



Curso Huella de Carbono de Producto y Servicio (HCP) Para Proveedores de la Minería

Guía del curso y lineamientos técnicos para el Monitoreo, Reporte y Verificación HCP Versión 1.0

Proyecto	Convenio de Cooperación Técnica entre Corporación Nacional del Cobre de Chile (Codelco), Ministerio del Medio Ambiente y Corporación Alta Ley
Preparado por	Pablo Zúñiga N., Coordinador Técnico Convenio Sebastián Garín F., Especialistas Inventarios GEI Convenio
Fecha de publicación	16/12/2024
Contacto	huellachile@mma.gob.cl

Contenido

1. INTRODUCCIÓN	1
1. CAMBIO CLIMÁTICO, HUELLA DE CARBONO Y PROGRAMA HUELLACHILE MMA	3
2. HUELLA DE CARBONO ORGANIZACIONAL: MÉTODOS Y ANÁLISIS DE CASO	4
2.1. INTRODUCCIÓN A LA HUELLA DE CARBONO ORGANIZACIONAL	4
2.2. METODOLOGÍA DE CUANTIFICACIÓN DE EMISIONES GEI A NIVEL ORGANIZACIONAL	4
2.3. NORMAS ISO 14064-1:2019 PARA LA CUANTIFICACIÓN Y REPORTE DE GEI	4
2.4. PRINCIPALES CATEGORÍAS DE FUENTES DE EMISIÓN GEI	4
2.5. IDENTIFICACIÓN DE FUENTES DE EMISIÓN EN LA INDUSTRIA MINERA.....	4
2.6. RECOPIACIÓN DE DATOS DE ACTIVIDAD	4
2.7. FACTORES DE EMISIÓN Y SU SELECCIÓN	4
2.8. CÁLCULO DE LA HUELLA DE CARBONO ORGANIZACIONAL.....	4
2.9. HERRAMIENTAS DE CÁLCULO DISPONIBLES.....	4
2.10. ANÁLISIS DE CASOS DE HUELLA DE CARBONO ORGANIZACIONAL EN MINERÍA	5
2.11. BENEFICIOS DE LA GESTIÓN DE LA HUELLA DE CARBONO A NIVEL ORGANIZACIONAL	5
3. HUELLA DE CARBONO DE PRODUCTO: MÉTODOS Y ANÁLISIS DE CASO	6
3.1. INTRODUCCIÓN A LA HUELLA DE CARBONO DE PRODUCTO (HCP)	6
3.2. METODOLOGÍA DE CUANTIFICACIÓN DE GEI A NIVEL DE PRODUCTO/SERVICIO	6
3.3. NORMA ISO 14067:2019 PARA CUANTIFICACIÓN Y COMUNICACIÓN DE LA HCP	6
3.4. HUELLA DE CARBONO COMPLETA VS. PARCIAL	6
3.5. DEFINICIÓN DEL SISTEMA DE PRODUCTO	6
3.6. ETAPAS DEL CICLO DE VIDA DE UN PRODUCTO (DE LA CUNA A LA TUMBA)	6
3.7. UNIDAD FUNCIONAL (UF) VS. UNIDAD DECLARADA (UD).....	6
3.8. TIPOS DE EMISIONES Y REMOCIONES DE GEI	6
3.9. ALOCACIÓN DE EMISIONES EN SISTEMAS MULTIPRODUCTO.....	6
3.10. PROCEDIMIENTOS DE ASIGNACIÓN: FÍSICA Y ECONÓMICA	6
3.11. ANÁLISIS DE CASOS DE HCP EN LA INDUSTRIA MINERA.....	7
3.12. PROCESOS CON RECICLAJE: CICLO CERRADO Y ABIERTO	7
4. DESARROLLO DE HUELLA DE CARBONO DE PRODUCTO/SERVICIO - ETAPAS DE MONITOREO, REPORTE Y VERIFICACIÓN	8
4.1. MONITOREO	8
4.2. REPORTE Y VERIFICACIÓN	8
4.3. USO DE LA HERRAMIENTA HUELLACHILE	8
5. ANEXOS	10
5.1. GLOSARIO DE TÉRMINOS	10
5.2. ANEXO 2: LISTA DE ORGANISMOS VERIFICADORES ACREDITADOS.....	14
5.3. ANEXO 3: RECURSOS ADICIONALES.....	15
6. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	16

1. Introducción

En línea con el objetivo nacional de alcanzar la neutralidad de emisiones de GEI para el año 2050, el Programa HuellaChile del Ministerio del Medio Ambiente (MMA), en colaboración con la Corporación Nacional del Cobre (CODELCO) y la Corporación Alta Ley, ha desarrollado una solución que estandariza y facilita el cálculo, reporte y verificación de la huella de carbono de productos y servicios. [1, 2] Esta solución se materializa en una plataforma digital que ha sido diseñada para guiar a los usuarios a través de las diferentes etapas del proceso de cálculo.

Esta herramienta innovadora ha sido probada con éxito en un programa piloto, acompañado de capacitaciones y mentorías. El programa de capacitación, que se extendió de noviembre de 2023 a julio de 2024, incluyó talleres, mentorías y el desarrollo de un piloto de producto/servicio seleccionado. El objetivo del programa fue fortalecer las competencias técnicas de los proveedores mineros en la cuantificación de la huella de carbono, preparándolos para cumplir con los nuevos requerimientos de sostenibilidad en esta materia.

Como parte de este impulso, el Programa HuellaChile del Ministerio del Medio Ambiente ha lanzado el Sello de Cuantificación de Huella de Carbono para productos y servicios de Proveedores de la minería, fomentando una gestión responsable de las emisiones y fortaleciendo la competitividad del sector. [8] Este sello se otorga a las organizaciones que han cuantificado y reportado la huella de carbono de sus productos o servicios, y que han sometido su cálculo a un proceso de verificación por parte de una tercera parte independiente.

Este avance permitirá a las empresas mineras mejorar la contabilidad del Alcance 3 en sus inventarios corporativos. El Alcance 3, definido por el GHG Protocol, abarca todas las emisiones indirectas a lo largo de la cadena de valor de una organización. Tradicionalmente, la contabilidad del Alcance 3 ha sido un desafío para las empresas debido a la complejidad de obtener datos precisos de sus proveedores.

Al contar con factores de emisión GEI verificados y locales, proporcionados por sus proveedores estratégicos a través de la plataforma, las compañías podrán gestionar sus emisiones de manera más precisa y eficiente a lo largo de su cadena de valor. La plataforma HuellaChile incluye una base de datos de factores de emisión GEI que ha sido validada por el Ministerio del Medio Ambiente. Además, permite a los usuarios ingresar sus propios factores de emisión en caso de que los hayan utilizado.

En resumen, la solución desarrollada por el Programa HuellaChile, en colaboración con CODELCO y la Corporación Alta Ley, representa un avance significativo hacia una minería chilena más sostenible y baja en carbono. Al facilitar la cuantificación, el reporte y la verificación de la huella de carbono de productos y servicios, la plataforma empodera a los proveedores mineros para gestionar sus emisiones de forma responsable y transparente, y a las empresas mineras para mejorar la contabilidad de sus emisiones de Alcance 3, impulsando la competitividad del sector a nivel nacional e internacional.

Esta guía ofrece un panorama integral: desde el contexto político y climático hasta las metodologías de cuantificación, reporte y verificación de emisiones de GEI a nivel de productos y servicios de proveedores mineros. Su objetivo es apoyar a las organizaciones en su camino hacia la descarbonización, la competitividad y la credibilidad ambiental. Para acceder al curso completo de “Huella de Carbono de Producto y Servicio de Proveedores Mineros” siga el enlace: [Material Programa Capacitación HCP](#)



La gestión del carbono es un proceso dinámico. Se invita a los profesionales a participar en capacitaciones, explorar la herramienta HuellaChile y mantenerse actualizados en normativas, tecnologías y mejores prácticas. La reducción de emisiones es un esfuerzo colectivo que impulsa la sostenibilidad de la industria minera y la sociedad en su conjunto.

1. Cambio Climático, Huella de Carbono y Programa HuellaChile MMA

El cambio climático es uno de los mayores desafíos globales. Sus efectos impactan la economía, los ecosistemas y la sociedad. Para Chile, la minería es un sector estratégico en la transición hacia una economía baja en carbono. Este capítulo presenta conceptos básicos del cambio climático, el contexto legal, los compromisos internacionales y nacionales, y el Programa HuellaChile como catalizador de la gestión de emisiones GEI.

1.1. Introducción general al cambio climático

El cambio climático se refiere a las variaciones en el clima del planeta a largo plazo, impulsadas principalmente por el aumento de las concentraciones de GEI debido a actividades humanas. Estas variaciones incluyen alteraciones en temperaturas, patrones de precipitación, niveles del mar y frecuencia de eventos extremos.

Los GEI (CO₂, CH₄, N₂O, gases fluorados) retienen calor en la atmósfera. Su incremento se asocia con el calentamiento global, el derretimiento de hielo, el aumento del nivel del mar y cambios en la biodiversidad, entre otros efectos.

Las consecuencias incluyen sequías más intensas, aumento de la temperatura media, eventos climáticos extremos y alteraciones en los ecosistemas. Estas condiciones amenazan la seguridad hídrica, alimentaria y el desarrollo sostenible.

A nivel global, la CMNUCC, el Acuerdo de París y otros instrumentos internacionales impulsan la acción climática. Chile se ha sumado con compromisos concretos para mitigar y adaptarse a los efectos del cambio climático.

La Ley Marco de Cambio Climático consolida la meta de alcanzar la carbono neutralidad al 2050, estableciendo mecanismos de planificación, financiamiento y rendición de cuentas para todos los sectores, incluida la minería.

La ECLP traza el camino hacia la carbono neutralidad, integrando mitigación, adaptación, transferencia tecnológica, y promoviendo la innovación y la eficiencia energética.

Las NDC son las metas voluntarias que Chile presenta ante la comunidad internacional. Incluyen objetivos de reducción de emisiones, adaptación y financiamiento, e involucran al sector minero en la mejora de su desempeño ambiental.

HuellaChile apoya a las organizaciones en la medición, reporte y verificación de emisiones GEI. Ofrece guías, capacitaciones y una plataforma para mejorar la contabilidad de emisiones, facilitar el reporte y promover la acción climática.

Entender el contexto climático y las políticas asociadas es clave. En el próximo capítulo se abordará la Huella de Carbono Organizacional, el primer paso hacia una gestión integral de emisiones en la cadena de valor minera.

2. Huella de Carbono Organizacional: Métodos y Análisis de Caso

Cuantificar las emisiones a nivel organizacional permite a las empresas mineras y a sus proveedores entender su impacto climático, priorizar acciones de reducción y mejorar su competitividad. La Huella de Carbono Organizacional es la base para una gestión estratégica del carbono.

2.1. Introducción a la Huella de Carbono Organizacional

La Huella de Carbono a nivel de organización cuantifica las emisiones GEI en un periodo definido. Es un indicador para medir, gestionar y reducir el impacto ambiental.

2.2. Metodología de cuantificación de emisiones GEI a nivel organizacional

Incluye definición de límites, identificación de fuentes, recopilación de datos, selección de factores de emisión y cálculo. Se basa en estándares reconocidos internacionalmente.

2.3. Normas ISO 14064-1:2019 para la cuantificación y reporte de GEI

La ISO 14064-1:2019 establece principios para inventarios corporativos de GEI. Fomenta la transparencia, coherencia y exactitud, permitiendo comparar resultados en el tiempo.

2.4. Principales categorías de fuentes de emisión GEI

- Emisiones directas o Alcance 1:
- Emisiones indirectas asociadas a electricidad y otras energías adquiridas o Alcance 2:
- Emisiones indirectas a lo largo de la cadena de valor (transporte, proveedores, residuos) o Alcance 3.

2.5. Identificación de fuentes de emisión en la industria minera

Fuentes típicas: uso de combustibles en maquinaria, transporte de mineral, consumo eléctrico en trituración, molienda, fundición, entre otras.

2.6. Recopilación de datos de actividad

Se utilizan registros internos, sistemas de monitoreo y encuestas a proveedores. La calidad y confiabilidad de los datos son críticas.

2.7. Factores de emisión y su selección

Los factores de emisión relacionan una actividad con las emisiones resultantes. Se recomiendan factores de emisión locales o sectoriales para mayor precisión.

2.8. Cálculo de la Huella de Carbono organizacional

El cálculo combina datos de actividad con factores de emisión, resultando en emisiones totales expresadas en tCO₂e.

2.9. Herramientas de cálculo disponibles

Existen hojas de cálculo, software especializado y la herramienta del Programa HuellaChile, que simplifica el proceso y reduce errores.

2.10. Análisis de casos de Huella de Carbono Organizacional en minería

Empresas mineras han implementado inventarios GEI para identificar oportunidades de eficiencia energética, reducción de costos y cumplimiento normativo.

2.11. Beneficios de la gestión de la Huella de Carbono a nivel organizacional

La gestión del carbono mejora la imagen corporativa, el acceso a mercados sensibles al cambio climático, reduce riesgos regulatorios y fomenta la innovación.

Tras entender cómo medir las emisiones a nivel organizacional, el siguiente paso es ir al detalle: la Huella de Carbono de Producto. En el próximo capítulo analizaremos metodologías y beneficios de esta aproximación.

3. Huella de Carbono de Producto: Métodos y Análisis de Caso

La Huella de Carbono de Producto (HCP) profundiza el análisis, asignando emisiones a bienes o servicios específicos. Para proveedores mineros, esta información es clave para responder a las exigencias de compradores que buscan reducir las emisiones de su cadena de suministro.

3.1. Introducción a la Huella de Carbono de Producto (HCP)

La HCP considera todo el ciclo de vida de un producto, desde la extracción de materias primas hasta el fin de su vida útil. Esto permite detectar “puntos calientes” y enfocar mejoras.

3.2. Metodología de cuantificación de GEI a nivel de producto/servicio

Implica definir límites del sistema, identificar procesos, recopilar datos específicos, seleccionar factores de emisión adecuados y realizar el cálculo integral.

3.3. Norma ISO 14067:2019 para cuantificación y comunicación de la HCP

La ISO 14067 proporciona requisitos para cuantificar y comunicar la HCP, garantizando credibilidad y comparabilidad internacional.

3.4. Huella de Carbono completa vs. parcial

Completa: de la cuna a la tumba (todas las etapas).

Parcial: se enfoca en una o varias etapas del ciclo de vida, útil cuando se carece de datos completos.

3.5. Definición del sistema de producto

Delimitar el sistema es fundamental. Incluye seleccionar qué procesos forman parte del análisis, garantizando representatividad y pertinencia.

3.6. Etapas del ciclo de vida de un producto (de la cuna a la tumba)

Considera extracción de materias primas, manufactura, transporte, uso y fin de vida. Cada etapa aporta emisiones que se suman a la HCP total.

3.7. Unidad Funcional (UF) vs. Unidad Declarada (UD)

La UF es la base de referencia para cuantificar emisiones (ej. 1 tonelada de concentrado). Debe ser relevante, medible y comparable.

3.8. Tipos de emisiones y remociones de GEI

Se incluyen emisiones directas, indirectas, biogénicas y remociones por sumideros. La norma ISO 14067 orienta su contabilización.

3.9. Alocación de emisiones en sistemas multiproducto

Cuando un proceso produce múltiples bienes, las emisiones se deben repartir (asignar) según criterios como masa, energía o valor económico.

3.10. Procedimientos de asignación: física y económica

La asignación física usa criterios como el peso o el contenido energético. La asignación económica distribuye las emisiones según el valor de los productos.

3.11. Análisis de casos de HCP en la industria minera

Casos piloto muestran que el cálculo de HCP de equipos, reactivos o servicios mineros ayudan a detectar oportunidades de reducción y diferenciación en el mercado.

3.12. Procesos con reciclaje: ciclo cerrado y abierto

El reciclaje reduce la extracción de materias primas, disminuyendo la HCP. En sistemas complejos, la asignación de beneficios del reciclaje requiere cuidado.

La HCP ofrece una visión granular del impacto climático, permitiendo a proveedores y mineras tomar decisiones más informadas. En el siguiente capítulo, se abordarán las etapas prácticas para el desarrollo, monitoreo, reporte y verificación de la HCP, junto con el uso de la herramienta HuellaChile.

4. Desarrollo de Huella de Carbono de Producto/Servicio - Etapas de Monitoreo, Reporte y Verificación

La cuantificación de la HCP no es un ejercicio puntual. Involucra un proceso cíclico de mejora continua, donde el monitoreo, el reporte y la verificación (MRV) aseguran la integridad de los datos y la credibilidad de los resultados. La herramienta HuellaChile facilita este proceso, brindando soporte y estandarización.

4.1. Monitoreo

El monitoreo implica el seguimiento periódico de datos de actividad, factores de emisión y ajustes metodológicos. Recomienda elaborarse una ficha resumen del producto/servicio, facilitando la trazabilidad de la información y la detección de desvíos.

Un monitoreo continuo permite:

- Actualizar datos según cambios en procesos.
- Mejorar la calidad de la información.
- Identificar nuevas oportunidades de reducción.

4.2. Reporte y Verificación

El reporte debe ser transparente, coherente y cumplir con las normas (ISO 14067). Incluir información sobre límites, alcances, factores de emisión, resultados y supuestos clave.

La verificación externa, realizada por organismos acreditados, valida la rigurosidad del estudio. Un informe de verificación positivo genera confianza y añade valor a la comunicación con clientes y accionistas, además de habilitar el uso de sellos de cuantificación otorgados por el Programa HuellaChile.

4.3. Uso de la herramienta HuellaChile

La plataforma HuellaChile estandariza el proceso de cálculo y reporte. Sus principales beneficios incluyen:

- Interfaz amigable para ingresar datos.
- Cálculo automatizado conforme a normas internacionales.
- Generación de reportes adaptados a las necesidades de los usuarios.
- Integración con procesos de verificación.
- Acceso a factores de emisión locales y actualizados.

La herramienta promueve el aprendizaje continuo y la mejora en la gestión del carbono. Además, contar con el Sello de Cuantificación otorga una ventaja competitiva, demostrando compromiso con la sostenibilidad.



Con el MRV bien establecido y el uso de la herramienta HuellaChile, los proveedores pueden garantizar la calidad y credibilidad de sus HCP, posicionándose mejor en un mercado cada vez más exigente en materia de sostenibilidad.

5. Anexos

5.1. Glosario de Términos

Análisis del ciclo de vida (ACV)

Recopilación y evaluación de las entradas, las salidas y los impactos ambientales potenciales de un sistema producto a través de su ciclo de vida.

Biomasa

Material de origen biológico excluyendo el material incrustado en formaciones geológicas y material transformado en material fosilizado.

Cadena de suministro

Aquellos involucrados, a través de los vínculos ascendentes y descendentes, en los procesos y actividades que proporcionan valor en forma de productos al usuario.

Carbón biogénico

Carbón contenido en la biomasa

Carbón fósil

Carbón que está contenido en material fosilizado

Categoría de impacto

Clase que representa asuntos ambientales de interés a la cual se pueden asignar los resultados del análisis del inventario del ciclo de vida.

Categoría de producto

Grupo de productos que pueden cumplir funciones equivalentes.

Ciclo de vida

Etapas consecutivas e interrelacionadas relacionadas con un producto, desde la adquisición de materia prima o de su generación a partir de recursos naturales hasta el tratamiento al final de la vida útil.

Compensación de carbono

Mecanismo para compensar la totalidad o una parte de la HCP o la HCP parcial mediante la prevención de la liberación, reducción o remoción de una cantidad de emisiones de GEI en un proceso fuera del sistema producto en estudio.

Coproducto

Cualquier producto de entre dos o más productos provenientes del mismo proceso unitario o sistema producto.

Criterios de corte

Especificación de la cantidad de flujo de materia o de energía o el nivel de significancia de las emisiones de GEI asociadas a los procesos unitarios o al sistema producto para su exclusión del estudio de la HCP.

Cuantificación de la huella de carbono de un producto

Cuantificación de la HCP

Actividades que resultan en la determinación de una HCP o una HCP parcial.

Dióxido de carbono equivalente

CO₂ equivalente (CO₂e)

Unidad para comparar la fuerza de radiación de un GEI con el dióxido de carbono.

Emisión de gas de efecto invernadero emisión GEI

Liberación de un GEI a la atmósfera.

Enfoque sistemático de huella de carbono de un producto

Enfoque sistemático de la HCP

Conjunto de procedimientos para facilitar la cuantificación de la HCP para dos o más productos de la misma organización.

Factor de emisión de gas de efecto invernadero factor de emisión GEI

Coefficiente que relaciona los datos de actividad con la emisión de GEI.

Gas de efecto invernadero

GEI

Componente gaseoso de la atmósfera, tanto natural como antropogénico, que absorbe y emite radiación a longitudes de onda específicas dentro del espectro de radiación infrarroja emitida por la superficie de la Tierra, la atmósfera y las nubes.

Huella de carbono de producto

HCP

Suma de las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) y remociones de GEI en un sistema producto, expresadas como CO₂ equivalente y basadas en una evaluación del ciclo de vida utilizando la categoría de impacto única de cambio climático.

Huella de carbono de un producto parcial

HCP parcial

Suma de emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) y remociones de GEI de uno o más procesos seleccionados de un sistema producto, expresadas como equivalentes de CO₂ y basadas en las etapas o procesos seleccionados dentro del ciclo de vida.

Incertidumbre

Parámetro asociado con el resultado de la cuantificación que caracteriza la dispersión de los valores que podrían ser razonablemente atribuidos a la cantidad cuantificada.

Informe de estudio de la huella de carbono de un producto

Informe del estudio de la HCP

Informe que documenta el estudio de la HCP, presenta la HCP o la HCP parcial, y muestra las decisiones tomadas en el estudio.

Límite del sistema

Límite basado en un conjunto de criterios que especifican cuales de los procesos unitarios son parte del sistema en estudio.

Organización

Persona o grupo de personas que tienen funciones específicas con responsabilidades, autoridades y relaciones para lograr sus objetivos.

Potencial de calentamiento global

PCG

Índice, basado en las propiedades radiativas de los GEI, que mide el forzamiento radiativo después de una emisión de pulso de una unidad de masa de un GEI dado en la atmósfera actual integrado en un horizonte temporal elegido, relativo al del dióxido de carbono (CO₂).

Proceso unitario

Elemento más pequeño considerado en el análisis del inventario del ciclo de vida para el cual se cuantifican datos de entrada y salida.

Producto co-producto

Salida material de un proceso, que no es utilizada como una entrada en otro proceso del mismo sistema de producto.

Producto intermedio

Salida material de un proceso, que es utilizada como una entrada en otro proceso del mismo sistema de producto.

Producto principal

Salida material de un proceso, que es sujeto de cuantificación y declaración de GEI de una huella de carbono de producto.

Reglas de categoría de producto

RCP

Conjunto de reglas específicas, requisitos y guías para el desarrollo de declaraciones ambientales tipo III y las comunicaciones de huellas para una o más categorías de producto.

Remoción de gas de efecto invernadero remoción GEI

Remoción de GEI de la atmósfera.

Revisión crítica

Actividad destinada a garantizar la coherencia entre el estudio de la HCP y los principios y requisitos de este documento.

Sistema producto

Conjunto de procesos unitarios con flujos elementales y flujos de producto, que desempeña una o más funciones definidas, y que sirve de modelo para el ciclo de vida de un producto.

Unidad declarada

Cantidad de un producto para su uso como unidad de referencia en la cuantificación de una HCP parcial.

Vida útil

Período de tiempo durante el cual un producto en uso cumple o excede los requisitos de desempeño.

5.2. Anexo 2: Lista de Organismos Verificadores Acreditados

Presenta organismos verificadores reconocidos por el MMA y/o normas internacionales, con información de contacto.

<https://huellachile.mma.gob.cl/verificadores/>



5.3. Anexo 3: Recursos Adicionales

Ejemplos de informes de HCP.

Estudios de caso en la industria minera.

Tutoriales, videos y webinars del Programa HuellaChile.

Enlaces a bases de datos de factores de emisión y bibliografía técnica.



6. Referencias Bibliográficas

ISO 14064-1:2019

ISO 14067:2019

GHG Protocol Corporate Accounting and Reporting Standard

Documentación y guías del Programa HuellaChile del MMA

IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories

Bases de datos de factores de emisión (IPCC, DEFRA, ecoinvent)