ul>
Combustibles	Minas de rajo abierto (80% del consumo) y subterránea, utilizado en flotas de carguío, transporte y servicios, y también en explosivos tipo ANFO. También se utiliza en fundiciones con un consumo del 7% y en menor medida en refinería y en los procesos de LIX-SX-EW.	<b>Alcance 1</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Etapa de producción de diésel, en particular, en la perforación y extracción de crudo. En el caso de Perú, que cuenta con yacimientos petrolíferos y se autoabastecen total o parcialmente, el proceso productivo y sus emisiones GEI pueden estimarse en su cadena integrada productiva y logística.</li> </ul>
Lubricantes	En las operaciones mineras el consumo mayoritario de lubricantes y aceites se genera en el área de la mina. Se utilizan principalmente en camiones y equipos auxiliares.	<b>Alcance 1</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Etapa de materia prima, en particular la producción de aceite base, que se inicia con la perforación y extracción de crudo, al igual que en el caso de los combustibles.</li> </ul>

**Tabla 1: Uso y fuentes principales de las EA3 de la minería de los insumos asociados a la etapa de explotación.**

Fuente: Elaboración propia.

En cuanto a los principales insumos de la minería del cobre que participan en las etapas de lixiviación (LIX), Extracción por solvente (SX), Molienda, Flotación y Fundición, se seleccionan los siguientes: Ácido sulfúrico, Reactivos de lixiviación, Bolas de molienda, Revestimiento de molinos, Cal, Reactivos de flotación, Ladrillos refractarios y Sílice. En la Tabla 2 se describe su uso y también, el origen de las Emisiones de alcance 3 (EA3) de la minería del cobre, equivalente, a las Emisiones de alcance 1 y alcance 2 del proveedor del insumo.

Insumo	Uso	Fuentes principales de las EA3 de la minería
Ácido sulfúrico	Insumo clave para la lixiviación y aglomeración de minerales oxidados y sulfuros secundarios.	Etapa de producción del ácido sulfúrico a partir de azufre: Se emite 88,92 kgCO <sub>2</sub> equivalente por tonelada de ácido sulfúrico producido.
Reactivos de lixiviación	Utilizados en las plantas hidrometalúrgicas que procesan minerales de cobre oxidados y sulfuros secundarios. Los reactivos más importantes son los extractantes.	<b>Alcance 1 y 2</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Etapa de producción de reactivos: Asociadas a las emisiones de consumos de compuestos químicos y energía eléctrica de las plantas químicas.</li> </ul>
Bolas de molienda	Las bolas de molienda se utilizan en la etapa de molienda de mineral de cobre sulfurado y remolienda de los concentrados rougher de la flotación primaria.	<b>Alcance 1</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Etapa de materia prima: Extracción de minerales de hierro, procesamiento y transporte de aceros a las plantas de fabricación de bolas y/o revestimientos.</li> </ul> <b>Alcance 2</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Etapa de distribución del producto: Transporte de bolas y/o revestimiento hacia mineras. Oportunidad de reciclaje de aceros utilizados en los procesos mineros (economía circular).</li> </ul>
Revestimiento de molinos	Compuestos por corazas y lifters (aceros de desgaste), que dan a la superficie interior del molino un determinado perfil que le permite levantar las bolas y avanzar el mineral hacia la descarga del molino.	
Cal	Se utiliza como regulador de pH en los procesos de flotación de minerales de cobre sulfurados.	<b>Alcance 1</b> Etapa de producción de cal: Explotación y extracción de la caliza, por el consumo de diésel en equipos de transporte y carguío. Proceso de calcinación, debido al uso de combustibles fósiles (carbón, petcoke, etc.). <b>Alcance 2</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Etapa de producción de cal: Consumo de electricidad en el proceso de conminución.</li> </ul>
Reactivos de flotación	Utilizados en las plantas concentradoras que procesan minerales de cobre sulfurado. Los reactivos de flotación más importantes son los colectores, depresantes, espumantes y floculantes.	<b>Alcance 1 y 2</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Etapa de producción de reactivos: Asociadas a las emisiones de consumos de compuestos químicos y energía eléctrica de las plantas químicas.</li> </ul>
Ladrillos refractarios	Utilizados en la etapa de fundición, en particular, para revestir hornos y protegerlos de las altas temperaturas.	<b>Alcance 1 y 2</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Etapa de materias primas: Extracción de insumos para la fabricación de ladrillos refractarios (bauxita, magnesita, sílice, etc.).</li> <li>Etapa de producción de ladrillos refractarios.</li> </ul>
Sílice	Se utiliza en la fundición de cobre como un agente fundente y desoxidante. Se mezcla a altas temperaturas con el concentrado de cobre con sílice para producir mata de cobre.	<b>Alcance 1 y 2</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Etapa de materias primas: Extracción de arena, cuarzo, carbonato de calcio, entre otros insumos para la fabricación de sílice.</li> <li>Etapa de producción de sílice.</li> </ul>

**Tabla 2: Uso y fuentes principales de las EA3 de la minería de insumos asociados a etapas de procesamiento de mineral.**

Fuente: Elaboración propia.

Por otro lado, de forma transversal tanto para la minería del cobre a tajo abierto como subterránea, se seleccionaron los siguientes insumos asociados a transporte: Tte. de carga naviero, Tte. rodoviario (trabajadores), Tte. de carga rodoviario y Tte. de carga ferroviario. En la Tabla 3 se describe su función y también, el origen de las Emisiones de alcance 3 (EA3) de la minería del cobre.

Insumo	Uso	Fuentes principales de las EA3 de la minería
Transporte de carga naviero	Eslabón clave en la cadena logística de la industria minera, permite conectar las operaciones, a través de sus productos terminados, con puertos de todo el mundo. También, permite el transporte de algunos insumos desde puertos internacionales hasta puertos cercanos de la operación minera.	<b>Alcance 1</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Etapa de uso de combustibles pesados: Alimenta los motores de propulsión de los buques. Sin embargo, nuevas regulaciones y la incorporación de tecnologías han permitido mejoras en términos de emisiones.</li> </ul>
Transporte rodoviario (trabajadores)	El transporte rodoviario en buses es una actividad importante en términos estratégicos a pesar de no representar un porcentaje relevante en el resultado final de las emisiones inventariadas, pero sí en términos culturales para los trabajadores de la compañía.	<b>Alcance 1</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Etapa de uso de diésel: Alimenta los motores de propulsión de buses.</li> </ul> <b>Alcance 2</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Uso de energía eléctrica para la carga de buses eléctricos. No aplica en el caso de utilizar fuentes renovables.</li> </ul>
		<ul style="list-style-type: none"> <li></li> <li></li> </ul>
Transporte de carga ferroviario	Permite el desplazamiento de productos de cobre (y otros insumos, como ácido sulfúrico) desde las faenas mineras hacia los puertos de embarque.	<b>Alcance 1</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Uso de combustible: Para el movimiento de los trenes. Hay opciones cero emisiones, como trenes a hidrógeno verde y también con baterías de ion litio.</li> </ul>

**Tabla 3: Función y fuentes principales de las EA3 de la minería de los insumos asociados al transporte.**  
Fuente: Elaboración propia.

Otros insumos relevantes, como son las correas transportadoras, shotcrete y hormigones y agua, fueron excluidos del análisis por motivos metodológicos.



# Calculadora de emisiones de alcance 3







## 6.1 Metodología y categorías

La metodología utilizada para el desarrollo de la calculadora fue la recomendada por GHG Protocol, debido a que es el protocolo más ampliamente empleado a nivel internacional. En particular, la metodología se detalla en el documento Corporate Value Chain (Scope 3) Accounting and Reporting Standard y su suplemento, Technical Guidance for Calculating Scope 3 Emissions. Las emisiones que consideran estos documentos son los seis gases de efecto invernadero reconocidos por el Protocolo de Kyoto: dióxido de carbono ( $\text{CO}_2$ ), metano ( $\text{CH}_4$ ), óxido nitroso ( $\text{N}_2\text{O}$ ), hidrofluorocarbonos (HFCs), perfluorocarbonos (PFCs) y hexafluoruro de azufre ( $\text{SF}_6$ ).

La metodología de GHG Protocol clasifica las emisiones en 15 categorías a reportar. En la Tabla 4 se detalla cada una de las categorías, las primeras 8 involucran actividades aguas arriba de una organización, mientras que las restantes, implican actividades aguas abajo.

N°	Categoría	Descripción
01	Adquisición de bienes y servicios	Emisiones de la extracción, producción y transporte de bienes y servicios comprados o adquiridos por la compañía en el año de reporte, no incluidas en las categorías 2 y 8.
02	Bienes capitales	Emisiones de la extracción, producción y transporte de bienes de capital comprados o adquiridos por la empresa informante en el año de reporte.
03	Actividades relacionadas a energía y combustible	Emisiones de la extracción, producción y transporte de combustibles y energía comprados o adquiridos por la empresa informante en el año de reporte ( <b>excluidas en alcance 1 o 2</b> ). Incluye combustibles consumidos por la compañía, en generación de energía y pérdidas de Transporte y Distribución.
04	Transporte y distribución aguas arriba	Emisiones del transporte y distribución de productos y servicios comprados por la empresa en el año de reporte, hacia sus instalaciones (en vehículos e instalaciones que no son propiedad ni están controlados por la empresa).
05	Desechos generados en operaciones	Emisiones de la eliminación y tratamiento de residuos generados en las operaciones de la empresa en el año de reporte (en instalaciones que no son propiedad de la empresa ni están controladas por ella).
06	Viajes de negocios	Emisiones del transporte de empleados para actividades relacionadas con el negocio durante el año de reporte (en vehículos que no son propiedad de la empresa informante ni son operados por ella).
07	Desplazamiento de trabajadores/as	Emisiones del transporte de empleados entre sus hogares y sus lugares de trabajo durante el año de reporte (en vehículos que no son propiedad de la empresa informante ni son operados por ella).
08	Activos arrendados aguas arriba	Emisiones de la operación de activos arrendados por la empresa que reporta (arrendatario) en el año de reporte y no contabilizados en el alcance 1 y 2.
09	Transporte y distribución aguas abajo	Emisiones del transporte y distribución de productos vendidos por la empresa en el año del reporte al consumidor final, incluida la venta minorista y el almacenamiento (en vehículos e instalaciones que no son propiedad ni están controlados por la empresa informante).
10	Procesamiento de productos comercializados	Emisiones del procesamiento de productos intermedios vendidos en el año de reporte por empresas aguas abajo (ej.: manufactura).
11	Uso de productos comercializados	Emisiones del uso final de los bienes y servicios vendidos por la empresa en el año de reporte.
12	Disposición final de los productos	Emisiones a causa de la eliminación y tratamiento de residuos de productos vendidos por la empresa al final de su vida útil.
13	Activos arrendados aguas abajo	Emisiones de la operación de activos propiedad de la empresa que reporta (arrendador) y arrendados a otras entidades en el año de reporte, no incluidos en el alcance 1 y 2.
14	Franquicias	Emisiones de la operación de franquicias en el año de reporte, no incluidas en el alcance 1 y 2.
15	Inversiones	Emisiones de la operación de inversiones en el año de reporte, no incluidas en el alcance 1 y 2.

**Tabla 4: Categorías de emisiones de alcance 3 en base a metodología GHG Protocol.**

Fuente: Elaboración propia con información de GHG Protocol.

Es importante tener en consideración que todas las categorías presentadas anteriormente son generalizadas a cualquier tipo de industria, organización, y sus productos, por lo que no tienen una adaptación o ajuste específico al sector minero del cobre.

En la Tabla 5 se indican las categorías que se consideran para efectos de la construcción de la herramienta de cálculo, además, se señala la información que se incluye en cada una de ellas.

Categoría	Límite operacional
Adquisición de bienes y servicios	Se consideran las emisiones generadas en la producción de los insumos del 80/20 que utilizan las empresas mineras en las distintas etapas de su procesamiento.
Actividades relacionadas a energía y combustible	Se toman en cuenta todas las actividades relacionadas a energía y combustible que no consideran el alcance 1 y 2. Para este estudio se consideran las emisiones generadas por el transporte de combustible hasta la faena y las que se emiten por la generación del combustible.
Transporte y distribución aguas arriba	Entran en esta categoría tanto el transporte terrestre como marítimo (cuando aplica) necesario para que los insumos correspondientes al 80/20 lleguen desde el país de origen a la ubicación de la faena.
Desplazamiento de trabajadores	Emisiones generadas por el transporte terrestre y aéreo del personal propio y de contratistas de la empresa.
Transporte y distribución aguas abajo	Incluye el transporte terrestre de los productos comercializables desde la faena al puerto de salida de la región correspondiente y el transporte marítimo de los mismos productos desde el puerto de salida al puerto principal del país de destino.
Procesamiento de productos comercializados	Se considera hasta la producción de cátodos, por lo tanto, cuando la empresa comercializa concentrado de cobre esta categoría sí es considerada, ya que esto corresponde a la fundición y refinación en países extranjeros. Sin embargo, cuando el producto de la compañía es el cátodo, la categoría no se considera, ya que es muy difícil lograr la trazabilidad de los productos.

**Tabla 5: Categorías incluidas en la construcción de la herramienta de cálculo.**

Fuente: Elaboración propia.

Las categorías no reportadas en el presente estudio fueron excluidas debido a la falta de información representativa de la industria, sin embargo, se recomienda evaluar nuevamente su incorporación o exclusión en futuros estudios.

## 6.2 Consideraciones generales

Para el desarrollo de la herramienta de cálculo se definió el concepto de “mina tipo” como la unidad funcional mínima de trabajo, la cual responde a una configuración de procesos productivos que son representativos de minas de cobre en Perú. Con el fin de estimar las EA3 a nivel nacional, se usaron los valores proyectados por la industria sobre producción, ley y productos principales.

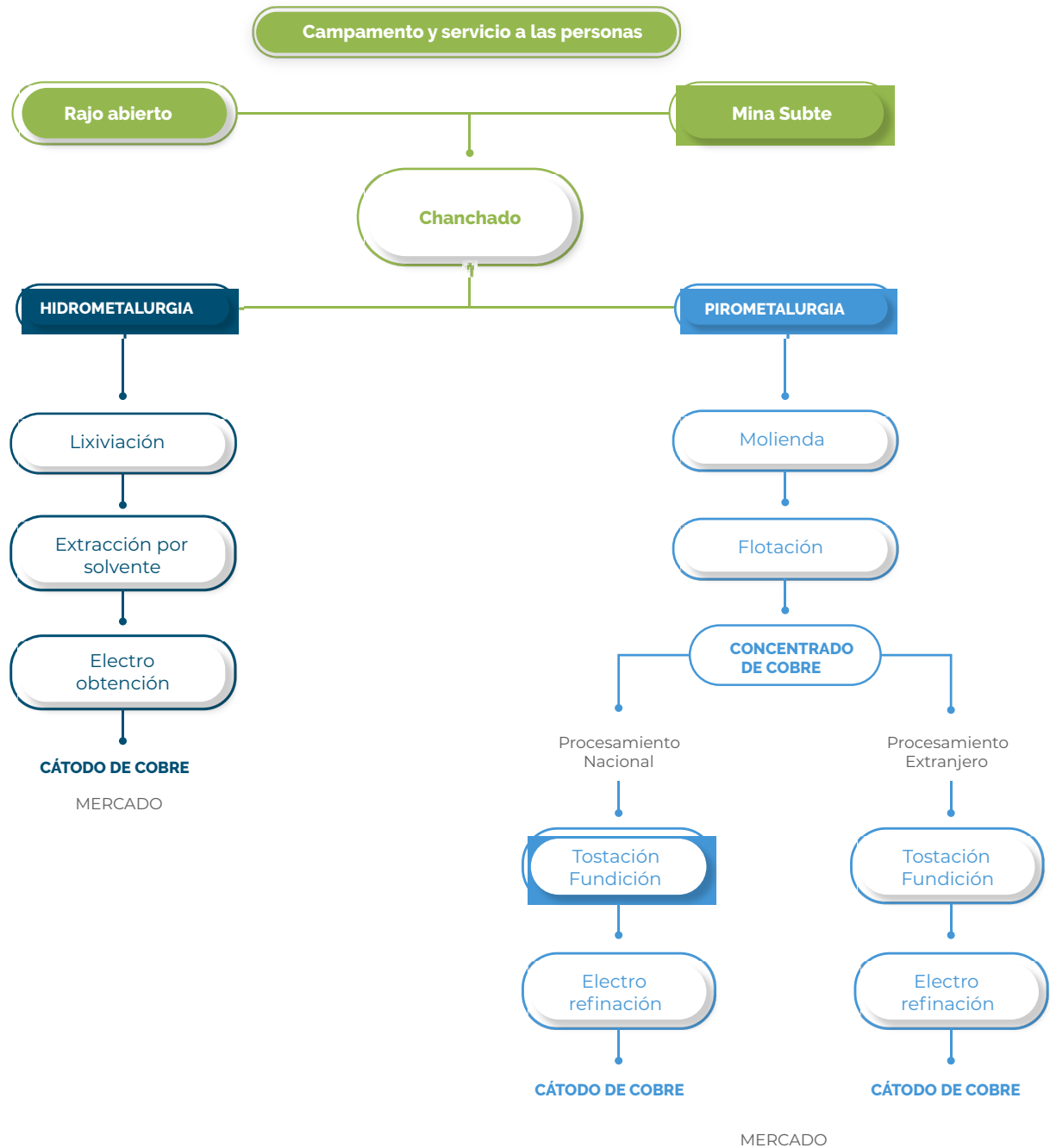
La herramienta incluye un Límite Organizacional flexible, es decir el usuario puede escoger entre un Enfoque de Control Financiero u Operativo como la forma de contabilizar sus emisiones de GEI. También, el usuario puede optar en base a sus características operacionales, hasta donde define su límite de batería.

La herramienta es capaz de distinguir entre las combinaciones de mina tajo abierto con procesamiento vía hidrometalurgia, mina tajo abierto con procesamiento vía pirometalurgia, mina subterránea con procesamiento vía hidrometalurgia y mina subterránea con procesamiento vía pirometalurgia. En particular, para el caso de minería subterránea, se considera el método block/panel caving (BC/PC), que corresponde a un método de explotación subterráneo masivo por hundimiento.

Para el caso de los minerales que siguen la vía pirometalúrgica, estos pueden generar dos productos comercializables: concentrados y cátodos. Cuando se trata de concentrado, la herramienta de cálculo distingue entre fundición externa nacional y externa internacional, ya que se considera cómo producto final el cátodo de cobre. En el caso de fundición externa nacional dado que no es propiedad de la empresa, las emisiones de alcance 1 y 2 corresponden a las emisiones de alcance 3 de la minería generadas por la herramienta de cálculo. Por el otro lado, en el caso de fundición externa internacional, las emisiones de alcance 3 de la minería generadas por la herramienta, además de las emisiones de alcance 1 y 2 de la fundición que no es propiedad de la empresa, incluyen las emisiones generadas por el transporte marítimo, de llevar el concentrado a la fundición de destino.

La Figura 4 resume los distintos procesos considerados en la Herramienta de Cálculo y los límites de batería posibles en base a las características operacionales de cada faena minera.

**Figura 4: Límites de batería en la minería del cobre en Perú.**  
Fuente: Elaboración Propia.



Para efectos de validar la herramienta, se desarrollaron una serie de reuniones con distintos grupos de interés que permitieron ajustar los parámetros y supuestos, y mejorar la calidad del producto final.



## 6.3 Tasas de consumo y factores de emisión

Con el límite de batería definido y la selección de los insumos críticos de la minería del cobre en Perú, se establecieron las tasas de consumo utilizadas en la parame-trización y el cálculo anual de los insumos usados en las operaciones, llevando a cabo un proceso de validación de información con compañías mineras. Por falta de información de la minería en Perú para ciertos insumos, como combustibles, se utilizan las mismas tasas de consumo que para la minería en Chile.

También, se determinaron los factores de emisión usados en por herramienta, los que provienen principalmente de bases de datos internacionales que son especializadas, como Ecoinvent y DEFRA. En la Tabla 6 se muestran las tasas de consumo y factores de emisión asociados a insumos que fueron utilizados en la calculadora de EA3.





Insumo	Tasa de consumo	Unidad	Factor de emisión	Unidad
Ácido Sulfúrico	4,93	t ácido/t cátodo SX-EW	0,124	kg CO2e/kg ácido
Bolas y barras de molienda	823,13	g de acero/t mineral	3,567,6	kg CO2e/t acero
Cal	1,75	kg cal/t procesada	0,764	kg CO2e/kg cal
Colectores	37,59	g /t mineral tratado	2,439	kg CO2e/kg colector
Combustible: Concentradora	0,00006	m3/t mineral procesado	0,626	kg CO2e/l combustible
Combustible: Fundición	0,0004	m3/tmf Cu	0,626	kg CO2e/l combustible
Combustible: LX/SX/EW	0,000063	m3/t mineral procesado	0,626	kg CO2e/l combustible
Combustible: Mina Rajo	0,00065	m3/t material movido	0,626	kg CO2e/l combustible
Combustible: Mina Subterránea	0,00064	m3/t material movido	0,626	kg CO2e/l combustible
Combustible: Refinería	0,0002	m3/tmf Cu	0,626	kg CO2e/l combustible
Depresantes de pirita	37,59	g /t mineral tratado	1,860	kg CO2e/ kg depresante
Espumantes	15,26	g /t mineral tratado	1,898	kg CO2e/kg espumante
Explosivos: Rajo	309,43	g ANFO eq/t material	2,510	kg CO2e/kg explosivo
Explosivos: Subterránea	150	g ANFO eq/t material	2,510	kg CO2e/kg explosivo
Extractantes	2,0	kg extractante/t cátodo	1,898	kg CO2e/kg extractante
Floculantes	17,9	g /t mineral tratado	1,860	kg CO2e/kg floculante
Ladrillos refractarios	0,27	kg de producto/tmf Cu	0,160	kg CO2e/kg ladrillo
Lubricantes: Rajo	11,61	ml/t material movido	1,051	kg CO2e/kg lubricante
Lubricantes: Subterránea	9,87	ml/t material movido	1,051	kg CO2e/kg lubricante
Neumáticos: Rajo	27,49	g/t material movido	3,335,6	kg CO2e/t neumático
Neumáticos: Subterránea	8,47	g/t material movido	3,335,6	kg CO2e/t neumático
Revestimientos de molinos	55,43	g de acero/t mineral	3,568	kg CO2e/kg acero
Sílice	2,57	kg de producto/tmf Cu	0,0210	kg CO2e/ kg sílice

**Tabla 6: Tasas de consumo y factores de emisión considerados en la calculadora de EA3 de la minería del cobre en Perú.** Fuente: Elaboración propia.

En base a lo indicado en la sección de insumos críticos, existen servicios de transporte (trabajadores, insumos y productos) que pueden tomar relevancia en el cálculo total de emisiones de alcance 3. Por este motivo, en la Tabla 7 se muestran los factores de emisión de medios de transporte utilizados en la calculadora de EA3.

Medio de transporte	Factor de emisión	Unidad
Marítimo: Crude oil VLCC	0,00443	CO2e / t-km
Marítimo: Bulk	0,00352	CO2e / t-km
Marítimo: General	0,01315	CO2e / t-km
Terrestre: Buses	0,10437	CO2e / p-km
Aéreo: Aviones	0,12584	CO2e / p-km
Terrestre: Camiones	0,18306	CO2e / t-km
Ferrovíario: Trenes	0,02556	CO2e / t-km

**Tabla 7: Factores de emisión considerados en la calculadora de EA3 de la minería del cobre en Perú.**  
Fuente: Elaboración propia.

Los factores de emisión asociados a medios de transporte requieren de distancias marítimas y terrestres. En particular, para definir las distancias asociadas al transporte marítimo se utiliza la plataforma SEARATES, la que obtiene las vías de navegación típicas entre diferentes puertos. Por otra parte, para las distancias del transporte terrestre, se determinan los trayectos con la herramienta Maps de Google.



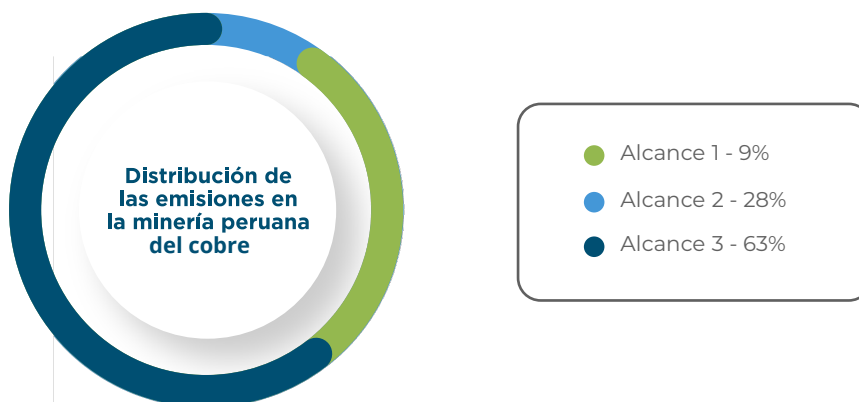
# Línea base de emisiones de GEI para la minería del cobre del Perú



Las emisiones de alcance 3 obtenidas a partir de la simulación de la industria peruana del cobre para el año 2019 son de 9,5 [MtCO<sub>2</sub>e], mientras que los valores de alcance 1 y alcance 2, según bibliografía, son de 1,4 [MtCO<sub>2</sub>e] y 4,2 [MtCO<sub>2</sub>e] respectivamente. En el Gráfico 1 se observa la distribución de las emisiones en las minas de cobre en Perú del año 2019, para una producción de 2,5 [MTMF].

**Gráfico 1. Distribución de las emisiones en la minería peruana del cobre.**

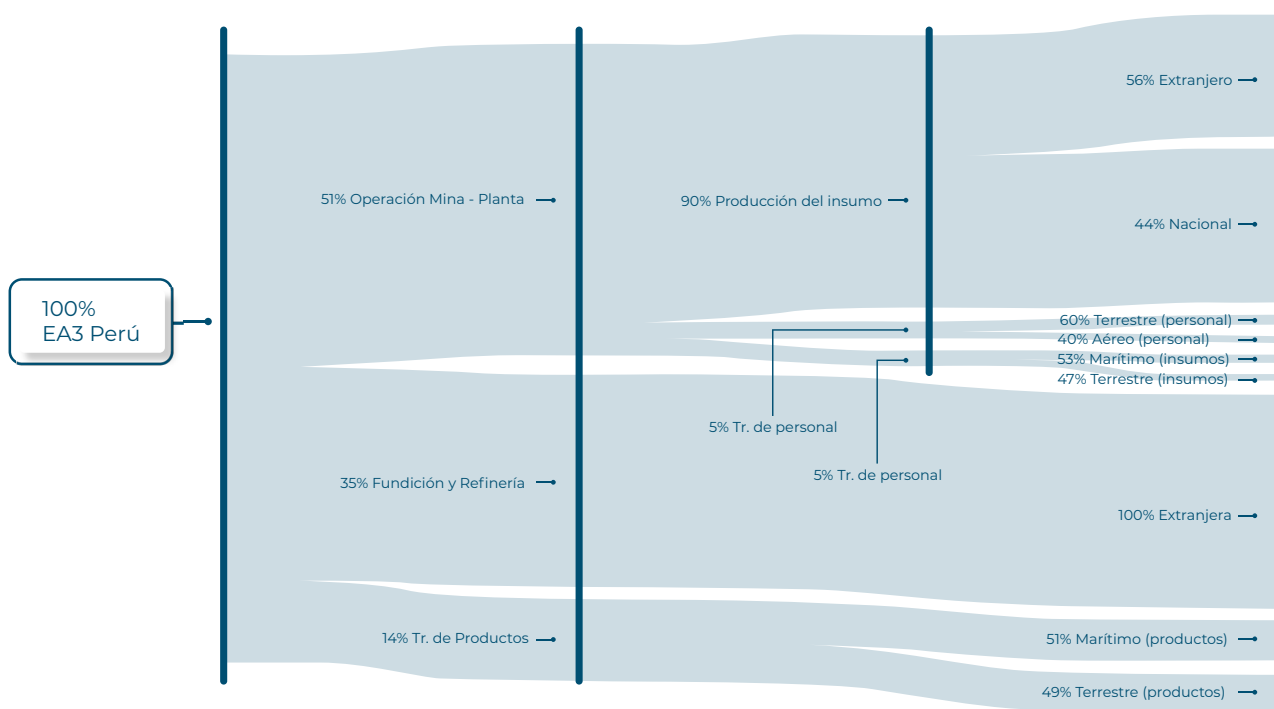
Fuente: Elaboración propia a partir de los resultados de la calculadora.



En la Figura 5 se desglosan los resultados de las Emisiones de alcance 3 (EA3) de la minería del cobre en Perú entregados por la calculadora y las simulaciones en base a parámetros operacionales de la industria.

**Figura 5: Desglose de las EA3 de la minería del cobre en Perú**

Fuente: Elaboración Propia.



Se destacan los siguientes puntos en base al desglose de los resultados indicados en la Figura 5:

- El 51% de las EA3 de la minería del cobre en Perú, es decir 4,9 [MtCO<sub>2</sub>e], están asociadas a procesos relacionados a la operación mina-planta. El 35% de las EA3 con 3,4 [MtCO<sub>2</sub>e], corresponden a emisiones generadas por Fundición y Refinería (FURE). Mientras que el 14% restante de las EA3, equivalentes a 1,3 [MtCO<sub>2</sub>e], provienen del transporte de productos (cátodos y concentrado de cobre).
- Dentro del grupo de EA3 de la operación mina-planta, el 90% de las emisiones están relacionadas a la producción de los insumos (56% extranjera y 44% nacional).



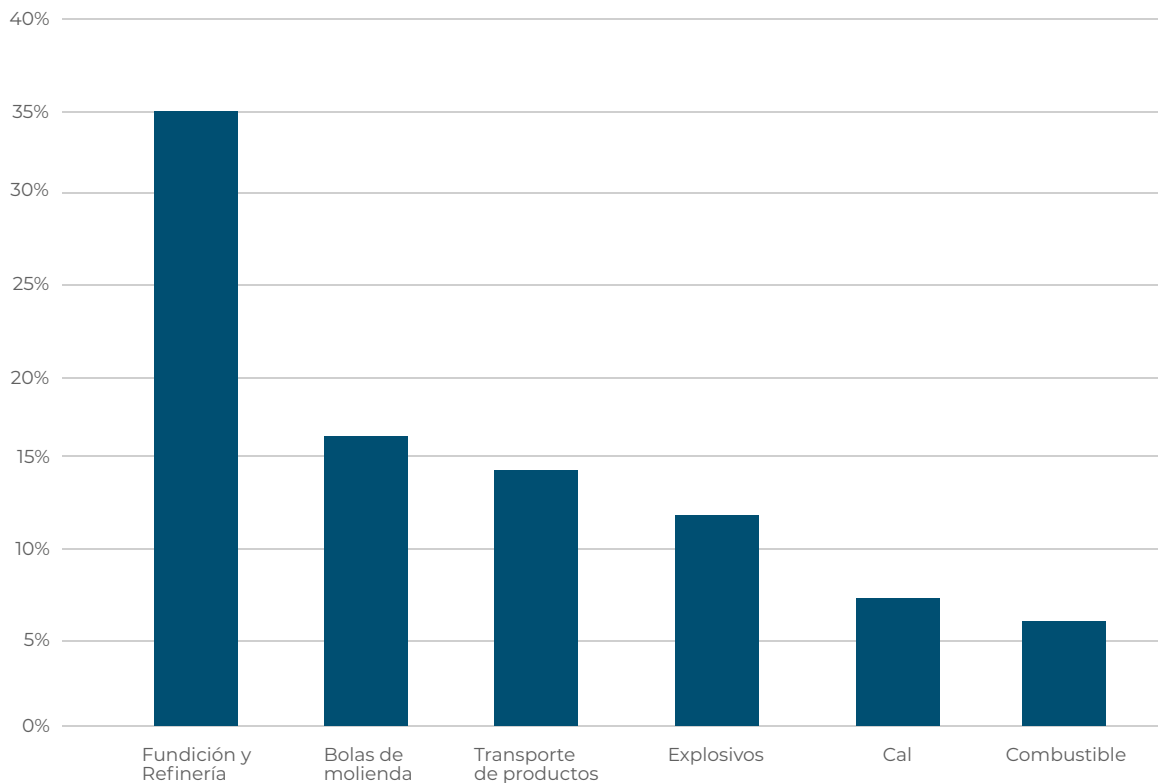
Para el ejercicio realizado, las EA3 de FURE, se consideraron como 100% extranjeras, esto debido a que se buscó un caso representativo del país, aislando casos particulares que podrían corresponder a análisis específicos más que a nivel nacional.



Respecto a las EA3 del transporte de productos, el 51% provienen de transporte marítimo y un 49% están asociadas a transporte terrestre.

### Gráfico 2: Actividades e insumos más relevantes para las EA3 de la minería del cobre en Perú.

Fuente: Elaboración Propia.

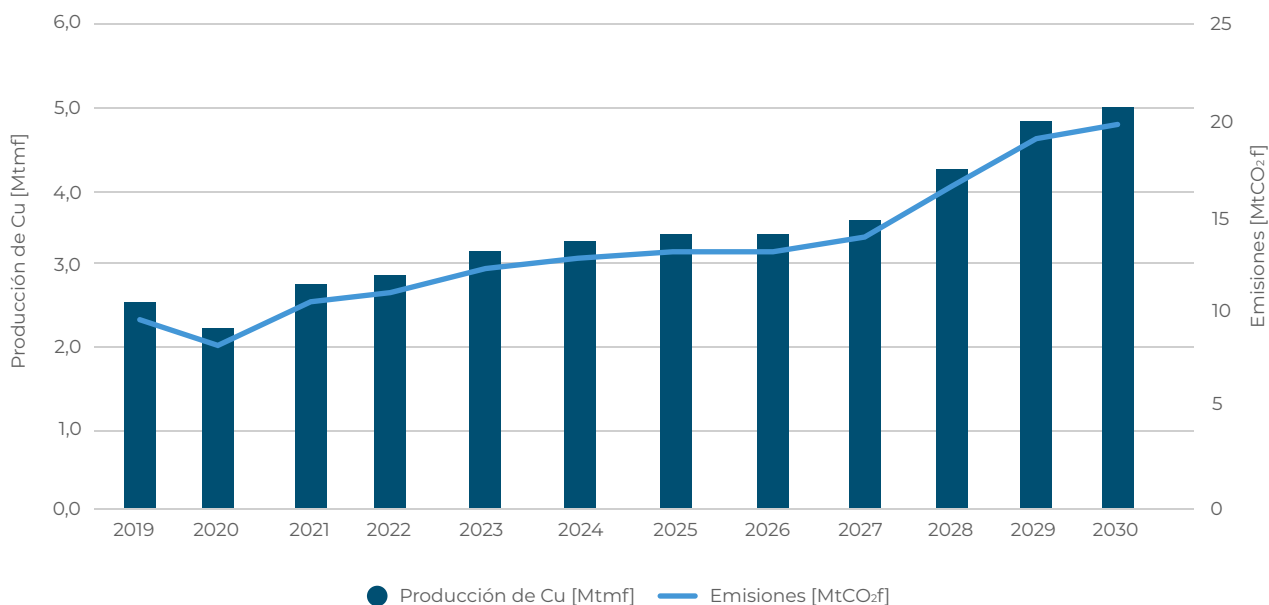


Para proyectar las emisiones en la industria minera del cobre en Perú se utilizan datos del Ministerio de Energía y Minas (MINEM), los que consideran la incorporación de los principales proyectos. De esta forma, y utilizando la herramienta de cálculo de Perú, se obtiene:



### Gráfico 3: Proyección de emisiones alcance 3 Perú.

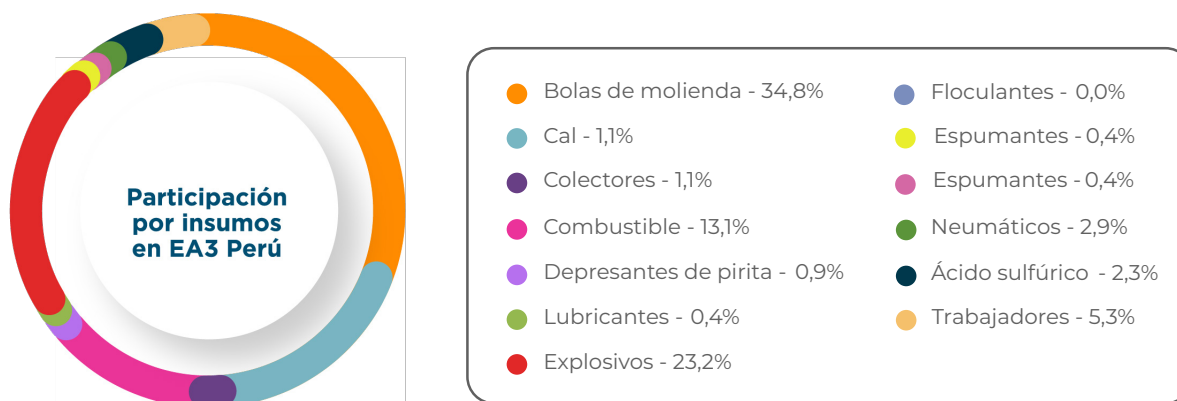
Fuente: Elaboración Propia.



En el Gráfico 3, en donde en el eje y principal se muestra la producción de cobre nacional en MtMf, y en el eje y secundario se muestran las emisiones en Mt CO<sub>2</sub>e, se puede ver que las emisiones de alcance 3 se relacionan de forma directa y estas tienen un aumento proporcional. Esto se da ya que ambos tipos de minas van creciendo o decreciendo en proporciones similares cuando se modifica la producción.

### Gráfico 4: Participación por insumos en EA3 Perú.

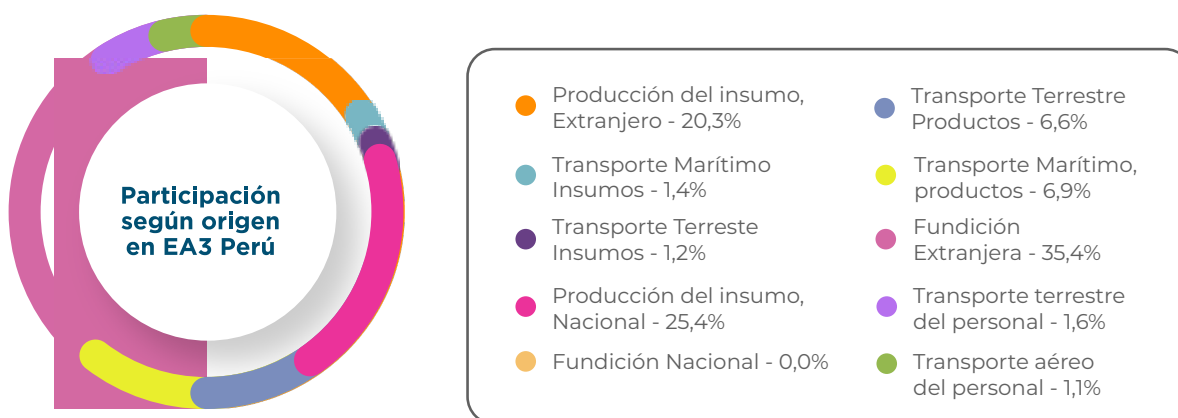
Fuente: Elaboración Propia.



Del Gráfico 4 se puede apreciar que las bolas de molineta son responsables del 35% de las emisiones, mientras que los explosivos de un 23%, la cal de un 15%, y el combustible de una 13%. Los insumos restantes tienen una participación similar o menor a 5%.

**Gráfico 5: Participación según origen en EA3 Perú.**

Fuente: Elaboración Propia.



Del Gráfico 5, queda en evidencia que las emisiones generadas por la fundición extranjera tienen la mayor participación con un 35%, lo sigue la producción nacional de insumos con un 25%, y la producción extranjera de insumos con un 20%. Los orígenes restantes tienen una participación menor al 7%.



# Tendencias internacionales y nacionales:

estándares privados, políticas

públicas y corporativas relevantes

para las EA3 de la minería del cobre



Esta sección identifica las principales tendencias internacionales y nacionales respecto de las emisiones de GEI de la industria minera del cobre y que comienzan a dar forma a la arquitectura internacional y nacional para abordar la temática de las EA3 de la minería del cobre en Perú. Ello incluye los estándares de sostenibilidad internacionales que aplican a la cadena de valor de la minería; las principales políticas públicas en los principales mercados de consumo del cobre y en el Perú. Luego, el capítulo sigue con la identificación de las principales políticas corporativas aguas arriba y aguas abajo de la cadena de valor, así como de las principales empresas mineras del cobre que operan en Perú. Finalmente, el capítulo concluye identificando los principales temas claves que surgen para el gobierno de Perú.

## 8.1 Estándares privados y políticas públicas vinculantes relevantes en los mercados de consumo del cobre y en los países productores de cobre de la región

### 8.1.1 Estándares privados para reducir las emisiones de GEI de las cadenas de suministro del cobre

Las preocupaciones en torno a los impactos del cambio climático y la necesidad de cumplir con el Acuerdo de París han hecho que diversos países estén aumentando sus metas de reducción de GEI y ajustando los respectivos planes de acción climáticos para mantener el calentamiento del planeta por debajo de los 1,5°C al 2050. Entre las principales medidas para su logro se encuentran la adopción masiva de energías renovables, la eficiencia energética, la electromovilidad y las tecnologías de almacenamiento, bajo el marco de la llamada transición energética. Dicha transición hacia un mundo bajo en carbono trae buenas perspectivas para la minería debido a la mayor demanda de minerales asociada.

Al mismo tiempo, preocupa que, tras esta renovada demanda a futuro por minerales, los beneficios asociados a la mitigación del cambio climático, entre otros aspectos, se vean socavados por un mal manejo de la cadena de abastecimiento. Con ello, ha surgido el imperativo para las empresas de visibilizar que este abastecimiento se realice en forma sustentable mediante estándares creíbles que exigen a las empresas identificar los impactos vinculados a su cadena de suministros, documentando la información necesaria para demostrar su cumplimiento, y divulgando información sobre sus políticas, procesos y transacciones, conllevando a una mayor transparencia de la industria. Ello se ha traducido en una nueva generación de estándares de sostenibilidad para la minería que dan un tratamiento más integral a las temáticas ambientales y sociales, ampliándose hacia aspectos tales como las emisiones GEI incluyendo el alcance 3, los impactos

sobre la biodiversidad y el uso de agua. Asimismo, comienzan a abrazar más decididamente herramientas como la trazabilidad, lo que ha sido un desafío importante, considerando la opacidad de esta cadena debido a la gran cantidad de empresas que forman parte de ella tanto aguas arriba como aguas abajo y de los diferentes procesos a los que son sometidos los metales y minerales.

De los nuevos estándares de sustentabilidad que incorporan a las cadenas de suministro de la minería, los más relevantes para la industria del cobre de Perú son The Copper Mark y la Cadena de Suministro Responsable o Pasaporte de la Bolsa de Metales de Londres (LME). La Tabla 8 resume las principales características de estos estándares.

Tipos de instrumentos	Posibles impactos
Estándares Privados	<ul style="list-style-type: none"> <li>• De carácter voluntario, y aún están en proceso de elaboración.</li> <li>• Cubrirían las emisiones de alcance 1, 2 y 3 de la industria del cobre.</li> <li>• Inicialmente estarían enfocados en las empresas aguas arriba ( mineras, refineras y fundiciones), pero a futuro se espera que cubran el resto de la cadena de suministros.</li> <li>• Ayuda a inversionistas y clientes a tomar decisiones informadas sobre la cadena de suministro del cobre, pudiendo diferenciar a la producción mediante premiums, y transformarse en un requisito de acceso a mercado.</li> <li>• Pueden transformarse en requisito para comprobar el cumplimiento con una regulación específica.</li> <li>• Existe el riesgo de proliferación de estándares privados, sin reconocimiento mutuo, causando confusión ante los consumidores, reduciendo la credibilidad de los mismos.</li> </ul>

**Tabla 8: Estándares privados para la industria del cobre y sus posibles impactos.**

Fuente: Elaboración propia.

## 8.1.2 Políticas públicas y regulaciones en los principales mercados de consumo del cobre

Las zonas geográficas con la mayor participación en el consumo mundial de cobre refinado son China (53,6%), Europa (con el 13,4%) y Norteamérica (9,1%). Tanto las metas de reducción de GEI como las medidas que vayan adoptando para lograrlo tendrán diversos impactos sobre las emisiones de sus distintas industrias, cuyas repercusiones sobre la industria del cobre deberán comenzar a entenderse más claramente. La Tabla 9 resume las principales políticas públicas y sus posibles impactos.

Tipos de instrumentos	Posibles impactos
Metas de reducción de GEI vinculadas a Acuerdo de París	<ul style="list-style-type: none"> <li>Per se no afectan las EA3 pero traccionan a las economías a reducir sus emisiones transversalmente, por ejemplo, ajustando sus instrumentos de precio al carbono.</li> </ul>
Precio al carbono (impuesto o Emission Trading System)	<ul style="list-style-type: none"> <li>A medida que los países aumentan su ambición climática ajustan los instrumentos de precio al carbono (ej. impuestos al carbono o los ETS), lo que genera presiones para introducir instrumentos compensatorios por parte de las industrias que ven afectada su competitividad</li> </ul>
Impuesto de Ajuste de Frontera (CBAM)	<ul style="list-style-type: none"> <li>Instrumento compensatorio para evitar el efecto "carbon leakage" (pérdidas de competitividad ante alzas en precio al CO2 en industrias altamente expuestas al comercio internacional y de gran consumo energético como es la minería).</li> <li>La UE dio a conocer un CBAM en diciembre de 2022, el cual entrará en vigor en octubre de 2023 y aplicará a productos como hierro y acero; cemento; fertilizantes; aluminio; electricidad; e hidrógeno. Mientras que en los tres primeros años de vigencia sólo se deberá reportar, desde 2026 comenzará a aplicarse progresivamente hasta su completa implementación en 2026. <ul style="list-style-type: none"> <li>Un CBAM tiene el potencial de reducir el carbon leakage, aumentar la reducción global de GEI y reducir las importaciones, lo que afectaría las exportaciones de la industria del cobre en caso de que el sector se incluyera dentro de los sectores afectados.</li> <li>Cuando un país implementa un CBAM, otros países los siguen, generando el efecto llamado "Carbon Club".</li> <li>Existe el riesgo que aquellos mercados donde existe CBAM acaparen la producción menos intensiva en carbono y el resto se vaya a los otros países, dejando sin efecto las reducciones en las emisiones globales de CO2.</li> </ul> </li> </ul>
Acuerdo para reducir los GEI del transporte marítimo global	<ul style="list-style-type: none"> <li>Dado que el transporte marítimo es un sector aún difícil de descarbonizar, un acuerdo de este tipo junto con traccionar a la baja las EA3 de la industria del cobre, podría tener un impacto económico importante en países lejanos a los centros de consumos y que dependen críticamente del comercio, como es Perú.</li> </ul>

**Tabla 9: Políticas públicas y otros instrumentos relevantes y sus posibles impactos.**

Fuente: Elaboración propia.

### 8.1.3 Políticas públicas para la reducción de EA3 de la industria del cobre en Perú

En el año 2020 Perú actualizó su NDC estableciendo un techo no condicionado a sus emisiones de CO2 al 2030, lo que corresponde a una reducción de un 30% con respecto del año base (la que podría aumentar a un 40% pero condicionada). Complementariamente, el país cuenta con la Ley N° 30.754 - Ley Marco sobre Cambio Climático del año de 2018 - la que establece una acción climática multisectorial, multinivel sobre la implementación de las medidas de mitigación de la NDC, la medición de la reducción de emisiones entre otros aspectos. Adicionalmente el texto de la NDC establece que en el año 2021 se llevaría a cabo el proceso de actualización de su Estrategia Nacional ante el Cambio Climático con un horizonte al año 2050, la cual tomará como base un Estudio Técnico para la Carbono Neutralidad del Perú al 2050.



En Perú no existe una normativa específica para el sector minero que busque mitigar las emisiones de GEI, existen normas que fomentan el reporte de dichas emisiones, como es la Resolución de Superintendente N° 018-2020-SMV/02 que exige que las empresas de la Bolsa de Valores de Lima - BVL indiquen si miden o verifican su huella de carbono, tal es el caso de las mineras de cobre Southern Copper, Cerro Verde y Minsur. La Superintendencia de Mercado de Valores – SMV genera un reporte de sostenibilidad anual de las empresas listadas en la BVL, sin embargo, no hay un análisis específico del sector minero. Asimismo, el Decreto Supremo N° 040-2014-EM, Reglamento de Protección y Gestión Ambiental para las actividades mineras, indica que las empresas del sector minero deben presentar un reporte de sostenibilidad a MINEM, en los cuales se pueden indicar si miden o no sus emisiones de gases de efecto invernadero. Estos reportes no son publicados por MINEM. Adicionalmente, está la Resolución Ministerial N°210-2020-MINAM que dispone un régimen especial de gestión y manejo de neumáticos fuera de uso. Asimismo, el Ministerio de Minas en 2020 actualizó la Guía de Orientación del Uso Eficiente de la Energía y de Diagnóstico Energético para Minería Metálica, pero sin carácter obligatorio.

Complementariamente, en 2019 se lanzaron una serie de iniciativas públicas y privadas que promueven un ecosistema minero más sostenible e innovador. MINEM, con el apoyo del BID, presentó su Centro de Convergencia y Buenas Prácticas Minero-Energéticas RIMAY, que promueve una minería más sostenible e inclusiva. El Ministerio de la Producción, PRODUCE, presentó su hoja de ruta tecnológica para proveedores mineros, con el objetivo de promover proveedores tecnológicos de clase mundial. Finalmente, CAF, Banco de Desarrollo de América Latina y la Cámara de Comercio e Industria de Arequipa, lanzaron SAMMI – Clúster Minero Andino, iniciativa que busca impulsar un ecosistema minero de innovación en el Perú. De distintas maneras, estas iniciativas contribuyen promoviendo que las mineras adopten estándares internacionales de medición y mitigación de su huella de carbono.

Finalmente, el Ministerio de Medio Ambiente lanzó la herramienta “Huella de Carbono Perú” que impulsa a las empresas a registrarse e informar sobre la reducción en la emisión gases de efecto invernadero y ha promovido la elaboración de un estudio para determinar los costos y beneficios de la carbono neutralidad en el Perú, el cual fue elaborado por la Universidad Pacífico, la Universidad Costa Rica y el BID, en el que se establece, entre otras conclusiones, que la carbono neutralidad aportaría al Perú la suma de US\$ 140,000 millones al 2050. Para ello, se sugiere impulsar un crecimiento económico en armonía con el medio ambiente, mediante el uso de energía renovable, transporte sostenible y una economía circular.

## 8.2 Políticas corporativas relevantes para reducir las EA3 aguas arriba y abajo de la cadena de valor del cobre y de las empresas mineras en la región

### 8.2.1 Políticas corporativas en empresas en la cadena de valor aguas abajo

Divulgar voluntariamente la huella de carbono por las empresas en sus distintos alcances y de forma más masiva sólo comenzó a impulsarse tras el Acuerdo de París. Más específicamente, con la conformación del Grupo de Trabajo sobre Divulgación Financiera Relacionada con el Clima, un grupo liderado por la industria, que busca incentivar a las empresas a revelar las emisiones de alcance 1, 2, y alcance 3, “si procede”. Ello, con el objetivo de dar información a los inversionistas y otros tomadores de decisión respecto de los riesgos ambientales de sus carteras. Desde entonces, distintas empresas han comenzado a cuestionarse sobre las GEI involucradas en sus cadenas de valor, sobre la procedencia de sus materias primas y cómo enverdecerlas. Con ello, algunas empresas, incluyendo aquellas aguas abajo de la cadena de valor de la industria minera, han comenzado a medir y divulgar públicamente sus EA3 y, más recientemente, a establecer medidas para reducirlas. Al mismo tiempo, se debe señalar que las metas/acciones de reducción de estas empresas aguas abajo impactan las emisiones de alcance 1 y 2 de la industria del cobre, y no las de alcance 3. Los principales sectores consumidores de cobre a nivel global son la construcción (31%), la red eléctrica (24%) y el transporte (11%). Al mismo tiempo, se espera que las empresas fabricantes de tecnologías de energías renovables, almacenamiento, electromovilidad y digitales aumenten en forma considerable su demanda por cobre producto de la transición energética y la revolución digital.

En relación con las empresas de la industria del transporte, el grupo Volvo, por ejemplo, en el año 2020, además de establecer una meta de carbono neutralidad al año 2040, declaró metas al año 2025 de reducir en un 25% las emisiones de su cadena de valor y uso de 100% de energías renovables para sus proveedores del primer tier. En el caso de la BMW, su plan de cambio climático la obliga a reducir las emisiones asociadas a la fabricación de vehículos en un 80% al año 2030 para cada vehículo, y a reducir las emisiones asociadas a la cadena de suministro en un 20% y a la fase de uso del vehículo en un 40%.

En el caso de empresas productoras de tecnologías de energías renovables, Vestas Wind Systems A/S, el mayor fabricante de aerogeneradores del mundo, se comprometió en 2020 a reducir sus EA3 en un 45% por MW generado con respecto al año 2019 como parte de su esfuerzo por alcanzar la neutralidad de carbono a principios de la próxima década.

En el caso de la industria de la electrónica, la empresa Samsung declara haber ampliado su política de gestión de GEI a los alcances 1, 2 y 3 lo que incluye la cadena de suministros. En particular, para abordar el alcance 3 declara desarrollar proyectos de reducción de GEI para mejorar la eficiencia energética en las actividades de logística y dando apoyo in situ para proveedores importantes. En el caso de Apple la empresa declaró en el año 2020 el compromiso de tener una cadena de valor 100% carbono neutral al año 2030. Para ello, la empresa ya ha comprometido a más de 70 proveedores en utilizar un 100% de energía renovable en la elaboración de sus productos.

Por otro lado, la discusión respecto de la responsabilidad sobre las emisiones de alcance 3 es algo que se comienza a discutir. Por ejemplo, un fallo judicial en 2021 de una corte en los Países Bajos establece que la empresa Shell deberá reducir sus emisiones en un 45% al 2030 tomando como base el año 2019 (versus una reducción del 20% y 45% en su intensidad de carbono para el 2030 y 2035, respectivamente que sostenía la empresa) y que la misma es responsable tanto de sus emisiones de GEI como aquellas de sus proveedores. Aunque el fallo es solo válido en Holanda y es apelable, se considera que generará un precedente importante para las grandes empresas internacionales.

## 8.2.2 Políticas corporativas en empresas en la cadena de valor aguas arriba

Existen diversos insumos clave para las emisiones de GEI de alcance 3 de la industria minera. Entre ellos destacan, por ejemplo, las bolas de molienda (28%), lubricantes (26%), cal (24%), y los neumáticos (8%) y explosivos (4%), que en su conjunto concentran en promedio el 90% de las EA3 de la industria minera. A ello se añaden las emisiones correspondientes a los procesos de las refinerías y fundiciones. Se debe destacar que las emisiones de GEI de estos proveedores que afectan las EA3 de la minería son aquellas de alcance 1 y 2.

A nivel de fundiciones y refinerías, China es el principal centro de fundición de los concentrados de cobre de Perú; posee una meta de emisiones de GEI netas cero para 2060 y una meta de alcanzar el máximo de contaminantes en 2025. En cuanto a Japón, que es el segundo centro más importante para la fundición del cobre de la región, destaca, por ejemplo, la empresa Sumitomo Metal Mining que posee varias fundiciones y refinerías. La empresa declara un compromiso al 2030 de mantener las emisiones totales de GEI por debajo de las del año 2013 y formular un plan para reducir las emisiones a cero en la segunda mitad del siglo; reducir la intensidad de las emisiones de GEI en al menos un 26% con respecto al año 2010; y ampliar la contribución de la reducción de GEI mediante productos que contribuyan a una sociedad con bajas emisiones de carbono: 600 kt-CO<sub>2</sub> o

más. En cuanto a Perú, la única refinería de cobre que se encuentra operando es la de Ilo (Moquegua), la cual pertenece a Southern Cooper Corporation. Actualmente la empresa está en proceso de definición de nuevas metas de reducción de emisiones y de un mapa de ruta de descarbonización, luego de en el año 2022 haber alcanzado la meta de una reducción en 5% de las misiones de alcance 1 y 2 con respecto a 2019.

En cuanto a los neumáticos, actualmente son dos empresas las que concentran la provisión de este insumo en Perú - Michelin y Bridgestone, importándolos desde sus plantas de Estados Unidos y Japón. Michelin posee una meta corporativa a nivel global de lograr la carbono neutralidad para el 2050, la completa circularidad de sus productos, así como también impulsa la carbono neutralidad en el uso de los productos. Para ello realiza estudios de ciclo de vida para mejorar el entendimiento de sus impactos y están analizando iniciativas de ecodiseño. Más aún, Michelin en 2018 se unió al CDP's Supply Chain Program solicitando a sus principales proveedores de materias primas que también se unieran. El objetivo de este programa es que proveedores cuantifiquen e informen de sus emisiones GEI y busquen formas de reducirlas. Bridgestone, por su parte, busca la reducción de sus emisiones de GEI, aunque sin comprometer metas específicas, para sus actividades de producción y toda la cadena de valor. Para lograrlo, busca acelerar la adopción de la economía circular en sus negocios, mediante el desarrollo de productos y modelos de negocio; impulsar el uso de materiales renovables y reciclados en la producción de sus neumáticos; y acelerar iniciativas para el uso de neumáticos fuera de uso. Uno de sus objetivos es aumentar el porcentaje de materiales reciclados y renovables en un 40% para el 2030.

En relación a los proveedores de explosivos, las principales empresas Famesa y Enaex en Perú. Mientras que Famesa no reporta políticas para la mitigación de GEI, Enaex ya ha avanzado en la estimación de su huella de carbono de alcance 1, 2 y 3. Más aún, se esperaría que en el mediano plazo la empresa avanzara decididamente en esa dirección considerando la alianza estratégica anunciada en julio de 2019 junto a Engie para investigar la viabilidad de la producción de amoníaco verde a partir de hidrógeno verde en vista a producir explosivos ecológicos para su uso a nivel mundial.



### 8.2.3 Políticas corporativas de mineras del cobre en Perú

Las empresas mineras que operan en Perú avanzan lentamente en medir y gestionar sus emisiones de GEI en general, y en particular para EA3, solo algunas la empiezan a medir. Las metas de reducción de emisiones EA1 y EA2 declaradas se enmarcan más bien en metas corporativas globales de sus matrices, sin especificar de qué alcance se trata y no son específicas a las operaciones en el Perú. Las medidas de reducción se limitan básicamente a la eficiencia energética y sólo un proyecto sería abastecido por energías renovables. Solo Anglo American ha declarado una meta para la reducción de EA3 y es a nivel global. Una explicación plausible para la baja ambición respecto de las EA3 del cobre de algunas empresas es que ésta corresponde solo a una parte muy menor del total de las emisiones corporativas de estas empresas, en relación, por ejemplo, a aquella del hierro. La Tabla 10 resume las políticas corporativas respecto de los GEI de las mineras operando en el Perú.

Empresa	Metas de Reducción de GEI
Southern Copper Corporation, subsidiaria de Grupo México, S.A.B	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Alcances 1, 2 y 3:</b> Desde 2018 reporta su medición.</li> <li>• <b>Alcance 1, 2:</b> Meta de reducir en 5% la intensidad de emisiones para 2022 con respecto a 2019.</li> </ul>
Antamina (operada por BHP y Teck)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Alcance 1, 2:</b> reporta su medición, pero no establece metas de reducción específicas para la operación local.</li> <li>• <b>Alcance 3:</b> Reporta por primera vez su medición en 2021.</li> </ul>
BHP	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Alcance 1, 2:</b> Global: 30% al 2030; carbono neutral a 2050.</li> <li>• <b>Alcance 3:</b> Global: 30% en la fabricación integrada de acero, para una adopción generalizada post 2030; apoyar la reducción de la intensidad de las emisiones en un 40% en el transporte de productos.</li> </ul>
Cerro Verde (operada por Freeport)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Alcance 1, 2:</b> Hace medición, pero no se han establecido objetivos de reducción específicos para operaciones locales.</li> </ul>
Freeport McMoRan	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Alcance 1, 2:</b> Meta de reducir en 5% la intensidad de emisiones por cátodo de cobre a 2030 con respecto a 2018; carbono neutral a 2050.</li> <li>• <b>Alcance 3:</b> Reporta su medición desde 2017.</li> </ul>
Quellaveco (operada por Anglo American)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Alcance 1, 2:</b> Global: 30% al 2030.</li> </ul>
Anglo American	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Alcance 1, 2:</b> Meta de reducir en 30% la intensidad de emisiones por cátodo de cobre al 2030 con respecto a 2016; carbono neutral al 2040, con 8 operaciones carbono neutrales al 2030.</li> <li>• <b>Alcance 3:</b> Meta de reducir en 40% la intensidad de emisiones por cátodo de cobre al 2040 con respecto a 2020; carbono neutralidad en el transporte marítimo controlado al 2040; formación de alianzas aguas arriba y aguas abajo para facilitar la descarbonización.</li> </ul>
Las Bambas (operada por MMG)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Alcance 1, 2:</b> Global: 40% al 2030 con respecto a 2020; carbono neutral al 2050.</li> </ul>
MMG	No tiene metas de reducción.
Cerro Corona de Gold Field	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Alcance 1, 2:</b> Global: 30% al 2030 con respecto al 2016; carbono neutral al 2050.</li> </ul>

**Tabla 10: Metas de Emisiones de GEI de empresas mineras operando en Perú.**

Fuente: Elaboración propia.



## 8.3 Temas claves que emergen para la reducción de EA3 de la industria del cobre en la región

Del análisis se identifican diversos temas claves entre los que se incluyen:



Se debe entender en qué medida los estándares privados inducen a una efectiva reducción de emisiones en las cadenas de valor de la minería y si crean barreras innecesarias a la industria y cómo avanzar en su reconocimiento mutuo: las empresas a lo largo de la cadena de abastecimiento de la minería se enfrentan a crecientes requerimientos por visibilizar que este abastecimiento se realice en forma sustentable y demostrándolo mediante estándares creíbles. Actualmente, se identifican dos como los más relevantes para la industria del cobre y que se encuentran en actual proceso de desarrollo - The Copper Mark y la Cadena de Suministro Responsable o Pasaporte de la Bolsa de Metales de Londres. Aunque son de carácter voluntario, las empresas pueden decidir adherirlos debido a que pueden ser exigidos para acreditar el cumplimiento de cierta regulación, ser un requisito de acceso a algún mercado, dar la posibilidad acceder a premiums o por temas reputacionales. Es importante evitar la proliferación de estándares en la minería, los cuales, en ausencia de un reconocimiento mutuo y/o homologación, puede ser causa de confusión en el cliente final, reduciendo la transparencia y credibilidad de los mismos y menoscabando así uno de los objetivos principales por los que fueron creados y que consiste, justamente, en entregar información respecto de los impactos ambientales y sociales asociados a la producción.



Los NDC no incluyen en su cálculo las EA3, existiendo una tensión entre los compromisos de reducción de los países y el abordaje de las EA3: los NDC se calculan sobre las emisiones dentro del territorio, mientras que, en un mundo de cadenas de valor globales, una gran parte de las EA3 de la minería del cobre se generan extraterritorialmente.



Se requiere un nuevo paradigma para abordar las EA3 de la industria del cobre: se identifica el enfoque de ciclo de vida del producto como más efectivo para reducir la huella de carbono de las cadenas de abastecimiento de la minería que aquel de EA3.





Los gobiernos de la región deben tomar un rol proactivo para avanzar en acuerdos conjuntos para la reducción de GEI con otros países que también forman parte de la cadena de suministro de cobre: dichos acuerdos deberían girar en torno a elementos medulares como el intercambio de información; el acceso a tecnologías e inversiones bajas en emisiones, pero velando resguardar que dichos acuerdos no generen dependencias críticas para los países de la región y/o tomar las debidas medidas de mitigación.



El reporte de las EA3 es hoy voluntario, muy reciente y donde la responsabilidad de las empresas sobre las mismas está definiéndose “en tiempo real”: pese a ello, y si bien es aún materia de debate internacional a quién corresponde la responsabilidad de gestionar las EA3, algunas empresas mineras del cobre ya comienzan a medir y reportar sus EA3, y algunas pocas avanzan en tomar alguna responsabilidad sobre las mismas incluyendo medidas para reducirlas. Por lo mismo, es un tema que los países de la región deben seguir cercanamente y estar preparados para influir en las discusiones que los afectan.



Políticas públicas como el impuesto de ajuste de frontera o reducciones a las emisiones GEI del transporte global, no solo pueden afectar las EA3 sino también la competitividad de los países productores de cobre, especialmente de aquellos más alejados de los centros de consumo como es América Latina: el impacto dependerá de su diseño entendiendo esto como los sectores que cubrirá, cómo se aplicará - si a nivel de las emisiones de la empresa o a nivel de producto, su nivel y mercado de consumo que lo aplique-. El posible impacto negativo sobre las exportaciones tanto de un impuesto de ajuste de frontera o de medidas en la industria del transporte marítimo global podrían ser una motivación importante para que la industria del cobre del Perú se mueva más aceleradamente hacia la reducción de emisiones sus EA3.



No existen políticas domésticas que aborden directamente las EA3 de la industria del cobre, y las existentes, tales como los instrumentos del precio al carbono, reducirían transversalmente las emisiones del sector productivo: los instrumentos de precio al carbono como el impuesto podrían reducir transversalmente las emisiones de GEI del sector productivo, no obstante, en el caso del Perú, no existe este tipo de instrumento.



Las empresas mineras del cobre que operan en Perú aún no se responsabilizan de su EA3; sólo en algunos casos recién comienzan a medirla y muy pocas declaran acciones para reducirlas: la reducción de emisiones se focaliza en las EA2 mediante cambios en PPA hacia energías renovables, y en menor medida, a las EA1 mediante proyectos de eficiencia energética y electromovilidad; y en el mediano plazo posiblemente a través de la introducción de hidrógeno verde. En cuanto a las EA3, si bien algunas empresas ya miden y reportan sus emisiones de alcance 1, 2 y 3, muchas de ellas están aún en forma incompleta, y salvo Anglo American para su compromiso a nivel global, no se identifican políticas de abastecimiento para los proveedores responsables de las EA3 de las operaciones mineras en el Perú.



Donde existen esfuerzos para la reducción de EA3 de la minería, se trata principalmente de mineras de alcance internacional cuyos focos de reducción está en metales o negocios distintos al cobre: la cuales son significativamente de mayor aporte al portafolio total de las emisiones corporativas. Surge entonces aquí un rol del Estado para alinear las políticas corporativas con los objetivos país donde operan estas empresas, siendo el impuesto al carbono un instrumento efectivo para ello.



La reducción de emisiones de GEI de las empresas aguas abajo no afectan las EA3 de las mineras del cobre: pero indican una tendencia que el tema seguirá profundizándose a nivel internacional, cuya relevancia sobre la minería del cobre dependerá de la complejidad de la cadena de valor y la exposición al consumidor final.



Los proveedores aguas arriba comienzan lentamente a abordar su EA1 y EA2, lo cual sí afecta las EA3 de las empresas mineras del cobre: las empresas aguas arriba sólo muy recientemente comienzan a medir y a gestionar sus huellas de carbono, destacando, en particular, los proveedores de neumáticos.



Se requiere disponer de financiamiento para cubrir las brechas de innovación, inversiones en capital físico y humano necesarios para la reducción de emisiones de la industria del cobre: para ello se debe avanzar en la creación de iniciativas orientadas a bienes públicos mediante estructuras asociativas o consorciadas. Asimismo, se requiere apalancar el capital privado necesario para la inversión en innovación en minería verde, mediante alianzas público-privadas, involucrando a actores nacionales e internacionales, entre otros aspectos claves. Ello se podría estructurar mediante innovación orientada por misiones focalizadas en distintos desafíos incluyendo el desarrollo de hidrógeno verde, fundiciones bajas en emisiones y trazabilidad para cobre verde.

---

# Oportunidades y desafíos



El presente estudio nos deja claro que el Perú enfrenta grandes oportunidades y desafíos para mantenerse e incluso mejorar su posición como un actor clave en el mercado global del cobre, que se espera enfrente una alta demanda empujado para las necesidades de este metal fundamental en la manufactura de vehículos eléctricos, paneles solares, turbinas eólicas, por solo mencionar algunos de los bienes de consumo y capital que dispararán su producción durante la presente década. En este escenario el Perú debe prepararse para no perder competitividad y seguir atrayendo a los principales inversores globales, en un mercado que tendrá mayores exigencias, sobre todo en los llamados criterios ESG, por sus siglas en inglés, en referencia al medio ambiente, el factor social y la gobernanza. Y en ese sentido, sumarse a la carrera por la descarbonización y las metas carbono neutrales es fundamental, donde las empresas globales y los gobiernos de los principales países mineros vienen definiendo estrategias y hojas de ruta, en línea con parámetros y estándares que vienen definiendo organizaciones como ICMM e ICA, como ya se mencionó anteriormente.

En línea de lo anterior, los principales actores de la minería de cobre peruana ya reportan sus principales avances para reducir su impacto al cambio climático y mitigar sus emisiones de GEI, con foco en los alcances 1 y 2, aunque en algunos casos el reporte es agregado de su operación global y no a nivel local. Sin embargo, aún existe una brecha como sector, por ejemplo, poder medir una línea base inicial para la huella de carbono de la industria de cobre en el Perú ha sido todo un desafío, ya que información que es pública y disponible en otros países, como en Chile, no lo es en el Perú. Es el caso del consumo de electricidad y de combustible diésel de las mineras del sector, información necesaria para el cálculo de los alcances 1 y 2 de la huella, pero que no existe de forma agregada y pública, ni figura en plataformas de MINEM como ESTAMIN. Este vacío de información nos permite inferir una falta de visión sectorial, tanto pública como privada, que permita definir metas, estrategias y planes de trabajo a nivel país, y que puedan desplegarse de forma articulada y colaborativa. Lo anterior es fundamental para seguir siendo competitivos en un mercado que se está reconfigurando a gran velocidad, y que dejará fuera a quienes no se alineen con los “nuevos estándares” para producir un cobre más verde, en armonía con su entorno social y el medio ambiente, utilizando energías renovables y bajas emisiones de GEI.

En términos de gestionar las emisiones de alcance 3, el desafío es aún mayor, como lo muestra la hoja de ruta de ICA hacia el “Net Zero”, donde sus proyecciones de abatimiento de emisiones de GEI para la industria de cobre global, vía electrificación y mayor disponibilidad de hidrógeno verde al 2040 y 2050, no llegan al 100%, debido precisamente a las EA3. Para el caso del Perú, la estimación es que las EA3 alcanzan el 63% de huella del sector, existe, sin embargo, un importante espacio para avanzar en gestionar de forma más eficiente las emisiones de la

cadena de suministro del sector, ya que hemos identificado las categorías que concentran el mayor peso de la huella, como son las actividades de fundición, refinación y transporte de materiales y los insumos de bolas de molino, explosivos, cal y combustible, que permiten concentrar los esfuerzos en un grupo acotado de proveedores, lo que debería gatillar un trabajo a nivel sectorial de forma de generar sinergias, ya que varias de estas empresas abastecen a más de una empresa minera. En ese sentido, iniciativas que involucren asociatividad y colaboración entre mineras y proveedores de los rubros mencionados se hacen necesarias ya que permitirán compartir herramientas y mejores prácticas que reduzcan las emisiones de GEI, así como promover pilotajes de nuevas tecnologías que incorporen electrificación, hidrógeno verde, combustibles sintéticos, entre otros.

Un gran desafío para la industria minera peruana, y la de cobre en particular, es definir una estrategia de descarbonización que sea consensuada entre el sector privado y el público, que trace metas y planes de trabajo, y se puedan desarrollar inventarios de emisiones de GEI de alcance 1, 2 y 3 de forma sistemática, y de forma transparente, con acceso libre a información clave sectorial. Esto permitirá compartir metodologías, estándares y herramientas, como calculadores de huella de carbono, entre mineras y proveedores, lo que generará un alineamiento natural de las estrategias individuales con una estrategia macro sectorial y a nivel país. Esto conecta con la necesidad de avanzar a una industria más verde, que involucre también otros temas relevantes, como la economía circular con foco en reducción de residuos y reciclaje, la eficiencia en el uso del agua, y la transformación digital que genere mayor trazabilidad y capacidad para reportar avances y realizar un seguimiento abierto y público.



---

# Bibliografía

10

- Anglo American (2021). Reporte Sobre Cambio Climático, Metodología de Cálculo de Huella de Carbono. Santiago de Chile. Disponible en <https://chile.angloamerican.com/~media/Files/A/Anglo-American-Group/Chile/sustentabilidad/medio-ambiente/climate-change-report-2021.pdf>
- Anglo American (2021). Reporte Sobre Cambio Climático, Metodología de Cálculo de Huella de Carbono. Santiago de Chile. Disponible en <https://chile.angloamerican.com/~media/Files/A/Anglo-American-Group/Chile/sustentabilidad/medio-ambiente/climate-change-report-2021.pdf>
- Anuario Minero (2022). Ministerio de Energía y Minas del Perú. Primera Edición. Lima, Perú. Junio de 2023.
- BBC (2021). Shell: Netherlands court orders oil giant to cut emissions. Disponible en <https://www.bbc.com/news/world-europe-57257982>
- BHP (2019). Scope 3 Emissions. Calculation Methodology 2019. BHP 2019. Scope 3 Emissions. Calculation Methodology. Disponible en <https://www.bhp.com/~media/documents/investors/annual-reports/2019/bhpscope3emissionscalculationmethodology2019.pdf?la=en>
- Brantes Abarca, Rosana, Garay, Victor. Emisiones GEI (2021) en la minería del cobre al 2021 y análisis del contexto actual. Comisión Chilena del Cobre. Santiago, Chile. Diciembre de 2022.
- Chomkamsri, Kirana, Pelletier, Nathan (2011). Analysis of Existing Environmental Footprint Methodologies for Products and Organizations: Recommendations, Rationale, and Alignment. Institute for Environment and Sustainability, European Commission.
- International Copper Association (2023). Cobre – El camino hacia Net Zero. Disponible en <https://internationalcopper.org/es/resource/cobre-el-camino-hacia-net-zero/>
- Colgate Palmolive (2023). Sustainability Management and Governance. Disponible en <https://www.colgatepalmolive.com/content/dam/cp-sites/corporate/corporate/common/pdf/sustainability/colgate-palmolive-sustainability-and-social-impact-final-report-2023.pdf>
- Gobierno del Perú (2020). Contribuciones determinadas a nivel nacional del Perú - Reporte de actualización periodo 2021 – 2030. Lima.
- Corporación Alta Ley (2023). Hoja de Ruta: Roadmap H2 Verde en la Minería de Chile y Perú. Santiago de Chile. Disponible en <https://www.corporacionaltaley.cl/roadmap-h2v/>
- Delevingne, Lindsay, Glazener, Will, Grégoir, Liesbet, Henderson, Kimberly (2020). Climate risk and decarbonization: What every mining CEO needs to know. McKinsey and Co.
- Dufey, Annie (2020). Iniciativas para transparentar los aspectos ambientales y sociales en las cadenas de abastecimiento de la minería: tendencias internacionales y desafíos para los países andinos. Serie Medio Ambiente y Desarrollo. Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL). Santiago, Chile.
- edie 24 (2020). BMW unveils new 10-year climate plan, vows to slash emissions per vehicle by one-third. Disponible en BMW unveils new 10-year climate plan, vows to slash emissions per vehicle by one-third
- Greenhouse Gas Protocol (2023). Estándar Corporativo de Contabilidad y Reporte. World Resources Institute, World Business Council for Sustainable Development y SEMARNAT. Disponible en [https://ghgprotocol.org/sites/default/files/standards/protocolo\\_spanish.pdf](https://ghgprotocol.org/sites/default/files/standards/protocolo_spanish.pdf)
- Greenhouse Gas Protocol (2023). Technical Guidance for Calculating Scope 3 Emissions. World Resources Institute & World Business Council for Sustainable Development. Disponible en [https://ghgprotocol.org/sites/default/files/2023-03/Scope3\\_Calculation\\_Guidance\\_0%5B1%5D.pdf](https://ghgprotocol.org/sites/default/files/2023-03/Scope3_Calculation_Guidance_0%5B1%5D.pdf)
- Ministerio del Ambiente, Gobierno del Perú (2021) Guía para el funcionamiento de la herramienta de huella de carbono del Perú. Lima.
- International Council on Mining and Metals, ICMM (2023). Guía de registro y reporte de emisiones de alcance 3. Disponible en [www.icmm.com/website/publications/pdfs/environmental-stewardship/2023/guidance\\_scope-3-reporting.pdf?cb=69120](http://www.icmm.com/website/publications/pdfs/environmental-stewardship/2023/guidance_scope-3-reporting.pdf?cb=69120)
- ISO 14.064 - Gases de Efecto Invernadero. Organización Internacional de Normalización.
- Ley N°30754 (2018). Ley Marco sobre Cambio Climático. Ministerio del Medio Ambiente de Chile. Disponible en <https://cambioclimatico.mma.gob.cl/ley-marco-de-cambio-climatico/descripcion-del-instrumento/>
- London Metal Exchange, LME (2021). LME Passport. Disponible en <https://www.lme.com/Trading/Initiatives/LMEpassport>
- Pontificia Universidad Católica de Chile, Facultad de Agronomía e Ingeniería Forestal (2011). Medición y Mitigación de la Huella de Carbono en la Comisión Nacional del Medio Ambiente. Green Solutions. Santiago.
- Mitchell, Paul (2022). Los 10 principales riesgos y oportunidades de negocio para el sector de minería y metales del Perú en 2023. Ernst & Young.
- Reporte Sostenible (2020). Dos proyectos de generación de hidrógeno verde en el norte y sur de Chile a punto de despegar. Disponible en <https://reportesostenible.cl/blog/dos-proyectos-de-generacion-de-hidrogeno-verde-en-el-norte-y-el-sur-de-chile-a-punto-de-despegar/>



- Reuters (2021). Fundiciones de cobre de China reducirán compras de concentrado: consultora Antaika. Disponible en <https://www.reuters.com/article/idUSKBN2CR171/>
- Rio Tinto (2023). Climate Change Report, Scope 1,2,3 Emissions Calculation Methodology, Addendum. Melbourne. Disponible en <https://cdn-rio.dataweavers.io/-/media/content/documents/invest/reports/climate-change-reports/rt-climate-scope-123-report-2023-addendum.pdf?rev=73ba4f4792dd4068b759130d273a24d3>
- Samsung Electronics (2024). Climate Action. Online Resource. Disponible en <https://www.samsung.com/global/sustainability/planet/climate-action/>
- Southern Copper Corporation (2021). Informe Annual 2021, Reporte para la SEC. Disponible en <https://southerncoppercorp.com/wp-content/uploads/2022/06/m2021e.pdf>
- Sumitomo Metal Mining Co. (2021). Vision for 2030. Tokio. Disponible en <https://www.smm.co.jp/en/sustainability/vision/>
- Vestas Wind Systems A/S (2020) The Vestas Sustainability Report. Denmark.
- United States Geological Survey (2022). Mineral Commodity Summaries 2022: US Geological Survey. Resto, Virginia, USA.
- Visual Capitalist (2022). The future value of disruptive materials. Disponible en <https://www.visualcapitalist.com/the-future-value-of-disruptive-materials/>