



DEPARTAMENTO DE
INGENIERIA COMERCIAL
UNIVERSIDAD TECNICA
FEDERICO SANTA MARIA

UNIVERSIDAD TÉCNICA FEDERIO SANTA MARÍA
Departamento de Ingeniería Comercial
MBA, Magíster en Gestión Empresarial

**ESTRATEGIAS EFECTIVAS PARA LA REDUCCIÓN
DE EMISIONES DE ALCANCE 3 EN LA INDUSTRIA
MINERA Y SUS PROVEEDORES: UN ENFOQUE
INTEGRAL HACIA LA SOSTENIBILIDAD**

Tesina de Grado presentada por

RICARDO FRANCISCO CORDERO ALARCÓN

Como requisito para optar al grado de

MBA, Magíster en Gestión Empresarial

Guía de Tesina Sr. RENE ROMO PINO

Octubre de 2024



CONSTANCIA DE VALIDACIÓN Y CONFIDENCIALIDAD DE MONOGRAFÍA A REPOSITORIO ACADÉMICO

1.- IDENTIFICACIÓN DEL TRABAJO ACADÉMICO

Tipo de monografía (marcar una opción): Memoria o trabajo de título; Tesis de Postgrado;

Título del trabajo: ESTRATEGIAS EFECTIVAS PARA LA REDUCCIÓN DE EMISIONES DE ALCANCE 3 EN LA INDUSTRIA MINERA Y SUS PROVEEDORES: UN ENFOQUE INTEGRAL HACIA LA SOSTENIBILIDAD

Nombre del candidato(a): RICARDO FRANCISCO CORDERO ALARCÓN

Carrera / Grado: MBA, Magíster en Gestión Empresarial

Campus: Santiago Vitacura ; **Departamento:** Ingeniería Comercial

2.- VALIDACIÓN DEL PROFESOR GUÍA/DIRECTOR DE TESIS

Yo, RENE ROMO PINO, en mi calidad de profesor(a) guía/director(a) del trabajo académico mencionado anteriormente **DEJO CONSTANCIA** que:

- He revisado esta versión del documento y corresponde a la versión final aprobada del trabajo.
- El trabajo cumple con los requisitos académicos y de formato establecidos por la institución

3.- EVALUACIÓN DE CONFIDENCIALIDAD POR PROPIEDAD INDUSTRIAL

El trabajo **NO contiene información que amerite confidencialidad** y puede ser publicado de inmediato en repositorio con acceso abierto.

El trabajo **CONTIENE** información con potenciales implicancias de propiedad industrial o intelectual y requiere un periodo de confidencialidad (embargo) por:

6 meses; 12 meses; 2 años; 3 años; 5 años; 10 años

Fundamentación de la necesidad de confidencialidad (obligatorio si se solicita embargo):

4.- FIRMAS

Profesor(a) guía o director(a) de memoria o tesis:

Fecha: 30-05-2025 ; **Firma:** 

Estudiante o Candidato(a):

Fecha: 30-05-2025 ; **Firma:** 

Este formulario debe ser insertado como página 2 de la memoria o tesis, completado y firmado por estudiante y profesor(a) antes de la entrega en portal PRISMA de Biblioteca USM.

TITULO DE TESINA: “ESTRATEGIAS EFECTIVAS PARA LA REDUCCIÓN DE EMISIONES DE ALCANCE 3 EN LA INDUSTRIA MINERA Y SUS PROVEEDORES: UN ENFOQUE INTEGRAL HACIA LA SOSTENIBILIDAD”

AUTOR: RICARDO FRANCISCO CORDERO ALARCÓN

TRABAJO DE TESINA, presentando en cumplimiento parcial de los requisitos para el Grado de MBA, Magíster en Gestión Empresarial de la Universidad Técnica Federico Santa María.

OBSERVACIONES: _____

COMISIÓN DE TESINA:

- Profesor guía: René Romo
- Correferente externo: Lorena Paredes
- Correferente interno: Juan Tapia

Santiago, Octubre 2024

Todo el contenido, análisis, conclusiones y opiniones vertidas en este estudio son de mi exclusiva responsabilidad.

Nombre: RICARDO FRANCISCO
CORDERO ALARCÓN.

Fecha: 30 de mayo 2025.

INDICE

1.	RESUMEN	9
2.	INTRODUCCIÓN	10
3.	OBJETIVOS	11
3.1.	GENERAL	11
3.2.	ESPECIFICOS	11
4.	ALCANCE DEL ESTUDIO	12
5.	METODOLOGÍA DE TRABAJO	14
6.	ESTADO DEL ARTE	15
6.1	LA INDUSTRIA MINERA Y LAS EMISIONES DE ALCANCE 3	19
7.	MARCO TEÓRICO	24
7.1.	CAMBIO CLIMÁTICO Y CALENTAMIENTO GLOBAL	24
7.2.	EFFECTO INVERNADERO	25
7.3	GASES EFECTO INVERNADERO (GEI)	27
7.4.	DEFINICIÓN DE EMISIONES DE ALCANCE 1, 2 Y 3	31
7.5.	NORMATIVA Y ESTÁNDARES APLICADOS	35
7.5.1.	Familia de Normas ISO 14060	35
7.5.2.	Protocolo de gases efecto invernadero (GHG Protocol)	38
7.5.3.	Estándar de Contabilidad y Reporte de la Cadena de Valor Corporativa (Alcance 3)	44
7.6.	CUMBRES SOBRE CAMBIO CLIMÁTICO	54
8.	MODELOS Y ESTRATEGIAS EFECTIVAS PARA LA REDUCCIÓN DE EMISIONES DE GEI DE ALCANCE 3 EN LA INDUSTRIA MINERA Y SUS PROVEEDORES	58
8.1.	MODELO PROPUESTO PARA LA GESTIÓN DE EMISIONES DE ALCANCE 3	58
8.1.1.	Evaluación de la Huella de Carbono	58

8.1.2.	Integración de la Gestión de Emisiones en la Estrategia Corporativa _____	61
8.1.3.	Colaboración en la Cadena de Suministro _____	62
8.2.	ESTRATEGIAS ESPECÍFICAS PARA LA REDUCCIÓN DE EMISIONES DE ALCANCE 3 __	64
8.2.1.	Optimización de la Cadena de Suministro _____	64
8.2.2.	Innovación Tecnológica _____	67
8.2.3.	Economía Circular _____	71
8.2.4.	Adopción de Normativas y Estándares Internacionales _____	74
8.3.	IMPLEMENTACIÓN Y MONITOREO _____	75
8.3.1.	Establecimiento de Metas de Reducción _____	75
8.3.2.	Monitoreo y Reporte _____	76
8.3.3.	Revisión y Mejora Continua _____	78
8.4.	IMPACTO EN LA COMPETITIVIDAD EMPRESARIAL _____	79
8.4.1.	Ventajas Competitivas _____	79
8.4.2.	Acceso a Nuevos Mercados _____	82
9.	CASOS DE ÉXITO _____	85
9.1.	CASOS DE ÉXITO EN LA INDUSTRIA MINERA _____	85
9.1.1.	BHP _____	85
9.1.2.	Rio Tinto _____	88
9.1.3.	Anglo American _____	89
9.2.	CASOS DE ÉXITO DE PROVEEDORES DE LA INDUSTRIA MINERA _____	92
9.2.1.	Caterpillar _____	92
9.2.2.	Epiroc _____	94
9.2.3.	Komatsu _____	96
9.3.	CASOS DE ÉXITO EN OTRAS INDUSTRIAS _____	99
9.3.1.	Unilever _____	99
9.3.2.	Nestlé _____	101
9.3.3.	Danone _____	104
9.3.4.	IKEA _____	106
9.4.	LECCIONES APRENDIDAS Y RECOMENDACIONES _____	109
10.	CONCLUSIONES _____	111

10.1.	CONCLUSIÓN GENERAL	111
10.2.	CONCLUSIONES ESPECÍFICAS	112
11.	BIBLIOGRAFIA	120

INDICE DE FIGURAS

<i>Figura 5.1: Diagrama de fases de la metodología de trabajo</i>	14
<i>Figura 6.1: Industria minera y su impacto en las emisiones globales de GEI</i>	15
<i>Figura 6.2: Camino hacia las emisiones netas cero</i>	16
<i>Figura 7.1: Anomalía de temperatura media Global</i>	25
<i>Figura 7.2: Contribución de los principales GEI de larga vida al aumento del forzamiento radiactivo mundial desde la era preindustrial hasta 2022</i>	30
<i>Figura 7.3: Visión general de los alcances y las emisiones del Protocolo de GEI a lo largo de la cadena de valor</i>	32
<i>Figura 7.4: Relación entre las normas de GEI de la familia ISO 14060</i>	37
<i>Figura 7.5: Protocolo de Gases de Efecto Invernadero</i>	39
<i>Figura 7.6: Principios de Contabilidad y Reporte de GEI</i>	40
<i>Figura 7.7: Información requerida en un reporte público de emisiones de GEI</i>	42
<i>Figura 7.8: Pasos para establecer un objetivo de GEI</i>	43
<i>Figura 7.9: Descripción general de los pasos para la contabilidad y la presentación de informes de alcance 3</i>	45
<i>Figura 7.10: Objetivos empresariales atendidos por un inventario de GEI de alcance 3</i>	46
<i>Figura 7.11: Descripción general de emisiones y alcances</i>	48
<i>Figura 7.12: Categorías de alcance 3</i>	49
<i>Figura 8.1: Alcance y límites de medición de huella de carbono de un producto</i>	59
<i>Figura 8.2: Modelo de la Economía Circular, menos materias primas, menos residuos y menos emisiones</i>	71
<i>Figura 9.1: Unilever, línea base de emisiones de GEI</i>	101

INDICE DE TABLAS

<i>Tabla 6.1: Suministro de energías renovables por tamaño de operación minera del cobre en el 2022</i>	<i>18</i>
<i>Tabla 6.2: Objetivos, estrategias y logros en reducción de emisiones de GEI Alcance 1, 2 y 3 en seis compañías mineras</i>	<i>21</i>
<i>Tabla 6.3: Emisiones de GEI de empresas mineras de acuerdo a Alcance 1, 2 y 3</i>	<i>22</i>
<i>Tabla 7.1: Promedio mundial anual de las concentraciones en superficie en 2022 de los principales gases de efecto invernadero</i>	<i>28</i>
<i>Tabla 7.2: Alcance 3, emisiones de actividades previas (upstream)</i>	<i>33</i>
<i>Tabla 7.3: Alcance 3, emisiones de actividades posteriores (downstream)</i>	<i>34</i>
<i>Tabla 7.4: Ejemplos de riesgos y oportunidades relacionados con los GEI relacionados con las emisiones de alcance 3</i>	<i>47</i>
<i>Tabla 7.5: Descripción y límites de las 15 categorías de Alcance 3</i>	<i>51</i>
<i>Tabla 7.6: Ejemplos ilustrativos de acciones para reducir las emisiones de alcance 3</i>	<i>53</i>
<i>Tabla 7.7: Conferencias sobre Cambio Climático</i>	<i>57</i>
<i>Tabla 8.1: Ejemplo práctico de Medición de la Huella de Carbono de un Balde para un Cargador Frontal</i>	<i>60</i>

1. RESUMEN

Este estudio aborda las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) de alcance 3 en la cadena de suministro de la industria minera, enfocándose en estrategias de reducción para trabajar en conjunto con sus proveedores. El objetivo es analizar y proponer estrategias efectivas para mitigar estas emisiones, contribuyendo a la sostenibilidad del sector. La metodología emplea un enfoque mixto, incluyendo revisión de literatura, análisis de casos y evaluación comparativa de estrategias en diversos sectores.

Los resultados revelan que las emisiones de alcance 3 constituyen la mayor parte de la huella de carbono tanto en minería, como en otras industrias. Se desarrolló un modelo integral para su gestión, abarcando la evaluación de la huella de carbono, integración estratégica y colaboración en la cadena de suministro. Las estrategias propuestas incluyen optimización logística, innovación tecnológica, economía circular y adopción de estándares internacionales.

Se concluye que la gestión efectiva de emisiones de alcance 3 requiere colaboración entre mineras y proveedores. La implementación de estas estrategias no solo mitiga el cambio climático, sino que también genera ventajas competitivas y eficiencias operativas. El estudio enfatiza la importancia de tecnologías innovadoras y prácticas de economía circular para lograr reducciones significativas.

Este trabajo proporciona un marco de referencia para que los proveedores de la industria minera tengan un rol participativo y de alto compromiso con la reducción de emisiones de alcance 3, mejorando así su sostenibilidad y competitividad. Los hallazgos tienen el potencial de guiar la transición hacia operaciones más sostenibles, contribuyendo a los esfuerzos globales contra el cambio climático.

Palabras clave: Cambio climático, Emisiones de GEI, Alcance 3, Industria minera, Sostenibilidad, Cadena de suministro.

2. INTRODUCCIÓN

El cambio climático representa uno de los desafíos más apremiantes de nuestro tiempo, exigiendo una respuesta global y coordinada de todos los sectores económicos. La industria minera, como pilar fundamental del desarrollo económico mundial, se encuentra en una posición crucial para liderar esfuerzos de mitigación. En este contexto, la gestión de las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) de alcance 3 —aquellas que ocurren en la cadena de valor, pero fuera del control directo de las empresas— ha emergido como un área de enfoque crítica, especialmente para las empresas proveedoras del sector minero.

La relevancia de abordar las emisiones de alcance 3 en la industria minera radica en su magnitud: estas emisiones por lo general constituyen la mayor parte de la huella de carbono total del sector, superando significativamente las emisiones directas de las operaciones mineras. Este hecho plantea una pregunta fundamental: ¿Cómo pueden las empresas proveedoras de la industria minera contribuir en la reducción de sus emisiones de alcance 3, apoyando así la mitigación del cambio climático y la sostenibilidad?

El objetivo principal de este estudio es desarrollar un marco de referencia y estrategias concretas para que la industria minera y sus proveedoras reduzcan sus emisiones de alcance 3. Para lograr esto, se analizará el estado actual de estas emisiones en la industria, se examinarán casos de éxito, se desarrollará un modelo integral de gestión y se propondrán estrategias específicas, considerando las barreras y oportunidades para su implementación.

Esta investigación busca no solo contribuir a los esfuerzos globales de mitigación del cambio climático, sino también promover una transformación hacia prácticas más sostenibles en toda la cadena de valor de la industria minera. Se espera que los hallazgos y recomendaciones presentados sirvan como un recurso valioso para empresas, investigadores y responsables de políticas interesados en avanzar hacia una industria minera más sostenible y resiliente frente a los desafíos del cambio climático.

3. OBJETIVOS

3.1. GENERAL

Analizar y proponer estrategias efectivas para la reducción de emisiones de gases de alcance 3 en la industria minera y sus proveedoras, enfocándose en la mejora de la sostenibilidad ambiental y la competitividad empresarial.

3.2. ESPECIFICOS

No obstante de lo anterior, este estudio permitirá:

- Analizar las emisiones de GEI de alcance 3 de la industria minera, identificando las principales fuentes y categorías que contribuyen a la huella de carbono.
- Analizar las regulaciones ambientales, prácticas de sostenibilidad y tecnologías disponibles para reducir emisiones en la producción y en la cadena de suministro de la industria minera, buscando mejorar la eficiencia operativa y competitividad de las empresas proveedoras.
- Desarrollar un conjunto de recomendaciones y directrices prácticas para la implementación efectiva de medidas de reducción de emisiones, considerando aspectos económicos, tecnológicos y logísticos para garantizar la viabilidad y eficacia de las estrategias propuestas.

4. ALCANCE DEL ESTUDIO

El presente trabajo de investigación se enfoca en la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) de alcance 3 en la industria minera y sus proveedores. El alcance que se detalla a continuación establece los parámetros dentro de los cuales se desarrolla la investigación, especificando los aspectos que se incluyen y aquellos que quedan fuera del análisis. Esta delimitación permite una exploración profunda y focalizada del tema, asegurando la relevancia y aplicabilidad de los resultados obtenidos.

A continuación, se presentan los elementos clave que definen el alcance de este estudio:

1. Delimitación del sector: Este estudio se enfoca específicamente en la industria minera y sus proveedoras. Se consideran proveedores de diferentes niveles en la cadena de suministro, desde fabricantes de equipos hasta proveedores de servicios y materiales.
2. Tipos de emisiones: El trabajo se centra exclusivamente en las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) de alcance 3.
3. Cobertura geográfica: El estudio abarca un alcance global de la industria minera, reconociendo la naturaleza internacional del sector. Esta perspectiva amplia se refleja en el análisis de casos de empresas multinacionales, prácticas de proveedores internacionales, consideración de normativas globales, exploración de tendencias mundiales en la reducción de emisiones de GEI en la cadena de suministro, y la inclusión de ejemplos y mejores prácticas de diversas regiones.
4. Periodo de estudio: El análisis abarca datos y tendencias de los últimos 5 años (2019-2024), con proyecciones y recomendaciones para los próximos 25 años.
5. Aspectos incluidos: Análisis de normativas y estándares internacionales relevantes; Evaluación de tecnologías y prácticas actuales para la reducción de

emisiones; Estudio de casos de éxito en la industria minera y otros sectores; Propuesta de estrategias y modelos de gestión de emisiones.

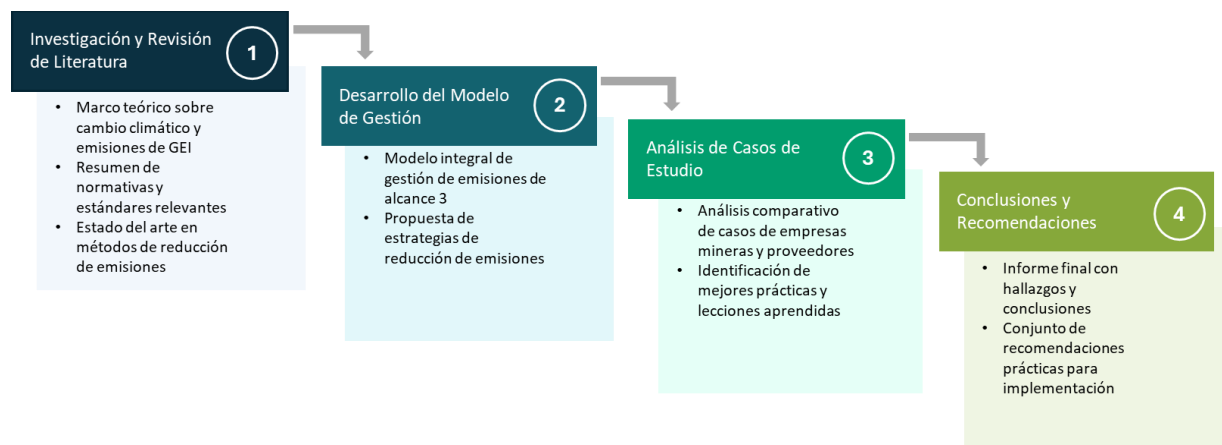
6. Aspectos excluidos: Análisis detallado de emisiones de alcance 1 y 2; Evaluación financiera exhaustiva de las estrategias propuestas; Implementación práctica de las recomendaciones en empresas específicas
7. Limitaciones del estudio: Disponibilidad y precisión de datos de emisiones de alcance 3 en algunas empresas; Variabilidad en las prácticas de reporte y medición entre diferentes empresas y países; Rápida evolución de tecnologías y normativas que pueden afectar la vigencia de algunas recomendaciones a largo plazo.
8. Impacto esperado: Este estudio busca proporcionar un marco de referencia y estrategias prácticas para que las empresas proveedoras de la industria minera reduzcan contribuyan en la reducción de emisiones de alcance 3, fortaleciendo de esta manera la sostenibilidad de toda la cadena de valor del sector minero.

5. METODOLOGÍA DE TRABAJO

La metodología propuesta se basa en un análisis teórico y de investigación, utilizando principalmente la técnica de recopilación documental y análisis de contenido. El estudio abarca un período de los últimos 5 años, con un enfoque global, centrándose en los gases de efecto invernadero (GEI) de alcance 3 relacionados con la industria minera.

Para visualizar de manera clara y concisa la metodología propuesta para esta investigación, se ha desarrollado un diagrama de fases (ver figura 5.1). Este diagrama ilustra las cuatro etapas principales del proceso de investigación, junto con los entregables específicos asociados a cada fase. La representación gráfica permite comprender la progresión lógica del estudio, desde la recopilación inicial de datos hasta la síntesis final de los hallazgos.

Al seguir esta metodología, se asegura que la investigación sea completa, bien documentada y que proporcione insights valiosos sobre el tema en cuestión.



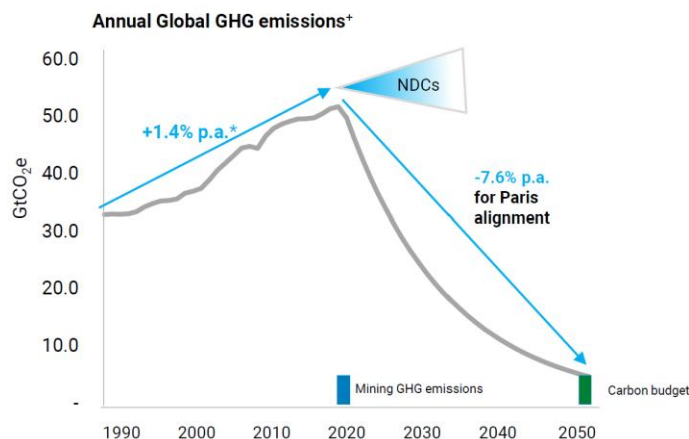
Fuente: Elaboración propia

Figura 5.1: Diagrama de fases de la metodología de trabajo

6. ESTADO DEL ARTE

A medida que el mundo enfrenta la urgente necesidad de descarbonizar sus economías para cumplir con los objetivos del Acuerdo de París, la industria minera se posiciona como un actor clave en este proceso. La producción de metales como el cobre, níquel, aluminio, manganeso, entre otros, es fundamental para la transición hacia energías limpias, pero su extracción y procesamiento generan emisiones considerablemente altas. La industria minera es responsable de cerca del 10% de las emisiones globales totales de gases de efecto invernadero (ver figura 6.1), lo que agrava el cambio climático y sus efectos devastadores en el medio ambiente y la sociedad. Por lo tanto, es imperativo que el sector adopte prácticas sostenibles y tecnologías innovadoras que reduzcan su huella de carbono.

Mineral and metal production across all market segments is responsible for
~10% OF GLOBAL GHG EMISSIONS



Sources: Azadi, M., Northey, A., Ali, S.H. and M. Edraki, Transparency on greenhouse gas emissions from mining to enable climate change mitigation, 2020, Nature Geoscience, Vol 13, 100-104; Carbon Trust analysis, +Trends in global CO₂ and total greenhouse gas emissions: 2021 report. Netherlands Environmental Assessment Agency. * Average annual emissions growth excluding LULUCF. NDCs – Nationally Determined Contributions.

Fuente: NET ZERO ROADMAP TO 2050 For Copper & Nickel Mining Value Chains, pág.10

Figura 6.1: Industria minera y su impacto en las emisiones globales de GEI

En este contexto, la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) se ha convertido en uno de los objetivos centrales para controlar el calentamiento global. En octubre de 2021, el Consejo Internacional de Minería y Metales (ICMM, por sus siglas en inglés) publicó su declaración sobre cambio climático, comprometiéndose a lograr cero emisiones netas de GEI de alcance 1 y 2 para 2050 o antes, alineándose con los objetivos del Acuerdo de París. Este compromiso representa una ambición conjunta de empresas que abarcan un tercio de la industria minera y de metales a nivel global para enfrentar el cambio climático y promover la sostenibilidad. Tal como lo exigen los Objetivos de Desarrollo Sostenible de la ONU, se requiere una colaboración integrada de todos los sectores de la sociedad para equilibrar el desarrollo económico, ambiental y social, promoviendo la prosperidad tanto de las personas como del planeta. En la figura 6.2 se presenta una línea de tiempo desde el acuerdo de París en la COP21 y los objetivos 2030 y 2050.



Fuente: Elaboración propia

Figura 6.2: Camino hacia las emisiones netas cero

La transición hacia un futuro bajo en carbono no solo es una responsabilidad ambiental, sino también una oportunidad para que la industria minera lidere el camino hacia un desarrollo más sostenible. Implementar estrategias de descarbonización permitirá no solo mitigar el impacto ambiental, sino también mejorar la resiliencia de las comunidades y asegurar el suministro de recursos críticos para las tecnologías del futuro. Así, la transformación de la minería será esencial para contribuir de manera significativa a los planes de descarbonización global.

Estudios recientes muestran que la industria minera ha estado adoptando diversas estrategias y tecnologías para reducir sus emisiones de GEI, con un enfoque particular en las emisiones de Alcance 1 y 2, y más recientemente Alcance 3. Dentro de los avances, desafíos y oportunidades en la reducción de emisiones en este sector se destaca lo siguiente:

- Uso de equipos móviles eléctricos, especialmente en minas subterráneas (Newmont Goldcorp ha implementado la primera mina totalmente eléctrica en Borden, Canadá).
- Optimización de procesos y adopción de tecnologías de control avanzado.
- Uso de equipos de alta eficiencia.
- Trabajo colaborativo y alianzas entre empresas mineras y proveedores de insumos estratégicos, como por ejemplo mercado del acero.
- Uso de energía renovable, muchas compañías mineras han logrado acuerdos de suministro de energía 100% renovables, logrando con esto el objetivo de emisiones netas cero en alcance 2. En Chile, el 67% de la energía suministrada a operaciones de cobre corresponde a energía renovable (ER) y de un total de 53 operaciones mineras, 34 ya cuentan con PPA (Power Purchase Agreements) de suministro de energía renovable (ver Tabla 6.1).

Tabla 6.1: Suministro de energías renovables por tamaño de operación minera del cobre en el 2022

Tipo de Minería	N° de Operaciones	Consumo Electricidad (TJ)	N° de Operaciones con PPA suministro de ER	PPA con suministro ER registrados en RENOVA	Electricidad suministrada con ER (TJ)
Gran Minería Estatal	8	25.216	1	0	4.909
Mediana Minería Estatal	6	971	6	1	961
Gran Minería	21	67.361	17	13	57.192
Mediana Minería	18	4.148	10	9	2.277
TOTAL	53	97.696	34	23	65.339
Porcentaje (%)			64%	43%	67%

Fuente: Cochilco en base a datos EMPAE 2023, página 34

Dentro de los desafíos y oportunidades, se identifica lo siguiente:

- Se debe promover el uso de estándares en toda la cadena de valor para contabilizar y reportar las emisiones de GEI, las que tienen impacto directo en las emisiones de alcance 3.
- La transición a tecnologías bajas en carbono requiere inversiones significativas en infraestructura y tecnología. Sin embargo, estas inversiones resultarán en ahorros a largo plazo debido a la mayor eficiencia operativa y menores costos de energía.
- La inversión en I+D es crucial para el desarrollo de nuevas tecnologías y prácticas que puedan reducir aún más las emisiones de GEI. La adopción de tecnologías emergentes como la inteligencia artificial y el Internet de las Cosas (IoT) puede proporcionar nuevas formas de optimizar las operaciones mineras.

La reducción de emisiones de GEI en la industria minera ha avanzado significativamente en los últimos años, con un fuerte enfoque en la electrificación, el uso de energías renovables y la mejora de la eficiencia energética. Sin embargo, las emisiones de Alcance 3 presentan desafíos adicionales que requieren soluciones innovadoras y colaboraciones a lo largo de toda la cadena de valor.

6.1 LA INDUSTRIA MINERA Y LAS EMISIONES DE ALCANCE 3

Las emisiones de alcance 3 desempeñan un papel crucial en la determinación de la huella de carbono total de una empresa minera y, por ende, en su impacto ambiental global. Estas emisiones representan una parte significativa y a menudo subestimada de sus emisiones totales de GEI.

La importancia de las emisiones de alcance 3 radica en varios aspectos clave:

- *Complejidad de la cadena de suministro:* La industria minera opera en una cadena de suministro globalizada e interconectada, con numerosos proveedores y contratistas en diferentes etapas y ubicaciones. Esto resulta en emisiones de Alcance 3 significativas, que pueden representar una parte considerable de la huella de carbono total de la empresa.
- *Impacto en el medio ambiente:* Las emisiones de Alcance 3 (indirectas) que forman parte de la cadena de valor, tienen un mayor impacto ambiental. Por ello, deben ser inventariadas y gestionadas adecuadamente para alcanzar el objetivo de cero emisiones para 2050.
- *Reputación y responsabilidad corporativa:* en un contexto de creciente conciencia ambiental y demanda de sostenibilidad por parte de los consumidores, inversionistas y reguladores, las empresas mineras están cada vez más bajo presión para abordar todas las fuentes de emisiones de gases de efecto invernadero, incluidas las emisiones de alcance 3.

En un contexto de creciente preocupación por el cambio climático, las compañías mineras representativas en la industria han establecido metas ambiciosas para disminuir su huella de carbono, abarcando tanto sus operaciones directas (Alcance 1 y 2) como su cadena de valor (Alcance 3). En la tabla 6.2, se presenta un resumen de los compromisos específicos de cada empresa, las estrategias implementadas para alcanzar estos objetivos, los logros obtenidos hasta la fecha y los desafíos futuros en su camino hacia la carbono neutralidad. Este resumen proporciona una perspectiva integral de cómo la

industria minera está abordando uno de los retos más apremiantes de nuestro tiempo: la descarbonización del sector. Algunos aspectos para destacar son los siguientes:

- La mayoría de las empresas mineras tienen objetivos para reducir sus emisiones de Alcance 1 y 2 entre un 30% y 70% para 2030, con metas de carbono neutralidad para 2040 y 2050.
- Para las emisiones de Alcance 3, los objetivos varían, pero generalmente apuntan a reducciones del 10% al 50% para 2030-2040.
- Las Estrategias principales para reducir las emisiones de Alcance 3 son:
 - Colaboración con proveedores y clientes para reducir emisiones en la cadena de valor.
 - Optimización del transporte marítimo y la cadena de suministro.
 - Foco en la industria del acero para desarrollar tecnologías más limpias.
 - Aumento del reciclaje y la economía circular.
- Dentro de los logros y avances clave, se destaca lo siguiente:
 - Varias empresas han logrado reducciones significativas en sus emisiones de Alcance 1 y 2, con porcentajes que van del 11% al 32% respecto a sus años base.
 - Aumento en el uso de energías renovables, con algunas empresas alcanzando el 100% en ciertas operaciones.
 - Implementación de flotas eléctricas y proyectos piloto de hidrógeno verde.
 - Reducciones en las emisiones de Alcance 3, especialmente en el transporte marítimo.
- Desafíos y áreas de enfoque futuro:
 - Continuar la descarbonización de las operaciones mineras.
 - Desarrollar y escalar tecnologías de bajas emisiones.
 - Fortalecer la colaboración en toda la cadena de valor para abordar las emisiones de Alcance 3.
 - Aumentar la inversión en innovación y soluciones basadas en la naturaleza.

Tabla 6.2: Objetivos, estrategias y logros en reducción de emisiones de GEI Alcance 1, 2 y 3 en seis compañías mineras

Empresa	Objetivos Reducción Emisiones Alcance 1 y 2	Objetivos Reducción Emisiones Alcance 3 (Cadena de Valor)	Principales Estrategias	Desafíos y Logros Clave
Codelco	<ul style="list-style-type: none"> - Reducir 70% de emisiones de GEI de alcance 1 y 2 al 2030. - Lograr Carbono neutralidad al 2050. 	<p>No hay un objetivo general.</p> <p>2030</p> <ul style="list-style-type: none"> - <i>Reciclar 65% de los residuos industriales no peligrosos a 2030.</i> 	<p>Alcance 1 y 2:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Lograr que el 100% de su matriz energética provenga de fuentes renovables. - Lograr 100% de electromovilidad en las minas subterráneas. - Alcanzar 10% de reducción de emisiones en camiones de extracción de alto tonelaje (CAEX). <p>Alcance 3:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Reciclar el 65% de sus residuos industriales sólidos no peligrosos, como aceros, maderas, materiales de embalaje, basura orgánica y chatarras, incluyendo valorizar el 100% de sus neumáticos mineros y reducir el inventario. 	<ul style="list-style-type: none"> - Se han incorporado flotas de vehículos eléctricos para el transporte de empleados. - Liderazgo en hidrógeno verde. <p>- Han logrado reciclar 34,7% de sus residuos no peligrosos.</p> <p>- Han logrado recuperar 47,8% del total de los residuos generados en sus operaciones (peligrosos y no peligrosos).</p>
BHP	<ul style="list-style-type: none"> - 2030: Reducir las emisiones operativas de GEI al menos un 30% con respecto al año fiscal 2020. - Lograr cero emisiones netas operativas al 2050 	<p>Procurar cumplir el objetivo a largo plazo de cero emisiones netas de GEI de Alcance 3.</p> <p>2030</p> <ul style="list-style-type: none"> - Siderurgia: Apoyar la industria para desarrollar tecnologías y mecanismos que permitan la reducción de la intensidad de emisiones en un 30% en la fabricación de acero. - Transporte marítimo: Apoyar una reducción del 40% en la intensidad de las emisiones derivadas del medio de envío contratado por BHP para sus productos. <p>2050</p> <ul style="list-style-type: none"> - Transporte marítimo: Cero emisiones netas de GEI en todos los envíos de productos de BHP. - Proveedores: Cero emisiones netas operativas de GEI de sus proveedores directos. 	<p>Alcance 1 y 2:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Transición hacia fuentes 100% renovables en operaciones globales, con objetivos específicos por región. - Electrificación, conversión de equipos y procesos a eléctricos, incluyendo soluciones de transporte en minería. - Mejora continua en la eficiencia energética de todas las operaciones. - Implementación de tecnologías y prácticas para minimizar las emisiones fugitivas de metano en operaciones de carbón. <p>Alcance 3:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Colaboración con clientes y proveedores para desarrollar tecnologías de bajas emisiones. - Optimización del transporte marítimo y la cadena de suministro. - Desinversión en activos de carbón térmico. - Inversión en innovación, tecnologías bajas en carbono y proyectos de compensación. - Exploración de soluciones basadas en la naturaleza para la captura de carbono. 	<ul style="list-style-type: none"> - Reducción del 32% en las emisiones operativas de GEI con respecto al año fiscal 2020. - Reducción del 11,8% en la intensidad de emisiones de GEI (toneladas de CO₂-e por tonelada de cobre equivalente producida) desde el año base. - Uso de energía renovables aumentó al 24% con respecto al 2020. <p>- Reducción del 10% en las emisiones netas Alcance 3 con respecto al 2020.</p> <p>- Reducción del 41% en la intensidad de las emisiones del transporte marítimo para el envío de sus productos a partir de 2008.</p> <p>- US\$114 millones comprometidos en asociaciones siderúrgicas y emprendimientos hasta la fecha</p>
AngloAmerican	<ul style="list-style-type: none"> - Reducir las emisiones GEI en un 30% para 2030 - Carbono neutralidad para 2040. 	<ul style="list-style-type: none"> - Reducir 50% de emisiones de alcance 3 para 2040 (base 2020). - Transporte marítimo: Lograr carbono neutralidad al 2040, con una reducción intermedia del 30% al 2030 - Economía circular: Aumentar en un 50% la reutilización/reciclaje al 2030 - Enfoque upstream: Colaboración con 100 proveedores principales - Industria del acero: Aumento uso de chatarra por arriba del 40% en los próximos 10 años. 	<p>Alcance 1 y 2:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Eficiencia energética en todas las operaciones - 100% energía renovable para 2040 - Electrificación de flota minera - Inversión en hidrógeno verde para reemplazar combustibles fósiles. - Exploración de captura y almacenamiento de carbono <p>Alcance 3:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Colaboración integral con clientes, proveedores y fabricantes de acero para reducir emisiones. - Foco en la industria del acero: tecnologías limpias y producción de hierro de alta calidad. - Transporte marítimo sostenible, adopción de combustibles alternativos (GNL, biocombustibles). - Descarbonización de la cadena de suministro global. 	<ul style="list-style-type: none"> - Reducción del 11% en las emisiones de GEI de Alcance 1 y 2 vs. 2020 - Electricidad renovable: 58% del total vs. 2020 <p>Iniciativas principales:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Plantas solares: 100 MW en Quellaveco, Perú - Electrificación: Prototipo camión eléctrico 290 ton - Eficiencia energética: Sistemas de gestión en todas las operaciones - Hidrógeno verde: Proyecto en Mogalakwena, Sudáfrica - Reducción de metano en operaciones de carbón - Certificaciones ISO 50001 en varias operaciones <p>Logros en reducción de emisiones (vs. 2020):</p> <ul style="list-style-type: none"> - Alcance 3: -17% - Transporte marítimo: -15% - Intensidad emisiones mineral de hierro: -5% - Reutilización y reciclaje: +11%
Glencore	<ul style="list-style-type: none"> - Reducir las emisiones de Alcance 1 y 2, como parte del objetivo de reducir las emisiones de alcance 1, 2 y 3, en un 15% para el 2026 y 50% para 2035 (base 2019). - Carbono neutralidad para 2050. 	<ul style="list-style-type: none"> - Reducir las emisiones de Alcance 3, como parte del objetivo de reducir las emisiones totales (Alcance 1, 2 y 3), en un 15% para el 2026, 25% para 2030 y 50% para 2035 (base 2019). - Lograr, sujeto a un entorno político favorable, carbono neutralidad para 2050. 	<p>Alcance 1 y 2:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Implementar Plan de Acción de Transición Climática (CATP). - Mejorar eficiencia energética. - Aumentar uso de energías renovables. <p>Alcance 3:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Reducir la producción de carbón térmico. - Trabajar con socios de la cadena de suministro y clientes para promover prácticas más sostenibles. - Invertir en commodities que facilitan la transición energética. 	<ul style="list-style-type: none"> - Reducción del 17% en las emisiones de GEI de Alcance 1 y 2 vs. 2019 - Energía renovable: 5.4% del total <p>- 22% de reducción de emisiones, logrado por el cierre de minas de carbón (impacto en uso de productos vendidos).</p> <p>- 90% de emisiones de GEI son de alcance 3</p>
Antofagasta Minerals	<ul style="list-style-type: none"> - Reducir las emisiones en un 50% para 2035 (base 2020) - Carbono neutralidad para 2050. 	<ul style="list-style-type: none"> - Reducir 10% de emisiones de GEI de alcance 3 para 2030 (base 2022). 	<p>Alcance 1 y 2:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Implementación de un plan de descarbonización. - Electrificación de operaciones y equipos. - Uso de energías renovables. - Eficiencia energética. <p>Alcance 3:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Colaboración con proveedores para medir y reducir emisiones. - Participación en la Mesa para la Trazabilidad de Emisiones de Alcance 3 de la industria minera. - Implementación del programa "Proveedores para un Futuro Mejor". 	<ul style="list-style-type: none"> - Desde abril de 2022, todas las operaciones mineras cuentan con contratos de energía renovable. - Implementación de la flota de camionetas eléctricas más grande de la industria minera chilena en Centinela - Adquisición de equipos mineros eléctricos para operar en el rajo autónomo Esperanza Sur. <p>- Creación de la Mesa para la Trazabilidad de Emisiones de Alcance 3 junto con otras empresas mineras.</p> <p>- Desarrollo de estrategias específicas para apoyar a los proveedores de mayor tamaño en la reducción de emisiones de GEI.</p>
Teck Resources Limited	<ul style="list-style-type: none"> - Reducir 33% de emisiones de GEI de alcance 1 y 2 para 2030 - Cero emisiones netas de alcance 2 para 2025 - Carbono neutralidad para 2050. 	<ul style="list-style-type: none"> - Ambición de lograr emisiones netas cero de Alcance 3 para 2050. - Apoyar a los socios en el avance de soluciones de reducción de GEI capaces de reducir la intensidad global de carbono de la fabricación de acero en un 30% para 2030. - Apoyar una reducción del 40% en la intensidad de emisiones de envío para 2030 para los envíos contratados. 	<p>Alcance 1 y 2:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Implementar tecnologías de descarbonización en cuatro áreas principales: suministro de energía, equipos móviles, combustión estacionaria y emisiones de proceso, y emisiones fugitivas de metano. - Transición a fuentes de energía renovable. - Implementar tecnologías de captura y almacenamiento de carbono (CCUS). - Electrificarse la flota de vehículos y utilizar combustibles alternativos. <p>Alcance 3:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Colaborar con clientes y proveedores de transporte para establecer corredores de cadena de suministro de bajas emisiones. - Implementar acuerdos con socios de transporte para reducir emisiones. - Pilotar el uso de tecnologías de bajas emisiones en la cadena de suministro. 	<ul style="list-style-type: none"> - Proyecto piloto de Captura, Utilización y Almacenamiento de Carbono (CCUS) operativo las operaciones de Trail. - Red eléctrica 98% limpia en operaciones de B.C. - Transporte: Desplazamiento equivalente a 218 vehículos de combustión interna. <p>- Acuerdo con Canadian Pacific Kansas City Limited para pilotar el uso de locomotoras de hidrógeno en la cadena de suministro de carbón siderúrgico.</p> <p>- Contrato de reducción de emisiones de flete con NORDEN.</p> <p>- Acuerdo con Oldendorff para equipar un buque con rotores Flettner para reducir emisiones.</p>

Fuente: Elaboración propia

En cuanto a sus emisiones de gases efecto invernadero (GEI) reportadas, se puede corroborar que las emisiones de Alcance 3, constituyen una proporción significativa del total, oscilando entre el 65% y el 97% para las empresas analizadas (ver tabla 6.3). Esto subraya la importancia de considerar las emisiones más allá de las operaciones directas de las compañías mineras.

Tabla 6.3: Emisiones de GEI de empresas mineras de acuerdo a Alcance 1, 2 y 3

Año reporte de sustentabilidad	2023		2023		2023		2023		2022		2023	
Empresa Minera	Codelco		BHP		Anglo American		Glencore		Antofagasta Minerals		Teck	
Emisiones totales de tCO ₂ e	9.787.000		380.300.000		108.322.262		432.810.139		6.901.690		73.075.000	
Alcance 1 [tCO ₂ e]	1.797.000		8.000.000		7.500.000		16.720.000		1.113.581		3.032.000	
Alcance 2 [tCO ₂ e]	1.657.000		1.800.000		5.000.000		10.330.000		95.236		620.000	
Alcance 3 [tCO ₂ e]	6.333.000		370.500.000		95.822.262		405.760.139		5.692.873		69.423.000	
% emisiones alcance 3 sobre el total	65%		97%		88%		94%		82%		95%	
Emisiones Alcance 3 por categorías [tCO₂e]												
1. Bienes y servicios adquiridos	600.000	9%	9.100.000	2%	3.234.661	3%	16.544.196	4%	3.232.187	57%	572.000	1%
2. Bienes de capital	-	-	-	-	1.565.027	2%	1.925.945	0,5%	17.597	0,31%	363.000	1%
3. Actividades relacionadas con el combustible y la energía	491.000	8%	2.400.000	1%	2.438.802	3%	4.525.775	1%	781.613	14%	621.000	1%
4. Transporte y distribución aguas arriba	1.316.000	21%	4.400.000	1%	1.176.842	1%	5.385.619	1%	174.127	3%	711.000	1%
5. Residuos generados en las operaciones	85.000	1%	-	-	46.659	0,05%	-	-	1.804	0,03%	34.000	0,05%
6. Viajes de negocios	8.000	0,13%	100.000	0,03%	58.481	0,06%	-	-	5.841	0,10%	23.000	0,03%
7. Desplazamientos de los empleados	105.000	2%	200.000	0,05%	47.218	0,05%	-	-	5.362	0,09%	10.000	0,01%
8. Activos arrendados aguas arriba	-	-	-	-	-	-	-	-	14.345	0,25%	-	-
9. Transporte y distribución aguas abajo	100.000	2%	2.800.000	1%	2.628.388	3%	2.527.961	1%	244.111	4%	344.000	0,50%
10. Procesamiento de los productos vendidos	3.387.000	53%	313.200.000	85%	54.077.673	56%	17.463.599	4%	1.215.886	21%	975.000	1%
11. Uso de los productos vendidos	-	-	37.000.000	10%	22.159.370	23%	324.404.588	80%	-	-	65.146.000	94%
12. Tratamiento al final de la vida útil de los productos vendidos	-	-	-	-	4.251	0,00%	-	-	-	-	15.000	0,02%
13. Activos arrendados aguas abajo	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
14. Franquicias	-	-	-	-	95	0%	-	-	-	-	-	-
15. Inversiones	241.000	4%	1.300.000	0,4%	8.384.795	9%	32.982.455	8%	-	-	609.000	1%

Fuente: Elaboración propia

A su vez, dentro del Alcance 3, ciertas categorías destacan por su contribución sustancial. El procesamiento y uso de los productos vendidos (categorías 10 y 11) son generalmente las fuentes más significativas de emisiones, representando entre el 53% y el 94% de las emisiones de Alcance 3 para algunas empresas mineras. Otras categorías relevantes incluyen los bienes y servicios adquiridos (categoría 1), que puede variar del 2% al 57% del total de Alcance 3, el transporte y la distribución (categorías 4 y 9), que oscila entre el 1% y el 21%, y las inversiones (categoría 15), que puede representar hasta el 9% de las emisiones de Alcance 3. Esta distribución refleja la complejidad de la cadena de valor en la industria minera y los múltiples puntos donde se generan emisiones indirectas. Es importante notar que estos porcentajes varían significativamente entre las

empresas, lo que subraya las diferencias en sus operaciones y cadenas de suministro. Por otro lado, existen variaciones considerables en las cantidades de emisiones reportadas por las diferentes empresas. Esto podría atribuirse a factores como el tamaño de las operaciones, los métodos de cálculo empleados o la exhaustividad de los informes. Además, no todas las empresas informan sobre todas las categorías de Alcance 3, lo que sugiere posibles diferencias en las prácticas de reporte o en la relevancia de ciertas categorías para diferentes operaciones mineras.

7. MARCO TEÓRICO

La mirada central de esta investigación estará puesta en conceptos relacionados con cambio climático, efecto invernadero, gases efecto invernadero y su clasificación, así como también el marco normativo, estándares y guías relacionadas, entre otros aspectos.

También se analizará lo planteado en conferencias mundiales tales como: la Conferencia de Naciones Unidas sobre Medio Ambiente y Desarrollo (CNUCED); la Cumbre Mundial sobre Desarrollo Sostenible; la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC o UNFCCC en sus siglas inglesas); la Conferencia de las Partes (COP en sus siglas en inglés), etc.

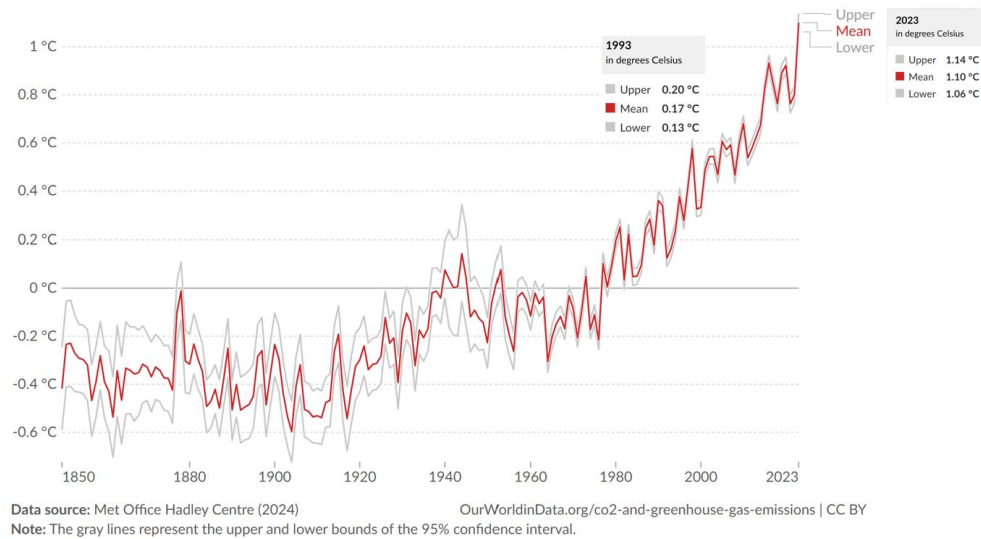
7.1. CAMBIO CLIMÁTICO Y CALENTAMIENTO GLOBAL

Por cambio climático se entiende un cambio significativo y duradero de los patrones locales o globales del clima, las causas pueden ser naturales (variaciones en la energía que se recibe del Sol, erupciones volcánicas, circulación oceánica, procesos biológicos y otros), o puede ser causada por influencia antrópica (a través de la emisión de CO₂ y otros gases que atrapan calor, o alteración del uso de grandes extensiones de suelos), que causan, finalmente, un calentamiento global.

En la figura 7.1, se puede apreciar el comportamiento de las temperaturas globales del planeta, observándose además que en los últimos 30 años la temperatura ha tenido un incremento en términos absolutos de 0,93°C promedio.

Average temperature anomaly, Global

Global average land-sea temperature anomaly relative to the 1961-1990 average temperature baseline.



Fuente: [Average temperature anomaly, Global \(ourworldindata.org\)](https://ourworldindata.org)

Figura 7.1: Anomalía de temperatura media Global

El Calentamiento Global es un aumento gradual de la temperatura de la atmósfera terrestre, la cual se ha estado observando desde finales del siglo XIX. Nadie pone en duda el aumento de la temperatura global, lo que todavía genera controversia es la fuente y razón de este aumento de la temperatura. Aun así, gran parte de la comunidad científica asegura que hay más de un 90% de certeza que el aumento se debe al incremento en las concentraciones de gases de efecto invernadero debido a las actividades humanas como la quema de combustibles fósiles (carbón, gasolina, gas natural y petróleo) y la deforestación.

7.2. EFECTO INVERNADERO

El efecto invernadero, es un fenómeno natural, cuya existencia es aceptada a nivel universal. Sin él, la vida, tal como la conocemos, no sería posible. En la ausencia de una

atmósfera, la temperatura superficial sería aproximadamente -19°C . Esta es conocida como la temperatura efectiva de radiación terrestre.

La temperatura de la Tierra es resultado de un equilibrio entre la energía que recibe del Sol (radiación solar) y la energía que libera al espacio exterior. La superficie de la Tierra absorbe alrededor del 48% de la energía solar entrante, mientras que la atmósfera absorbe el 23%. El resto se refleja de nuevo en el espacio. Los procesos naturales aseguran que la cantidad de energía entrante y saliente sea igual, manteniendo estable la temperatura del planeta. Parte de la energía absorbida en la superficie terrestre vuelve a irradiarse a la atmósfera y al espacio en forma de energía calorífica. En la atmósfera, no toda la radiación térmica emitida por la Tierra alcanza el espacio exterior. Parte de esta es absorbida y reflejada de nuevo hacia la superficie de la Tierra por las moléculas de los llamados gases efecto invernadero (GEI) y las nubes, lo que da lugar a una temperatura media global en torno a 14°C , muy superior a los -19°C que se sentirían sin el efecto invernadero natural.

Los procesos físicos básicos que explican el efecto invernadero se remontan hace casi dos siglos atrás. Fourier, fue el primero en señalarlos en 1827; el científico notó su similitud con el funcionamiento de un invernadero.

Los gases de efecto invernadero se caracterizan por su capacidad de absorber la radiación solar y la radiación térmica producida por la Tierra, actuando como una manta que cubre toda la superficie terrestre. El efecto es similar al del vidrio que cubre el invernadero de un jardín, de ahí el nombre del fenómeno. Gracias a ello, la superficie terrestre donde se desarrolla la vida mantiene una temperatura ambiente más o menos constante, que disminuye con la altura, debido a que estos gases se concentran en las partes inferiores de la atmósfera.

Los gases efecto invernadero, a diferencia de otros gases atmosféricos como el oxígeno y el nitrógeno, son opacos a la radiación infrarroja saliente. Es decir, a medida que aumenta la concentración de GEI en la atmósfera, la energía radiada desde la superficie queda atrapada en la atmósfera y no puede escapar del planeta, por lo que vuelve a la superficie, donde es reabsorbida.

A lo largo de los años, el efecto invernadero se ha visto potenciado por la acción humana. Desde la Revolución Industrial, el aumento de los GEI debido a la actividad humana ha provocado cambios significativos en el clima global. Este incremento, causado principalmente por la quema de combustibles fósiles, la deforestación y la contaminación de ecosistemas, ha intensificado el efecto invernadero, resultando en un aumento de la temperatura media mundial y otros cambios climáticos notables. Este fenómeno, conocido como calentamiento global, es consecuencia directa del uso irresponsable de los recursos naturales y está alterando el equilibrio climático del planeta.

La actividad económica genera emisiones de GEI en la atmósfera. En lo que se refiere al clima, lo que importa no son las emisiones per se, sino las concentraciones atmosféricas de los gases. Las concentraciones dependen de las emisiones y del funcionamiento de los procesos que eliminan los gases de la atmósfera, conocidos como sumideros. Lamentablemente, el funcionamiento de los sumideros cada vez se ve más afectado producto de la actividad económica.

7.3 GASES EFECTO INVERNADERO (GEI)

Los gases responsables del efecto invernadero existen en cantidades muy pequeñas en la atmósfera, que está formada, principalmente, por un 78% de nitrógeno y un 21 % de oxígeno. Del 1 % restante, el 90 por ciento es argón, lo cual deja un margen de apenas el 0,1 por ciento del total para el resto de los gases que también componen la atmósfera. En la tabla 7.1, se muestran las concentraciones atmosféricas de los tres gases de efecto invernadero principales, como se estima eran antes de la Revolución Industrial, y las mediciones de 2022. Siguiendo la práctica habitual, las concentraciones se expresan en ppm (partes por millón) y ppmm (parte por mil millones). La cifra preindustrial de 278,3 ppm para el CO₂ corresponde al 0,028 por ciento de la atmósfera. Esos gases difieren en cuanto a la eficacia con la que absorben y vuelven a emitir radiación infrarroja. A nivel molecular, el CO₂ es, de lejos, el menos eficaz, y el N₂O es el más eficaz. Sin embargo, como se muestra en la tabla 7.1, hay mucho más CO₂ en la

atmósfera, de manera que cumple un papel más importante en el efecto invernadero que el CH₄ y el N₂O.

Tabla 7.1: Promedio mundial anual de las concentraciones en superficie en 2022 de los principales gases de efecto invernadero

	CO ₂	CH ₄	N ₂ O
Abundancia media mundial en 2022	417,9 ± 0,2 ppm	1 923 ± 2 ppmm	335,8 ± 0,1 ppmm
Abundancia en 2022 respecto a 1750 ^a	150 %	264 %	124 %
Aumento en valor absoluto entre 2021 y 2022	2,2 ppm	16 ppmm	1,4 ppmm
Aumento en valor relativo entre 2021 y 2022	0,53 %	0,84 %	0,42 %
Aumento anual medio en valor absoluto en los últimos diez años	2,46 ppm año ⁻¹	10,2 ppmm año ⁻¹	1,05 ppmm año ⁻¹
^a Suponiendo unas concentraciones preindustriales de 278,3 ppm para el CO ₂ , 729,2 ppmm para el CH ₄ y 270,1 ppmm para el N ₂ O. Número de estaciones utilizadas para los análisis: 146 para el CO ₂ , 151 para el CH ₄ y 109 para el N ₂ O.			

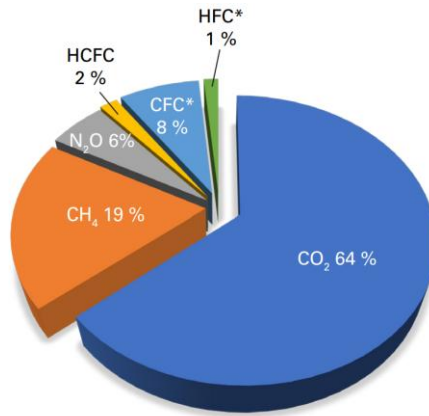
Fuente: BOLETÍN DE LA OMM SOBRE LOS GASES DE EFECTO INVERNADERO N°19, 15 de noviembre de 2023, pág. 4

Los principales GEI son los siguientes:

- **Dióxido de carbono (CO₂):** Gas de efecto invernadero más abundante y que comparte origen natural incluido en el ciclo del carbono y artificial, por la industrialización. Su elevada capacidad calorífica le permite absorber una parte sustancial de la energía térmica y su facilidad de distribución planetaria contribuye a que el efecto no sea solo de efecto local. Este gas contribuye aproximadamente con el 64% del forzamiento radiactivo de los GEI de larga duración (ver figura 7.2). Su aumento en la atmósfera se debe principalmente a actividades humanas como la quema de combustibles fósiles y biomasa, la deforestación y cambios en el uso de la tierra, que no solo aumentan las emisiones, sino que también reducen la capacidad de absorción de CO₂ por parte de la biota terrestre.

- **Metano (CH₄):** Es el segundo GEI más importante, causando aproximadamente el 19% del calentamiento adicional desde la era preindustrial. Sus principales fuentes antropogénicas son la agricultura (cultivos de arroz y ganadería), la producción de combustibles fósiles y los vertederos, mientras que los humedales son la mayor fuente natural. Aunque se elimina naturalmente de la atmósfera, el aumento de las emisiones humanas ha incrementado significativamente su concentración, convirtiéndolo en un objetivo clave para mitigar el cambio climático. Su capacidad calorífica es 80 veces mayor que el CO₂.
- **Óxido nítrico (N₂O):** Es el tercer GEI más importante, causando cerca del 6% del calentamiento adicional desde la era preindustrial. También es la principal sustancia que agota la capa de ozono. Sus fuentes principales son la quema de combustibles fósiles, fertilizantes agrícolas y procesos naturales en suelos y océanos. Se elimina de la atmósfera por descomposición solar. Su doble impacto en el clima y la capa de ozono lo hace crucial en las estrategias de mitigación ambiental. Este gas tiene una capacidad de absorción térmica 300 veces superior al CO₂.
- **Hidrofluorocarbonos (HFCs):** Son compuestos químicos sintéticos que contienen hidrógeno, flúor y carbono. Fueron desarrollados como alternativas a los clorofluorocarbonos (CFCs) y los hidroclorofluorocarbonos (HCFCs) para reducir el daño a la capa de ozono. Sin embargo, aunque no dañan la capa de ozono, son potentes gases de efecto invernadero. Se utilizan comúnmente en sistemas de refrigeración, aire acondicionado, como propelentes en aerosoles y en la producción de espumas aislantes.
- **Perfluorocarbonos (PFCs):** Son compuestos sintéticos que contienen únicamente carbono y flúor. Son extremadamente estables y tienen una vida atmosférica muy larga, lo que los convierte en gases de efecto invernadero muy potentes. Se utilizan principalmente en la industria electrónica para la limpieza de componentes electrónicos y en la fabricación de semiconductores. También se encuentran en algunos sistemas de refrigeración y extintores de incendios.

- **Hexafluoruro de azufre (SF6):** Es un gas inerte, no tóxico y no inflamable compuesto de azufre y flúor. Es el gas de efecto invernadero más potente conocido, con un potencial de calentamiento global 23,500 veces mayor que el CO₂ en un horizonte de 100 años. Se utiliza principalmente como aislante eléctrico en equipos de alto voltaje, como interruptores eléctricos, y también en la industria de semiconductores y en aplicaciones médicas. Debido a su alto potencial de calentamiento global, su uso está estrictamente regulado en muchos países.



Fuente: BOLETÍN DE LA OMM SOBRE LOS GASES DE EFECTO INVERNADERO N°19, 15 de noviembre de 2023, pág. 3

Figura 7.2: Contribución de los principales GEI de larga vida al aumento del forzamiento radiactivo mundial desde la era preindustrial hasta 2022

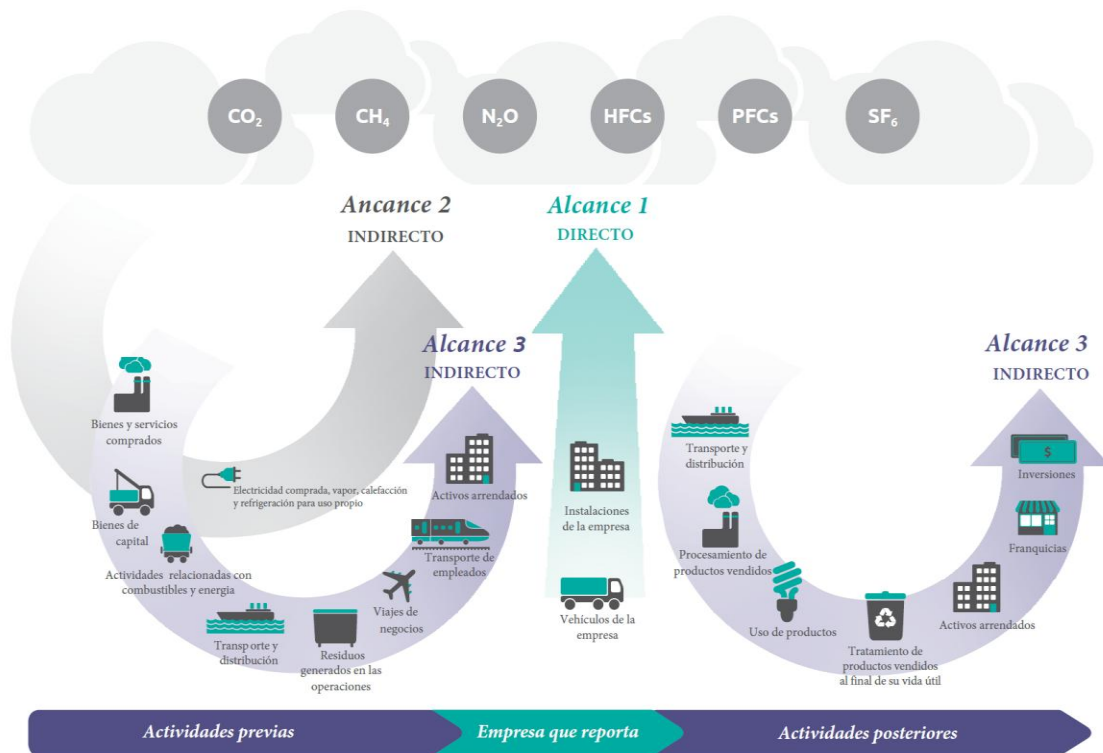
7.4. DEFINICIÓN DE EMISIONES DE ALCANCE 1, 2 Y 3

La clasificación del tipo de emisiones de Gases Efecto Invernadero (GEI), por alcance 1, 2 y 3, nace a partir del Protocolo de Gases Efecto Invernadero (GHG Protocol). Su objetivo fue entre otros, ayudar a delinear las fuentes de emisiones directas e indirectas de una empresa, mejorar la transparencia de la información, proveer utilidad para distintos tipos de organizaciones, definir políticas de cambio climático y compromisos empresariales.

Como se mencionó anteriormente, el propósito de introducir esta clasificación fue ayudar a las organizaciones a comprender y gestionar sus emisiones de GEI de una mejor manera. Desde entonces, esta clasificación se ha convertido en un estándar reconocido internacionalmente para la contabilidad y la gestión de emisiones de gases de efecto invernadero. La definición de emisiones de acuerdo con su alcance es la siguiente:

- **Alcance 1:** Son aquellas que provienen de fuentes que están bajo el control directo de una organización. Esto puede incluir, por ejemplo, emisiones de procesos productivos que utilizan combustibles de origen fósil, emisiones de los vehículos de la empresa, entre otros. Para muchas organizaciones, la gestión de estas emisiones es una prioridad para mejorar la sostenibilidad, lo que implica mejorar su eficiencia energética, optimización de procesos y adoptar tecnologías más ecológicas.
- **Alcance 2:** Son indirectas y resultan de la adquisición de electricidad, calor o vapor por parte de una organización. Estas emisiones se generan fuera de las instalaciones de la organización, durante la producción de la energía comprada. Factores como la ubicación geográfica y las decisiones de compra de energía afectan el nivel de estas emisiones. La elección de fuentes de energía más limpias, como las renovables, ayudan a reducir las emisiones de alcance 2.

- Alcance 3:** Son aquellas emisiones indirectas de GEI asociadas con las actividades de una organización, pero que ocurren fuera de su control operativo directo. Estas emisiones son el resultado de actividades relacionadas con la cadena de suministro, la compra de bienes y servicios, los viajes de negocios, el uso de los productos vendidos, entre otros. Aunque la organización no controla directamente estas actividades, todavía son parte integral de su huella de carbono total y, por lo tanto, es importante considerarlas al evaluar su impacto ambiental y al desarrollar su estrategia de reducción de emisiones. La Figura 7.3 proporciona una visión general respecto de la clasificación de las emisiones de GEI a lo largo de la cadena de valor.



Fuente: Corporate Value Chain (Scope 3) Accounting and Reporting Standard, pág. 5

Figura 7.3: Visión general de los alcances y las emisiones del Protocolo de GEI a lo largo de la cadena de valor

El Protocolo de GEI divide además las emisiones susceptibles de inventario, dentro del Alcance 3, en emisiones de actividades previas o aguas arriba (upstream) y

emisiones de actividades posteriores o aguas abajo (downstream), clasificándolas a su vez en 15 categorías. No todas las categorías son relevantes para todas las empresas, pero conocerlas y comprenderlas es útil a la hora de idear estrategias de reducción que sean eficaces.

Las emisiones de actividades previas (upstream), están relacionadas con productos y servicios comprados o adquiridos y se producen generalmente “de la cuna a la puerta” (cradle to gate). Las ocho categorías se pueden ver y comprender en la tabla 7.2.

Tabla 7.2: Alcance 3, emisiones de actividades previas (upstream)

Alcance 3: Emisiones de actividades previas (upstream)		
1	Bienes y servicios adquiridos	Incluye todas las emisiones desde la fuente (de la cuna a la puerta), procedentes de la producción de productos y servicios comprados o adquiridos por una empresa.
2	Bienes de capital	Incluye las emisiones procedentes de la producción de bienes de capital comprados o adquiridos por una empresa, como el equipamiento, la maquinaria, los edificios, las instalaciones y los vehículos.
3	Actividades relacionadas a energía y combustible	Incluye las emisiones relacionadas con la producción de combustibles y energía comprada y consumida por una empresa que no están incluidas en el alcance 1 o el alcance 2. Las actividades relacionadas con la energía y el combustible, incluida la extracción, la producción y el transporte de los combustibles consumidos por una empresa.
4	Transporte y distribución	Incluye las emisiones del transporte y la distribución de productos y servicios comprados o adquiridos por una empresa en vehículos e instalaciones que no posee ni opera. Esto incluye todos los tipos de transporte de mercancía y el almacenamiento de los productos comprados en almacenes, centros de distribución e instalaciones comerciales.
5	Residuos generados en las operaciones	Incluye las emisiones procedentes de la eliminación y el tratamiento por parte de terceros de los residuos sólidos y las aguas residuales que se generan en las operaciones propias o controladas por una empresa.
6	Viajes de negocio	Incluye las emisiones procedentes del transporte de los empleados de una empresa para actividades relacionadas con el negocio en vehículos bajo propiedad o control de terceros, incluidos aviones, trenes, autobuses y turismos.
7	Desplazamientos de los empleados	Incluye las emisiones del transporte de los empleados de una empresa entre sus hogares y sus lugares de trabajo, en vehículos que son propiedad u operados por otras empresas.
8	Activos arrendados	Incluye las emisiones procedentes de la explotación de activos arrendados por una empresa y que aún no están incluidos en sus inventarios de alcance 1 o 2.

Fuente: Elaboración propia

Las emisiones de actividades posteriores (downstream), incluyen emisiones de GEI indirectas relacionadas con los productos y servicios vendidos. Dichas emisiones se producen una vez que el producto deja de estar bajo el control de la empresa. Los siete

tipos de emisiones de actividades posteriores se pueden ver y comprender en la tabla 7.3:

Tabla 7.3: Alcance 3, emisiones de actividades posteriores (downstream)

Alcance 3: Emisiones de actividades posteriores (downstream)		
9	Transporte y distribución	Incluye las emisiones del transporte y la distribución de los productos vendidos a consumidores finales, empleando vehículos e instalaciones que no son propiedad ni están bajo el control de la empresa.
10	Procesamiento de productos vendidos	Incluyen las emisiones procedentes de la transformación de productos intermedios, vendidos por terceros (fabricantes) con posterioridad a la venta por parte de una empresa. Los productos intermedios son aquellos que requieren un procesamiento posterior, transformación o inclusión en otro producto antes de su uso por parte del consumidor final.
11	Uso de productos vendidos	Incluye las emisiones derivadas del uso de bienes y servicios vendidos por una empresa, como por ejemplo la energía necesaria para utilizar los electrodomésticos.
12	Tratamiento de productos vendidos al final de su vida útil	Incluyen las emisiones procedentes de la eliminación y el tratamiento de residuos de los productos vendidos por una empresa al final de su vida útil.
13	Activos arrendados	Incluye las emisiones procedentes de la explotación de activos que son propiedad de una empresa (que actúa como arrendadora) y arrendados a otras empresas que no están ya incluidos en alcance 1 o 2.
14	Franquicias	Incluye las emisiones procedentes de la explotación de franquicias no incluidas en alcance 1 o 2.
15	Inversiones	Incluye las emisiones asociadas con las inversiones de una empresa, que aún no están incluidas en alcance 1 o 2. Esta categoría es aplicable a inversores y empresas que prestan servicios financieros.

Fuente: elaboración propia

Las emisiones de alcance 3 pueden representar la mayor fuente de emisiones para las empresas y presentar las oportunidades más significativas para influir en la reducción de los GEI y alcanzar una variedad de objetivos comerciales relacionados con los GEI. El desarrollo de un inventario corporativo completo de emisiones de GEI, que incorpore las emisiones de alcance 1, alcance 2 y alcance 3, permite a las empresas comprender el impacto total de sus emisiones en toda la cadena de valor y centrar los esfuerzos donde pueden tener el mayor impacto.

7.5. NORMATIVA Y ESTÁNDARES APLICADOS

En el ámbito internacional, existen varios acuerdos, convenciones y marcos normativos que abordan las emisiones de gases de efecto invernadero y promueven la sostenibilidad en diversas industrias, incluida la minería. A continuación, se abordará la normativa aplicada tanto a nivel internacional como local.

7.5.1. Familia de Normas ISO 14060

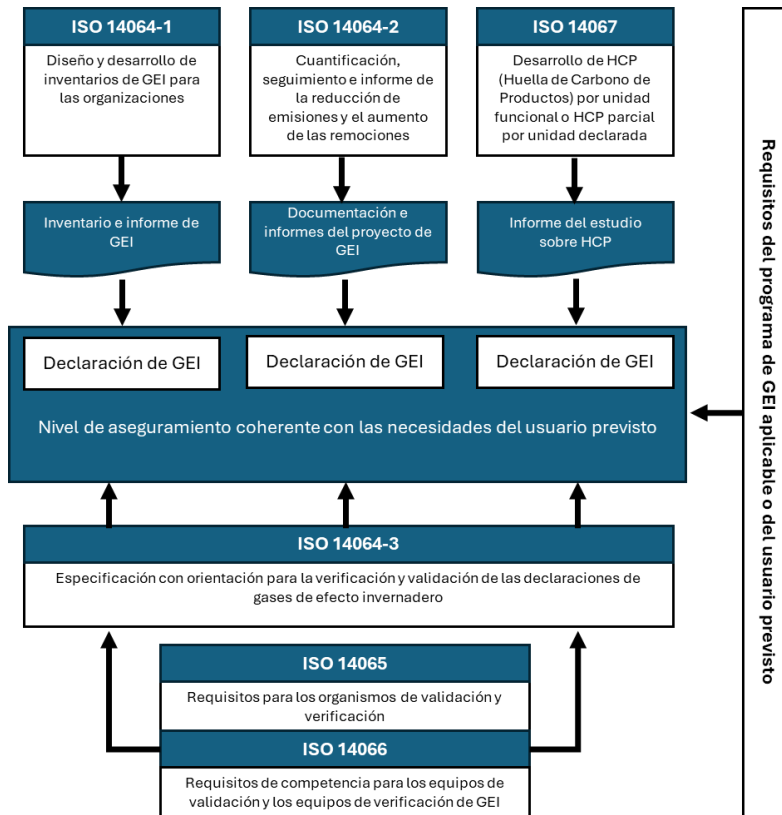
La familia de normas ISO 14060 proporciona un marco para cuantificar, monitorear, informar y verificar las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) y sus reducciones. Esta familia se centra en la gestión de los impactos ambientales, especialmente en lo relacionado con el cambio climático. A continuación, se describen las normas clave de la familia ISO 14060:

- **ISO 14064-1:2018:** Esta norma establece las directrices y especificaciones para que las organizaciones cuantifiquen y reporten sus emisiones y remociones de GEI de manera precisa y consistente. Esta norma proporciona un marco integral que incluye principios y requisitos para diseñar, desarrollar, gestionar y reportar inventarios de GEI a nivel organizacional. Abarca aspectos cruciales como la identificación de fuentes de emisiones, la cuantificación de emisiones y remociones, la elaboración de informes detallados, y define las responsabilidades de la organización en cuanto a las actividades de verificación, asegurando así un enfoque estandarizado y confiable para la gestión de las emisiones de GEI en el ámbito empresarial.
- **ISO 14064-2:2019:** Esta norma se enfoca específicamente en proyectos destinados a reducir las emisiones de GEI o aumentar su absorción, proporcionando especificaciones y orientaciones detalladas para la cuantificación, seguimiento y elaboración de informes sobre estos esfuerzos. Ofrece, además una guía completa para el diseño e implementación de proyectos de reducción de

GEI, estableciendo metodologías para cuantificar y monitorear con precisión las reducciones logradas, así como para reportar estos resultados de manera efectiva.

- **ISO 14064-3:2019:** Esta norma establece los principios y requisitos para la validación y verificación de declaraciones sobre gases de efecto invernadero (GEI), proporcionando un marco para asegurar la precisión y confiabilidad de los informes de GEI. Esta norma ofrece orientación para la realización de auditorías que permiten verificar la exactitud de las afirmaciones relacionadas con las emisiones de GEI, garantizando su conformidad con estándares y facilitando la confianza en los datos presentados.
- **ISO 14065:2020:** Esta norma define los requisitos que deben cumplir los organismos de validación y verificación de GEI para garantizar su competencia, coherencia e imparcialidad, facilitando su acreditación u otros reconocimientos. Este estándar es esencial para asegurar la calidad, credibilidad y confianza en las verificaciones y validaciones de los informes de GEI, contribuyendo a la transparencia y precisión en la gestión de emisiones.
- **ISO 14066:2011:** Esta norma establece los requisitos de competencia para los equipos que realizan la validación y verificación de GEI, proporcionando directrices sobre las habilidades y conocimientos necesarios para llevar a cabo estas tareas de manera efectiva. Este estándar asegura que los equipos cuenten con la capacitación adecuada para garantizar la precisión y confiabilidad en los procesos de verificación y validación de GEI.
- **ISO 14067:2018:** Esta norma establece principios, requisitos y directrices para la cuantificación y comunicación de la huella de carbono de productos (HCP), permitiendo a las organizaciones medir y reportar las emisiones de GEI a lo largo de todo el ciclo de vida de un producto. Este estándar facilita la evaluación de la huella de carbono, contribuyendo a una mayor transparencia en la comunicación de los impactos ambientales de los productos.

Estas normas proporcionan un marco integral para la gestión y reporte de las emisiones de GEI, ayudando a las organizaciones a reducir su impacto ambiental y cumplir con regulaciones y expectativas del mercado. En la figura 7.4 se puede ver la relación entre las normas de GEI de la familia ISO 14060.



Fuente: www.iso.org/obp/ui/es/#iso:std:iso:14064:-1:ed-2:v1:es

Figura 7.4: Relación entre las normas de GEI de la familia ISO 14060

7.5.2. Protocolo de gases efecto invernadero (GHG Protocol)

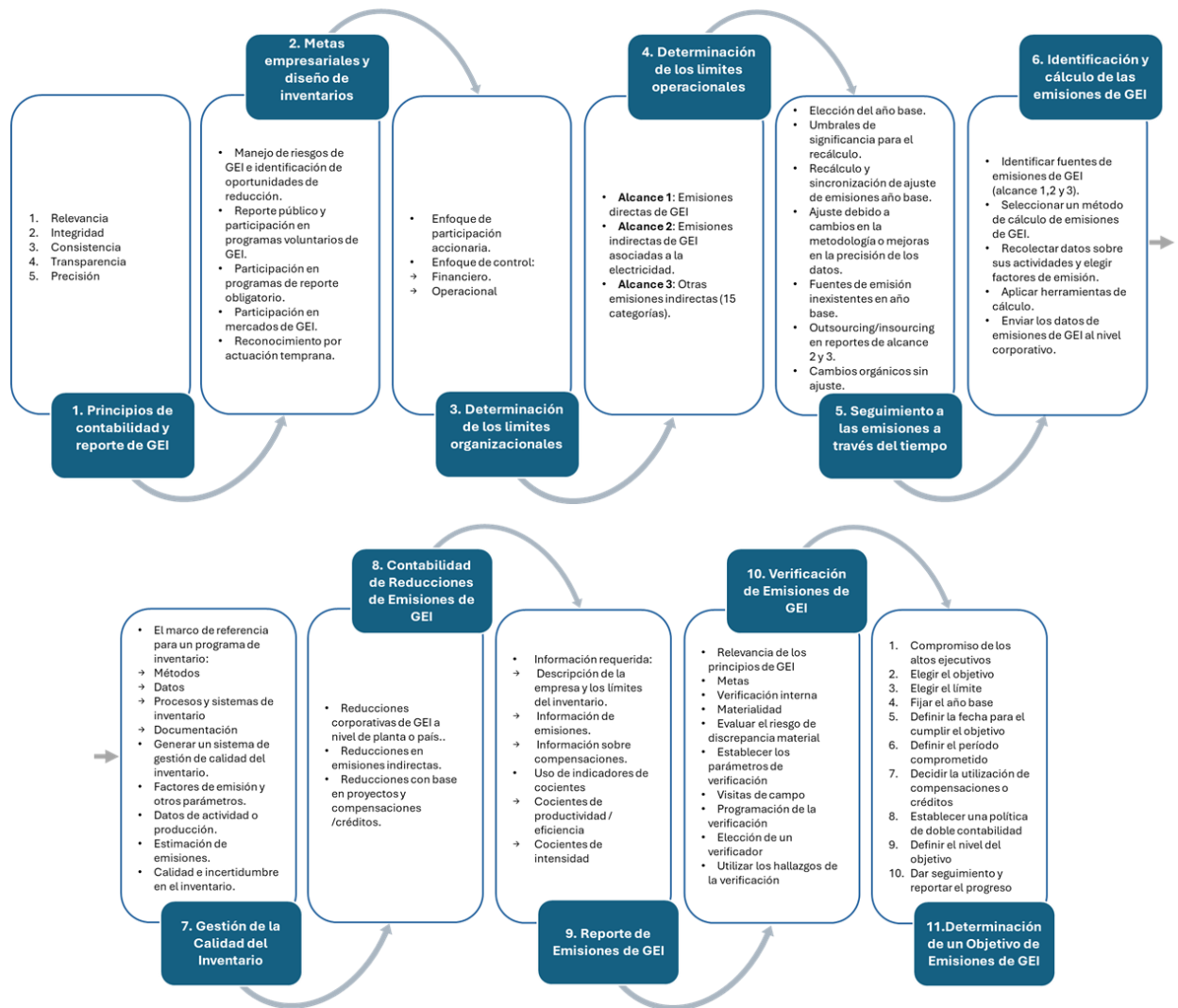
El Protocolo de Gases Efecto Invernadero (GHG Protocol) nace como una alianza multipartita entre gobiernos, organizaciones no gubernamentales (ONGs), empresas y otras entidades, convocada por el Instituto de Recursos Mundiales (WRI por sus siglas en inglés), ONG radicada en Estados Unidos, y el Consejo Mundial Empresarial para el Desarrollo Sustentable (WBCSD por sus siglas en inglés), coalición integrada por 170 empresas internacionales, con sede en Ginebra, Suiza. La Iniciativa fue lanzada en 1998 con la misión de desarrollar estándares de contabilidad y reporte para empresas aceptadas internacionalmente y promover su adopción.

El Protocolo de GEI ha desarrollado una serie de estándares y guías, dentro de los cuales se encuentran los siguientes:

- **Estándar Corporativo de Contabilidad y Reporte (ECCR):** También conocido como Estándar Corporativo, proporciona una metodología estandarizada para cuantificar y reportar las emisiones de GEI a nivel corporativo. Cubre la contabilidad y el reporte de los seis GEI previstos en el Protocolo de Kioto: bióxido de carbono (CO₂), metano (CH₄), óxido nitroso (N₂O), hidrofluorocarbonos (HFCs), perfluorocarbonos (PFCs) y hexafluoruro de azufre (SF₆).
- **Estándar de Cadena de Valor Corporativa (Alcance 3):** Conocido como Estándar de Alcance 3, permite evaluar el impacto de las emisiones de toda su cadena de valor e identificar dónde enfocar las acciones de reducción.
- **Estándar de Contabilidad e Informes del Ciclo de Vida del Producto:** Conocido como Estándar de Producto, se utiliza para comprender las emisiones del ciclo de vida completo de un producto y centrar los esfuerzos en las mayores oportunidades de reducción de GEI.
- **Guía de alcance 2 del Protocolo de GEI:** Estandariza la forma en que las empresas miden las emisiones de electricidad, vapor, calor y refrigeración comprados o adquiridos.

- **Guía técnica para el cálculo de las emisiones de alcance 3:** Sobre la base del estándar de alcance 3, esta guía complementaria facilita la generación del inventario de alcance 3.

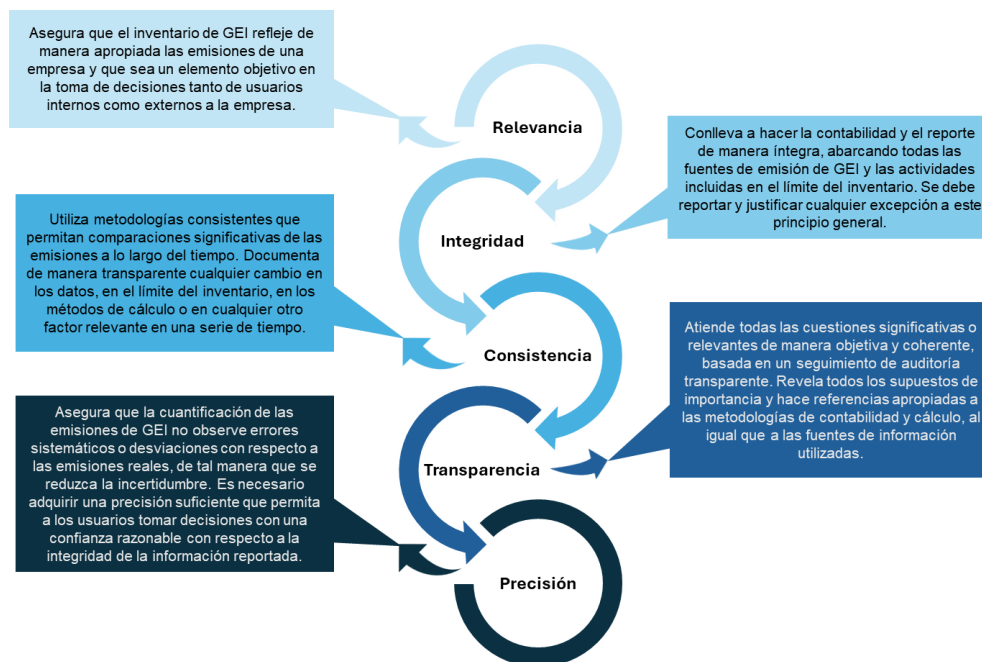
El estándar se centra en proporcionar directrices para la medición y gestión de las emisiones de GEI y es ampliamente utilizado por empresas, gobiernos y organizaciones para contabilizar y reportar sus emisiones de GEI. En la figura 7.5, se describen los 11 componentes del protocolo.



Fuente: Elaboración propia

Figura 7.5: Protocolo de Gases de Efecto Invernadero

El protocolo se basa en principios fundamentales que buscan robustecer todos los aspectos de la contabilidad y el reporte de GEI. Su aplicación garantiza que el inventario de GEI constituya una representación imparcial y fidedigna de las emisiones de una empresa. Su función primordial es orientar la implementación del ECCR, particularmente cuando puedan existir situaciones específicas que impliquen cierta ambigüedad. Estos principios son: Relevancia, Integridad, Consistencia, Transparencia y Precisión (ver figura 7.6).



Fuente: Elaboración propia

Figura 7.6: Principios de Contabilidad y Reporte de GEI

El Protocolo de GEI establece un marco integral para la contabilización y reporte de emisiones de GEI a nivel corporativo. Este protocolo es fundamental para garantizar una medición coherente y precisa del impacto climático de las organizaciones.

El protocolo aborda la definición de límites, tanto organizacionales como operacionales. Los límites organizacionales determinan qué partes de la empresa se incluyen en el inventario de emisiones. Para esto, se ofrecen dos enfoques principales: el de control y el de participación accionaria. El enfoque de control se subdivide en control

financiero y operacional. Bajo el control financiero, la organización contabiliza las emisiones de las operaciones donde tiene la capacidad de dirigir políticas financieras para obtener beneficios económicos. En el control operacional, se consideran las emisiones de las operaciones donde la empresa tiene autoridad para implementar sus políticas operativas. En ambos casos, la empresa contabiliza el 100% de las emisiones de las operaciones bajo su control.

Por otro lado, el enfoque de participación accionaria requiere que la empresa contabilice las emisiones en proporción a su participación en la estructura accionaria de las entidades respectivas.

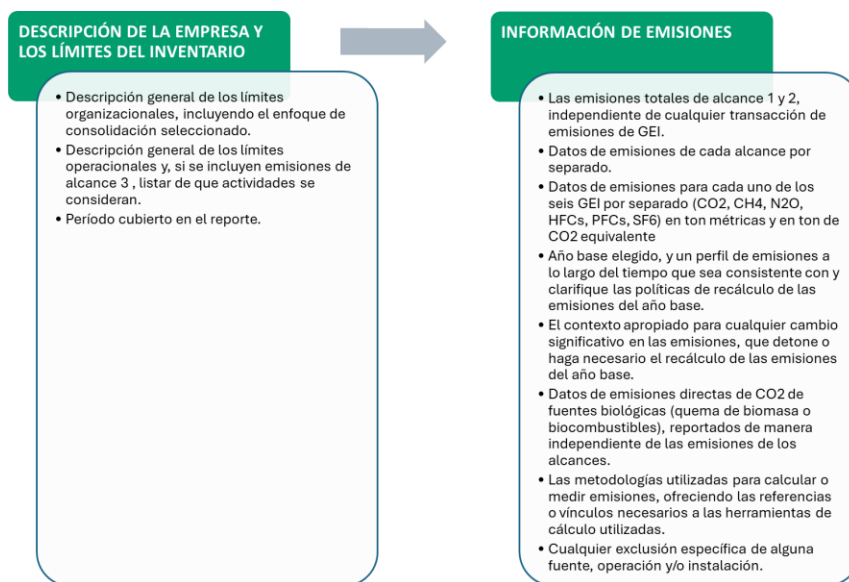
Una vez establecidos los límites organizacionales, el protocolo guía la definición de los límites operacionales. Esto implica identificar y clasificar las emisiones como directas o indirectas, facilitando una gestión más eficiente de los riesgos y oportunidades a lo largo de la cadena de valor. Según el Estándar Corporativo, es obligatorio reportar las emisiones de alcance 1 y 2, mientras que el reporte de las emisiones de alcance 3 es opcional, aunque altamente recomendado para una visión completa del impacto de la organización.

El seguimiento de las emisiones es un aspecto crucial del protocolo, ya que permite evaluar el progreso en la reducción de GEI y mejorar las estrategias de gestión de carbono. Para esto, se requiere establecer una línea base o año de referencia, lo que permite comparaciones consistentes a lo largo del tiempo. Es importante destacar que, en caso de cambios estructurales significativos como adquisiciones o desinversiones, es necesario recalcular las emisiones del año base para reflejar fielmente los cambios en la organización.

El proceso de gestión del inventario de emisiones sigue una serie de pasos sistemáticos. Comienza con la identificación detallada de las fuentes de GEI, incluyendo la combustión fija y móvil, los procesos industriales y las emisiones fugitivas. Luego, se aplican métodos de cálculo basados en factores de emisión documentados, utilizando herramientas recomendadas por el Protocolo. La precisión en la recopilación de datos y

la selección adecuada de los factores de emisión son fundamentales para asegurar la exactitud del inventario.

El reporte de emisiones es un componente esencial del Protocolo y representa la culminación del proceso de contabilización. Un sistema de reporte eficiente es fundamental para consolidar las emisiones a nivel corporativo y comunicar los resultados de manera transparente y precisa. Los informes deben cubrir todas las fuentes de emisiones dentro de los límites del inventario, utilizar métodos consistentes a lo largo del tiempo, y proporcionar detalles sobre los métodos y suposiciones utilizados. Además de las emisiones absolutas, se recomienda incluir emisiones relativas y desglosar los datos por alcance y tipo de GEI. Un reporte público de emisiones de GEI debe contener como mínimo lo descrito en la figura 7.7.



Fuente: Elaboración propia

Figura 7.7: Información requerida en un reporte público de emisiones de GEI

Un aspecto crítico en todo este proceso es la implementación de un sistema de gestión de calidad robusto. Este sistema no solo previene errores y mejora la precisión del inventario, sino que también asegura su credibilidad. La calidad de la información es determinante, los datos de alta calidad son valiosos para la planificación estratégica y el

cumplimiento de regulaciones, mientras que la información de baja calidad puede resultar perjudicial e incluso exponer a la empresa a sanciones.

Finalmente, el protocolo enfatiza la importancia de establecer objetivos claros de reducción de GEI. Estos objetivos son esenciales no solo para cumplir con posibles restricciones regulatorias, sino también para gestionar riesgos, reducir costos, demostrar liderazgo y participar en programas voluntarios. La fijación de estos objetivos debe alinearse con las metas corporativas generales y requiere la colaboración de todas las partes interesadas. En la figura 7.8, se describen los diez pasos del proceso, y aunque se presentan de forma secuencial, en la práctica son iterativos.



Fuente: Elaboración propia

Figura 7.8: Pasos para establecer un objetivo de GEI

En resumen, el Protocolo de GEI proporciona un marco completo y flexible para que las organizaciones midan, gestionen y reporten sus emisiones de gases de efecto invernadero. Al seguir estas directrices, las empresas no solo cumplen con estándares internacionales, sino que también se posicionan estratégicamente para enfrentar los desafíos climáticos y aprovechar las oportunidades en una economía cada vez más consciente del carbono.

7.5.3. Estándar de Contabilidad y Reporte de la Cadena de Valor Corporativa (Alcance 3)

Este estándar establece requisitos y orientación para que empresas y organizaciones elaboren e informen un inventario de emisiones de GEI que incluya las emisiones indirectas de la cadena de valor (alcance 3). Su objetivo es proporcionar un enfoque estandarizado que permita comprender el impacto total de las emisiones y enfocar los esfuerzos en las mayores oportunidades de reducción, facilitando decisiones más sostenibles sobre las actividades y productos que compran, venden y producen.

El desarrollo del estándar comenzó en 2008, liderado por el Instituto de Recursos Mundiales (WRI, por sus siglas en inglés) y el Consejo Empresarial Mundial para el Desarrollo Sostenible (WBCSD, por sus siglas en inglés). Un Comité Directivo de 25 expertos guio el proceso, mientras Grupos de Trabajo Técnico elaboraron el primer borrador en 2009.

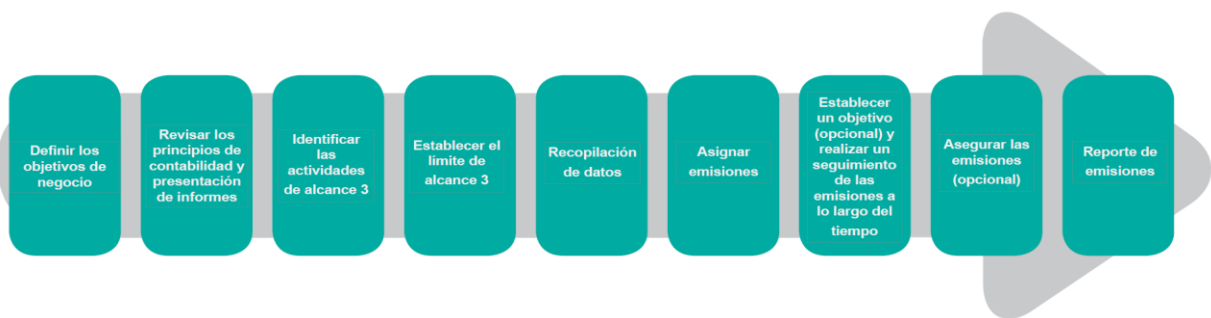
La norma fue creada para ayudar a las empresas a preparar inventarios de emisiones de GEI de alcance 3 de manera rentable, utilizando enfoques y principios estandarizados. Busca mejorar la comprensión de la cadena de valor para gestionar y reducir estas emisiones, y promover informes públicos coherentes. Aunque es una norma técnica, se adapta a las realidades empresariales y puede cumplir múltiples objetivos.

Esta norma cubre los seis principales gases de efecto invernadero: dióxido de carbono (CO₂), metano (CH₄), óxido nitroso (N₂O), hidrofluorocarbonos (HFC), perfluorocarbonos (PFC) y hexafluoruro de azufre (SF₆). La norma no aborda la

cuantificación de las emisiones evitadas o las reducciones de GEI derivadas de las medidas adoptadas para compensar o compensar las emisiones.

El objetivo de esta norma es permitir que las empresas comparen sus emisiones de GEI a lo largo del tiempo. No está diseñada para comparar las emisiones de alcance 3 entre empresas, ya que influyen las diferencias en metodología, tamaño y estructura.

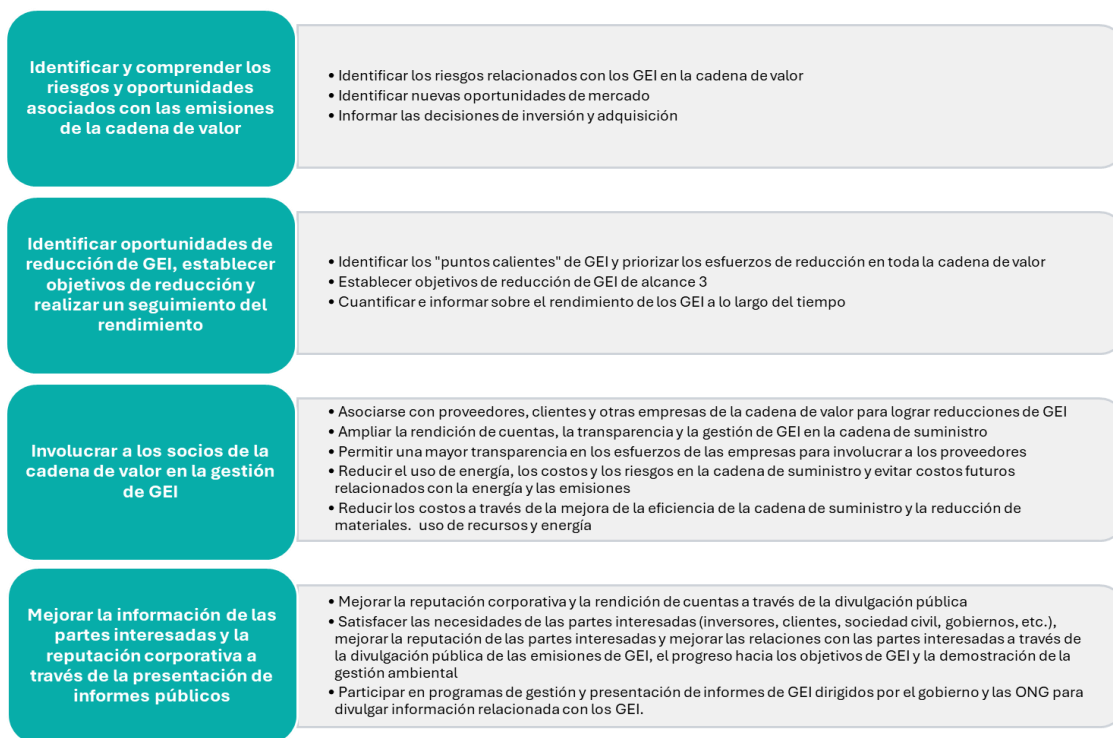
La norma está estructurada en pasos, de tal forma de guiar a las empresas en la creación de un inventario de GEI de alcance 3, tal como se muestra en la figura 7.9.



Fuente: Corporate Value Chain (Scope 3) Accounting and Reporting Standard, pág. 19

Figura 7.9: Descripción general de los pasos para la contabilidad y la presentación de informes de alcance 3

Antes de contabilizar las emisiones de alcance 3, las empresas deben considerar qué objetivo u objetivos comerciales pretenden alcanzar. En la figura 7.10 se presenta una lista de objetivos citados con frecuencia por las empresas, como razones para desarrollar un inventario de alcance 3.



Fuente: Corporate Value Chain (Scope 3) Accounting and Reporting Standard, pág. 12

Figura 7.10: Objetivos empresariales atendidos por un inventario de GEI de alcance 3

Las emisiones de GEI se están convirtiendo en un tema de gestión clave para las empresas debido a los riesgos asociados, como la volatilidad de los costos energéticos, la escasez de recursos, regulaciones ambientales, cambios en las preferencias de los consumidores, y el escrutinio de inversores y partes interesadas. Desarrollar un inventario de alcance 3 permite a las empresas entender el perfil de emisiones en su cadena de valor, identificando riesgos y oportunidades (ver tabla 7.4), y comparar las emisiones indirectas con las directas para una gestión más efectiva.

Tabla 7.4: Ejemplos de riesgos y oportunidades relacionados con los GEI relacionados con las emisiones de alcance 3

Tipo de riesgo - Ejemplo	Tipo de oportunidad - Ejemplo
Regulatorio <ul style="list-style-type: none"> ▪ Leyes o regulaciones de reducción de emisiones de GEI introducidas o pendientes en las regiones donde operan la empresa, sus proveedores o sus clientes 	Eficiencia y ahorro de costes <ul style="list-style-type: none"> ▪ Una reducción de las emisiones de GEI suele corresponder a una disminución de los costes y a un aumento de la eficiencia operativa de las empresas.
Costos y confiabilidad de la cadena de suministro <ul style="list-style-type: none"> ▪ Proveedores que trasladan a los clientes mayores costes relacionados con la energía o las emisiones; Riesgo de interrupción del negocio de la cadena de suministro 	Impulsa la innovación <ul style="list-style-type: none"> ▪ Un enfoque integral de la gestión de GEI proporciona nuevos incentivos para la innovación en la gestión de la cadena de suministro y el diseño de productos.
Producto y tecnología <ul style="list-style-type: none"> ▪ Disminución de la demanda de productos con emisiones de GEI relativamente altas; Aumento de la demanda de productos de la competencia con menos emisiones 	Aumenta las ventas y lealtad de clientes <ul style="list-style-type: none"> ▪ Los bienes y servicios de bajas emisiones son cada vez más valiosos para los consumidores, y la demanda de nuevos productos que reduzcan de forma demostrable las emisiones a lo largo de la cadena de valor seguirá creciendo.
Litigación <ul style="list-style-type: none"> ▪ Demandas relacionadas con GEI dirigidas a la empresa o a una entidad de la cadena de valor 	Mejorar las relaciones con los stakeholder <ul style="list-style-type: none"> ▪ Mejorar las relaciones con las partes interesadas a través de la divulgación proactiva y la demostración de la gestión ambiental. Los ejemplos incluyen demostrar la responsabilidad fiduciaria a los accionistas, informar a los reguladores, generar confianza en la comunidad, mejorar las relaciones con clientes y proveedores y aumentar la moral de los empleados.
Reputación <ul style="list-style-type: none"> ▪ Reacción violenta de los consumidores, reacción de las partes interesadas o cobertura mediática negativa sobre una empresa, sus actividades o entidades en la cadena de valor en función de las prácticas de gestión de GEI, las emisiones en la cadena de valor, etc. 	Diferenciación de la empresa <ul style="list-style-type: none"> ▪ Las partes externas (clientes, inversores, accionistas y otros) están cada vez más interesadas en las reducciones de emisiones documentadas. Un inventario de alcance 3 es una buena práctica que puede diferenciar a las empresas en un mercado cada vez más consciente del medio ambiente.

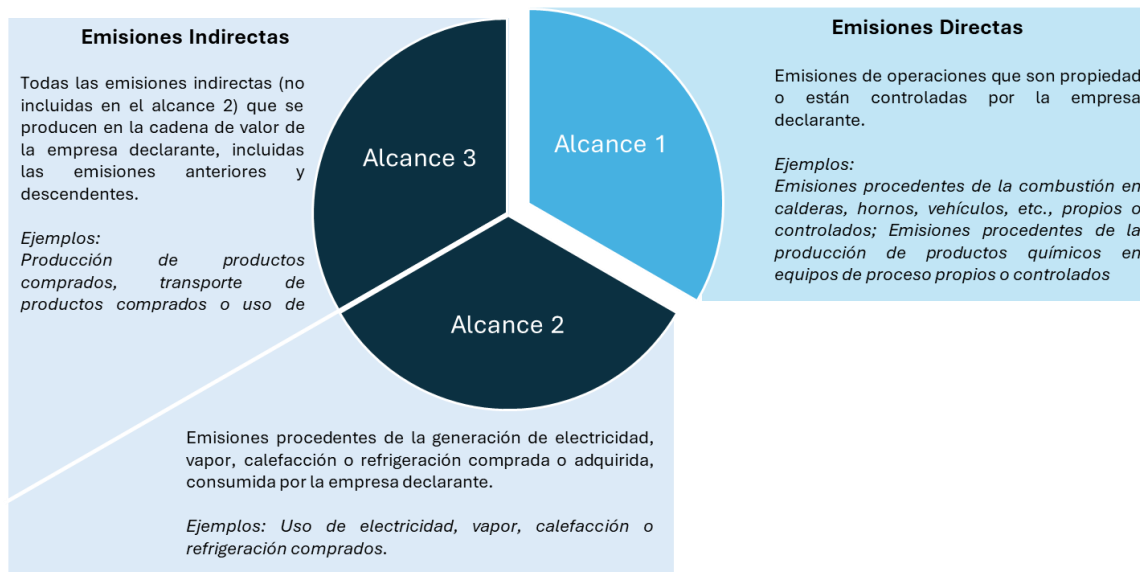
Fuente Elaboración propia

El inventario de alcance 3 permite a las empresas identificar y priorizar oportunidades de reducción de emisiones en su cadena de valor, destacando las fuentes principales de emisiones para lograr reducciones efectivas y ahorrar costos. Este inventario fomenta la cuantificación y reporte de emisiones de los socios de la cadena de suministro, incentivando a los proveedores a medir y reducir sus GEI. Además, las empresas pueden interactuar con clientes para reducir emisiones aguas abajo.

La contabilidad de GEI y la presentación de informes de un inventario de alcance 3 se basa en los mismos 5 principios del Protocolo de GEI, es decir: Relevancia, Integridad, Consistencia, Transparencia y Precisión (ver figura 7.6).

El Estándar Corporativo GHG Protocol clasifica las emisiones en directas e indirectas: las directas provienen de fuentes que son propiedad o están bajo control de

la empresa, mientras que las indirectas resultan de actividades de la empresa, pero ocurren en fuentes controladas por terceros.



Fuente: Elaboración propia
















Figura 7.11: Descripción general de emisiones y alcances

Las emisiones se dividen a su vez en tres ámbitos (ver figura 7.11), las emisiones directas se incluyen en el alcance 1 y las emisiones indirectas se incluyen en los alcances 2 y 3. Si bien una empresa tiene control sobre sus emisiones directas, tiene influencia sobre sus emisiones indirectas. Por lo tanto, un inventario completo de GEI incluye el alcance 1, 2 y 3. El Protocolo de GEI establece una clara distinción entre los alcances 1, 2 y 3, para evitar la doble contabilización de emisiones dentro de una misma empresa. Estos alcances son mutuamente excluyentes y, en conjunto, representan las emisiones totales de GEI relacionadas con las actividades de la empresa.

La definición de alcances asegura que dos empresas no contabilicen la misma emisión en sus alcances 1 o 2. Sin embargo, puede haber casos donde múltiples empresas contabilicen la misma emisión en su alcance 3. Por ejemplo, las emisiones de alcance 1 de un generador de energía pueden ser alcance 2 para un usuario de electrodomésticos y alcance 3 para el fabricante y el minorista del electrodoméstico.

Este sistema permite que cada empresa en la cadena tenga diferentes oportunidades para reducir emisiones, desde la generación de energía más limpia hasta la producción y venta de productos más eficientes.

La norma en cuestión clasifica las emisiones de alcance 3 en dos grupos principales: emisiones aguas arriba (upstream), que son emisiones indirectas relacionadas con bienes y servicios comprados o adquiridos, y emisiones aguas abajo (downstream), que son emisiones indirectas relacionadas con bienes y servicios vendidos. Además, la norma subdivide estas emisiones en 15 categorías distintas (ver figura 7.12), diseñadas para ser mutuamente excluyentes y evitar la doble contabilización entre categorías. Este marco sistemático permite a las empresas organizar, comprender e informar de manera efectiva sobre la diversidad de actividades de alcance 3 dentro de su cadena de valor corporativa.

Categorías de alcance 3	
Emisiones de alcance 3 aguas arriba upstream	Emisiones de alcance 3 aguas abajo downstream
 1. Bienes y servicios adquiridos	 9. Transporte y distribución
 2. Bienes de capital	 10. Procesamiento de los productos vendidos
 3. Actividades relacionadas con el combustible y la energía (no incluidas en alcance 1 y 2)	 11. Uso de los productos vendidos
 4. Transporte y distribución	 12. Tratamiento al final de la vida útil de los productos vendidos
 5. Residuos generados en las operaciones	 13. Activos arrendados
 6. Viajes de negocios	 14. Franquicias
 7. Desplazamientos de los empleados	 15. Inversiones
 8. Activos arrendados	

Fuente: Elaboración propia

Figura 7.12: Categorías de alcance 3

A continuación, en la tabla 7.5 se establecen los límites mínimos para cada categoría de alcance 3, con el objetivo de estandarizar y clarificar qué actividades deben incluirse en el inventario de emisiones. Estos límites aseguran la inclusión de actividades principales, sin requerir que las empresas contabilicen todas las emisiones de la cadena de valor de cada entidad. Las empresas pueden excluir ciertas actividades dentro de estos límites, siempre que lo justifiquen y divulguen adecuadamente.

Para algunas categorías aguas arriba, el límite mínimo abarca todas las emisiones ascendentes (de la cuna a la puerta) de los productos comprados, capturando así las emisiones a lo largo del ciclo de vida, desde la extracción de la materia prima hasta la compra por parte de la empresa declarante. En categorías aguas abajo, el límite incluye las emisiones de alcance 1 y 2 del socio relevante en la cadena de valor.

Los requisitos de las empresas en el establecimiento de los límites de alcance 3 son los siguientes:

- Contabilizar todas las emisiones de alcance 3, justificando y divulgando cualquier exclusión.
- Contabilizarán las emisiones de cada categoría de alcance 3 de acuerdo con los límites mínimos enumerados en la Figura 7.17.
- Contabilizar las emisiones de alcance 3 de CO₂, CH₄, N₂O, HFC, PFC y SF₆, si se emiten en la cadena de valor.
- Las emisiones biogénicas de CO₂ que se produzcan en la cadena de valor no se incluirán en los alcances, sino que se incluirán y se informarán por separado en el informe público.

Tabla 7.5: Descripción y límites de las 15 categorías de Alcance 3

Emisiones de alcance 3 aguas arriba		
1	<p>Bienes y servicios adquiridos: Extracción, producción y transporte de bienes y servicios comprados o adquiridos por la empresa declarante en el año sobre el que se informa, no incluidos de otro modo en las categorías 2 a 8.</p>	<p>Límite mínimo</p> <ul style="list-style-type: none"> • Todas las emisiones aguas arriba (de la cuna a la puerta) de los bienes y servicios adquiridos.
2	<p>Bienes de capital: Extracción, producción y transporte de bienes de capital comprados o adquiridos por la empresa declarante en el año sobre el que se informa.</p>	<p>Límite mínimo</p> <ul style="list-style-type: none"> • Todas las emisiones ascendentes (de la cuna a la puerta) de los bienes de capital adquiridos.
3	<p>Actividades relacionadas con el combustible y la energía (no incluidas en alcance 1 y 2): Extracción, producción y transporte de combustibles y energía comprados o adquiridos por la empresa declarante en el año sobre el que se informa, que no se hayan contabilizado en alcance 1 o 2, incluidos:</p> <p>a. Emisiones previas de los combustibles comprados (extracción, producción y transporte de los combustibles consumidos por la empresa declarante)</p> <p>b. Emisiones previas de la electricidad comprada (extracción, producción y transporte de combustibles consumidos en la generación de electricidad, vapor, calefacción y refrigeración consumidos por la empresa declarante)</p> <p>c. Pérdidas de transmisión y distribución (T&D) (generación de electricidad, vapor, calefacción y refrigeración que se consume (es decir, se pierde) en un sistema T&D) – reportadas por el usuario final</p> <p>d. Generación de electricidad comprada que se vende a los usuarios finales (generación de electricidad, vapor, calefacción y refrigeración que compra la empresa declarante y la vende a los usuarios finales) – declarada únicamente por la empresa de servicios públicos o el minorista de energía</p>	<p>Límite mínimo</p> <p>a. En el caso de las emisiones anteriores de los combustibles comprados: Todas las emisiones anteriores (de la cuna a la puerta) de los combustibles comprados (desde la extracción de la materia prima hasta el punto de combustión, pero excluido)</p> <p>b. En el caso de las emisiones anteriores de la electricidad comprada: Todas las emisiones anteriores (de la cuna a la puerta) de los combustibles comprados (desde la extracción de la materia prima hasta el punto de combustión por parte de un generador de energía, pero excluido)</p> <p>c. Para pérdidas de T&D: Todas las emisiones aguas arriba (de la cuna a la puerta) de la energía consumida en un sistema de T&D, incluidas las emisiones de la combustión.</p> <p>d. Para la generación de electricidad comprada que se vende a los usuarios finales: Emisiones de la generación de energía comprada</p>
4	<p>Transporte y distribución aguas arriba:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Transporte y distribución de productos adquiridos por la empresa declarante en el año sobre el que se informa entre los proveedores de nivel 1 de una empresa y sus propias operaciones (en vehículos e instalaciones que no son propiedad ni están bajo el control de la empresa declarante). • Servicios de transporte y distribución adquiridos por la empresa declarante en el año sobre el que se informa, incluida la logística de entrada, la logística de salida (por ejemplo, de productos vendidos), y el transporte y la distribución entre las propias instalaciones de una empresa (en vehículos e instalaciones que no son propiedad ni están bajo el control de la empresa declarante). 	<p>Límite mínimo</p> <ul style="list-style-type: none"> • Las emisiones de alcance 1 y alcance 2 de los proveedores de transporte y distribución que se producen durante el uso de vehículos e instalaciones (por ejemplo, por el uso de energía). • Opcional: Las emisiones del ciclo de vida asociadas con la fabricación de vehículos, instalaciones o infraestructura.
5	<p>Residuos generados en las operaciones: Eliminación y tratamiento de los residuos generados en las operaciones de la empresa declarante en el año de notificación (en instalaciones que no son propiedad ni están controladas por la empresa declarante).</p>	<p>Límite mínimo</p> <ul style="list-style-type: none"> • Las emisiones de alcance 1 y 2 de los proveedores de gestión de residuos que se producen durante la eliminación o el tratamiento. • Opcional: Emisiones procedentes del transporte de residuos.
6	<p>Viajes de negocios: Transporte de empleados para actividades relacionadas con el negocio durante el año de presentación de informes (en vehículos que no son propiedad de la empresa declarante ni están operados por ella).</p>	<p>Límite mínimo</p> <ul style="list-style-type: none"> • Las emisiones de alcance 1 y 2 de los transportistas que se producen durante el uso de los vehículos. • Opcional: Las emisiones del ciclo de vida asociadas con la fabricación de vehículos o infraestructuras
7	<p>Desplazamientos de los empleados: Transporte de empleados entre sus hogares y sus lugares de trabajo durante el año del informe (en vehículos que no son propiedad ni están operados por la empresa que informa).</p>	<p>Límite mínimo</p> <ul style="list-style-type: none"> • Las emisiones de alcance 1 y 2 de los empleados y proveedores de transporte que se producen durante el uso de vehículos. • Opcional: Emisiones del teletrabajo de los empleados
8	<p>Activos arrendados aguas arriba: Explotación de activos arrendados por la empresa declarante (arrendatario) en el ejercicio sobre el que se informa y no incluidos en los alcances 1 y 2 – declarados por el arrendatario.</p>	<p>Límite mínimo</p> <ul style="list-style-type: none"> • Las emisiones de alcance 1 y alcance 2 de los arrendadores que se producen durante la operación de activos arrendados por parte de la empresa informante • Opcional: Las emisiones del ciclo de vida asociadas con la fabricación o construcción de activos arrendados.
Emisiones de alcance 3 aguas abajo		
9	<p>Transporte y distribución aguas abajo: Transporte y distribución de productos vendidos por la empresa declarante en el año de declaración entre las operaciones de la empresa declarante y el consumidor final (si no son pagados por la empresa declarante), incluida la venta al por menor y el almacenamiento (en vehículos e instalaciones que no son propiedad ni están bajo el control de la empresa declarante).</p>	<p>Límite mínimo</p> <ul style="list-style-type: none"> • Las emisiones de alcance 1 y 2 de los proveedores de transporte, distribuidores y minoristas que se producen durante el uso de vehículos e instalaciones. • Opcional: las emisiones del ciclo de vida asociadas con la fabricación de vehículos, instalaciones o infraestructura
10	<p>Procesamiento de los productos vendidos: Elaboración de productos intermedios vendidos en el año de referencia por empresas transformadoras (por ejemplo, fabricantes).</p>	<p>Límite mínimo</p> <ul style="list-style-type: none"> • Las emisiones de alcance 1 y 2 de las empresas transformadoras que se producen durante el procesamiento (por ejemplo, por el uso de energía).
11	<p>Uso de los productos vendidos: Uso final de los bienes y servicios vendidos por la empresa declarante en el año sobre el que se informa</p>	<p>Límite mínimo</p> <ul style="list-style-type: none"> • Las emisiones directas de la fase de uso de los productos vendidos durante su vida útil prevista (es decir, las emisiones de alcance 1 y alcance 2 de los usuarios finales que se producen por el uso de: productos que consumen energía directamente (combustibles o electricidad) durante el uso; combustibles y materias primas; y GEI y productos que contienen o forman GEI que se emiten durante el uso) • Opcional: Las emisiones indirectas de la fase de uso de los productos vendidos a lo largo de su vida útil prevista (es decir, las emisiones derivadas del uso de productos que consumen energía indirectamente (combustibles o electricidad) durante su uso)
12	<p>Tratamiento al final de la vida útil de los productos vendidos: Eliminación y tratamiento de residuos de los productos vendidos por la empresa declarante (en el año de notificación) al final de su vida útil</p>	<p>Límite mínimo</p> <ul style="list-style-type: none"> • Las emisiones de alcance 1 y alcance 2 de las empresas gestoras de residuos que se producen durante la eliminación o el tratamiento de los productos vendidos
13	<p>Activos arrendados aguas abajo: Explotación de activos propiedad de la empresa declarante (arrendador) y arrendados a otras entidades en el ejercicio sobre el que se informa, no incluidos en los alcances 1 y 2 – declarados por el arrendador.</p>	<p>Límite mínimo</p> <ul style="list-style-type: none"> • Las emisiones de alcance 1 y 2 de los arrendatarios que se producen durante la operación de los activos arrendados. • Opcional: Las emisiones del ciclo de vida asociadas con la fabricación o construcción de activos arrendados
14	<p>Franquicias: Operación de franquicias en el año de reporte, no incluidas en los alcances 1 y 2 – reportadas por el franquiciador.</p>	<p>Límite mínimo</p> <ul style="list-style-type: none"> • Las emisiones de alcance 1 y alcance 2 de los franquiciados que se producen durante la operación de las franquicias (por ejemplo, por el uso de energía). • Opcional: Las emisiones del ciclo de vida asociadas con la fabricación o construcción de franquicias.
15	<p>Inversiones: Operaciones de inversiones (incluidas las inversiones de capital y deuda y la financiación de proyectos) en el año sobre el que se informa, no incluidas en el alcance 1 o el alcance 2.</p>	<p>Límite mínimo</p> <ul style="list-style-type: none"> • Véase la descripción de la categoría 15 (Inversiones) en la sección 5.5 para conocer los límites obligatorios y opcionales.

Fuente: Elaboración propia

El primer paso para establecer límites de alcance 3 es mapear la cadena de valor. Esto implica identificar todas las actividades relevantes, incluyendo: Categorías y actividades de alcance 3; Bienes y servicios comprados y vendidos; y Lista de proveedores y socios de la cadena de valor.

Las empresas deben priorizar la recopilación de datos en actividades con mayores emisiones de GEI y oportunidades de reducción significativas. Esto permite una asignación eficiente de recursos y un seguimiento efectivo de las reducciones de GEI.

Para facilitar este proceso, el Protocolo GEI ofrece diversas herramientas y guías, incluyendo una guía detallada para el cálculo de emisiones de alcance 3, las bases de datos de factores de emisión y herramientas de cálculo sectoriales e intersectoriales

Aunque no es obligatorio, se recomienda establecer objetivos de reducción de GEI de alcance 3. Al hacerlo, las empresas deben: elegir un año base y justificarlo, desarrollar una política de recálculo de emisiones y recalcular las emisiones del año base cuando haya cambios significativos. Los objetivos pueden ser absolutos (reducción total de emisiones) o de intensidad (reducción en relación con una métrica comercial), o una combinación de ambos.

Este enfoque integral permite a las empresas gestionar eficazmente sus emisiones de alcance 3, alineándolas con sus estrategias comerciales y objetivos de sostenibilidad.

Las empresas pueden implementar una variedad de acciones para reducir las emisiones de alcance 3. En la tabla 7.6 se presenta una lista de acciones que las empresas pueden tomar para reducir las emisiones en la cadena de valor.

Tabla 7.6: Ejemplos ilustrativos de acciones para reducir las emisiones de alcance 3

Categoría	Ejemplos de acciones para reducir las emisiones de alcance 3
1. Bienes y servicios adquiridos	<ul style="list-style-type: none"> Sustituir las materias primas con altas emisiones de GEI por materias primas con bajas emisiones de GEI. Implementar políticas de adquisición/compra con bajas emisiones de GEI. Alentar a los proveedores de nivel 1 a involucrar a sus proveedores de nivel 1 (es decir, los proveedores de nivel 2 de la empresa informante) y divulgar estas emisiones de alcance 3 al cliente para propagar los informes de GEI a lo largo de la cadena de suministro.
2. Bienes de capital	<ul style="list-style-type: none"> Sustituir los bienes de capital con altas emisiones de GEI por bienes de capital con bajas emisiones de GEI.
3. Actividades relacionadas con el combustible y la energía (no incluidas en alcance 1 y 2)	<ul style="list-style-type: none"> Reducir el consumo de energía Cambiar la fuente de energía (por ejemplo, cambiar hacia fuentes de combustible/energía de menor emisión) Generar energía in situ utilizando fuentes renovables
4. Transporte y distribución aguas arriba	<ul style="list-style-type: none"> Reducir la distancia entre el proveedor y el cliente Abastecerse de materiales localmente si esto conduce a reducciones netas de GEI Optimizar la eficiencia del transporte y la distribución Reemplazar los modos de transporte de mayores emisiones (por ejemplo, el transporte aéreo) por modos de transporte de menores emisiones (por ejemplo, el transporte marítimo) Cambiar hacia fuentes de combustible de menor emisión
5. Residuos generados en las operaciones	<ul style="list-style-type: none"> Reducir la cantidad de residuos generados en las operaciones Implementar medidas de reciclaje que conduzcan a reducciones netas de GEI Implementar métodos de tratamiento de residuos con menos emisiones
6. Viajes de negocios	<ul style="list-style-type: none"> Reducir la cantidad de viajes de negocios (p. ej., fomentar las videoconferencias y las reuniones basadas en la web como alternativa a las reuniones en persona) Fomentar viajes más eficientes Fomentar los modos de viaje con menos emisiones (p. ej., tren en lugar de avión)
7. Desplazamientos de los empleados	<ul style="list-style-type: none"> Reducir la distancia de viaje (p. ej., ubicar oficinas/instalaciones cerca de centros urbanos e instalaciones de transporte público) Crear desincentivos para los desplazamientos en automóvil (p. ej., políticas de estacionamiento) Proporcionar incentivos para el uso del transporte público, el ciclismo, el uso compartido del automóvil, etc. Implementar programas de teletrabajo/teletrabajo Reducir el número de días trabajados por semana (por ejemplo, horario de 4 días x 10 horas en lugar de horario de 5 días x 8 horas)
8. Activos arrendados aguas arriba	<ul style="list-style-type: none"> Aumentar la eficiencia energética de las operaciones Cambiar hacia fuentes de combustible con menos emisiones
9. Transporte y distribución de los productos vendidos	<ul style="list-style-type: none"> Reducir la distancia entre el proveedor y el cliente Optimizar la eficiencia del transporte y la distribución Sustituir los modos de transporte de mayores emisiones (por ejemplo, el transporte aéreo) por modos de transporte de menor emisión Cambiar hacia fuentes de combustible de bajas emisiones
10. Procesamiento de los productos vendidos	<ul style="list-style-type: none"> Mejorar la eficiencia del procesamiento Rediseñar los productos para reducir el procesamiento requerido Utilizar fuentes de energía con menos GEI
11. Uso de los productos vendidos	<ul style="list-style-type: none"> Desarrollar nuevos productos de baja o nula emisión Aumentar la eficiencia energética de los bienes que consumen energía o eliminar la necesidad de uso de energía Alejarse de los productos que contienen o emiten GEI Reducir la cantidad de GEI que contienen/liberan los productos Disminuir la intensidad de GEI en la fase de uso de toda la cartera de productos de la empresa informante Cambiar las instrucciones de uso para promover el uso eficiente de los productos
12. Tratamiento al final de la vida útil de los productos vendidos	<ul style="list-style-type: none"> Hacer que los productos sean reciclables si esto conduce a reducciones netas de GEI Implementar medidas de empaque de productos que conduzcan a reducciones netas de GEI (por ejemplo, disminuir la cantidad de empaque en los productos vendidos, desarrollar nuevos materiales de empaque que ahorren GEI, etc.) Implementar medidas de reciclaje que conduzcan a reducciones netas de GEI
13. Activos arrendados aguas abajo	<ul style="list-style-type: none"> Aumentar la eficiencia energética de las operaciones Cambiar hacia fuentes de combustible con menos emisiones
14. Franquicias	<ul style="list-style-type: none"> Aumentar la eficiencia energética de las operaciones (por ejemplo, establecer estándares de eficiencia) Cambiar hacia fuentes de combustible con menos emisiones
15. Inversiones	<ul style="list-style-type: none"> Invertir en inversiones, tecnologías y proyectos con bajas emisiones

Fuente: Elaboración propia

Finalmente, en cuanto los reportes, las empresas deberán reportar públicamente la siguiente información:

- Informe completo de emisiones de alcance 1 y 2 según el Estándar Corporativo del Protocolo de GEI.

- Desglose de emisiones totales de alcance 3 por categoría, incluyendo: Emisiones en toneladas métricas de CO_{2e}, excluyendo emisiones biogénicas de CO₂, y una lista de categorías y actividades incluidas y excluidas (con justificación).
- Información sobre el año base (una vez establecido): Año elegido y justificación; Política de recálculo de emisiones; Emisiones por categoría en el año base; Contexto de cambios significativos que llevaron a recálculos.
- Detalles metodológicos: Fuentes de datos, factores de emisión y valores de PCA utilizados; Descripción de metodologías, métodos de asignación y supuestos; Calidad de los datos reportados.
- Emisiones biogénicas de CO₂ reportadas separadamente para cada categoría.
- Porcentaje de emisiones calculadas con datos de proveedores o socios de la cadena de valor.

Al seguir los requisitos de presentación de informes del estándar alcance 3 del Protocolo de GEI, las empresas adoptan una norma integral con el detalle y la transparencia necesarios para la presentación de informes públicos creíbles.

7.6. CUMBRES SOBRE CAMBIO CLIMÁTICO

El término cumbre, se utiliza en general para referirse a las conferencias internacionales en las que participan jefes de Estado y de Gobierno. Las cumbres climáticas son reuniones organizadas por la ONU, donde las distintas delegaciones intentan llegar a acuerdos globales para disminuir sus emisiones. Sirven para crear una nueva estructura institucional para la protección del medio ambiente y la promoción del desarrollo.

Desde hace más de cincuenta años, se han venido desarrollando distintos tipos de reuniones relacionadas con el cambio climático. Para conocer parte de la historia de estas cumbres, a continuación, se mencionan las más relevantes:

- En 1972, se realizó en Suecia, la Conferencia de las Naciones Unidas sobre Medio Ambiente Humano, que luego pasó a ser conocida como la *Conferencia de Estocolmo*. A esta conferencia asistieron 113 países. Esta reunión fue muy importante, ya que, por primera vez, se puso el tema ambiental en la agenda política internacional, resaltando los límites del modelo actual de crecimiento económico y del uso de los recursos naturales, la degradación ambiental y la contaminación transfronteriza. Este último concepto fue relevante, ya que señalaba el hecho de que la contaminación no reconoce límites políticos ni geográficos, afectando a los países, regiones y pueblos más allá de su punto de origen. Luego de esto, los líderes mundiales decidieron reunirse cada diez años para realizar un seguimiento del estado medio ambiental y los efectos que el desarrollo económico tiene sobre este.

Uno de los mayores logros de esta cumbre fue que hubo aceptación mayoritaria respecto de la visión ecológica del mundo. Esto contribuyó a la creación del *Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA)*, el *Panel Intergubernamental sobre Cambio Climático (IPCC)*, la *Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas (CITES)* y el *Protocolo de Montreal* relativo a las sustancias que agotan la capa de ozono.

- En 1982, la Conferencia de Nairobi fue una reunión de la ONU que conmemoró el 10º aniversario de la Conferencia de Estocolmo, evaluó una década de progreso ambiental y produjo la "Declaración de Nairobi", manteniendo el medio ambiente en la agenda global. La Declaración de Nairobi constituyó un gran llamado, donde se enfatizó en la idea de que la situación era peor que diez años antes y que por ello mismo la verdadera acción no podía demorarse por más tiempo.
- Luego, en julio de 1992, se realizó en Río de Janeiro la Cumbre para la Tierra, evento histórico que reunió a 172 gobiernos y numerosas ONG para abordar los desafíos ambientales y de desarrollo sostenible a nivel global. Este encuentro resultó en la aprobación de tres acuerdos fundamentales: el *Programa 21*, un plan

de acción mundial para el desarrollo sostenible; la *Declaración de Río sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo*, que define los derechos y obligaciones de los Estados; y una *Declaración de principios sobre los bosques*.

Además, la cumbre dio lugar a dos convenios jurídicamente vinculantes: la Convención Marco sobre el Cambio Climático y el Convenio sobre la Diversidad Biológica. También se iniciaron negociaciones para una Convención de lucha contra la desertificación. Estos acuerdos y convenios sentaron las bases para los esfuerzos internacionales en materia de medio ambiente y desarrollo sostenible, estableciendo un marco de cooperación global.

Como uno de los resultados de la Cumbre de la Tierra de 1992 se institucionalizó la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC o UNFCCC en sus siglas inglesas). Esta convención busca llegar a un nuevo acuerdo mundial capaz de frenar los efectos negativos que trae consigo el calentamiento excesivo de la atmósfera como consecuencia de la actividad humana.

- El 28 de marzo de 1995 marcó el inicio de la primera Conferencia de las Partes (COP1) en Berlín, Alemania, estableciendo un hito crucial en la lucha global contra el cambio climático. Esta conferencia inaugural dio paso a una serie de reuniones anuales que reúnen a 195 países miembros de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC).

La COP, estructurada de manera similar a la Asamblea de las Naciones Unidas, está organizada en cinco grupos regionales: África, Asia, Europa Oriental, Europa Occidental y otros (incluyendo países como Australia, Canadá y Estados Unidos), y América Latina y el Caribe. Esta, sirve como el órgano supremo de toma de decisiones de la CMNUCC. Su misión principal es evaluar la implementación de la Convención, negociar nuevos compromisos y examinar los avances en la mitigación del cambio climático. A través de la revisión de comunicaciones nacionales e inventarios de emisiones, la COP desempeña un papel crucial en la

dirección de los esfuerzos globales para abordar los desafíos climáticos y en la promoción de acciones concretas para alcanzar los objetivos de la Convención.

La COP se reúne todos los años desde 1995 (ver tabla 7.7). La COP21 celebrada en París 2015, fue clave, ya que se definió la llamada agenda de París, donde se logró un acuerdo internacional sobre el clima con el objetivo de limitar el calentamiento global a un nivel por debajo de 2°C.

Tabla 7.7: Conferencias sobre Cambio Climático

I	Berlín	Alemania	1995	COP1
II	Ginebra	Suiza	1996	COP2
III	Kioto	Japón	1997	COP3
IV	Buenos Aires	Argentina	1998	COP4
V	Bonn	Alemania	1999	COP5
VI	La Haya y Bonn	Alemania	2000	COP6 y COP6 bis
VII	Marrakech	Marruecos	2001	COP7
VIII	Nueva Delhi	India	2002	COP8
IX	Milán	Italia	2003	COP9
X	Buenos Aires	Argentina	2004	COP10
XI	Montreal	Canadá	2005	COP11
XII	Nairobi	Kenia	2006	COP12
XIII	Bali	Indonesia	2007	COP13
XIV	Poznan	Polonia	2008	COP14
XV	Copenhague	Dinamarca	2009	COP15
XVI	Cancún	México	2010	COP16
XVII	Durban	Sudáfrica	2011	COP17
XVIII	Doha	Catar	2012	COP18
XIX	Varsovia	Polonia	2013	COP19
XX	Lima	Perú	2014	COP20
XXI	París	Francia	2015	COP21
XXII	Morocco	Marrakech	2016	COP22
XXIII	Bonn	Alemania	2017	COP23
XXIV	Katowise	Polonia	2018	COP24
XXV	Madrid	España	2019	COP25
XXVI	Glasgow	UK	2021	COP26
XXVII	Sharm el-Sheikh	Egipto	2022	COP27
XXVIII	Dubai	Emiratos Arabes	2023	COP28

Fuente: Elaboración propia

La importancia de las conferencias sobre el clima radica en que se necesitan acuerdos globales, tal como se ha mencionado, el problema del cambio climático no es exclusivo de una región o país. Las cumbres climáticas siguen siendo un componente crucial en los esfuerzos globales para combatir el cambio climático. Proporcionan una plataforma única para la cooperación internacional, el establecimiento de metas ambiciosas y la movilización de recursos y voluntad política para enfrentar uno de los desafíos más apremiantes de nuestro tiempo.

8. MODELOS Y ESTRATEGIAS EFECTIVAS PARA LA REDUCCIÓN DE EMISIONES DE GEI DE ALCANCE 3 EN LA INDUSTRIA MINERA Y SUS PROVEEDORES

El cambio climático y la sostenibilidad ambiental son desafíos globales que requieren una respuesta proactiva de todos los sectores industriales, incluyendo la minería. Las emisiones de Gases de Efecto Invernadero (GEI) de Alcance 3, que representan las emisiones indirectas a lo largo de la cadena de valor, son una parte significativa de la huella de carbono total de las empresas mineras y sus proveedores. Este capítulo se enfoca en desarrollar un modelo y estrategias efectivas para la reducción de estas emisiones en la industria minera, con el objetivo de mejorar tanto la sostenibilidad ambiental como la competitividad empresarial.

8.1. MODELO PROPUESTO PARA LA GESTIÓN DE EMISIONES DE ALCANCE 3

8.1.1. Evaluación de la Huella de Carbono

El primer paso para gestionar las emisiones de Alcance 3 es una evaluación exhaustiva de la huella de carbono a lo largo de la cadena de valor. Este proceso implica entre otras cosas:

- **Inventario de Emisiones:** Creación de un inventario detallado de todas las emisiones indirectas, categorizándolas en actividades aguas arriba (upstream) y aguas abajo (downstream).

- Identificación de Puntos Críticos: Identificación de los "puntos calientes" en la cadena de suministro, donde las emisiones son más significativas, como la producción de materias primas o el transporte.
- Establecimiento de Límites Organizacionales: Definir los límites operativos y organizacionales para determinar qué partes de la cadena de valor se incluyen en el cálculo de las emisiones.

La huella de carbono de un producto mide el total de emisiones de GEI generadas en las diferentes etapas de su ciclo de vida, desde la extracción de materia prima hasta el final de su vida útil. Se mide en dióxido de carbono equivalentes (CO_{2e}). Normalmente la huella de carbono se asocia con un alcance o límite, tal como se muestra en la Figura 8.1.



Fuente: [Etiqueta de la huella de carbono de producto | The Carbon Trust](#)

Figura 8.1: Alcance y límites de medición de huella de carbono de un producto

Dentro del alcance en la medición de la huella de carbono de un producto usualmente se utiliza de la cuna a la puerta y de la cuna a la tumba:

- *De la cuna a la puerta*: se usa principalmente en productos negocio a negocio (B2B). Mide el total de emisiones de GEI desde la extracción de materias primas pasando por la fabricación del producto hasta la puerta de la fábrica.

- *De la cuna a la tumba*: se usa principalmente en productos negocio a consumidor (B2C). Mide el total de emisiones de GEI desde la extracción de materias primas hasta la fabricación, distribución, uso y eliminación final del producto.

Obtener la huella de carbono de un producto implica medir y cuantificar las emisiones de GEI asociadas con todas las etapas de su ciclo de vida. Este proceso se conoce como Análisis de Ciclo de Vida (ACV) y sigue normas internacionales como la ISO 14040/14044 y/o los estándares del GHG Protocol.

En la tabla 8.1, se ilustra en forma hipotética y simplificada el proceso general para medir la huella de carbono de un repuesto de equipo minero desde la cuna hasta la puerta. Las empresas pueden seguir estos pasos utilizando datos específicos y herramientas de ACV para obtener una medición precisa y trabajar en la reducción de su impacto ambiental.

Tabla 8.1: Ejemplo práctico de Medición de la Huella de Carbono de un Balde para un Cargador Frontal

1. Definir el alcance y los límites del estudio	2. Inventario de Ciclo de Vida (ICV)	3. Recolección de datos
<p>Objetivo: Calcular la huella de carbono de un “balde” de cargador frontal desde la extracción de materias primas hasta su entrega al cliente (de la cuna a la puerta).</p> <p>Límites del Sistema: Incluir extracción de materias primas, fabricación de componentes, ensamble, transporte y distribución hasta la entrega al cliente.</p>	<p>Extracción de Materias Primas: Datos sobre la extracción y procesamiento de acero y otros materiales.</p> <p>Fabricación de Componentes: Energía y materiales utilizados en la producción de piezas individuales.</p> <p>Ensamblaje: Energía y recursos utilizados para ensamblar el balde.</p> <p>Transporte y Distribución: Emisiones del transporte desde las fábricas de componentes hasta la planta de ensamblaje y luego al cliente final.</p>	<p>Materias Primas:</p> <ul style="list-style-type: none"> - <i>Acero:</i> Datos sobre la extracción de mineral de hierro, procesamiento y producción de acero. - <i>Otros materiales:</i> Datos sobre la soldadura, la pintura, gases y otros materiales usados. <p>Producción y Fabricación:</p> <ul style="list-style-type: none"> - <i>Energía:</i> Cantidad de electricidad y combustibles fósiles usados en la producción. - <i>Emisiones de Procesos:</i> Emisiones directas de los procesos de fabricación. <p>Transporte:</p> <ul style="list-style-type: none"> - <i>Distancia:</i> Distancia total recorrida por los materiales y componentes. - <i>Modos de Transporte:</i> Tipos de transporte utilizados (camiones, barcos, trenes).
4. Cálculo de emisiones	5. Evaluación del Impacto del Ciclo de Vida (LCIA)	6. Reporte y Verificación
<p>Factores de Emisión: Uso de factores de emisión para convertir los datos de energía y materiales en emisiones de CO₂e.</p> <ul style="list-style-type: none"> - <i>Acero:</i> Emisiones de CO₂e por tonelada de acero producido. - <i>Electricidad:</i> Emisiones de CO₂e por kWh de electricidad consumida (diferente según la fuente de energía). - <i>Combustibles Fósiles:</i> Emisiones de CO₂e por litro de combustible utilizado en transporte. <p>Software de ACV: Utilizar herramientas como SimaPro, GaBi o OpenLCA para agregar y analizar los datos.</p>	<p>Clasificación y Caracterización: Asignar las emisiones a categorías de impacto como el calentamiento global.</p> <p>Interpretación: Identificar las etapas del ciclo de vida con las mayores contribuciones a la huella de carbono.</p>	<p>Documentación: Elaborar un informe detallado con los resultados y las metodologías utilizadas.</p> <p>Verificación Externa: Someter el informe a una revisión por terceros para asegurar la precisión y credibilidad de los resultados.</p>

Fuente: Elaboración propia

Medir la huella de carbono permite dar el siguiente paso como es lograr la neutralidad en sus emisiones de gases efecto.

8.1.2. Integración de la Gestión de Emisiones en la Estrategia Corporativa

En un mundo cada vez más consciente de los impactos ambientales, la gestión de emisiones como parte de la estrategia corporativa se ha convertido en un imperativo para las organizaciones que buscan no solo cumplir con las normativas ambientales, sino también ser líderes en sostenibilidad. Esta integración implica que las empresas deben ir más allá de las medidas reactivas y adoptar un enfoque proactivo en la reducción de su huella de carbono.

Para ser efectivos, los esfuerzos de reducción de emisiones deben integrarse en la estrategia general de la empresa:

- Políticas de Sostenibilidad: Desarrollo de políticas corporativas que prioricen la sostenibilidad y la reducción de GEI, alineando los objetivos de reducción de emisiones con los objetivos empresariales.
- Compromisos Públicos: Establecer compromisos claros y medibles para la reducción de emisiones de Alcance 3, y comunicar estos compromisos a todas las partes interesadas.

Una estrategia corporativa que incorpora la gestión de emisiones considera estos aspectos en todas las etapas del negocio, desde el diseño de productos y servicios hasta la selección de proveedores y la logística. Esto requiere un análisis exhaustivo de las fuentes de emisiones a lo largo de la cadena de valor y el establecimiento de objetivos claros y medibles para su reducción. Además, es esencial que estas metas estén alineadas con las expectativas de los inversores, clientes y otras partes interesadas que cada vez más valoran la transparencia y el compromiso con la sostenibilidad.

La integración de la gestión de emisiones también ofrece oportunidades para innovar y optimizar procesos, lo que puede resultar en una mayor eficiencia operativa y una reducción de costos a largo plazo. Las empresas que logran integrar con éxito esta

gestión en su estrategia pueden mejorar su competitividad y reputación en el mercado, diferenciándose como líderes en un entorno donde la sostenibilidad es clave.

Por último, la gestión de emisiones como parte integral de la estrategia corporativa también facilita la adaptación a los cambios regulatorios y alienta a las organizaciones a anticiparse a futuras normativas ambientales. Esto no solo asegura el cumplimiento legal, sino que también protege a la empresa de riesgos potenciales y fortalece su resiliencia ante desafíos ambientales globales.

8.1.3. Colaboración en la Cadena de Suministro

En el contexto actual de cambio climático, la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero se ha convertido en una prioridad para las empresas que buscan operar de manera más sostenible. Las emisiones de alcance 3, que incluyen todas las emisiones indirectas que ocurren en la cadena de valor de la empresa, desde los proveedores hasta los consumidores finales, representan un desafío significativo debido a su complejidad y la necesidad de colaboración entre múltiples actores. La reducción de estas emisiones exige un enfoque cooperativo en toda la cadena de suministro, donde las empresas trabajen estrechamente con sus proveedores y socios para identificar, medir y mitigar las fuentes de emisiones.

Por lo tanto, la colaboración con proveedores y clientes es crucial para reducir las emisiones de Alcance 3. Algunas estrategias de colaboración en la cadena de suministro son las siguientes:

- **Compromisos Conjuntos con Proveedores:** Una de las formas más efectivas de reducir las emisiones de alcance 3 es a través del establecimiento de compromisos conjuntos con los proveedores. Las empresas líderes están desarrollando programas de sostenibilidad que requieren que sus proveedores adopten prácticas más sostenibles, como el uso de energía renovable, la mejora de la eficiencia energética, y la reducción de residuos. Estos compromisos se formalizan en contratos y acuerdos que incluyen objetivos específicos de

reducción de emisiones, incentivando a los proveedores a alinearse con los estándares ambientales de la empresa.

- **Transparencia y Monitoreo:** La transparencia en la cadena de suministro es fundamental para identificar y gestionar las emisiones de alcance 3. Las empresas están implementando sistemas de monitoreo y reporte que permiten rastrear las emisiones en cada etapa del ciclo de vida del producto. Esta visibilidad facilita la identificación de áreas de mejora y permite a las empresas trabajar con sus socios para implementar soluciones más sostenibles. Herramientas como plataformas digitales de gestión de la cadena de suministro y certificaciones de terceros juegan un papel crucial en este proceso.
- **Innovación Colaborativa:** La innovación es clave para reducir las emisiones de alcance 3, y esta innovación a menudo surge de la colaboración entre empresas y proveedores. Por ejemplo, el co-diseño de productos más sostenibles, el desarrollo de nuevos materiales con menor huella de carbono, o la implementación de tecnologías más eficientes en la producción y logística. La colaboración en investigación y desarrollo permite a las empresas y a sus proveedores compartir conocimientos, recursos y riesgos, acelerando la adopción de soluciones innovadoras.
- **Educación y Capacitación:** Las empresas están invirtiendo en la educación y capacitación de sus proveedores para mejorar sus capacidades en la gestión de emisiones. Programas de formación en sostenibilidad, auditorías ambientales y talleres sobre prácticas verdes son algunas de las estrategias utilizadas para empoderar a los proveedores. Esta educación no solo mejora la sostenibilidad en la cadena de suministro, sino que también fortalece las relaciones a largo plazo entre la empresa y sus proveedores.
- **Incentivos y Reconocimiento:** Para fomentar la participación activa de los proveedores en la reducción de emisiones de alcance 3, las empresas están ofreciendo incentivos y reconocimiento a aquellos que logran avances significativos. Estos incentivos pueden incluir mejores condiciones contractuales, acceso a financiamiento preferencial, o inclusión en programas de proveedores

preferentes. Además, las empresas están promoviendo a sus proveedores más sostenibles como socios estratégicos, lo que puede aumentar su competitividad en el mercado.

La colaboración en la cadena de suministro para reducir las emisiones de alcance 3 no solo ayuda a las empresas a cumplir con sus compromisos ambientales, sino que también genera beneficios tangibles, como la reducción de costos operativos, la mejora de la eficiencia energética, y la mitigación de riesgos relacionados con la cadena de suministro. Además, una cadena de suministro más sostenible puede fortalecer la reputación de la empresa, aumentar la lealtad del cliente y abrir nuevas oportunidades de negocio en un mercado cada vez más orientado hacia la sostenibilidad.

8.2. ESTRATEGIAS ESPECÍFICAS PARA LA REDUCCIÓN DE EMISIONES DE ALCANCE 3

8.2.1. Optimización de la Cadena de Suministro

El primer paso en la optimización de la cadena de suministro es identificar y medir las emisiones de Alcance 3 a lo largo de toda la cadena de valor. Esto incluye tanto las actividades aguas arriba (como la extracción de materias primas y la producción de insumos) como aguas abajo (incluyendo la distribución, uso y disposición de productos). La medición precisa de estas emisiones permite a las empresas comprender dónde están los mayores impactos ambientales y enfocarse en áreas críticas para la reducción.

Una estrategia efectiva para reducir las emisiones de Alcance 3 es trabajar estrechamente con los proveedores para adoptar prácticas más sostenibles. Esto puede incluir la selección de proveedores que utilicen energías renovables, procesos de producción más eficientes, o materiales reciclados. Además, fomentar la colaboración y

la innovación conjunta puede llevar al desarrollo de productos y procesos que reduzcan el impacto ambiental en toda la cadena de suministro.

Algunas líneas de acción para abordar la optimización de la cadena de suministro se centran en:

- *Eficiencia en el Transporte*: Se refiere a la capacidad de mover bienes, personas o materiales de un lugar a otro utilizando la menor cantidad de recursos posible, como tiempo, energía, y costos, mientras se minimiza el impacto ambiental. En el contexto de la logística y la cadena de suministro, mejorar la eficiencia en el transporte implica optimizar cómo se planifican y ejecutan las actividades de transporte para maximizar la productividad y reducir las emisiones de gases de efecto invernadero. Los componentes clave de la eficiencia en el transporte incluyen:
 - Optimización de Rutas:
 - Planificación de Rutas: Utilizar herramientas de software para planificar rutas que minimicen la distancia recorrida, eviten congestiones y reduzcan el tiempo de tránsito. Esto no solo ahorra combustible, sino que también mejora la puntualidad en las entregas.
 - Agrupamiento de Envíos: Consolidar cargas para que un solo vehículo transporte múltiples envíos hacia una misma área, disminuyendo el número de viajes necesarios.
 - Uso de Tecnología:
 - Telemetría y GPS: Implementar sistemas de rastreo y telemetría para monitorear en tiempo real la ubicación, velocidad y comportamiento de los vehículos, lo que permite tomar decisiones informadas para optimizar la operación.
 - Big Data y Análisis Predictivo: Utilizar análisis de datos para predecir patrones de tráfico, demanda y posibles problemas, permitiendo ajustes proactivos en las operaciones de transporte.

- **Mantenimiento Preventivo:** Mantener los vehículos en óptimas condiciones operativas mediante un mantenimiento regular para evitar averías y mejorar la eficiencia del combustible. Un vehículo bien mantenido consume menos combustible y es menos propenso a fallos, lo que reduce costos operativos y retrasos.
- **Capacitación de Conductores:** Capacitar a los conductores en prácticas de conducción eficiente, como evitar aceleraciones y frenadas bruscas, mantener una velocidad constante, y minimizar el tiempo de ralentí del motor. Estas prácticas contribuyen a reducir el consumo de combustible y las emisiones.
- **Adopción de Tecnologías Sostenibles:**
 - **Vehículos Eléctricos o Híbridos:** Incorporar vehículos eléctricos o híbridos en la flota para reducir la dependencia de combustibles fósiles y disminuir las emisiones de carbono.
 - **Uso de Combustibles Alternativos:** Explorar combustibles más limpios, como el gas natural comprimido (GNC) o el biocombustible, que generan menos emisiones contaminantes.
- **Reducción del Peso del Cargamento:** Disminuir el peso de la carga transportada mediante el uso de empaques más ligeros o materiales más eficientes puede mejorar la eficiencia en el consumo de combustible.
- **Logística Inversa:** Este proceso se encarga de gestionar y optimizar el flujo de productos, materiales o recursos desde el punto de consumo final de vuelta al origen o a un punto de recolección, con el objetivo de recuperar valor o disponer de ellos de manera adecuada. A diferencia de la logística tradicional, que se centra en el movimiento de bienes desde el productor hasta el consumidor, la logística inversa trata de lo que ocurre con los productos después de que han cumplido su ciclo de vida o ya no son necesarios para el consumidor. Las principales áreas de aplicación se encuentran en: devoluciones de productos, permitiendo la recolección, inspección, reparación, o una adecuada gestión de desecho; reciclaje y reutilización, esto ayuda a las empresas a reducir el desperdicio y recuperar

materiales valiosos; gestión de residuos, asegurando que se manejen de manera segura y en cumplimiento con las normativas ambientales; recuperación de activos, en algunos casos, los productos devueltos o no vendidos pueden ser reacondicionados o remanufacturados y luego revendidos, lo que permite a las empresas recuperar parte del valor del producto original.

8.2.2. Innovación Tecnológica

La innovación tecnológica es un motor clave del progreso en la sociedad contemporánea, impulsando cambios profundos en la manera en que vivimos, trabajamos y nos relacionamos con el entorno. Se refiere al desarrollo y aplicación de nuevas tecnologías, herramientas, procesos y sistemas que mejoran significativamente productos, servicios o métodos de producción. Estas innovaciones no solo potencian la eficiencia y la competitividad, sino que también juegan un papel crucial en la mitigación de los impactos ambientales, particularmente en la reducción de las emisiones de Alcance 3.

En un mundo cada vez más interconectado y consciente de la sostenibilidad, la innovación tecnológica se ha convertido en un factor esencial para el crecimiento económico y la reducción del impacto ambiental. Tecnologías emergentes como el análisis de Big Data, la Internet de las Cosas (IoT), la inteligencia artificial y la cadena de bloques (blockchain) permiten a las empresas monitorear y gestionar con mayor precisión las emisiones a lo largo de su cadena de suministro. Por ejemplo, mediante el uso de herramientas de análisis predictivo, las empresas pueden optimizar la logística y el transporte, reduciendo así el consumo de combustible y las emisiones de carbono asociadas.

Además, la adopción de energías renovables y el desarrollo de materiales sostenibles están transformando la forma en que se diseñan y fabrican los productos. La implementación de tecnologías que promueven el uso de energías limpias y la eficiencia energética en la producción no solo reduce las emisiones directas de una empresa, sino

que también disminuye significativamente las emisiones de Alcance 3 a lo largo de toda la cadena de valor.

Algunos componentes esenciales en la estrategia de innovación tecnológica para reducir las emisiones de Alcance 3 en la industria minera y sus proveedores incluyen lo siguiente:

- **Electrificación de las Operaciones:** Este proceso implica la sustitución de sistemas y procesos que dependen de combustibles fósiles por alternativas que utilizan electricidad, preferentemente generada a partir de fuentes renovables. Al electrificar sus operaciones, los fabricantes pueden reducir drásticamente sus emisiones directas (Alcance 1) y, de manera significativa, influir en la disminución de las emisiones indirectas (Alcance 3) a lo largo de su cadena de valor. La electrificación puede aplicarse en múltiples áreas de la producción, desde la maquinaria utilizada en las fábricas hasta los vehículos que transportan materias primas y productos terminados. Por ejemplo, el reemplazo de vehículos de carga que utilizan combustibles fósiles por vehículos eléctricos no solo reduce las emisiones en la propia operación del fabricante, sino que también disminuye las emisiones relacionadas con el transporte de materiales a lo largo de la cadena de suministro. Este cambio es especialmente impactante en sectores donde el transporte representa una gran parte de las emisiones de Alcance 3. Cuando esta electricidad proviene de fuentes renovables, el impacto en la reducción de las emisiones de carbono es aún mayor, contribuyendo a una cadena de suministro más sostenible y ayudando a los fabricantes a alcanzar sus objetivos de neutralidad de carbono.
- **Implementación de tecnologías de energía inteligente y gestión de la demanda eléctrica:** Estas tecnologías permiten a los fabricantes optimizar su consumo energético, alineando la producción con los periodos de menor demanda energética o cuando hay más disponibilidad de energía renovable. Esto no solo reduce el costo operativo, sino que también disminuye la intensidad de carbono asociada con el uso de electricidad en la manufactura.

- Energías Renovables: Estas energías ofrecen una alternativa limpia y sostenible a los combustibles fósiles, cuyo uso es una de las principales fuentes de emisiones de gases de efecto invernadero. Integrar estas fuentes de energía en las operaciones de una empresa no solo reduce las emisiones directas, sino que también tiene un impacto profundo en la cadena de suministro, ayudando a disminuir las emisiones indirectas que constituyen el Alcance 3. En esta línea, algunas alternativas son:
 - Generación de Energía In Situ: Muchos fabricantes están invirtiendo en instalaciones de generación de energía renovable, como paneles solares o turbinas eólicas, en sus propias plantas de producción. Esto permite que las operaciones sean alimentadas directamente por energía limpia, reduciendo la dependencia de la red eléctrica convencional, que a menudo se basa en combustibles fósiles. Al generar su propia energía, las empresas no solo reducen sus propias emisiones, sino que también disminuyen las emisiones de Alcance 3 asociadas con la energía que comprarían de proveedores externos.
 - Contratos de Energía Renovable: Las empresas pueden establecer contratos de compra de energía con proveedores de energía renovable, asegurando que una porción significativa o incluso toda la electricidad que utilizan provenga de fuentes limpias. Estos acuerdos ayudan a financiar nuevos proyectos de energía renovable, promoviendo una mayor adopción de estas tecnologías a nivel global.
 - Incentivar a los Proveedores: Las empresas pueden influir en sus proveedores para que también adopten energías renovables, ya sea mediante la exigencia de que utilicen fuentes de energía limpia como condición para los contratos, o proporcionando apoyo técnico y financiero para la transición. Esta estrategia es clave para reducir las emisiones de Alcance 3, ya que los proveedores suelen ser responsables de una parte significativa de estas emisiones.

- Integración en la Distribución y Logística: El uso de energías renovables también se puede extender a las operaciones logísticas, como el transporte y el almacenamiento. Por ejemplo, las flotas de vehículos eléctricos pueden ser alimentadas por electricidad generada a partir de fuentes renovables, y los almacenes pueden ser equipados con sistemas de energía solar para alimentar sus operaciones.
- Digitalización y Análisis de Datos: El uso de tecnologías digitales, como el Internet de las Cosas (IoT) y el análisis de Big Data, permite a las empresas rastrear y monitorear las emisiones de Alcance 3 en tiempo real. Al recopilar datos detallados sobre cada etapa de la cadena de suministro, las empresas pueden identificar áreas con altas emisiones y desarrollar estrategias específicas para reducirlas.
- Eficiencia Energética: El desarrollo de tecnologías más eficientes en términos energéticos, como maquinaria con menor consumo de energía o sistemas de iluminación inteligentes, contribuye a reducir la huella de carbono indirecta.
- Innovación en Materiales y Diseño de Productos: La innovación en el diseño de productos y la elección de materiales sostenibles es clave para reducir las emisiones de Alcance 3. El desarrollo de nuevos materiales reciclables o biodegradables puede disminuir la demanda de recursos vírgenes y reducir las emisiones asociadas con la extracción y procesamiento de materias primas. Además, el diseño de productos con una vida útil más larga o que sean más fáciles de reparar y reciclar también contribuye a minimizar las emisiones a lo largo del ciclo de vida del producto.

La innovación tecnológica es una fuerza transformadora con el potencial de mejorar nuestras vidas y resolver problemas complejos, pero también requiere un enfoque responsable y consciente para asegurar que sus beneficios se maximicen y sus riesgos se minimicen.

8.2.3. Economía Circular

A diferencia del modelo económico lineal tradicional, que se basa en un modelo de extracción de materia prima de la naturaleza, en el que se crean productos a partir de ella y luego se los desecha como residuos, es decir, "tomar, hacer y desechar", la economía circular, apunta a minimizar los desechos y a promover un uso sostenible de los recursos naturales a través de diseños de productos más inteligentes, con una vida útil más prolongada, de un mayor reciclaje, y de la regeneración de la naturaleza. En la figura 8.2 se presenta en forma gráfica el modelo de la economía circular.



Fuente: [Economía circular: definición, importancia y beneficios | Temas | Parlamento Europeo \(europa.eu\)](https://temas.parlamento.eu/es/temas/tema/economia-circular)

Figura 8.2: Modelo de la Economía Circular, menos materias primas, menos residuos y menos emisiones

La economía circular es un concepto económico que se interrelaciona con la sostenibilidad, y cuyo objetivo es que el valor de los productos, los materiales y los recursos (agua, energía, minerales, etc.) se mantenga en la economía durante el mayor tiempo posible, y que se reduzca al mínimo la generación de residuos.

Por lo anterior, transitar de una economía lineal a una circular en cualquier proceso o empresa, contribuye de manera positiva al objetivo de reducir las emisiones de alcance 3. Algunas estrategias que contribuyen en este sentido son:

3. Algunas estrategias que contribuyen en este sentido son:

- Diseñar productos para la circularidad:
 - Eco-diseño: Crear productos que sean fáciles de desensamblar, reparar, y reciclar al final de su vida útil. Esto reduce la necesidad de extraer nuevos recursos y, por lo tanto, disminuye las emisiones asociadas con la producción de materias primas.
 - Durabilidad y Modularidad: Diseñar productos duraderos y modulares que permitan a los usuarios reemplazar o actualizar partes en lugar de desechar el producto completo, prolongando su vida útil y reduciendo la demanda de nuevos productos.
- Optimización de la Cadena de Suministro:
 - Selección de Materiales Reciclados y Sostenibles: Utilizar materiales reciclados o provenientes de fuentes sostenibles para la fabricación de productos, lo cual disminuye las emisiones derivadas de la extracción y procesamiento de materias primas.
 - Colaboración con Proveedores Sostenibles: Trabajar con proveedores que también adopten prácticas de economía circular, como la reducción de residuos y el uso de energías renovables, puede reducir significativamente las emisiones de alcance 3.
- Modelos de Negocio Basados en la Circularidad:
 - Alquiler y Leasing: En lugar de vender productos, ofrecer servicios de alquiler o leasing. Esto incentiva la devolución y reutilización de productos, disminuyendo la necesidad de fabricar nuevos artículos.
 - Economía de la Funcionalidad: Vender servicios en lugar de productos. Por ejemplo, vender horas de uso de maquinaria en lugar de la máquina misma,

promoviendo la optimización del uso del equipo y reduciendo las emisiones asociadas con la producción de nuevas máquinas.

- Reutilización y Remanufactura:
 - Recolección y Redistribución de Productos Usados: Implementar programas de devolución donde los productos usados se recolectan, reacondicionan y venden nuevamente. Esto reduce la demanda de nuevos productos y disminuye las emisiones asociadas con su producción.
 - Remanufactura: Restaurar productos a su condición original o mejor para revenderlos. La remanufactura generalmente requiere menos energía que la producción de nuevos artículos, lo que se traduce en menores emisiones.
- Gestión Eficiente de Residuos:
 - Reciclaje Interno y Externo: Implementar sistemas de reciclaje tanto en las operaciones internas de la empresa como a nivel de producto. Los residuos industriales pueden ser reciclados para usarse en nuevos productos, reduciendo las emisiones derivadas de la fabricación de materiales vírgenes.
 - Economía de Residuos Cero: Diseñar procesos y productos de manera que no se generen residuos, o que todos los residuos se reciclen o reutilicen en otros procesos. Esto minimiza la eliminación de residuos y las emisiones asociadas con su gestión.
- Educación y Concientización:
 - Educación al Cliente sobre Sostenibilidad: Informar a los consumidores sobre cómo pueden prolongar la vida útil de los productos, reducir el consumo de energía durante su uso y reciclarlos adecuadamente al final de su vida. Esto no solo reduce las emisiones, sino que también fortalece la imagen de sostenibilidad de la marca.

- Capacitación a Proveedores: Brindar formación y recursos a los proveedores para que adopten prácticas de economía circular, contribuyendo a reducir las emisiones a lo largo de toda la cadena de valor.

Implementando estas estrategias, las empresas pueden no solo disminuir sus emisiones de alcance 3, sino también mejorar su competitividad, adaptarse a regulaciones ambientales más estrictas y fortalecer su compromiso con la sostenibilidad.

8.2.4. Adopción de Normativas y Estándares Internacionales

Las normativas y estándares internacionales que regulan la gestión y reducción de emisiones de GEI, especialmente en el contexto de las emisiones de Alcance 3, son fundamentales para garantizar la coherencia, transparencia y efectividad de las estrategias corporativas de sostenibilidad. Estas normas proporcionan un marco estructurado para que las organizaciones puedan medir, gestionar y reportar sus emisiones, alineándose con las mejores prácticas globales y cumpliendo con los compromisos climáticos. Las principales normas y estándares son:

- Cumplimiento con Normas ISO: Implementar y cumplir con normas internacionales como la familia de normas ISO 14060 para la gestión de emisiones de GEI.
- Adopción del Protocolo GHG: Utilizar el Protocolo de Gases de Efecto Invernadero (GHG Protocol) para la contabilidad y reporte de las emisiones de Alcance 3, asegurando transparencia y consistencia en los reportes de emisiones.

La adopción de estas normativas y estándares es crucial para que las organizaciones puedan gestionar eficazmente sus emisiones de GEI y cumplir con las expectativas de los mercados, reguladores y la sociedad en general. Al seguir estos marcos reconocidos internacionalmente, las empresas no solo aseguran el cumplimiento legal, sino que también mejoran su reputación, minimizan riesgos y contribuyen de manera significativa a la lucha contra el cambio climático.

8.3. IMPLEMENTACIÓN Y MONITOREO

8.3.1. Establecimiento de Metas de Reducción

Establecer metas de reducción de emisiones de GEI es un componente esencial de cualquier estrategia de sostenibilidad corporativa. Debido a su magnitud y complejidad, las emisiones de Alcance 3 presentan tanto desafíos como oportunidades únicas para la reducción de GEI. Establecer metas específicas y cuantificables para la reducción de emisiones de Alcance 3 no solo es una acción crítica para cumplir con las expectativas de reguladores y consumidores, sino también una estrategia clave para mitigar riesgos y captar nuevas oportunidades de negocio en un mercado global cada vez más enfocado en la sostenibilidad.

Como se ha presentado en capítulos anteriores, mientras que las emisiones directas de una organización (Alcance 1) y las emisiones de energía adquirida (Alcance 2) son más fáciles de medir y controlar, las emisiones de Alcance 3, que incluyen todas las emisiones indirectas a lo largo de la cadena de valor, pueden representar la mayor parte de la huella de carbono de una empresa. Por lo mismo, es clave que las empresas mandantes trabajen de manera conjunta y colaborativa con sus empresas proveedoras de productos y servicios para establecer metas ambiciosas y alcanzables para reducir las emisiones de alcance 3. Parte de los pasos necesarios para la fijación de metas, considera lo siguiente:

- **Identificación de las Fuentes de Emisión:** Mapear todas las fuentes potenciales de emisiones de Alcance 3 dentro de la cadena de valor, clasificadas según la categoría del Protocolo de Gases de Efecto Invernadero.
- **Recopilación de Datos:** Utilizar datos reales de proveedores, transporte, y consumo de productos, complementados con factores de emisión estándar cuando sea necesario, para calcular la huella de carbono de cada fuente identificada.

- **Priorización:** Determinar cuáles categorías de Alcance 3 son más significativas en términos de volumen de emisiones y factibilidad de reducción, para enfocar los esfuerzos donde tendrán mayor impacto.
- **Establecimiento de un Marco Temporal:** Definir un horizonte temporal claro para las metas de reducción.
- **Fijación de Objetivos Cuantitativos:** Desarrollar metas específicas y cuantificables, como reducir un porcentaje determinado de las emisiones de Alcance 3 en un plazo establecido. Por ejemplo, una meta podría ser reducir las emisiones de Alcance 3 en un 30% para 2030 en comparación con un año base.

8.3.2. Monitoreo y Reporte

El monitoreo y reporte de metas de reducción de emisiones de GEI es un proceso crucial para garantizar la transparencia, responsabilidad y efectividad en la gestión del impacto ambiental de una organización.

Un seguimiento continuo permite a las empresas evaluar el progreso hacia sus metas, identificar áreas de mejora y ajustar sus estrategias para asegurar el cumplimiento de los objetivos establecidos. Además, la divulgación clara y precisa de estos datos a las partes interesadas no solo cumple con las expectativas regulatorias y del mercado, sino que también refuerza la credibilidad y reputación de la organización como líder en sostenibilidad. En un contexto donde la transparencia ambiental es cada vez más valorada, el monitoreo y reporte eficaz de las metas de reducción de GEI es fundamental para demostrar el compromiso con la lucha contra el cambio climático y la creación de un futuro más sostenible.

El monitoreo y reporte considera entre otros aspectos:

- **Sistemas de Monitoreo Continuo:** Implementar sistemas de monitoreo continuo permite a las empresas gestionar mejor su huella de carbono y cumplir con sus metas de sostenibilidad. Estos sistemas facilitan la recopilación, análisis y reporte

de datos en tiempo real o con alta frecuencia, lo que proporciona numerosos beneficios en comparación con métodos de monitoreo más tradicionales. Los aspectos clave relacionados con la implementación de estos sistemas consideran: Recolección de datos en tiempo real (puede incluir el uso de sensores, dispositivos IoT y plataformas de software que recopilan datos de emisiones de proveedores, transportistas, y otros socios de la cadena de suministro en tiempo real); Integración con sistemas existentes (plataformas ERP (Enterprise Resource Planning) y otros sistemas de gestión empresarial para centralizar y facilitar el acceso a los datos); Análisis y reporte dinámico (con datos actualizados continuamente, las empresas pueden monitorear el progreso hacia sus metas de reducción de GEI de manera constante); Alertas y notificaciones (permite a la empresa tomar medidas correctivas tempranas).

- Comparación con Metas Establecidas: Comparar los datos de emisiones con las metas de reducción previamente definidas para evaluar el progreso.
- Análisis de Desempeño: Identificar las áreas donde se están logrando avances significativos y aquellas que requieren ajustes o mejoras en la estrategia.
- Gestión de Desviaciones: Detectar y analizar cualquier desviación del plan original, investigando las causas y ajustando las acciones correctivas necesarias.
- Elaboración de Informes: Preparar informes detallados que incluyan el inventario de emisiones, el progreso hacia las metas, las estrategias implementadas y los desafíos enfrentados.
- Transparencia en la Divulgación: Divulgar los informes de manera transparente a todas las partes interesadas, incluyendo inversores, clientes, empleados, reguladores y el público en general.
- Utilización de Marcos de Reporte Reconocidos: Alinear los informes con marcos reconocidos globalmente, como el Carbon Disclosure Project (CDP), el Global Reporting Initiative (GRI), o el Task Force on Climate-related Financial Disclosures (TCFD), para asegurar la coherencia y comparabilidad de la información.

8.3.3. Revisión y Mejora Continua

La Revisión y Mejora Continua es un pilar fundamental para asegurar que los esfuerzos de sostenibilidad de una organización no solo se mantengan en el tiempo, sino que también evolucionen y se optimicen constantemente. Dado que las emisiones de Alcance 3 abarcan una amplia gama de actividades indirectas a lo largo de la cadena de valor, la revisión periódica de las estrategias implementadas permite identificar oportunidades de mejora, adaptarse a nuevas normativas y tecnologías, y responder a las dinámicas cambiantes del mercado y las expectativas de las partes interesadas.

Este proceso implica un análisis crítico del progreso hacia las metas establecidas, la evaluación de la efectividad de las iniciativas en curso, y la implementación de ajustes basados en los datos recopilados y las lecciones aprendidas. Al adoptar un enfoque de mejora continua, las empresas pueden no solo cumplir con sus objetivos climáticos, sino también fortalecer su resiliencia operativa, mejorar la eficiencia, y mantener su liderazgo en sostenibilidad. La revisión y mejora continua garantiza que la estrategia de reducción de emisiones de Alcance 3 siga siendo relevante, efectiva y alineada con los avances científicos y las mejores prácticas internacionales. A continuación, se describen los pasos clave que considera este enfoque:

- **Cultura de Mejora Continua:** Fomentar una cultura de mejora continua en la gestión de emisiones, adaptándose a nuevas tecnologías, regulaciones y expectativas de las partes interesadas.
- **Retroalimentación y Ajustes:** Utilizar los resultados para mejorar continuamente las estrategias de reducción de emisiones, adaptando las metas y acciones según sea necesario.
- **Innovación y Adaptación:** Incorporar nuevas tecnologías, mejores prácticas y lecciones aprendidas en los esfuerzos de reducción de emisiones, fomentando la innovación para alcanzar y superar los objetivos climáticos.
- **Colaboración con Proveedores y Socios:** Involucrar a proveedores, clientes, y otros socios clave en el proceso de mejora continua, asegurando que las

iniciativas de reducción de emisiones sean efectivas a lo largo de toda la cadena de valor.

- **Verificación Independiente:** En muchos casos, es recomendable o requerido someter los datos y reportes a auditorías externas para verificar la exactitud y cumplimiento con los estándares establecidos.

8.4. IMPACTO EN LA COMPETITIVIDAD EMPRESARIAL

En la actual economía global, la competitividad empresarial está profundamente influenciada por la capacidad de las empresas para adaptarse a las crecientes demandas de sostenibilidad y responsabilidad ambiental. Dentro de este contexto, la reducción de Gases de Efecto Invernadero (GEI) ha emergido como una estrategia clave para las empresas, especialmente aquellas que operan como proveedoras de la industria minera. Este capítulo explora cómo la implementación de estrategias para reducir los GEI de Alcance 3 puede ofrecer una ventaja competitiva significativa y facilitar el acceso a nuevos mercados.

8.4.1. Ventajas Competitivas

Las empresas proveedoras que adoptan estrategias efectivas para reducir los GEI de Alcance 3, pueden diferenciarse de sus competidores, al ofrecer productos y servicios que contribuyen a una menor huella de carbono global. Esta ventaja competitiva se manifiesta de varias maneras:

1. **Reputación y Marca Verde:** Las empresas que lideran en sostenibilidad pueden fortalecer su marca, atrayendo a clientes que valoran la responsabilidad ambiental.

2. **Cumplimiento Normativo y Mitigación de Riesgos:** Con la creciente regulación en torno a las emisiones de carbono, estar a la vanguardia en la reducción de GEI permite a las empresas minimizar riesgos legales y regulatorios.
3. **Innovación y Eficiencia Operativa:** La implementación de prácticas para reducir GEI suele ir de la mano con la optimización de procesos y la innovación, lo que puede llevar a una mayor eficiencia y reducción de costos.
4. **Acceso a Financiamiento Verde:** Las empresas que demuestran un compromiso con la sostenibilidad y la reducción de emisiones suelen tener un mejor acceso a financiamiento verde, que incluye préstamos, bonos, y otros instrumentos financieros diseñados para apoyar proyectos sostenibles. Esto no solo facilita el acceso a capital a tasas más favorables, sino que también puede atraer a inversores que priorizan criterios ambientales, sociales y de gobernanza (ESG).
5. **Ventaja en Licitaciones:** Cada vez más, los contratos requieren que los proveedores cumplan con ciertos estándares ambientales. Las empresas que han implementado estrategias de reducción de GEI, pueden calificar para licitaciones que excluyen a competidores menos sostenibles, dándoles una ventaja en la obtención de contratos.
6. **Mejora en la Retención y Atracción de Talento:** Una cultura empresarial centrada en la sostenibilidad atrae a empleados que comparten estos valores. Las empresas que destacan por sus esfuerzos en reducir las emisiones de GEI, no solo pueden mejorar la moral interna, sino también atraer y retener talento que busca trabajar en organizaciones responsables y comprometidas con el medio ambiente.
7. **Relaciones Fortalecidas con Stakeholders:** La transparencia y el compromiso con la reducción de emisiones fortalecen las relaciones con stakeholders clave, como comunidades locales, ONGs, y reguladores. Esto puede resultar en una mayor confianza, menor riesgo de conflictos sociales, y una licencia social más sólida para operar.

8. **Capacidad de Respuesta a Cambios Regulatorios:** Las regulaciones ambientales están en constante evolución, y las empresas que han anticipado estos cambios mediante la implementación de estrategias de reducción de GEI, están mejor preparadas para adaptarse a nuevas normativas. Esto no solo minimiza el riesgo de sanciones, sino que también puede posicionar a la empresa como líder en cumplimiento y responsabilidad.
9. **Reducción de Costos Operativos a Largo Plazo:** Aunque la implementación de medidas para reducir GEI puede requerir una inversión inicial, a largo plazo estas prácticas suelen llevar a una mayor eficiencia operativa y una reducción de costos. Por ejemplo, la adopción de tecnologías energéticamente eficientes y la optimización de la cadena de suministro no solo reducen las emisiones, sino también los costos asociados con el consumo de energía y los recursos materiales.
10. **Mayor Resiliencia y Continuidad del Negocio:** Empresas con estrategias robustas de sostenibilidad son más resilientes a interrupciones en la cadena de suministro relacionadas con el clima y otros riesgos ambientales. Esta capacidad de adaptación y continuidad en operaciones puede ser crucial en un entorno de negocio donde los eventos climáticos extremos son cada vez más frecuentes.
11. **Diferenciación en Productos y Servicios:** La reducción de GEI Alcance 3, permite a las empresas ofrecer productos y servicios que se diferencian claramente de aquellos de sus competidores. Esto puede incluir la comercialización de productos con una menor huella de carbono, lo que podría atraer a clientes conscientes del medio ambiente y permitir a la empresa captar una mayor cuota de mercado.
12. **Participación en Alianzas y Redes de Sostenibilidad:** Al alinearse con la reducción de GEI, las empresas pueden participar en alianzas estratégicas y redes de sostenibilidad que promuevan prácticas innovadoras y colaborativas. Estas conexiones pueden ofrecer acceso a nuevos recursos, conocimientos

compartidos, y oportunidades de negocio que no estarían disponibles de otra manera.

13. **Incentivos Fiscales y Subsidios:** En algunos países, los gobiernos ofrecen incentivos fiscales, subsidios o reducciones de impuestos a las empresas que implementan prácticas sostenibles y reducen sus emisiones de GEI. Aprovechar estos beneficios, puede reducir significativamente los costos operativos y mejorar la rentabilidad.

Estas ventajas competitivas demuestran que la implementación de estrategias de reducción de GEI Alcance 3 no solo contribuye a la sostenibilidad global, sino que también proporciona a las empresas proveedoras de la industria minera, múltiples beneficios que pueden mejorar su posición en el mercado y asegurar un crecimiento sostenido.

8.4.2. Acceso a Nuevos Mercados

La reducción de GEI Alcance 3 no solo refuerza la competitividad interna de las empresas, sino que también abre puertas a una serie de oportunidades en nuevos mercados, donde la sostenibilidad se ha convertido en un factor determinante. A medida que los consumidores, reguladores, y empresas globales priorizan la sostenibilidad en sus decisiones de compra y contratación, las empresas proveedoras de la industria minera que implementan estrategias de reducción de GEI, pueden capitalizar estas tendencias de varias maneras:

1. **Mercados Internacionales Sensibles al Carbono:** En regiones como la Unión Europea, América del Norte, y ciertas partes de Asia, la demanda por productos y servicios con bajas emisiones de carbono está en aumento. Estos mercados cuentan con consumidores y corporaciones que valoran la sostenibilidad y están dispuestos a pagar un precio premium por productos que tengan una menor huella de carbono. Además, algunos gobiernos han implementado políticas y

regulaciones que incentivan la importación de bienes y servicios sostenibles, como impuestos al carbono o cuotas de emisión. Por ejemplo:

- *Certificaciones Ecológicas:* Muchas empresas y productos que operan en estos mercados buscan obtener certificaciones ecológicas (como la ISO 14001 o la certificación Carbon Trust Standard) que demuestran su compromiso con la reducción de emisiones. Los proveedores que pueden demostrar un enfoque sólido en la reducción de GEI, tienen una mayor probabilidad de acceder a estos mercados y obtener estas certificaciones.
- *Aranceles y Normativas:* En ciertos mercados, como el de la Unión Europea, la regulación impone aranceles más bajos o la exención de tarifas a los productos que demuestran un bajo impacto ambiental, facilitando el acceso y la competitividad de estos productos en la región.

2. ***Preferencia de Grandes Empresas Mineras:*** Las grandes compañías mineras, que a menudo tienen sus propias metas de reducción de emisiones y compromisos de sostenibilidad, están cada vez más interesadas en trabajar con proveedores que puedan ayudarles a cumplir con sus objetivos ambientales. Esto incluye:

- *Selección de Proveedores:* Las empresas mineras están priorizando a proveedores que puedan demostrar prácticas sostenibles, especialmente en la reducción de emisiones de GEI Alcance 3. Estas empresas están dispuestas a pagar más o a comprometerse en contratos a largo plazo con proveedores que alinean sus operaciones con los objetivos de sostenibilidad de la minera.
- *Alianzas Estratégicas:* Al implementar estrategias de reducción de GEI, los proveedores pueden formar alianzas estratégicas con empresas mineras, para desarrollar proyectos conjuntos que reduzcan las emisiones a lo largo de toda la cadena de valor. Esto no solo fortalece la relación con el cliente, sino que también puede resultar en contratos más lucrativos y estables.

3. **Participación en Cadenas de Valor Sostenibles:** A medida que las cadenas de suministro globales se vuelven más conscientes del impacto ambiental, las empresas que pueden reducir sus emisiones de GEI se posicionan mejor para participar en cadenas de valor sostenibles. Estas cadenas están compuestas por empresas que colaboran para minimizar su impacto ambiental en todas las etapas del ciclo de vida del producto, desde la extracción de materias primas hasta la disposición final. Las ventajas incluyen:

- **Certificaciones y Sellos de Calidad:** Participar en una cadena de suministro sostenible puede permitir a las empresas obtener certificaciones o sellos que destacan su compromiso con el medio ambiente. Esto no solo facilita la entrada a nuevos mercados, sino que también permite acceder a clientes que valoran y buscan estos atributos.
- **Mercados Nicho:** Algunos sectores específicos, como la tecnología verde, las energías renovables, o la construcción sostenible, están creciendo rápidamente y requieren insumos que cumplan con estrictos estándares ambientales. Las empresas que logran reducir sus GEI Alcance 3 están mejor posicionadas para entrar en estos mercados de nicho y aprovechar su crecimiento.

4. **Consolidación de Presencia en Mercados Emergentes:** En mercados emergentes, donde la regulación ambiental aún está en desarrollo, las empresas que lideran con prácticas sostenibles tienen la oportunidad de establecerse como líderes de la industria.

Las empresas que se comprometen con la sostenibilidad y la reducción de emisiones están mejor posicionadas para aprovechar oportunidades en distintos mercados, atraer grandes clientes, participar en cadenas de valor sostenibles, y establecerse como líderes en mercados emergentes, asegurando así su crecimiento y éxito a largo plazo.

9. CASOS DE ÉXITO

9.1. CASOS DE ÉXITO EN LA INDUSTRIA MINERA

9.1.1. BHP

- **Descripción:** BHP es una de las mayores compañías mineras globales, con origen australiano. Se especializa en la extracción y procesamiento de materias primas cruciales para la economía mundial y la transición energética. Sus productos principales incluyen níquel, potasio, mineral de hierro, carbón metalúrgico y cobre. Con operaciones internacionales, incluyendo la mina Escondida en Chile, BHP se enfoca en proporcionar recursos para la descarbonización y el crecimiento sostenible, enfatizando su compromiso con la acción climática y la sostenibilidad en sus operaciones.
- **Estrategias Implementadas:** BHP ha establecido varias líneas de acción para reducir las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) de Alcance 3 en su cadena de valor. Aquí están las principales estrategias:
 - *Productos energéticos:* BHP está en proceso de desinvertir en activos de petróleo, gas y carbón térmico, lo que reducirá significativamente las emisiones de Alcance 3 asociadas con el uso de estos productos.
 - *Adquisiciones:* Se ha establecido un objetivo de cero emisiones netas para 2050 en las emisiones operativas de los proveedores directos de BHP. También se planea integrar criterios climáticos en la selección de proveedores y la gestión de contratos.
 - *Transporte marítimo:* Inversiones en tecnologías de bajas emisiones para buques y combustibles alternativos como GNL y biocombustibles.

- *Producción de acero*: BHP impulsa la descarbonización del acero mediante colaboraciones con grandes siderúrgicas, comprometiendo inversiones de hasta \$65 millones en I+D de tecnologías de bajas emisiones, como hierro con hidrógeno. Participa en iniciativas globales, incluyendo el Centro para la Descarbonización Marítima. Su enfoque abarca toda la cadena de valor, desde la producción hasta el transporte del acero.
- *Innovación tecnológica*: A través de BHP Ventures, la empresa invierte en compañías emergentes que se centran en tecnologías de producción de acero con bajas o nulas emisiones de carbono.
- *Mejora de la eficiencia energética*: Implementación de tecnologías de eficiencia energética en las operaciones de los proveedores y clientes.
- *Fomento de la economía circular*: Promoción del reciclaje y reutilización de materiales en la cadena de valor, especialmente en la industria del acero.
- *Desarrollo de productos de "bajas emisiones"*: Exploración de oportunidades para ofrecer productos estructurados de bajas emisiones o suministro independiente de compensaciones a los clientes.
- *Trazabilidad y transparencia*: Mejora de los métodos de cálculo y reporte de emisiones de Alcance 3, trabajo con clientes y proveedores para mejorar la trazabilidad de productos y emisiones.
- **Metas**: Las metas relacionadas con las emisiones de Alcance 3 de BHP se centran en las áreas donde la empresa tiene mayor influencia indirecta. Aquí están las principales metas de Alcance 3:
 - BHP tiene como objetivo alcanzar cero neto para 2050 para las emisiones operativas de GEI de sus proveedores directos (sus emisiones de Alcance 1 y 2 incluidas en las categorías de informes de Alcance 3 relevantes de BHP), sujeto a la disponibilidad generalizada de bienes y servicios neutros en carbono, para cumplir con los requisitos de BHP.

- BHP tiene como objetivo alcanzar cero neto para 2050 para las emisiones de GEI de todos los envíos de productos de BHP, sujeto a la disponibilidad generalizada de soluciones neutras en carbono.
- Apoyar el desarrollo de tecnologías y vías capaces de lograr una reducción del 30% en la intensidad de emisiones en la producción integrada de acero para 2030.
- Apoyar una reducción del 40% en la intensidad de emisiones del transporte marítimo de los productos de BHP para 2030, y lograr cero emisiones netas para 2050, sujeto a la disponibilidad generalizada de soluciones neutras en carbono.
- Compromiso de inversión de al menos US\$400 millones en iniciativas de reducción de emisiones en sus activos operados y cadena de valor durante el programa de cinco años del Climate Investment Program.
- **Resultados:** De acuerdo con el Reporte anual de BHP 2023, los principales resultados relacionados con las metas de reducción de emisiones de Alcance 3 fueron:
 - Reducción del 10% en emisiones de alcance 3 respecto de línea base 2020.
 - USD\$114 millones comprometidos en asociaciones y empresas relacionadas con la fabricación de acero, para invertir en el desarrollo de tecnologías que podrían llevar a reducciones en la intensidad de emisiones.
 - Asociaciones colaborativas con siete importantes fabricantes de acero que representan aproximadamente el 19% de la producción mundial de acero reportada.
 - Disminución de un 40.7% en la intensidad de emisiones en el transporte marítimo en comparación con 2008.

9.1.2. Rio Tinto

- **Descripción:** Rio Tinto es una empresa líder global en minería y materiales. Opera en 35 países, centrándose en la producción de hierro, cobre y aluminio. La empresa continúa invirtiendo en proyectos que buscan reducir su huella de carbono y mejorar sus prácticas ambientales, reconociendo que la sostenibilidad es fundamental para el éxito a largo plazo en la industria minera.
- **Estrategias Implementadas:** Rio Tinto ha establecido estrategias específicas, metas y algunos resultados para reducir sus emisiones de Alcance 3:
 - Cadena de valor del acero: Colaboración con clientes para reducir emisiones del proceso de alto horno actual y desarrollo de tecnologías como Biolron y hornos de fusión eléctrica para reducir emisiones en la producción de acero.
 - Cadena de valor del aluminio: Mejora de la eficiencia energética en el proceso de refinación de alúmina y avance en la tecnología ELYSIS para la producción de aluminio sin emisiones directas de carbono.
 - Transporte marítimo: Mejora de la eficiencia energética de la flota y exploración de combustibles alternativos como biocombustibles y gas natural licuado (GNL).
 - Adquisiciones: Colaboración con los 50 principales proveedores en categorías de altas emisiones para mejorar la medición y reducción de emisiones.
- **Metas:**
 - Acero: Apoyar las ambiciones de los clientes para reducir sus emisiones de carbono del alto horno en un 20-30% para 2035 y reducir las emisiones de Alcance 3 de sus minerales de alto grado de IOC (Iron Ore Company of Canada) en un 50% para 2035 en relación con los niveles de 2022.

- Transporte marítimo: Alcanzar cero emisiones netas en el transporte marítimo para 2050, lograr que el 10% de la flota fletada por tiempo funcione con combustible cero emisiones para 2030 y reducir la intensidad de emisiones en un 40% para 2025 y en un 50% para 2030.
- Adquisiciones: A partir de 2024, utilizar la descarbonización como criterio clave en todos los nuevos acuerdos de abastecimiento en las categorías de mayores emisiones.
- **Resultados:** De acuerdo con su Informe de Cambio Climático 2023, los principales resultados relacionados con las metas de reducción de emisiones de Alcance 3 fueron:
 - Las emisiones de Alcance 3 en 2023 fueron de 578,1 Mt CO₂e, ligeramente inferiores a las 583,9 Mt CO₂e de 2022.
 - Reducción del 37% en la intensidad de emisiones del transporte marítimo en comparación con la línea base de 2008.
 - Se han definido áreas potenciales de colaboración para ayudar a descarbonizar la refinación de alúmina con clientes que representan el 47% de las ventas de bauxita.

9.1.3. Anglo American

- **Descripción:** Anglo American es una empresa minera líder a nivel mundial, con operaciones diversificadas en varios continentes. Se dedica a la extracción y procesamiento de una amplia gama de materias primas, incluyendo cobre, platino, diamantes y mineral de hierro. Con un enfoque en la innovación y la sostenibilidad, la compañía desarrolla proyectos de gran escala, mientras se adapta a los desafíos futuros de la industria. Anglo American se destaca por su compromiso con la responsabilidad social y ambiental, buscando contribuir al desarrollo de las

comunidades donde opera y liderar la transición hacia prácticas mineras más sostenibles.

- **Estrategias Implementadas:** Anglo American ha establecido las siguientes estrategias para reducir sus emisiones de Alcance 3:
 - *Colaboración con clientes y socios:* Trabajo colaborativo con sus mayores clientes emisores y socios proveedores para reducir las emisiones a través de mejoras en la eficiencia y avances tecnológicos.
 - *Enfoque en la industria del acero:* Dado que el procesamiento del mineral de hierro es el mayor contribuyente a sus emisiones de Alcance 3, la empresa está colaborando con fabricantes de acero para desarrollar tecnologías de producción de acero más limpias.
 - *Promoción de hierro de alta calidad:* Está aumentando su producción de alimentación de pellets y mineral de hierro de primera calidad para apoyar tecnologías de producción de acero con menores emisiones.
 - *Acuerdos de colaboración:* La empresa ha firmado memorandos de entendimiento con varios clientes para trabajar en la reducción de emisiones en la cadena de valor del acero.
 - *Transporte marítimo neutro en carbono:* Se ha fijado el objetivo de lograr la neutralidad de carbono en sus actividades de transporte marítimo controladas para 2040.
 - *Uso de combustibles alternativos:* Para reducir las emisiones del transporte marítimo, la empresa planea utilizar combustibles alternativos existentes como GNL y biocombustibles, junto con dispositivos de ahorro de energía y estrategias de optimización comercial.
 - *Colaboración con proveedores:* Está trabajando con sus proveedores globales para impulsar una mayor descarbonización en su diversa cadena de valor.

- **Metas:** Anglo American ha establecido metas específicas para sus estrategias de reducción de emisiones de Alcance 3. Aquí están las principales metas en estas líneas de acción:
 - Reducir sus emisiones de Alcance 3 en un 50% para 2040, en comparación con la línea base de 2020.
 - Lograr carbono neutralidad en el transporte marítimo para 2040, con una reducción intermedia del 30% para 2030.
 - En economía circular, aumentar la reutilización y reciclaje de materiales en un 50% para 2030.
 - Anglo American está enfocando sus esfuerzos en la reducción de emisiones de Alcance 3 upstream mediante la colaboración estrecha con sus 100 principales proveedores, que representan más del 50% de estas emisiones, trabajando conjuntamente para disminuir la huella de carbono en la adquisición de equipos y bienes de capital.
 - Esperan que la proporción de chatarra en la producción total de acero aumente del 32% actual a más del 40% en los próximos 10 años.
- **Resultados:** De acuerdo con el informe de sostenibilidad de Anglo American 2023, los principales resultados relacionados con las metas de reducción de emisiones de Alcance 3 fueron:
 - 17% de reducción de emisiones de Alcance 3 respecto de línea base 2020.
 - Reducción del 15% en las emisiones del transporte marítimo en comparación con la línea base de 2020
 - Reducción del 5% en la intensidad de emisiones del mineral de hierro en 2023 en comparación con la línea base de 2020.
 - Aumento del 11% en la reutilización y reciclaje de materiales en 2023 en comparación con la línea base de 2020.
 - Anglo American ha realizado inversiones estratégicas y colaboraciones con empresas líderes en la industria del acero (como Malabar Coal, POSCO,

Thyssenkrupp, y Salzgitter AG) para desarrollar e implementar tecnologías de producción de acero con bajas emisiones de carbono, incluyendo la reducción directa de hierro (DRI: Direct Reduced Iron), el uso de hidrógeno verde, y otras innovaciones, además de aumentar su inversión en I+D y unirse a iniciativas como "First Movers Coalition" para acelerar la descarbonización del sector.

9.2. CASOS DE ÉXITO DE PROVEEDORES DE LA INDUSTRIA MINERA

9.2.1. Caterpillar

- **Descripción:** Caterpillar Inc., fundada en 1925 en EE.UU., es líder mundial en la fabricación de maquinaria pesada, equipos de construcción y motores. Con sede en Illinois, opera globalmente en sectores como construcción, minería y energía. Reconocida por sus máquinas amarillas, Caterpillar se destaca por su innovación, durabilidad y compromiso con la sostenibilidad, desarrollando tecnologías para reducir emisiones y mejorar la eficiencia.
- **Estrategias Implementadas:** Caterpillar reconoce que más del 95% de sus emisiones totales provienen del Alcance 3, principalmente del uso de productos vendidos. En línea con esto, su estrategia se enfoca en:
 - Innovación en productos de bajas emisiones: Desarrollo de productos más eficientes energéticamente y con menores emisiones, e inversión en tecnologías AACE (Autonomía, Combustibles Alternativos, Conectividad y Electrificación).
 - Electrificación: Introducción de máquinas eléctricas a batería, como cargadores y excavadoras, y desarrollo de prototipos de camiones mineros eléctricos a batería.

- Combustibles alternativos: Oferta de máquinas y motores capaces de operar con combustibles alternativos como biodiesel, biogás, hidrógeno y aceite vegetal hidro tratado (HVO). Además, se considera el desarrollo de soluciones de generación de energía con hidrógeno.
 - Mejora de la eficiencia: Continuo desarrollo de productos más eficientes que ayuden a los clientes a reducir su consumo de combustible y emisiones.
 - Economía circular: Promoción de la remanufactura y reconstrucción de productos para extender su vida útil y reducir la necesidad de nuevos materiales.
 - Inversión en I+D: Inversión continua en investigación y desarrollo para crear tecnologías más limpias y eficientes.
- **Metas:**
 - 100% de los nuevos productos hasta el 2030 serán más sostenibles que la generación anterior, a través de la colaboración con los clientes, la reducción de residuos, un mejor diseño para la reconstrucción, menores emisiones o una mayor eficiencia.
 - Aumentar las ventas y los ingresos por remanufactura en un 25% de 2018 a 2030.
 - Ofrecer una gama completa de equipos libres de emisiones para operaciones subterráneas para 2025 y para operaciones de superficie para 2030.
 - Impulsar la economía circular, promoviendo la reutilización y el reciclaje de sus productos para minimizar la huella de carbono a lo largo de todo su ciclo de vida.
 - **Resultados:** En base a 2023 Sustainability Report, 2022 Understanding Our Scope 3 Emissions:

- 100% de los productos nuevos introducidos en 2023 fueron más sostenibles que las generaciones anteriores.
- Aumento del 31% en las ventas y los ingresos por remanufactura con respecto a 2018.
- Disminución del 46% en la intensidad de las emisiones de alcance 3 de uso de productos vendidos entre 2018 y 2022 (MtCO₂e dividido por las ventas e ingresos de la empresa).

9.2.2. Epiroc

- **Descripción:** Epiroc es una empresa líder en equipos y servicios para minería e ingeniería civil, surgida de Atlas Copco. Se especializa en soluciones innovadoras de perforación y excavación de rocas, tanto de superficie como subterráneas. Ofrece tecnología de vanguardia y servicios integrales, posicionándose como un socio estratégico para mejorar la eficiencia y sostenibilidad en las operaciones de sus clientes en diversos sectores industriales.
- **Estrategias Implementadas:** Las líneas estratégicas de Epiroc para reducir las emisiones de alcance 3 se centran en:
 - *Electrificación de equipos:* Desarrollando y ofrecer una gama completa de equipos eléctricos a batería, especialmente para operaciones subterráneas.
 - *Innovación en productos:* La empresa invierte fuertemente en I+D para desarrollar soluciones que mejoren la eficiencia energética y reduzcan las emisiones de sus productos durante su uso.
 - *Colaboración con proveedores:* Trabaja con sus proveedores para reducir las emisiones en su cadena de suministro.

- *Servicios de conversión*: Servicios para convertir equipos diésel existentes a eléctricos, permitiendo a los clientes reducir emisiones sin necesidad de reemplazar completamente su flota.
- *Soluciones digitales y de automatización*: Estas tecnologías ayudan a optimizar las operaciones de los clientes, mejorando la eficiencia y reduciendo el consumo de energía y las emisiones.
- *Economía circular*: Promueve prácticas de economía circular, como la remanufactura de componentes y servicios tendientes a extender la vida útil de los equipos y reducir la necesidad de nuevos equipos.
- **Metas**: Epiroc ha establecido objetivos específicos para reducir las emisiones de alcance 3, dentro de los cuales se tienen:
 - Reducir las emisiones absolutas de GEI de alcance 3 provenientes del uso de productos vendidos en un 50% para 2030, tomando como base el año 2019.
 - Para 2025, planean ofrecer una alternativa libre de emisiones para todos sus equipos subterráneos, y para 2030, para todos sus equipos de superficie.
 - Ofrecer una gama completa de equipos libres de emisiones para operaciones subterráneas para 2025 y para operaciones de superficie para 2030.
 - La compañía busca que el 50% de sus proveedores relevantes (en términos de emisiones) reduzcan sus emisiones de CO₂e en un 50% para 2030.
- **Resultados**: De acuerdo con el Informe Anual y de Sostenibilidad 2023:
 - Reducción del 12.4% en sus emisiones de alcance 3 desde el año base 2019.
 - 42% de la flota de Epiroc, está disponible en opción de batería eléctrica.

- Colaboración con SSAB para asegurar acero libre de fósiles para la producción de equipos mineros.
- Implementación de prácticas de economía circular, como la remanufactura de componentes y el servicio "Batteries as a Service".

9.2.3. Komatsu

- **Descripción:** Komatsu es una empresa japonesa líder mundial en la fabricación de maquinaria pesada para los sectores de construcción, minería, forestal e industrial. Fundada en 1917, ofrece una amplia gama de equipos como excavadoras, cargadores y camiones especializados. Se destaca por su innovación tecnológica, compromiso con la sostenibilidad y presencia global. Komatsu proporciona soluciones integrales, incluyendo maquinaria de alta calidad y servicios de soporte, posicionándose como un actor clave en estas industrias.
- **Estrategias Implementadas:** Los objetivos estratégicos respecto a la reducción de emisiones de alcance 3 son los siguientes:
 - *Enfoque en productos de uso:* La mayor parte de las emisiones de alcance 3 de Komatsu provienen del uso de sus productos por parte de los clientes. Por lo tanto, su estrategia se centra en mejorar la eficiencia de los productos y desarrollar alternativas de bajas emisiones.
 - *Electrificación y tecnologías alternativas:* Desarrollo de equipos eléctricos, incluyendo excavadoras y cargadores frontales eléctricos. Además, investigación y desarrollo de equipos de hidrógeno, como camiones de minería que utilizan hidrógeno como combustible.
 - *Mejora de la eficiencia energética:* Continuar mejorando la eficiencia energética de los equipos convencionales para reducir las emisiones durante su uso.

- *Soluciones digitales*: Implementación de soluciones digitales y de automatización para optimizar las operaciones de los clientes y reducir el consumo de combustible.
- *Colaboración con clientes*: Trabajar estrechamente con los clientes para implementar prácticas de operación más eficientes y adoptar tecnologías de bajas emisiones.
- *Innovación en la cadena de suministro*: Colaborar con proveedores para reducir las emisiones asociadas con la producción y el transporte de componentes y materiales.
- *Economía circular*: Promover la reutilización y el reciclaje de componentes para extender la vida útil de los equipos y reducir la necesidad de nuevos recursos.
- **Metas**: Se comparan con año base 2010.
 - Reducir las emisiones de CO₂ (Alcance 3) en un 50% para el 2030 y alcanzar la neutralidad de carbono para el 2050.
 - Mejorar la eficiencia energética de los productos principales en un 50% para 2030.
 - Desarrollar equipos de construcción pequeños y medianos totalmente eléctricos para el 2030.
 - Expandir la gama de productos eléctricos a equipos más grandes y de minería.
 - Comercializar camiones de minería propulsados por hidrógeno para el 2030.
 - Aumentar la implementación de sistemas autónomos y soluciones digitales para mejorar la eficiencia operativa y reducir el consumo de combustible.
 - Aumentar significativamente la tasa de reutilización y reciclaje de componentes y materiales.

- Colaborar con los principales proveedores para reducir significativamente las emisiones asociadas con la producción de componentes y materiales.
- Desarrollar y ofrecer soluciones integrales de bajas emisiones para los clientes, incluyendo equipos, servicios y tecnologías de gestión de flotas.
- **Resultados:** De acuerdo con el informe anual de Komatsu para 2023, los resultados de sus objetivos de reducción de emisiones de alcance 3 son los siguientes:
 - Reducción del 36% en las emisiones de CO₂ de alcance 3 hasta el año fiscal 2022 en comparación con el 2010.
 - Komatsu ha introducido varios modelos de equipos eléctricos, incluyendo excavadoras y cargadores frontales.
 - Mejora del 18% en la eficiencia energética de sus productos principales en comparación con el año 2010.
 - Los sistemas de control autónomo de Komatsu han demostrado mejoras en la eficiencia operativa, con algunos clientes reportando aumentos de productividad de hasta el 15% y reducciones en el consumo de combustible.

9.3. CASOS DE ÉXITO EN OTRAS INDUSTRIAS

9.3.1. Unilever

- **Descripción:** Unilever es una de las principales empresas globales de bienes de consumo, operando en más de 190 países. Fundada en 1929, ha integrado la sostenibilidad en su estrategia empresarial, enfocándose en reducir las emisiones de GEI a lo largo de su cadena de valor, especialmente en el Alcance 3 (ver Figura 9.1). Unilever se ha comprometido a alcanzar cero emisiones netas para 2039, liderando la transición hacia una economía más sostenible.
- **Estrategias Implementadas:** Basado en la información proporcionada en el reporte anual de Unilever, algunas de las principales estrategias que la compañía está implementando para reducir sus emisiones de alcance 3 incluyen:
 - *Agricultura regenerativa:* Están trabajando con agricultores y proveedores para implementar prácticas agrícolas más sostenibles que secuestren carbono en el suelo y reduzcan las emisiones.
 - *Cadena de suministro libre de deforestación:* Se están enfocando en eliminar la deforestación de su cadena de suministro, especialmente en ingredientes clave como el aceite de palma.
 - *Innovación en productos:* Desarrollando productos que requieren menos energía durante su uso, como detergentes que funcionan eficazmente a temperaturas más bajas.
 - *Embalaje sostenible:* Reduciendo el uso de plástico virgen y aumentando el uso de materiales reciclados o renovables en sus empaques.
 - *Eficiencia en el transporte y la distribución:* Optimizando las rutas de transporte y utilizando vehículos más eficientes en combustible.

- *Colaboración con proveedores*: Trabajando con proveedores para que adopten prácticas más sostenibles y reduzcan sus propias emisiones.
 - *Innovación en refrigeración*: Mejorando la eficiencia energética de los refrigeradores de helados en los puntos de venta.
 - *Educación al consumidor*: Promoviendo prácticas de consumo más sostenibles, como el uso eficiente de productos.
 - *Inversión en tecnologías limpias*: Apoyando el desarrollo y la adopción de tecnologías bajas en carbono en toda su cadena de valor.
 - *Economía circular*: Implementando principios de economía circular para reducir el desperdicio y las emisiones asociadas con el fin de vida de los productos.
- **Metas:**
 - Reducir las emisiones absolutas de GEI de alcance 3 relacionadas con energía e industria de los bienes y servicios comprados (asociados con ingredientes y embalajes), actividades relacionadas con combustibles y energía, transporte y distribución aguas arriba, emisiones directas del uso de productos vendidos (asociadas con propelentes HFC), tratamiento al final de la vida útil de los productos vendidos, y activos arrendados aguas abajo (asociados con refrigeradores de helados en puntos de venta) en un 42% para 2030 desde un año base de 2021.
 - Reducir las emisiones absolutas de GEI de alcance 3 relacionadas con bosques, tierras y agricultura (FLAG por sus siglas en inglés) de los bienes y servicios comprados (asociados con ingredientes) en un 30.3% para 2030 desde un año base de 2021.
 - Ambición de alcanzar emisiones netas cero en toda su cadena de valor para 2039.
 - **Resultados:** De acuerdo con lo informado en su reporte de sustentabilidad 2023:

- Unilever ha logrado reducir la intensidad de emisiones de sus productos en toda su cadena de valor en un 21% en comparación con 2010.
- Las emisiones de Alcance 3 dentro del alcance de la ambición de Unilever de Cero Neto para 2039 se han reducido de 56 millones de toneladas de CO₂e en 2021 a 53 millones de toneladas de CO₂e, según se informa en el Informe Anual y Cuentas de 2023.
- Aumento en el uso de plástico reciclado post-consumo (PCR) del 18% en 2021 al 22% en 2023, lo que contribuye a reducir las emisiones relacionadas con el embalaje.
- Unilever ha logrado un progreso en el diseño de embalajes para el reciclaje, con el 72% de su cartera de embalajes de plástico ya diseñada para ser reciclable.
- Logística, 14% de disminución de emisiones vs 2020.

GHG emissions in scope of our Net Zero by 2039 ambition (% in 2021)



Fuente: Unilever. Climate Transition Action Plan Updated 2024 (página 10)

Figura 9.1: Unilever, línea base de emisiones de GEI

9.3.2. Nestlé

- **Descripción:** Nestlé, la mayor empresa de alimentos y bebidas del mundo, opera en más de 190 países y fue fundada en 1866. Su misión, es mejorar la calidad de vida a través de sus productos, que incluyen alimentos, bebidas y productos de

nutrición y salud. La compañía se ha comprometido a reducir sus emisiones de alcance 3, que constituyen la mayor parte de sus emisiones de gases de efecto invernadero, provenientes de actividades indirectas en su cadena de suministro.

- **Estrategias Implementadas:** Nestlé ha implementado varias iniciativas para reducir sus emisiones de alcance 3, dentro de las cuales se destacan las siguientes:
 - *Colaboración con Proveedores:* La empresa trabaja en estrecha colaboración con sus proveedores para ayudarles a medir y reducir sus propias emisiones. Esto incluye la implementación de programas de capacitación y la promoción de prácticas sostenibles en la cadena de suministro.
 - *Iniciativas en la Cadena de Suministro:* Nestlé ha lanzado proyectos específicos para reducir las emisiones en sus cadenas de suministro, como en la producción de cacao. Estas iniciativas buscan mejorar la sostenibilidad de las prácticas agrícolas y reducir el impacto ambiental de los productos que adquiere.
 - *Uso de Soluciones Basadas en la Naturaleza:* Nestlé está explorando soluciones basadas en la naturaleza para mitigar las emisiones, como la reforestación y la restauración de ecosistemas, que pueden ayudar a absorber carbono y mejorar la biodiversidad.
 - *Transporte Sostenible:* La empresa ha adoptado soluciones de transporte marítimo de bajo carbono, como el programa ECO Delivery de Maersk. Este enfoque es crucial, ya que las emisiones relacionadas con el transporte constituyen una gran parte de su huella total.
 - *Innovación en Productos:* Nestlé también está enfocándose en el diseño de productos que generen menos emisiones durante su uso y disposición. Esto incluye la mejora de la eficiencia energética de sus productos y la promoción de prácticas de reciclaje.

- **Metas:**
 - Nestlé se ha comprometido a reducir sus emisiones de alcance 3 en un 20% para 2025, tomando como base el año 2018. Este objetivo es parte de su estrategia más amplia para alcanzar la neutralidad de carbono para 2050.
 - Aumentar el porcentaje de ingredientes clave obtenidos de prácticas agrícolas regenerativas.
 - Mantener y mejorar la evaluación de cadenas de suministro libres de deforestación.
 - Incrementar el porcentaje de envases de plástico diseñados para reciclaje.
 - Innovar en soluciones de embalaje sostenibles.

- **Resultados:** De acuerdo con lo informado en el Reporte de Sostenibilidad 2023:
 - Nestlé ha logrado reducir sus emisiones totales de GEI en un 13% en los últimos cinco años, en comparación con su año base de 2018.
 - Se logró una reducción del 11.5% en las emisiones de Alcance 3 en toda la cadena de valor en comparación con la línea base de 2018.
 - 80% de reducción de emisiones en el transporte marítimo del 100% de sus contenedores, gracias al uso de la solución ECO Delivery de Maersk (uso de biocombustible de segunda generación).
 - El 83.5% de los envases de plástico diseñados para reciclaje
 - El 15.2% de los ingredientes clave obtenidos de agricultores que adoptan prácticas agrícolas regenerativas
 - El 93.4% de las cadenas de suministro primarias de productos básicos claves, fueron evaluadas como libres de deforestación.

- Reducción de 0.74 millones de toneladas de CO₂ mediante la reformulación de productos, incluyendo la sustitución de algunas proteínas animales por ingredientes de origen vegetal.

9.3.3. Danone

- **Descripción:** Danone, fundada en Barcelona en 1919, creció de una pequeña empresa de yogures a una multinacional de alimentos con presencia global. Ofrece productos lácteos, agua y alimentos infantiles, con operaciones en varios países e Institutos Danone para investigación. Además de su expansión, Danone se compromete con la sostenibilidad, enfocándose en reducir emisiones, incluidas las de alcance 3.
- **Estrategias Implementadas:** La empresa implementa estrategias para disminuir estas emisiones en su cadena de valor, especialmente en el sector lácteo, enfrentando el reto de lograr reducciones significativas para cumplir sus objetivos de sostenibilidad a largo plazo. Principales líneas de acción:
 - *Optimización en la logística:* Mejora de la eficiencia en el transporte y almacenamiento, transición a vehículos de bajas emisiones y combustibles alternativos y exploración de soluciones de transporte multimodal.
 - *Colaboración con proveedores y co-fabricantes:* Establecer objetivos de reducción de emisiones, incorporación de acciones climáticas en los contratos con proveedores, alineación de las acciones de descarbonización con los socios de fabricación y compromiso para que los co-fabricantes establezcan objetivos de reducción.
 - *Producción láctea sostenible y reducción de metano:* Implementación de prácticas de agricultura regenerativa, mejoras en la gestión del ganado, el estiércol y la alimentación animal.

- *Abastecimiento sostenible de ingredientes*: Transición hacia ingredientes de agricultura regenerativa, eliminación de la deforestación y conversión de ecosistemas en la cadena de suministro.
- *Embalajes circulares y de bajo carbono*: Inversión en sistemas de recolección y reciclaje.
- *Desarrollo de productos de bajo carbono*: Integración de la huella de carbono en los procesos de innovación y reformulación, aumento de la oferta de productos lácteos de bajo carbono y alternativas vegetales, y gestión de la cartera para aumentar los ingresos de productos de bajo carbono.
- **Metas:**
 - Reducir las emisiones de alcance 3 en un 20% para 2025, tomando como base el año 2018. Este objetivo es parte de su estrategia más amplia para alcanzar la neutralidad de carbono para 2050.
 - Reducir las emisiones de alcance 1 y 3 relacionadas con FLAG (Forest, Land and Agriculture) en un 30% para 2030.
 - Reducir las emisiones de metano de la leche fresca en un 30% para 2030.
 - Reducir a la mitad el uso de plástico virgen de origen fósil para 2040, con una reducción del 30% para 2030
 - Lograr que el 30% de los ingredientes clave provengan de granjas que hayan iniciado su transición hacia la agricultura regenerativa para 2025.
 - Lograr que el 100% de los embalajes sean reutilizables, reciclables o compostables para 2030.
 - Involucrar a los proveedores más estratégicos para que se alineen con el compromiso Net-Zero de SBTi y se comprometan a reducir sus emisiones FLAG en un 30% para 2030
- **Resultados:** De acuerdo con lo informado en el Reporte de Sostenibilidad 2023:

- 5.5% de reducción en las emisiones absolutas de Alcance 3 desde 2020 hasta 2023.
- 13.3% de reducción en las emisiones absolutas de metano en 2023 comparado con 2020.
- Logística, reducción del 8.3% en las emisiones de CO₂ por tonelada de producto vendido en 2023 en comparación con 2020.
- Reducción de 500,000 toneladas de CO₂ entre 2020 y 2023 gracias a los planes de acción en las granjas.
- 38% de los ingredientes clave obtenidos provienen de granjas que han comenzado la transición a la agricultura regenerativa.
- 84% de los embalajes son reutilizables, reciclables o compostables en 2023.
- 3% de reducción en el uso de plástico virgen de origen fósil en 2023 comparado con 2020.
- 58% de recuperación de plástico equivalente a lo que Danone usa.

9.3.4. IKEA

- **Descripción:** IKEA fue fundada en Suecia en 1943, es una marca global líder en muebles y decoración del hogar, conocida por su diseño funcional y precios asequibles. Con presencia en más de 50 países, ha enfocado su estrategia en la sostenibilidad, comprometiéndose a reducir las emisiones de GEI a lo largo de toda su cadena de valor.
- **Estrategias Implementadas:** IKEA ha implementado varias estrategias para reducir las emisiones de Gases de Efecto Invernadero (GEI) de Alcance 3, que incluyen:

- *Colaboración con Proveedores*: Trabaja estrechamente con sus proveedores para mejorar la sostenibilidad en la producción y transporte de materiales.
- *Desarrollo de Productos Sostenibles*: Fomenta el diseño de productos reciclables y reutilizables, reduciendo el impacto ambiental a lo largo de su ciclo de vida.
- *Transporte Eficiente*: Optimiza sus cadenas de suministro y logística para disminuir las emisiones durante el transporte de productos.
- *Educación y Concienciación*: Promueve prácticas sostenibles entre sus clientes y socios, incentivando el uso responsable de los productos.
- *Inversiones en Energías Renovables*: Apoya proyectos que generan energía renovable, contribuyendo a la reducción de emisiones en toda su cadena de valor.
- **Metas**: Ha adoptado un enfoque proactivo para reducir las emisiones de GEI de alcance 3 (año base 2016), estableciendo las siguientes metas:
 - Reducir las emisiones absolutas de gases de efecto invernadero en toda la cadena de valor de IKEA en al menos un 50% para 2030 y un 90% para 2050.
 - Materiales e ingredientes de alimentos, reducir las emisiones a la mitad para el 2030.
 - En el uso de productos en el hogar, reducir las emisiones en un 70% para 2030.
 - Fin de vida útil de productos, reducir las emisiones en un 30% para 2030.
 - Utilizar solo vehículos de cero emisiones para entregas a domicilio y servicios para 2025.
 - Adquirir únicamente servicios de transporte marítimo de cero emisiones para 2040.

- **Resultados:** De acuerdo con lo informado en su reporte de sustentabilidad 2023:
 - 22% de reducción de emisiones absolutas de GEI en toda la cadena de valor.
 - 7% de reducción de emisiones en materiales y 52% en uso de productos.
 - 87% de eficiencia energética en iluminación.
 - 12% de reducción de emisiones en fin de vida útil de productos.
 - 10% de uso de combustibles alternativos y 10% de uso de vehículos eléctricos.
 - 25% de las entregas a domicilio que se realizaron con vehículos eléctricos.

9.4. LECCIONES APRENDIDAS Y RECOMENDACIONES

Los casos de éxito presentados en este capítulo destacan la importancia de un enfoque integrado y colaborativo para reducir las emisiones de GEI de Alcance 3. Algunas lecciones clave incluyen:

- **Colaboración en la Cadena de Valor:** La colaboración estrecha con proveedores y clientes es fundamental para implementar estrategias efectivas de reducción de emisiones de Alcance 3.
- **Innovación Tecnológica:** El desarrollo y adopción de nuevas tecnologías, como la electrificación de equipos y el uso de energías renovables, pueden ser un diferenciador clave en la reducción de emisiones.
- **Compromisos y Transparencia:** Establecer compromisos públicos claros y reportar el progreso de manera transparente fortalece la reputación y competitividad de la empresa.
- **Economía Circular:** Implementar modelos de economía circular, como la remanufactura y el reciclaje, puede reducir significativamente las emisiones de Alcance 3 y promover la sostenibilidad a largo plazo.

Dentro de las recomendaciones, se puede agregar lo siguiente:

- **Establecer metas ambiciosas y medibles:** Las empresas deben fijar objetivos claros y cuantificables para la reducción de emisiones de Alcance 3, alineados con estándares internacionales.
- **Invertir en innovación y tecnología:** Destinar recursos a la investigación y desarrollo de soluciones tecnológicas que permitan reducir las emisiones en toda la cadena de valor.
- **Fomentar la colaboración:** Trabajar estrechamente con proveedores, clientes y otros actores de la industria para desarrollar e implementar soluciones conjuntas.

- **Implementar sistemas de monitoreo y reporte:** Desarrollar sistemas robustos para medir, monitorear y reportar las emisiones de Alcance 3 de manera precisa y transparente.
- **Adoptar prácticas de economía circular:** Integrar principios de economía circular en el diseño de productos y procesos para reducir el impacto ambiental y las emisiones asociadas.
- **Educar y capacitar:** Proporcionar formación y recursos a empleados, proveedores y clientes sobre prácticas sostenibles y reducción de emisiones.
- **Diversificar las estrategias:** Implementar un enfoque multifacético que incluya mejoras en eficiencia energética, uso de energías renovables, optimización logística y desarrollo de productos sostenibles.

Estas lecciones y recomendaciones pueden servir como guía para otras empresas que busquen reducir sus emisiones de Alcance 3 y mejorar su sostenibilidad global.

10. CONCLUSIONES

El presente estudio ha abordado la crucial tarea de analizar y proponer estrategias para la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) de alcance 3 en la industria minera y sus proveedores. A lo largo de esta investigación, se ha evidenciado la complejidad y la importancia crítica de este desafío, no solo para la sostenibilidad del sector minero, sino también para los esfuerzos globales de mitigación del cambio climático. Las conclusiones que se presentan a continuación sintetizan los hallazgos clave, ofrecen perspectivas sobre las implicaciones prácticas y teóricas del estudio, y proporcionan una hoja de ruta para la acción futura. Estas conclusiones se han estructurado en torno a los objetivos generales y específicos del trabajo, incorporando además consideraciones adicionales que emergen de un análisis holístico del tema. Al presentar estas conclusiones, se busca no solo resumir los resultados obtenidos, sino también estimular la reflexión y la acción en un área que se perfila como fundamental para el futuro sostenible de la industria minera y sus cadenas de suministro.

10.1. CONCLUSIÓN GENERAL

El estudio ha demostrado que la reducción efectiva de las emisiones de GEI de alcance 3 en la industria minera y sus proveedores, requiere un enfoque integral que combine la innovación tecnológica, la colaboración en la cadena de suministro, la adopción de principios de economía circular y la integración de la gestión de emisiones en la estrategia corporativa. Las estrategias propuestas, basadas en el análisis de casos de éxito y mejores prácticas, ofrecen un camino viable para que estas empresas mejoren significativamente su desempeño ambiental y contribuyan a la sostenibilidad del sector minero en su conjunto.

Además, esta investigación revela que la gestión efectiva de emisiones de alcance 3 no solo contribuye a los objetivos globales de mitigación del cambio climático, sino que también presenta oportunidades significativas para la creación de valor, la innovación y el fortalecimiento de la posición competitiva de las empresas en un mercado cada vez más consciente de la sostenibilidad. Sin embargo, la implementación exitosa de estas estrategias requiere una consideración cuidadosa de los desafíos económicos, tecnológicos y organizacionales, así como una comprensión profunda de las expectativas de los diversos grupos de interés.

10.2. CONCLUSIONES ESPECÍFICAS

El análisis detallado realizado en este estudio ha permitido identificar una serie de conclusiones específicas que abordan los objetivos particulares de la investigación. Estas conclusiones ofrecen una visión concreta sobre diversos aspectos de la gestión de emisiones de alcance 3 en la cadena de suministro de la industria minera, desde el análisis de la situación actual hasta la propuesta de estrategias prácticas. A continuación, se presentan estas conclusiones específicas, organizadas de acuerdo con los objetivos planteados al inicio del estudio:

1. **Sobre el análisis de las emisiones de GEI de alcance 3 en la industria minera:**

El estudio ha revelado que las emisiones de alcance 3 representan la mayor parte de la huella de carbono total en el sector minero, oscilando entre el 65% y el 97% de las emisiones totales. Este análisis ha permitido identificar las principales fuentes y categorías que contribuyen significativamente a estas emisiones:

- a. **Procesamiento de productos vendidos:** Se ha identificado como la categoría más significativa, representando entre el 21-85% de las emisiones de alcance 3. Esto incluye principalmente las emisiones asociadas con la fundición y refinación de metales, siendo más representativo en la industria del acero.

- b. Uso de productos vendidos: Esta categoría oscila entre el 10 y 94% de las emisiones de alcance 3. La gran variación se debe principalmente al uso de combustibles fósiles extraídos (como la minería del carbón) en la generación de energía y procesos industriales.
- c. Transporte y distribución: Representa entre el 2-23% de las emisiones de alcance 3, incluyendo tanto el transporte upstream como downstream de materiales y productos.
- d. Bienes y servicios adquiridos, junto con bienes de capital adquiridos: representa entre el 3-59% de las emisiones de alcance 3, abarcando las emisiones incorporadas en los repuestos, servicios y bienes de capital (equipos y maquinarias) utilizados en las operaciones mineras.

Esta distribución permite comprender donde cada empresa debe focalizar sus esfuerzos para abordar sus emisiones de alcance 3 y así lograr una reducción significativa de la huella de carbono.

2. **Sobre el análisis de regulaciones, prácticas de sostenibilidad y tecnologías para la reducción de emisiones en la cadena de suministro de la industria minera:**

El estudio ha revelado un panorama complejo y dinámico en cuanto a regulaciones, prácticas y tecnologías orientadas a la reducción de emisiones en la cadena de suministro de la industria minera, dentro de lo que se puede destacar:

- a. Marco regulatorio:
 - Se observa una tendencia global hacia regulaciones más estrictas en materia de emisiones, con un enfoque creciente en las emisiones de alcance 3.
 - La diversidad de marcos regulatorios entre diferentes países y regiones plantea desafíos para la estandarización de prácticas a nivel global.
- b. Prácticas de sostenibilidad:

- Se identifica una adopción creciente de estándares voluntarios como ISO 14064 y GHG Protocol para la medición y reporte de emisiones.
- Las empresas líderes están integrando objetivos de reducción de emisiones en sus estrategias corporativas y en la gestión de su cadena de suministro.
- Se observa un aumento en la implementación de programas de desarrollo de proveedores enfocados en la sostenibilidad y la eficiencia energética.

c. Tecnologías disponibles:

- La electrificación de equipos y vehículos emerge como una tendencia clave, con potencial para reducir significativamente las emisiones operativas.
- Tecnologías de Inteligencia Artificial y Big Data están siendo utilizadas para optimizar rutas de transporte y reducir el consumo de combustible.
- Avances en materiales y diseño están permitiendo la producción de repuestos más ligeros y duraderos, reduciendo las emisiones asociadas a su producción y transporte.

d. Eficiencia operativa y competitividad:

- La implementación de estas prácticas y tecnologías no solo reduce las emisiones, sino que también mejora la eficiencia operativa, reduciendo costos a largo plazo.
- Las empresas que adoptan proactivamente estas medidas están ganando ventaja competitiva, especialmente en mercados con clientes cada vez más conscientes de la sostenibilidad.

- Se observa una correlación positiva entre la implementación de prácticas sostenibles y la mejora en la reputación corporativa, lo que puede traducirse en mayores oportunidades de negocio.

Por lo anterior, es clave que exista un enfoque integral que combine el cumplimiento regulatorio, la adopción de mejores prácticas y la inversión en tecnologías innovadoras. Las empresas proveedoras que logren equilibrar estos aspectos no solo reducirán sus emisiones, sino que también mejorarán su posición competitiva en el mercado. Sin embargo, es crucial reconocer que la implementación efectiva de estas medidas requiere una planificación cuidadosa, inversión inicial significativa y un compromiso a largo plazo con la sostenibilidad.

3. **Sobre el desarrollo de recomendaciones y directrices prácticas para la implementación de medidas de reducción de emisiones:** El estudio ha permitido elaborar un conjunto integral de recomendaciones y directrices prácticas para la implementación efectiva de medidas de reducción de emisiones en la cadena de suministro de la industria minera, considerando aspectos económicos, tecnológicos y logísticos. Las principales conclusiones en este ámbito son:

a. Enfoque estratégico y gradual:

- Se recomienda una implementación por fases, priorizando las medidas de mayor impacto y menor costo.
- Es crucial integrar los objetivos de reducción de emisiones en la estrategia corporativa general para asegurar el compromiso a largo plazo.

b. Aspectos económicos:

- La inversión inicial en tecnologías y prácticas de reducción de emisiones puede ser significativa, pero se compensa con ahorros operativos a largo plazo.

- Se identifica la necesidad de desarrollar modelos financieros que incorporen el costo del carbono y los beneficios de la eficiencia energética.
- La búsqueda de incentivos gubernamentales y opciones de financiamiento verde puede facilitar la adopción de medidas de reducción de emisiones.

c. Consideraciones tecnológicas:

- La adopción de tecnologías debe basarse en un análisis cuidadoso de su madurez, escalabilidad y adecuación al contexto específico de cada empresa.
- Se recomienda un enfoque de tecnología apropiada, que equilibre la innovación con la fiabilidad y la facilidad de implementación.
- La colaboración con centros de investigación y universidades puede acelerar la adaptación y desarrollo de tecnologías específicas para el sector.

d. Aspectos logísticos:

- La optimización de rutas y la consolidación de cargas emergen como estrategias clave para reducir las emisiones asociadas al transporte.
- Se recomienda la implementación de sistemas de gestión de inventario avanzados para minimizar el exceso de stock y los movimientos innecesarios.
- La localización estratégica de centros de distribución puede reducir significativamente las emisiones asociadas a la logística.

e. Gestión de la cadena de suministro:

- Es fundamental desarrollar programas de capacitación y apoyo para proveedores, especialmente para PYMES, en la implementación de prácticas de reducción de emisiones.

- Se recomienda la implementación de sistemas de trazabilidad y monitoreo de emisiones a lo largo de toda la cadena de suministro.
- La colaboración estrecha con proveedores clave puede facilitar la innovación y la adopción de prácticas sostenibles.

f. Medición y reporte:

- Se enfatiza la importancia de establecer líneas base claras y sistemas robustos de medición y reporte de emisiones.
- La adopción de estándares internacionales de reporte, como GHG Protocol, facilita la comparabilidad y credibilidad de los esfuerzos de reducción de emisiones.

g. Cultura organizacional y desarrollo de capacidades:

- El éxito en la implementación de medidas de reducción de emisiones requiere un cambio en la cultura organizacional hacia la sostenibilidad.
- Se recomienda invertir en programas de formación y desarrollo de habilidades para el personal en todos los niveles de la organización.

h. Evaluación continua y adaptación: Es crucial establecer mecanismos de revisión periódica de las estrategias implementadas, permitiendo ajustes basados en los resultados obtenidos y las nuevas tecnologías disponibles.

De esta manera, la implementación efectiva de medidas de reducción de emisiones requiere un enfoque holístico que integre consideraciones económicas, tecnológicas y logísticas. La viabilidad y eficacia de las estrategias propuestas dependen de una planificación cuidadosa, un compromiso a largo plazo y una disposición para adaptar y mejorar continuamente las prácticas implementadas. Además, se destaca la importancia de la colaboración tanto interna como externa para lograr resultados significativos en la reducción de emisiones de alcance 3 en la cadena de suministro de la industria minera.

Adicionalmente se puede agregar lo siguiente:

- *Respecto a la identificación de barreras y oportunidades para la reducción de emisiones:* Se han identificado barreras significativas, como la falta de datos precisos, la complejidad de las cadenas de suministro y los costos iniciales de implementación. Las oportunidades incluyen la mejora de la eficiencia operativa, el acceso a nuevos mercados y el fortalecimiento de las relaciones con clientes y stakeholders. El estudio revela que la superación de estas barreras requiere un enfoque colaborativo entre proveedores, empresas mineras y otros actores del sector.
- *Implicaciones teóricas y prácticas:* Este estudio contribuye al cuerpo de conocimiento sobre la gestión de emisiones en la cadena de suministro minera, validando la importancia de enfoques colaborativos y la integración de la sostenibilidad en la estrategia empresarial. Desde una perspectiva práctica, las estrategias propuestas tienen el potencial de mejorar significativamente la competitividad de las empresas proveedoras, al tiempo que fortalecen sus relaciones con las empresas mineras.
- *Tendencias emergentes y adaptabilidad:* Se identifican tendencias emergentes como la creciente importancia de la transparencia en el reporte de emisiones y el aumento de la demanda de soluciones bajas en carbono. La adaptabilidad de las estrategias propuestas a diferentes tamaños de empresas y contextos geográficos se considera crucial para su éxito a largo plazo.
- *Aspectos económicos y éticos:* Aun cuando no se hizo un análisis de costo-beneficio, la investigación sugiere que a pesar de que la implementación inicial de estrategias de reducción de emisiones puede requerir inversiones significativas, los beneficios a largo plazo en términos de eficiencia operativa, acceso a mercados y gestión de riesgos, justifican estas inversiones. Además, se subraya la importancia de considerar los aspectos éticos y de responsabilidad corporativa en la gestión de emisiones, más allá del mero cumplimiento regulatorio.

En resumen, este estudio revela que la gestión efectiva de las emisiones de GEI de alcance 3 en la industria minera y sus proveedores es un desafío complejo pero crucial para la sostenibilidad del sector. La amplia variabilidad en las fuentes de emisiones entre empresas enfatiza la necesidad de establecer estrategias personalizadas y colaborativas. El éxito en la reducción de estas emisiones no solo contribuirá significativamente a los objetivos globales de mitigación del cambio climático, sino que también impulsará la innovación, mejorará la eficiencia operativa y fortalecerá la competitividad de las empresas en un mercado cada vez más consciente de la sostenibilidad. A medida que avanzamos hacia un futuro bajo en carbono, la capacidad de las empresas para abordar sus emisiones de alcance 3 se convertirá en un factor determinante de su éxito a largo plazo y su contribución a un planeta más sostenible.

11. BIBLIOGRAFIA

1. ANGLO AMERICAN, Climate Change Report 2022. [en línea] <<https://www.angloamerican.com/~media/Files/A/Anglo-American-Group-v5/PLC/investors/annual-reporting/2022/climate-change-report-2022.pdf>> [consulta: 5 mayo 2024].
2. ANGLO AMERICAN, Climate Change Report 2023. [en línea] <<https://www.angloamerican.com/~media/Files/A/Anglo-American-Group-v5/PLC/investors/annual-reporting/2023/climate-change-report-2023.pdf>> [consulta: 6 mayo 2024].
3. ANGLO AMERICAN, Sustainability Report 2022. [en línea] <<https://www.angloamerican.com/~media/Files/A/Anglo-American-Group-v5/PLC/investors/annual-reporting/2022/Sustainability-Report-2022.pdf>> [consulta: 5 mayo 2024].
4. ANGLO AMERICAN, Sustainability Report 2023. [en línea] <<https://www.angloamerican.com/~media/Files/A/Anglo-American-Group-v5/PLC/investors/annual-reporting/2023/sustainability-report-plc-2023.pdf>> [consulta: 6 mayo 2024].
5. ANTOFAGASTA MINERALS, Estrategia de cambio climático. [en línea] <<https://www.aminerals.cl/sustentabilidad/estrategia-de-cambio-climatico>> [consulta: 15 mayo 2024].
6. ANTOFAGASTA MINERALS, Reporte de Sustentabilidad 2022. [en línea] <<https://www.aminerals.cl/centro-de-informacion/reportes-de-sustentabilidad>> [consulta: 15 mayo 2024].
7. ANTOFAGASTA MINERALS, Reporte de Sustentabilidad 2023. [en línea] <<https://www.aminerals.cl/centro-de-informacion/reportes-de-sustentabilidad>> [consulta: 15 mayo 2024].

8. BHP, Annual Report 2023. [en línea] <<https://www.bhp.com/es/sustainability/climate-change/our-position>> [consulta: 4 mayo 2024].
9. BHP, Climate Transition Action Plan 2021. [en línea] <<https://www.bhp.com/es/sustainability/climate-change/our-position>> [consulta: 3 mayo 2024].
10. BHP, Scopes 1, 2 and 3 GHG emissions calculation methodology. [en línea] <<https://www.bhp.com/es/sustainability/climate-change/our-position>> [consulta: 4 mayo 2024].
11. BOLETÍN DE LA OMM sobre los gases de efecto invernadero N°19 | 15 de noviembre de 2023. [en línea] <https://library.wmo.int/viewer/68698/download?file=GHG-19_es.pdf&type=pdf&navigator=1> [consulta: 5 abril 2024].
12. BROWN, Lester R., et al. La situación del mundo 2001, informe anual del Worldwatch Institute. Barcelona, Icaria, 2001. 451p.
13. CAMBIO CLIMATICO GLOBAL, Cambio Climático, Calentamiento Global y Efecto Invernadero. [en línea] <<http://cambioclimaticoglobal.com/>> [consulta: 8 marzo 2024].
14. CAMBIO CLIMATICO, Europa reducirá las emisiones de los grandes buques para 2050. [en línea] <<https://climaticocambio.com/europa-reducira-las-emisiones-de-los-grandes-buques-para-2050/#more-4761>> [consulta: 12 marzo 2024].
15. CARBON TRUST, Cinco lecciones aprendidas en el recorrido hacia el Net Zero. [en línea] <<https://www.carbontrust.com/es/noticias-y-publicaciones/hallazgos/cinco-lecciones-aprendidas-en-el-recorrido-hacia-el-net-zero>> [consulta: 2 septiembre 2024].
16. CARBON TRUST, Derribando las barreras empresariales para alcanzar el Net Zero. [en línea] <<https://www.carbontrust.com/es/nuestro-trabajo-e-impacto/guias-recursos-y-herramientas/derribando-las-barreras-empresariales-para-alcanzar-el-net-zero>> [consulta: 25 marzo 2024].

17. CARBON TRUST, Etiqueta de la huella de carbono de producto. [en línea] <<https://www.carbontrust.com/es/que-hacemos/verificacion-y-certificacion/etiqueta-de-la-huella-de-carbono-de-producto>> [consulta: 25 marzo 2024].
18. CATERPILLAR, 2022 Understanding our scope 3 emissions. [en línea] <<https://s7d2.scene7.com/is/content/Caterpillar/CM20230428-04e09-9679c#:~:text=By%20returning%20components%20at%20the%20end%20of%20their%20initial%20serviceable>> [consulta: 25 junio 2024].
19. CATERPILLAR, 2023 Annual Report. [en línea] <<https://s7d2.scene7.com/is/content/Caterpillar/CM20240506-916bd-768d9>> [consulta: 24 junio 2024].
20. CATERPILLAR, 2023 Sustainability Report. [en línea] <<https://s7d2.scene7.com/is/content/Caterpillar/CM20240507-5186c-27bc7>> [consulta: 25 junio 2024].
21. CATERPILLAR, 2023 Task Force on Climate-Related Financial Disclosures Report. [en línea] <<https://s7d2.scene7.com/is/content/Caterpillar/CM20240507-f8f3f-4de70>> [consulta: 25 junio 2024].
22. CLIMATEPARTNER, The complete guide to understanding scope 1, 2, and 3 emissions. [en línea] <<https://www.climatepartner.com/en/knowledge/insights/scope-1-2-3-complete-guide>> [consulta: 15 marzo 2024].
23. COCHILCO, Informe de actualización del consumo energético de la minería del cobre al año 2022, DEPP N°11 /2023. [en línea] <<https://www.cochilco.cl/Listado%20Temtico/25%2009%202023%20Informe%20de%20Consumo%20de%20Energ%C3%ADa%20al%202022%20Final%20con%20RPI.pdf#:~:text=Al%202022%20la%20industria%20minera%20del%20cobre%20tuvo%20un%20consumo>> [consulta: 17 abril 2024].
24. CODELCO, El avance de nuestros compromisos de desarrollo sustentable 2030. [en línea] <<https://www.codelco.com/compromisos-2030>> [consulta: 18 mayo 2024].

25. CODELCO, Memoria Integral 2022, Capitulo Sustentabilidad. [en línea] <https://www.codelco.com/prontus_codelco/site/docs/20230418/20230418104108/memoriacodelco_sustentabilidad.pdf> [consulta: 17 mayo 2024].
26. CODELCO, Reporte de Sustentabilidad 2023. [en línea] <https://www.codelco.com/prontus_codelco/site/docs/20240605/20240605125310/codelco_reporte_de_sustentabilidad_2023.pdf> [consulta: 17 mayo 2024].
27. COMMON, Michael y STAGL, Sigrid. Introducción a la Economía Ecológica. Barcelona, Reverté, 2008. 562p.
28. DANONE, Annual Integrate Report 2023. [en línea] <<https://www.danone.com/content/dam/corp/global/danonecom/investors/en-all-publications/2023/integratedreports/integratedannualreport2023.pdf>> [consulta: 1 julio 2024].
29. DANONE, Climate Transition Plan. [en línea] <<https://www.danone.com/content/dam/corp/global/danonecom/about-us-impact/policies-and-commitments/en/danone-climate-transition-plan-2023.pdf#:~:text=I%20am%20proud%20to%20share%20the%20Danone%20Climate%20Transition%20Plan,>> [consulta: 1 julio 2024].
30. DECLARACION DE NAIROBI, sobre el estado del medio ambiente dividido mundialmente. [en línea] <<http://biblio.juridicas.unam.mx/libros/1/356/31.pdf>> [consulta: 11 marzo 2024].
31. ECOLOGIAHOY, Conferencia de Estocolmo [en línea] <<http://www.ecologiahoy.com/conferencia-de-estocolmo>> [consulta: 13 marzo 2024].
32. EPIROC, Annual and Sustainability Report 2022. [en línea] <<https://www.epirocgroup.com/en/sustainability/annual-and-sustainability-reports#:~:text=Accelerate%20the%20transformation.%20Download%20Annual%20and%20Sustainability%20Reports%20and%20other>> [consulta: 28 junio 2024].
33. EPIROC, Annual and Sustainability Report 2023. [en línea] <<https://www.epirocgroup.com/en/sustainability/annual-and-sustainability->

3e05f58/Glencore+Scope+3+emissions+calculation+methodology.pdf> [consulta: 13 mayo 2024].

41. GLENCORE, Sustainability Report 2023. [en línea] <<https://www.glencore.com/.rest/api/v1/documents/static/be5b0554-2c1d-415d-8072-be6a30d91d79/GLEN-2023-Sustainability-Report.pdf>> [consulta: 12 mayo 2024].
42. GLOBAL Carbon Proje^t, Fossil CO₂ emissions at record high in 2023 [en línea]. Published on 4 December 2023 <<http://www.globalcarbonproject.org/carbonbudget/>> [consulta: 22 marzo 2024].
43. GREENHOUSE GAS PROTOCOL, A Corporate Accounting and Reporting Standard. [en línea] <<https://ghgprotocol.org/sites/default/files/standards/ghg-protocol-revised.pdf>> [consulta: 16 marzo 2024].
44. GREENHOUSE GAS PROTOCOL, Corporate Value Chain (Scope 3) Accounting and Reporting Standard. [en línea] <https://ghgprotocol.org/sites/default/files/standards/Corporate-Value-Chain-Accounting-Reporting-Standard_041613_2.pdf> [consulta: 17 marzo 2024].
45. GREENHOUSE GAS PROTOCOL, Mitigation Goal Standard. [en línea] <[https://ghgprotocol.org/sites/default/files/standards/Mitigation_Goal_Standard.p df](https://ghgprotocol.org/sites/default/files/standards/Mitigation_Goal_Standard.pdf)> [consulta: 17 marzo 2024].
46. GREENHOUSE GAS PROTOCOL, Policy and Action Standard. [en línea] <<https://ghgprotocol.org/sites/default/files/standards/Policy%20and%20Action%20Standard.pdf>> [consulta: 18 marzo 2024].
47. GREENHOUSE GAS PROTOCOL, Product Life Cycle Accounting and Reporting Standard. [en línea] <https://ghgprotocol.org/sites/default/files/standards/Product-Life-Cycle-Accounting-Reporting-Standard_041613.pdf> [consulta: 19 marzo 2024].
48. GREENHOUSE GAS PROTOCOL, Technical Guidance for Calculating Scope 3 Emissions. [en línea] <https://ghgprotocol.org/sites/default/files/2023-03/Scope3_Calculation_Guidance_0%5B1%5D.pdf> [consulta: 22 marzo 2024].

49. ICMM-Climate Change Statement, Our commitment to a goal of net zero by 2050 or sooner, October 2021. [en línea] <https://www.icmm.com/website/publications/pdfs/mining-principles/net-zero-by-2050_en-gb.pdf> [consulta: 22 marzo 2024].
50. ICMM, Insights from ICMM's Innovation for Cleaner, Safer Vehicles (ICSV) initiative. [en línea] <https://www.icmm.com/website/publications/pdfs/innovation/2023/paper_icsv.pdf?cb=68842> [consulta: 23 marzo 2024].
51. ICMM, Scope 3 Emissions Accounting and Reporting Guidance. [en línea] <https://www.icmm.com/website/publications/pdfs/environmental-stewardship/2023/guidance_scope-3-reporting.pdf?cb=69120> [consulta: 22 marzo 2024].
52. ICMM, Scope 3 Emissions Target Setting Guidance. [en línea] <https://www.icmm.com/website/publications/pdfs/environmental-stewardship/2023/guidance_scope-3-target-setting.pdf?cb=70059> [consulta: 24 marzo 2024].
53. IFC, Net Zero Roadmap for Copper and Nickel, Technical Report January 2023. [en línea] <https://commdev.org/wp-content/uploads/pdf/publications/IFC_NZR4M_Technical_Report_FINAL.pdf> [consulta: 27 marzo 2024].
54. IFC, Net Zero Roadmap to 2050, for Copper & Nickel Mining Value Chains. [en línea] <https://commdev.org/wp-content/uploads/pdf/publications/IFC_NZR4M_Final_Roadmap_C-suite_FINAL.pdf> [consulta: 27 marzo 2024].
55. IKEA, Climate Report FY23. [en línea] <https://www.ikea.com/global/en/images/IKEA_CLIMATE_Report_FY_23_20240125_a5a1535f4e.pdf> [consulta: 2 julio 2024].
56. IKEA, Sustainability Report FY23. [en línea] <https://www.ikea.com/global/en/images/IKEA_SUSTAINABILITY_Report_FY_23_20240125_1b190c008f.pdf> [consulta: 2 julio 2024].

57. IPCC, Cambio Climático 2021: Un Resumen para todo el mundo. [en línea] <https://www.ipcc.ch/report/ar6/wg1/downloads/outreach/IPCC_AR6_WGI_SummaryForAll_Spanish.pdf#:~:text=%C2%BFQu%C3%A9%20son%20los%20gases%20de%20efecto%20invernadero?%20Algunos%20gases%20de> [consulta: 23 abril 2024].
58. ISO 14064-1:2018 Greenhouse gases. [en línea] <<https://www.iso.org/standard/66453.html>> [consulta: 2 abril 2024].
59. KOMATSU, Climate change. [en línea] <https://komatsu.disclosure.site/en/themes/149?utm_content=csr_comm_nav#anc001> [consulta: 30 junio 2024].
60. KOMATSU, Report 2022. [en línea] <https://www.komatsu.jp/en/-/media/home/ir/library/annual/en/2022/kmt_kr22e_spread.pdf?rev=b6e72dc0fdb4435298e832619c77f18a&hash=E878A938C13BFDC A561A6AC95F19AC29> [consulta: 30 junio 2024].
61. KOMATSU, Report 2023. [en línea] <https://www.komatsu.jp/en/-/media/home/ir/library/annual/en/2023/kmt_kr23e_spread.pdf?rev=9c88a24f813743d38922fcc6016f6f30&hash=675099D4EA686BB2C4D9C4A1F79ADEC B> [consulta: 30 junio 2024].
62. MEADOWS, Donella et al. The Limits to Growth: A Report for the Club of Rome's Project on the Predicament of Mankind. Earth Island, 5th ed. Universe Books, New York, 1972. 205p.
63. MULLER, Richard. Physics and Technology for Future Presidents: An Introduction to the Essential Physics Every World Leader Needs to Know, 2nd ed. Princeton University Press, Princeton. 2010. 517p.
64. NACIONES UNIDAS. Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático 1992. [en línea] <<http://unfccc.int/resource/docs/convkp/convsp.pdf>> [consulta: 8 abril 2024].
65. NESTLE, Annual Review 2023. [en línea] <<https://www.nestle.com/sites/default/files/2024-02/2023-annual-review-en.pdf>> [consulta: 26 junio 2024].

66. NESTLE, Creating Shared Value and Sustainability Report 2023. [en línea] <<https://www.nestle.com/sites/default/files/2024-02/creating-shared-value-sustainability-report-2023-en.pdf>> [consulta: 26 junio 2024].
67. NESTLE, Our road to net zero. [en línea] <<https://www.nestle.com/sustainability/climate-change/zero-environmental-impact>> [consulta: 26 junio 2024].
68. ONU, ¿Sabes cómo se calienta la atmósfera a causa de los gases de efecto invernadero?. [en línea] <<https://www.unep.org/es/noticias-y-reportajes/reportajes/sabes-como-se-calienta-la-atmosfera-causa-de-los-gases-de-efecto#:~:text=La%20superficie%20de%20la%20Tierra%20absorbe%20alrededor%20del,sea%20igual%2C%20manteniendo%20estable%20la%20temperatura%20del%20planeta%2C>> [consulta: 19 marzo 2024].
69. ONU, Informe de los Objetivos de Desarrollo Sostenible 2023. [en línea] <https://unstats.un.org/sdgs/report/2023/The-Sustainable-Development-Goals-Report-2023_Spanish.pdf?_gl=1*oz4r92*_ga*ODI1NDU3NTcxLjE3MjcyMjg3NjU.*_ga_TK9BQL5X7Z*MTcyNzlyODc2NS4xLjEuMTcyNzlyOTM2Mi4wLjAuMA.> [consulta: 5 abril 2024].
70. ONU. Informe Brundtland, Informe de la Comisión Mundial de Ambiente y Desarrollo: Nuestro Futuro Común. 1987. 416 p.
71. OUR WORLD in data, Average temperature anomaly, Global. [en línea] <<https://ourworldindata.org/grapher/temperature-anomaly?time=earliest..2023>> [consulta: 17 julio 2024].
72. PARLAMENTO EUROPEO, Economía circular: definición, importancia y beneficios. [en línea] <<https://www.europarl.europa.eu/topics/es/article/20151201STO05603/economia-circular-definicion-importancia-y-beneficios>> [consulta: 17 marzo 2024].

73. PATHWAYS TO NET-Zero SBTi Technical Summary, Version 1.0 | October 2021. [en línea] <<https://sciencebasedtargets.org/resources/files/Pathway-to-Net-Zero.pdf>> [consulta: 4 abril 2024].
74. PROTOCOLO de Kyoto de la convención marco de las naciones unidas sobre el cambio climático. [en línea] <<http://unfccc.int/resource/docs/convkp/kpspan.pdf>> [consulta: 9 marzo 2024].
75. RIO TINTO, Climate Change Report 2022. [en línea] <<https://www.riotinto.com/en/invest/reports/climate-change-report>> [consulta: 16 junio 2024].
76. RIO TINTO, Climate Change Report 2023. [en línea] <<https://www.riotinto.com/en/sustainability/climate-change>> [consulta: 16 junio 2024].
77. RIO TINTO, Decarbonising our Australian alumina refineries. [en línea] <<https://www.riotinto.com/en/sustainability/climate-change>> [consulta: 17 junio 2024].
78. RIO TINTO, Scope 1, 2 and 3 Emissions Calculation Methodology, 2023 Addendum. [en línea] <<https://www.riotinto.com/en/sustainability/climate-change>> [consulta: 16 junio 2024].
79. RIO TINTO, Sources of Scope 3 equity greenhouse gas emissions. [en línea] <<https://www.riotinto.com/en/sustainability/climate-change>> [consulta: 17 junio 2024].
80. SBTi CORPORATE NET-Zero Standard, Version 1.2 | March 2024. [en línea] <<https://sciencebasedtargets.org/resources/files/Net-Zero-Standard.pdf>> [consulta: 14 mayo 2024].
81. SCIENCE BASED TARGETS, Foundations for Science-Based Net-Zero Target Setting in the Corporate Sector, Version 1.0 september 2020. [en línea] <<https://sciencebasedtargets.org/resources/files/foundations-for-net-zero-full-paper.pdf>> [consulta: 7 abril 2024].

82. SSAB, Annual Report 2023. [en línea] <<https://mb.cision.com/Public/980/3947345/8aab378c035efea5.pdf>> [consulta: 2 julio 2024].
83. TECK, Carbon Footprints of Teck Special High Grade Zinc and Continuous Galvanizing Grade Zinc 2022. [en línea] <<https://www.teck.com/media/Carbon-Footprint-of-Teck-Special-High-Grade-Zinc.pdf>> [consulta: 16 mayo 2024].
84. TECK, Defining Teck's Low-Carbon Zinc Products March, 2024. [en línea] <<https://www.teck.com/media/Teck-Low-Carbon-Assertion.pdf>> [consulta: 25 junio 2024].
85. TECK, Scope 1, 2 and 3 Emissions Calculation Methodology Report 2022. [en línea] <<https://www.teck.com/media/Teck-2022-GHG-Emissions-Methodology-Report.pdf>> [consulta: 16 mayo 2024].
86. TECK, Sustainability Report 2022. [en línea] <<https://www.teck.com/media/2022-Sustainability-Report.pdf>> [consulta: 15 mayo 2024].
87. TECK, Sustainability Report 2023. [en línea] <<https://www.teck.com/media/2023-Sustainability-Report.pdf>> [consulta: 15 mayo 2024].
88. UNILEVER, Annual Report and Account 2023. [en línea] <<https://www.unilever.com/files/92ui5egz/production/b09c3510ee7cec58440d5f044f02bdefe85aa186.pdf>> [consulta: 29 junio 2024].
89. UNILEVER, Climate Transition Action Plan. [en línea] <<https://www.unilever.com/files/92ui5egz/production/2a44a1a76f4899f09a2d745ccdd86d0b65185eb5.pdf>> [consulta: 28 junio 2024].
90. VALUE CHANGE in the Value Chain: Best Practices in Scope 3 Greenhouse Gas Management, Version 3.0 November 2018. [en línea] <https://sciencebasedtargets.org/resources/files/SBT_Value_Chain_Report-1.pdf#:~:text=e%203%20emissions,%20which%20would%20help%20preserve%20the%20rapidly%20shrinking> [consulta: 5 abril 2024].
91. WORLD ECONOMIC FORUM, Mining & Metals in a Sustainable World 2050. [en línea] <https://www3.weforum.org/docs/WEF_MM_Sustainable_World_2050_report_20

15.pdf#:~:text=The%20Mining%20&%20Metals%20in%20a%20Sustainable%20World%202050%20project> [consulta: 14 marzo 2024].