



Diego Mesa Puyo
Ministro de Minas y Energía

María Paula Moreno Torres
Jefe de la Oficina de Asuntos Ambientales y Sociales (OAAS)

Eduardo José Sánchez
Asesor de cambio climático

Diego A. Grajales Campos
Coordinador Cambio Climático

Luisa Fernanda Pérez López
Oscar Iván Galvis Mora
Juan David Turriago García
Lina María Castaño Lujan
Equipo Cambio Climático Minenergía

Stepan Uncovsky
Director residente GIZ Colombia

Sergio Antonio Ruiz Azurduy
Coordinador proyecto MaPriC

Patricia Dávila Pinzón
Johann Andrés Méndez Alcázar
Equipo GIZ

Diagramación: Jorge Molano

Página Web: Natura Software

Bogotá, 2020

CONTENIDO

1.	OBJETIVOS	1
1.1.	General	1
1.2.	Específicos	1
2.	MITIGACIÓN	3
2.1.	Bases conceptuales	3
2.1.1.	IPCC 2006	3
2.1.2.	<i>GHG Protocol</i>	5
2.1.3.	Factores de emisión	8
2.1.4.	Línea base de emisiones.....	11
2.1.5.	Escenarios de mitigación.....	11
2.2.	Metodología de análisis de mitigación en la herramienta empresarial.....	12
2.2.1.	Producción de minerales o energéticos	12
2.2.2.	Cantidad de combustibles fósiles que consume en la operación	13
2.2.3.	Cantidad de combustibles fósiles que consume en el transporte asociado a la producción	14
2.2.4.	Preguntas particulares por sector	15
3.	ADAPTACIÓN	19
3.1.	Bases conceptuales	19
3.1.1.	Amenaza	20
3.1.2.	Exposición.....	21
3.1.3.	Vulnerabilidad	21
3.2.	Metodología de análisis de riesgos climáticos sector minero-energético	23
3.3.	Metodología de análisis: herramienta empresarial	24
3.3.1.	Identificación de amenazas.....	24
3.3.2.	Caracterización estructura operativa y empresarial	26
3.3.3.	Caracterización recursos disponibles para la operación	30
3.3.4.	Vulnerabilidad	32
3.3.5.	Riesgo climático.....	36
4.	COMPENSACIONES.....	39

4.1.	Bases conceptuales	39
4.2.	Estimación del potencial de captura de carbono de las compensaciones.....	41
4.2.1.	Ecuaciones para calcular las emisiones/absorciones de CO ₂ debido al cambio de categoría de uso de la tierra por la actividad productiva	43
4.2.2.	Datos de actividad.....	44
4.2.3.	Factores de emisión	46
4.3.	Metodología de análisis herramienta empresarial – Compensaciones.....	47
4.3.1.	Tipo de compensaciones.....	48
4.3.2.	Adicionalidad.....	49
4.3.3.	Información de la compensación	50

Lista de tablas

Tabla 1. <i>IPCC 2006 – Volumen energía – Combustión estacionaria</i>	4
Tabla 2. <i>IPCC 2006– Volumen IPPU – Industria de los metales</i>	5
Tabla 3. <i>IPCC 2006– Volumen AFOLU</i>	5
Tabla 4. <i>Alcance 1 Emisiones directas de GEI</i>	7
Tabla 5. <i>Alcance 2 Emisiones indirectas de GEI</i>	8
Tabla 6. <i>Consumo de combustibles</i>	8
Tabla 7. <i>Procesos físicos químicos</i>	9
Tabla 8. <i>Transporte</i>	9
Tabla 9. <i>Energía eléctrica</i>	9
Tabla 10. <i>Uso de fertilizantes</i>	9
Tabla 11. <i>Minería subterránea</i>	10
Tabla 12. <i>Minería a cielo abierto</i>	10
Tabla 13. <i>Equipos eléctricos SF6</i>	10
Tabla 14. <i>Emisiones fugitivas</i>	10
Tabla 15. <i>Definiciones GHG e IPCC 2006 en el reporte de consumo de combustibles</i>	13
Tabla 16. <i>Diferencia entre GHG e IPCC 2006 en consumo de combustibles en el transporte</i>	14
Tabla 17. <i>Diferencia entre GHG e IPCC 2006 en el reporte de otras emisiones</i>	16
Tabla 18. <i>Calificación de frecuencia de ocurrencia</i>	25
Tabla 19. <i>Calificación de estimación de daños</i>	25
Tabla 20. <i>Calificación de amenazas</i>	26
Tabla 21. <i>Respuestas sobre los sistemas de calidad, ambiental y seguridad y salud</i>	27
Tabla 22. <i>Respuestas sobre multas por incumplimiento</i>	27
Tabla 23. <i>Respuestas sobre la calificación de la empresa según la Revista Dinero</i>	28
Tabla 24. <i>Respuestas sobre el plan de gestión del riesgo</i>	28
Tabla 25. <i>Respuestas sobre el año de la última actualización del plan gestión del riesgo</i>	29
Tabla 26. <i>Respuestas sobre contratos</i>	29
Tabla 27. <i>Respuestas sobre la afiliación de alguna agrupación</i>	29
Tabla 28. <i>Respuestas sobre la antigüedad de la infraestructura</i>	30
Tabla 29. <i>Respuestas sobre el estado de las vías utilizadas</i>	30
Tabla 30. <i>Respuestas para el índice de liquidez de la empresa</i>	31
Tabla 31. <i>Respuestas para el nivel de endeudamiento</i>	31
Tabla 32. <i>Respuestas para el porcentaje de contratación directa</i>	31
Tabla 33. <i>Respuestas para contar con estrategias que fortalezcan la capacidad de respuesta</i>	32
Tabla 34. <i>Respuestas sobre la afiliación de alguna agrupación</i>	32
Tabla 35. <i>Calificación de la sensibilidad</i>	33
Tabla 36. <i>Calificación de la capacidad de adaptación</i>	34
Tabla 37. <i>Calificación de la vulnerabilidad del sistema</i>	35
Tabla 38. <i>Calificación de la vulnerabilidad total</i>	36
Tabla 39. <i>Calificación del riesgo climático</i>	36

Tabla 40. Información requerida en cada subcategoría de la categoría Información de actividad . 44
Tabla 41. Información requerida en cada subcategoría de la categoría información de actividad.. 45
Tabla 42. Factores de emisión/absorción..... 46
Tabla 43. Aspectos técnicos en la adicionalidad 49

Lista de figuras

Figura 1. Alcances..... 7
Figura 2. Marco conceptual de riesgos climáticos presentado por el IPCC..... 21
Figura 3. Estrategia de reducción del riesgo: Reducción de la vulnerabilidad y/o exposición 22

GLOSARIO

Adaptación al cambio climático: son acciones que se deben adelantar para adecuarse a las nuevas condiciones generadas por el clima cambiante (cambios en patrones de lluvias o temperaturas, aumento o reducción de lluvias en intensidad y frecuencia; más calor o frío; periodos de sequía más largos e intensos, entre otros), de modo que dichos cambios no se perciban como amenazas o que deriven en desastres, y, por lo contrario, se conviertan en situaciones de especial manejo en las que haya conocimiento de qué hacer y cómo actuar (IDEAM *et al.*, 2016).

Cambio climático: es una variación de clima atribuida directa o indirectamente a la actividad humana que altera la composición de la atmósfera mundial. Los científicos han encontrado evidencias de que el clima en el planeta está cambiando a un ritmo más acelerado de lo esperado y que las actividades humanas ligadas a la producción, extracción, asentamiento y consumo son la principal causa.

Concentración de dióxido de carbono equivalente: concentración de dióxido de carbono que produciría el mismo forzamiento radiativo que una mezcla dada de dióxido de carbono y otros componentes de forzamiento. Esos valores pueden tener en cuenta únicamente los gases de efecto invernadero o una combinación de estos gases y aerosoles. Esta concentración constituye una métrica para comparar el forzamiento radiativo de una mezcla de diferentes gases de efecto invernadero en un momento específico, pero no implica una equivalencia en las respuestas correspondientes en términos de cambio

climático ni en el futuro forzamiento. En general, no existe en general conexión alguna entre las emisiones de dióxido de carbono equivalente inicial y las concentraciones de dióxido de carbono equivalente resultantes (IPCC, 2006).

Emisiones y absorciones antropogénicas: significa que las emisiones y absorciones de gases de efecto invernadero de los inventarios nacionales son el resultado de las actividades humanas. La distinción entre emisiones y absorciones naturales y antropogénicas resulta de los datos utilizados para cuantificar la actividad humana. En el sector de la agricultura, silvicultura y otros usos de la tierra, las emisiones y absorciones en tierra gestionada se toman como representación de las emisiones y absorciones antropogénicas, y se presupone que las variaciones interanuales de las emisiones y absorciones naturales de fondo se promedian con el tiempo (IPCC, 2006).

Gases de efecto invernadero: los siguientes gases de efecto invernadero están cubiertos en las *Directrices de IPCC de 2006*:

- Dióxido de carbono (CO₂).
- Metano (CH₄).
- Óxido nitroso (N₂O).
- Hidrofluorocarbonos (HFC).
- Perfluorocarbonos (PFC).
- Hexafluoruro de azufre (SF₆).
- Trifluoruro de nitrógeno (NF₃).
- Trifluorometil pentafluoruro de azufre (SF₅CF₃).
- Éteres halogenados (p. ej., C₄F₉OC₂H₅, CHF₂OCF₂OC₂F₄OCHF₂, CHF₂OCF₂OCHF₂).

- Otros halocarbonos no cubiertos por el Protocolo de Montreal, incluidos CF_3I , CH_2Br_2 , $CHCl_3$, CH_3Cl , CH_2Cl_2 .

Los gases antes enumerados tienen potenciales de calentamiento atmosférico identificados por el IPCC antes de la finalización de las directrices de 2006.

Factor de actividad: permite relacionar la magnitud de una variable de interés de una actividad en un tiempo determinado. Por ejemplo, en fuentes móviles vehiculares, el factor de actividad puede corresponder a las toneladas de combustible utilizado o los kilómetros recorridos durante un año. En procesos industriales, puede corresponder a la tasa de producción. En algunas circunstancias durante el desarrollo de un inventario de emisiones atmosféricas, no es posible contar con la información de cada una de las fuentes requeridas para estimar el factor de actividad, en esos casos se debe recurrir al uso de métodos de estimación por análisis estadístico, modelos o proyecciones desde información disponible (MADS, 2017).

Fenómeno de El Niño: se relaciona con un aumento en la temperatura del agua superficial del océano Pacífico en las zonas

comprendidas entre Australia y Nueva Guinea, y entre Colombia, Ecuador y Perú. En Colombia, este fenómeno suele manifestarse con un aumento en la temperatura promedio y una disminución de las lluvias en casi todo el país (IDEAM *et al.*, 2016).

Fenómeno de La Niña: se relaciona con una disminución en la temperatura del agua superficial del océano Pacífico en las zonas comprendidas entre Australia y Nueva Guinea, y entre Colombia, Ecuador y Perú. En Colombia, este fenómeno se suele expresar con una disminución de la temperatura promedio y un aumento de las precipitaciones.

Mitigación al cambio climático: se refiere exclusivamente a las acciones necesarias para reducir las emisiones de gases de efecto invernadero (IDEAM, 2016).

Variabilidad climática: en periodos cortos de tiempo, días, semanas, meses e inclusive años (entre 1 año y 10 años), los valores de las variables climatológicas (temperatura del aire, precipitación, etc.) oscilan por encima o por debajo de lo normal (los promedios). La secuencia de estos cambios alrededor de los valores normales se conoce como variabilidad climática (IDEAM & UNAL, 2018).

SIGLAS Y ACRÓNIMOS

AFOLU	Sector de la agricultura, silvicultura y otros usos de la tierra (siglas en inglés)
CMNUCC	Convención Marco de Naciones Unidas sobre el Cambio Climático
FECOC	Factores de emisión de los combustibles colombianos
FON	Fertilizante orgánico
FSN	Fertilizante sintético
GEI	Gases de efecto invernadero
GHG Protocol	Protocolo de gases de efecto invernadero (siglas en inglés)
ICONTEC	Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación
IDEAM	Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales
IPPU	Procesos industriales y uso de productos
IPCC	Grupo Intergubernamental de Expertos sobre Cambio Climático (siglas en inglés)
MME	Ministerio de Minas y Energía
NDC	Contribución Nacionalmente Determinada (siglas en inglés)
PCA	Potencial de calentamiento atmosférico
PGRD	Plan de gestión del riesgo de desastre
PIGCCme	Plan integral de gestión de cambio climático del sector minero-energético
POMCA	Plan de ordenamiento y manejo de cuencas hidrográficas
POT	Plan de ordenamiento territorial
REDD	Reducción de emisiones derivadas de la deforestación y la degradación de los bosques
RENARE	Registro nacional de reducción de emisiones de gases de efecto invernadero
SIN	Sistema Interconectado Nacional
SISCLIMA	Sistema Nacional de Cambio Climático
TCNCC	Tercera Comunicación Nacional de Cambio Climático
UNAL	Universidad Nacional de Colombia
UPME	Unidad de Planeación Minero-Energética
WBCSD	Consejo Empresarial Mundial para el Desarrollo Sostenible (siglas en inglés)
WRI	Instituto de Recursos Mundiales (siglas en inglés)

1. OBJETIVOS

1.1. General

Presentar la metodología y supuestos utilizados para realizar las aproximaciones, las estimaciones y los cálculos de la *Guía Virtual para la elaboración de planes empresariales del sector minero-energético*.

1.2. Específicos

- Presentar la metodología y supuestos utilizados para estimar las emisiones de gases efecto invernadero (GEI) de las empresas a partir de dos metodologías: IPCC 2006 y *GHG Protocol*.
- Presentar la metodología y supuestos utilizados para identificar los riesgos climáticos de las empresas del sector minero-energético.
- Presentar la metodología y supuestos utilizados para estimar el potencial de captura de carbono de las compensaciones ambientales realizadas por el sector minero-energético.



2 MITIGACIÓN

2

Mitigación

2. MITIGACIÓN

La mitigación busca desarrollar estrategias y acciones que promuevan de manera costo-efectiva la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) con el objetivo de lograr un desarrollo bajo en carbono fortaleciendo y protegiendo la competitividad y sostenibilidad del sector minero energético.

Colombia forma parte de la Convención Marco de las Naciones Unidas para el Cambio Climático (CMNUCC), que es un tratado internacional que pretende estabilizar y reducir las emisiones de GEI producidas por las actividades antrópicas en el mundo, y cuyo objetivo de evitar los efectos negativos que el cambio climático genera sobre la población y los ecosistemas. Con este propósito, y como principal estrategia de gestión, se cuenta con la mitigación, la cual se refiere exclusivamente a las acciones necesarias para disminuir las emisiones de gases de efecto invernadero (IDEAM, 2016).

2.1. Bases conceptuales

La guía virtual desarrolla un diagnóstico de las emisiones de la empresa, así como una propuesta de posibles medidas de mitigación que se ajustan a las operaciones de cada empresa. Para ello, se desarrollan los análisis con base en metodología y estándares nacionales e internacionales tal como se presentan en los siguientes numerales.

2.1.1. IPCC 2006

1. Las Directrices del IPCC de 2006 para los inventarios nacionales de gases de efecto invernadero constituyen el resultado de la invitación efectuada por la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC) para actualizar las directrices (versión revisada en 1996) y la orientación de buenas prácticas asociadas, en las que se brindan metodologías acordadas internacionalmente para que utilicen los países, con el objeto de estimar los inventarios de gases de efecto invernadero e informarlos a la CMNUCC.

La ecuación general para la estimación de emisiones es la siguiente:

Ecuación 1. *Estimación de inventarios GEI*

$$\text{Emisión} = \sum (F. A. * F. E.)$$

Donde:

Emisión: descarga al aire de una sustancia o elemento en estado sólido, líquido o gaseoso, o en alguna combinación de estos, provenientes de una fuente fija o móvil (p.ej.: kg - t CO_{2eq} /año – mes, etc.).

F. A.: (factor de actividad): relaciona la magnitud de una variable de interés de una acción en un tiempo determinado (p. ej.: producción de carbón, cantidad de combustible utilizado, etc.).

F. E.: (factor de emisión) el valor representativo que relaciona la cantidad de un gas emitido a la atmósfera con el dato de actividad asociado a la emisión. Estos factores varían en función de la acción, p. ej.; toneladas de dióxido de carbono liberadas por tonelada de carbón producida, combustible utilizado por kilómetro recorrido, etc.

2.1.1.1. Categorías IPCC

Las categorías y módulos que se tiene en cuenta para la estimación de las emisiones bajo la metodología IPCC 2006 para los subsectores del sector minero-energético son: el *Volumen 2. Energía*, correspondiente a las actividades que involucran el consumo de los combustibles fósiles; el *Volumen 3. IPPU* (procesos industriales y uso de productos), específicamente para ferroníquel, y el *Volumen 4. AFOLU* (agricultura, silvicultura y otros usos de la tierra) para emisiones de fertilizantes y por difusión en embalses. De estos documentos, se seleccionan las categorías presentadas para energía, en la tabla 1; IPPU, en la tabla 2 y, finalmente, para AFOLU, en la tabla 3.

Tabla 1. *IPCC 2006 – Volumen energía – Combustión estacionaria*

Combustión estacionaria		
Nombre de la categoría IPCC	Combustible	Ud.
1A1 Industrias de la energía	Carbón mineral	Tj
1A1a Producción de electricidad y calor como actividad principal		
1A1b Refinación del petróleo	Petróleo	Tj
1A1c Fabricación de combustibles sólidos y otras industrias energéticas	<i>Diesel oil</i>	Tj
1A1ci Fabricación de combustibles sólidos		
1A1cii Otras industrias de la energía		

Combustión estacionaria		
Nombre de la categoría IPCC	Combustible	Ud.
1A2b Metales no ferrosos	Fuel oil	Tj
1A2i Minería (con excepción de combustibles) y cantería		
1B1ai Minería subterránea	Gasolina motor	Tj
1B1aai Minería en superficie		
1B2aai Quema en antorchas - Petróleo	Gas licuado de petróleo	Tj
1B2bii Quema en antorchas - Gas natural		
1B2ai - Venteo - Petróleo	Querosene y Jet Fuel	Tj
1B2bi Venteo - Gas natural		
Combustión móvil		
1A3b Transporte terrestre	Gas natural	Tj
	Diésel oíl	Tj
	Gasolina motor	Tj
1A3aai Aviación de cabotaje	Querosene	Tj

Fuente: adaptado de IPCC, 2006.

Tabla 2. IPCC 2006– Volumen IPPU – Industria de los metales

Nombre de la categoría IPCC	Categoría	Ud.
2C2 Industria de los metales	Procesos físicos o químicos	t

Fuente: adaptado de IPCC, 2006.

Tabla 3. IPCC 2006– Volumen AFOLU

Nombre de la categoría IPCC	Categoría	Ud.
3B Humedales	Emisiones por difusión en humedales permanentes.	Ha-d
3C Fuentes agregadas y fuentes de emisión no CO ₂ de la tierra	Emisiones directas de N ₂ O de los suelos gestionados.	Kilogramos de nitrógeno año-1
	Emisiones indirectas de N ₂ O de los suelos gestionados.	Kilogramos de nitrógeno año-1

Fuente: adaptado de IPCC, 2006.

2.1.2. GHG Protocol

El *Protocolo de gases de efecto invernadero (GHG Protocol)* fue desarrollado por el WRI y el WBCSD, en alianza con empresas, organizaciones no gubernamentales (ONG), gobiernos, entre otras entidades. En 1998, este documento fue emitido con la misión de desarrollar estándares de contabilidad y reporte aceptados internacionalmente y promover su adopción, con el fin de construir una nueva generación de programas efectivos y creíbles para abordar el cambio climático.

Actualmente, este documento es la herramienta internacional más utilizada, e incluye la contabilidad y el reporte de los seis GEI previstos en el Protocolo de Kioto: dióxido de carbono (CO₂), metano (CH₄), óxido nitroso (N₂O), hidrofluorocarbonos (HFC), perfluorocarbonos (PFC) y hexafluoruro de azufre (SF₆). El protocolo es consistente con lo que ha propuesto el IPCC para la compilación de emisiones en el ámbito nacional, y es un instrumento refinado para ser más amigables con el usuario, incluso para el personal no técnico, y para incrementar la precisión de la información sobre emisiones de estos gases.

Para el proceso de cálculo, es necesario fijar los límites operacionales, tanto propios como sobre los que se tiene el control. En otras palabras, se deben identificar las emisiones asociadas a las operaciones, clasificándolas como emisiones directas o indirectas, y seleccionar el alcance de la contabilidad y el reporte para las últimas (para más detalles se puede consultar la página www.ghgprotocol.org).

2.1.2.1. Limite operacional

Un límite operacional define el alcance de las emisiones directas e indirectas para las actividades, los procesos, los servicios y los impactos producidos al interior de las instalaciones propias o en el exterior. En este sentido, la guía virtual empresarial de cambio climático contempla solo las actividades que están controladas al interior del proyecto que se registre; es decir, las acciones que se generen en el exterior no serán contempladas en esta versión del documento. En esta línea, se deben atender las siguientes definiciones:

- **Emisiones directas**

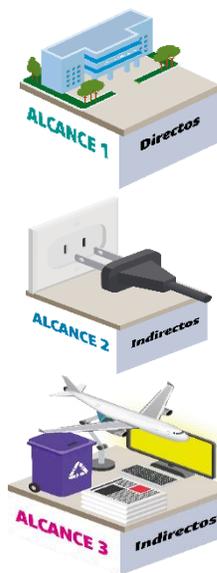
Son las emisiones de GEI que se presentan en el mismo lugar donde se produce la actividad.

- **Emisiones indirectas**

Son aquellas que no ocurren en la propia organización, pero que son consecuencia de sus actividades.

2.1.2.2. Alcance

Para ayudar a delinear las fuentes de emisiones directas e indirectas, mejorar la transparencia y proveer la utilidad para distintos tipos de organizaciones y políticas de cambio climático y metas empresariales, se definen tres «alcances» en el reporte y contabilidad de GEI:



Alcance 1: las emisiones directas se originan de fuentes que son propiedad o están controladas por la empresa. Por ejemplo: emisiones provenientes de la combustión en calderas, hornos, vehículos, etc., que son propiedad o están controlados por la compañía, o emisiones derivadas de la producción química en equipos de proceso propios o controlados.

Alcance 2: incluye las emisiones de la generación de electricidad adquirida y consumida por la empresa.

Alcance 3: es una categoría opcional de reporte que permite incluir el resto de las emisiones indirectas. Algunos ejemplos de actividades del alcance 3 son la extracción y producción de los materiales adquiridos, el transporte de los combustibles obtenidos y el uso de los productos y servicios vendidos.

Figura 1. Alcances. Adaptado de IPCC, 2006.

2.1.2.3. Alcances considerados para la metodología GHG Protocol

El proceso de cálculo de las emisiones del sector minero-energético en la metodología *GHG Protocol* contempló las siguientes categorías de los alcances 1 y 2. El alcance 3 no se consideró por el límite operacional escogido para esta guía, y por ser una categoría opcional de reporte.

Tabla 4. Alcance 1 Emisiones directas de GEI

Categoría	Descripción de actividad	Factor de actividad
Generación electricidad o producción de vapor	Emisiones de GEI como resultado del consumo de combustible al interior de la empresa para la generación de energía eléctrica o producción de vapor.	Consumo de combustible desagregado por tipo
Procesos físicos y químicos	Emisiones de dióxido de carbono como resultado de procesos químicos, p. ej.: oxidación del níquel para producción del ferróníquel.	Producción de ferróníquel

Categoría	Descripción de actividad	Factor de actividad
Transporte propio	Emisiones de GEI generadas por la quema de combustibles en vehículos de la empresa.	Consumo de combustible desagregado por tipo
Emisiones fugitivas	Emisiones de GEI generadas por la liberación del gas refrigerante, p. ej.: SF ₆ .	Fuga de refrigerantes desagregado por tipo
Procesos físicos y químicos	Emisiones de óxido nitroso generadas por la aplicación de fertilizantes.	Cantidad y tipo de fertilizantes usados en las empresas

Fuente: adaptado de WRI, 2015.

En la metodología *GHG Protocol*, las emisiones de la generación de electricidad adquirida y consumida por la empresa corresponden al alcance 2, la generación de energía eléctrica o vapor por quema de combustibles se relaciona en el alcance 1, como se mencionó en el apartado anterior. Nótese que es una diferencia en las aproximaciones con respecto a las *Directrices del IPCC de 2006*.

Tabla 5. Alcance 2 Emisiones indirectas de GEI

Categoría	Descripción de actividad	Factor de actividad
Consumo de energía eléctrica del Sistema Interconectado Nacional (SIN)	Emisiones de GEI generadas por el consumo de energía eléctrica SIN	Consumo de electricidad

Fuente: adaptado de WRI, 2015.

2.1.3. Factores de emisión

Los factores de emisión utilizados en los cálculos son una combinación entre los FECOC divulgados por la Unidad de Planificación Minero-Energética (UPME); Cerro Matoso, en el caso del níquel, y los publicados por defecto en las *Directrices del IPCC de 2006*.

Tabla 6. Consumo de combustibles

Combustible	Factor de emisión (kg CO ₂ /Tj)	Factor de emisión (kg CH ₄ /Tj)	Factor de emisión (kg N ₂ O /Tj)
Carbón mineral	88.136	1,0	1,5000
Gas natural	55.539	1,0	0,1000
Petróleo	77.842	3,0	0.6000
Diésel oil	74.193	3,0	0.6000
<i>Fuel oil</i>	78.281	3,0	0.6000
Gas licuado petróleo	47.289	1,0	0.1000
Gasolina motor	69.324	3,0	0.6000
Querosene y <i>Jet Fuel</i>	73.940	3,0	0.6000

Fuente: FECOC; UPME, 2016 e IPCC, 2006.

Tabla 7. Procesos físicos químicos

Categoría	Factor de emisión t CO ₂ / t de ferróníquel producido
Procesos físicos o químicos	5,90

Fuente: Cerro Matoso S. A., 2015

Tabla 8. Transporte

Combustible	Factor de emisión (kg CO ₂ /Tj)	Factor de emisión (kg CH ₄ /Tj)	Factor de emisión (kg N ₂ O /Tj)
Gas natural	55.539	1,0000	0,1000
Diésel oíl	74.193	3,0000	0,6000
Gasolina motor	69.323	3,0000	0,6000
Querosene	73.940	3,0000	0,6000

Fuente: FECOC; UPME, 2016 e IPCC, 2006.

Tabla 9. Energía eléctrica

Energético	Factor de emisión t CO ₂ / MWh	Año
Energía eléctrica	0,16	2019
	0,13	2018
	0,11	2017
	0,21	2016
	0,23	2015
	0,19	2014
	0,2	2013
	0,15	2012
	0,22	2011

Fuente: UPME, 2016.

Tabla 10. Uso de fertilizantes

Categoría	Factor de emisión [kg N ₂ O-N (kg N entrada) -1]
Fertilizante sintético (FSN) Fertilizante sintético (FSN)	0,010
Fertilizante sintético (FSN) Fertilizante orgánico (FON)	0,010
Volatilización - Fertilizante sintético (FSN)	0,010
Volatilización - Fertilizante orgánico (FON)	0,010

Fuente: IPCC, 2006.

Tabla 11. Minería subterránea

Zona geográfica	Factor de emisión (m ³ CO ₂ /t)	Factor de emisión (m ³ CH ₄ /t)
Cuenca Cundinamarca	0,077	13,03
Cuenca Boyacá	0,077	7,17
Cuenca Norte de Santander	0,077	7,17
Cuenca Antioquia	0,077	2,93
Cuenca Valle del Cauca	0,077	2,93
Cuenca Cauca	0,077	2,93
Cuenca Casanare	0,077	1,95

Fuente: UPME, 2016 e IPCC, 2006.

Tabla 12. Minería a cielo abierto

Zona geográfica	Factor de emisión (m ³ CH ₄ /t)
Cuenca de Cesar	0,89
Cuenca La Guajira	0,89
Cuenca Santander	0,4
Cuenca Córdoba	0,59

Fuente: UPME, 2016 e IPCC, 2006.

Tabla 13. Equipos eléctricos SF6

Etapas	Factor de emisión (%)
Fabricación	0,2050
Uso	0,0315
Eliminación	0,95

Fuente: IPCC, 2006

Tabla 14. Emisiones fugitivas

Combustible	Categoría	Factor de emisión CO ₂	Factor de emisión CH ₄	Factor de emisión N ₂ O
Petróleo	Quema en antorchas	0,0000295 Gg CO ₂ /10 ³ m ³ petróleo	0,00000076 Gg CO ₂ /10 ³ m ³ petróleo	0,000025 Gg CO ₂ /10 ³ m ³ petróleo
		0,00001695 Gg CO ₂ /pozo producción	0,000955 Gg CO ₂ /pozo producción	0 Gg CO ₂ /pozo producción

Combustible	Categoría	Factor de emisión CO ₂	Factor de emisión CH ₄	Factor de emisión N ₂ O
		0,0804 Gg CO ₂ /pozo perforado	0,000747 Gg CO ₂ /pozo perforado	0,000000584 Gg CO ₂ /pozo perforado
	Venteo	0,0001125 Gg CO ₂ /10 ³ m ³ petróleo	0,000855 Gg CO ₂ /10 ³ m ³ petróleo	0 Gg CO ₂ /10 ³ m ³ petróleo
	Todo lo demás	0,002150055 Gg CO ₂ /10 ³ m ³ petróleo	0,000102 Gg CO ₂ /10 ³ m ³ petróleo	0 Gg CO ₂ /10 ³ m ³ petróleo
Gas	Quema en antorchas	0,0014 Gg CO ₂ /10 ⁶ m ³ gas	0,00000088 Gg CO ₂ /10 ⁶ m ³ gas	0,000000025 Gg CO ₂ /10 ⁶ m ³ gas
	Venteo	0,1065 Gg CO ₂ /10 ⁶ m ³ gas	0 Gg CO ₂ /10 ⁶ m ³ gas	0 Gg CO ₂ /10 ⁶ m ³ gas
	Todo lo demás	0,000097 Gg CO ₂ /10 ⁶ m ³ gas	0,0099936 Gg CO ₂ /10 ⁶ m ³ gas	0 Gg CO ₂ /10 ⁶ m ³ gas

Fuente: IPCC, 2006

2.1.4. Línea base de emisiones

La línea base es el escenario que representa las emisiones de GEI que se producirían en ausencia de una iniciativa de mitigación (MADS, 2018). Para efecto de la guía virtual, esta se estima con la información suministrada por la empresa y está calculada en unidades de toneladas de dióxido de carbono equivalente.

2.1.5. Escenarios de mitigación

En la plataforma de la guía virtual se presentan dos escenarios de mitigación que están calculados con base en las iniciativas que se suministren, las cuales dependen si es por acción propia y cuentan con los recursos o necesitan de un apoyo externo de financiación. Su objeto es permitir la visualización de la reducción de emisiones asociadas a la operación, como por ejemplo, si consideraran el cambio de combustible en transporte, entre otras. Los escenarios contemplados se especifican a continuación:

Escenario incondicional: se refiere a las medidas y acciones que contribuyen en la mitigación de emisiones de GEI emitidas por la empresa, las cuales se implementan en función de sus recursos y dentro de sus capacidades, donde finalmente no se requiere apoyo económico externo.

Escenario condicional: es aquel que va más allá de la contribución incondicional, y que la empresa está dispuesta a emprender si se dispone de medios de apoyo (cooperación internacional, convocatorias nacionales, etc.).

2.2. Metodología de análisis de mitigación en la herramienta empresarial

Como se mencionó, en el desarrollo del módulo de mitigación del sector minero-energético se utilizan dos metodologías de cuantificación de emisiones, las cuales cambian según nivel de aproximación y el grado de desagregación con el que la organización desee obtener el reporte. Sin embargo, ambos análisis consideran como ejes principales para la elaboración de las estimaciones i) la producción de minerales o energéticos, y ii) las cantidades de combustibles consumidos en la operación y iii) la cantidad de combustible fósil usado en el transporte asociado con la producción. La plataforma permite estimar las emisiones para una serie temporal desde 2010 hasta 2019.

Se señala que la utilización de las metodologías no resulta excluyente; por lo contrario, se puede estimar el inventario de emisiones empresarial con el *GHG Protocol* e IPCC 2006. No obstante, su uso puede variar en función de las necesidades propias de la organización.

2.2.1. Producción de minerales o energéticos

Pregunta 1: seleccione y liste la producción de sus minerales o energéticos para el periodo 2010 – 2019

La producción o explotación de minerales y energéticos es una parte fundamental para la estimación de las emisiones de GEI generadas por los subsectores. Por lo tanto, la pregunta de partida en los dos módulos busca conocer el producto anual reportado en toneladas (t), metros cúbicos (m³) y kilovatios (kWh), dependiendo de los subsectores que se contemplan en la guía:

- Energía eléctrica
- Petróleo
- Coque
- Cobre
- Oro
- Níquel
- Carbón
- Gas natural
- Níquel

2.2.2. Cantidad de combustibles fósiles que consume en la operación

Pregunta 2: seleccione y liste la cantidad de combustibles fósiles que consume en la operación

Se busca conocer el consumo de combustibles utilizados internamente en la operación de los subsectores minero-energéticos para la generación de energía eléctrica, vapor o calor. Se definieron ocho tipos de combustibles (carbón mineral, gas natural, petróleo, diésel, *fuel oil*, gas licuado petróleo, gasolina motor, querosene - *Jet fuel*), que se pueden seleccionar dependiendo del uso en cada subsector. En la plataforma de la guía virtual se cuenta con la opción de reportar el consumo anual del energético de una o más de una de estas sustancias, si es el caso; así, con base en esta información se realiza la estimación de las emisiones de GEI.

En la metodología IPCC de 2006 para los subsectores níquel, oro, cobre, agregados y minería de carbón, se adicionaron dos preguntas específicas. La primera consulta corresponde a la «extracción minera», en cual se debe reportar el consumo de combustible referente a los procedimientos de extracción de minerales y explotación de canteras; mientras, la segunda concierne a «otros procesos mineros», en la que se debe informar el uso relativo a la fundición y fabricación de los metales y otras actividades que se consideren pertinentes.

Teniendo en cuenta lo presentado en las bases conceptuales, en la tabla 15 se presenta un resumen de las aproximaciones de las dos metodologías en las categorías correspondientes. Se resalta que el consumo de combustibles en automóviles no se considerara en la guía.

Tabla 15. Definiciones GHG e IPCC 2006 en el reporte de consumo de combustibles

GHG Protocol		IPCC 2006	
Alcance	Definición	Nombre y número de código	Definición
Alcance 1	Generación de electricidad, calor o vapor. Estas emisiones resultan de la quema de combustibles en fuentes fijas: calderas, hornos, turbinas, etc.	Industria de la manufacturera y de la construcción 1A2b Metales no ferrosos 1A2i Minería (con excepción de combustibles) y cantería	Emisiones por la quema de combustibles en la industria. Incluye, asimismo, la combustión para la generación de electricidad y calor para el uso propio en estas industrias, extracción de minerales y explotación de canteras, fundición y fabricación de los metales y otras actividades.

Fuente: adaptado de WRI, 2015 e IPCC, 2006.

2.2.3. Cantidad de combustibles fósiles que consume en el transporte asociado a la producción

Pregunta 3: seleccione y liste la cantidad de combustibles fósiles que usa en el transporte asociado a la producción

Siguiendo con el proceso de cálculo, para estimar las emisiones asociadas con el uso de transporte en actividades de producción de los subsectores, se incorporaron en la página de la guía virtual cinco tipos de combustibles. Entre ellos, el querosene es específico para transporte aéreo y los cuatro restantes (gas natural, diésel, *fuel oil* y gasolina motor) están destinados al transporte terrestre.

Sin embargo, se aclara que para la metodología *GHG Protocol* se contempla solo el transporte usado dentro del límite operacional definido, y el consumo de combustible fuera de las instalaciones del proyecto no está considerado, como se mencionó en la sección 2.1.2.1. En este sentido las emisiones de GEI asociadas al transporte Férreo no se contempla para esta metodología, únicamente para la metodología IPCC.

A continuación, se presentan las diferencias en el reporte en ambas metodologías.

Tabla 16. Diferencia entre *GHG* e *IPCC 2006* en consumo de combustibles en el transporte

<i>GHG Protocol</i>		<i>IPCC 2006</i>	
Alcance	Definición	Categoría	Definición
Alcance 1	Transporte de materiales, productos, residuos y empleados. Estas emisiones resultan de la combustión de combustibles en fuentes móviles que son propiedad o están controladas por la empresa: camiones, aviones, maquinaria pesada autobuses y automóviles.	1a3a Aviación civil	1A3a ⁱⁱ Aviación de Cabotaje
			Emisiones del tráfico civil de cabotaje de pasajeros y de carga que aterriza y llega al mismo país (vuelos comerciales, privados, agrícolas, de carga etc.), incluyendo despegues y aterrizajes para estas etapas de vuelo.
		1A3b Transporte terrestre	1A3bi Automóviles
			Emisiones de automóviles designados como en el país que los registra, principalmente para el transporte de personas y habitualmente con una capacidad de 12 personas o menos.
		1A3b ⁱⁱⁱ Camiones para servicio pesado	
		Emisiones de todos los vehículos designados como tales en el país en que están registrados. Habitualmente, el peso bruto del vehículo oscila entre 3.500 kg y 3.900 kg, o más para camiones pesados.	

Fuente: adaptado de WRI, 2015 y IPCC, 2006.

2.2.4. Preguntas particulares por sector

2.2.4.1. Embalse que opera la empresa para la generación de energía

Pregunta: seleccione el embalse que opera para la producción de energía

En la plataforma se contabilizan las emisiones por difusión¹ de dióxido de carbono (CO₂) y metano (CH₄) de tierras inundadas por reservorios para la generación de energía eléctrica (embalses). Las emisiones por difusión de cada reservorio se estiman por diez años, a partir del año que el reservorio entra en operación.

2.2.4.2. Uso de fertilizantes

Pregunta: seleccione y liste la cantidad de fertilizantes que usa en su operación

Para la estimación de emisiones de suelos gestionados, se tuvieron en cuenta las emisiones directas e indirectas. Las directas corresponden a la aplicación de fertilizantes sintéticos y orgánicos en actividades del proyecto sobre los suelos; mientras, las indirectas son el resultado de la volatilización debido a deposición y lixiviación de los agregados de nitrógeno al suelo.

2.2.4.3. Perforación de pozos

Pregunta: liste la cantidad de pozos perforados por año

La estimación de emisiones de GEI generadas por la perforación de pozos para la producción de petróleo y gas natural consideró las emisiones por Venteo, quema en antorcha y todas las demás. Estas emisiones solamente tienen en cuenta la producción, los otros procesos que puedan inferir en la generación de emisiones no se contempló. Se considero los contaminantes CO₂, CH₄ y N₂O.

¹ Emisiones debidas a la difusión molecular a través de la interfaz aire-agua en la superficie del embalse. Esta es la vía mayoritaria de emisiones de dióxido de carbono.

2.2.4.4. Uso de SF₆

Pregunta: liste la cantidad de hexafluoruro de azufre SF₆ utilizado en los equipos de transmisión y distribución.

Se considero estimar las emisiones generadas por el uso de SF₆ en equipos de transmisión y distribución, el factor de emisión se tomó del IPCC. Para el cálculo en la metodología GHG se debe tener en cuenta que solamente se registra los equipos que estén definidos dentro del límite operacional.

En la siguiente tabla se presentan las diferencias entre metodologías de cálculo para otras emisiones.

Tabla 17. Diferencia entre GHG e IPCC 2006 en el reporte de otras emisiones

GHG Protocol		IPCC 2006	
Alcance	Definición	Categoría	Definición
Alcance 1	Emisiones fugitivas: estas emisiones resultan de liberaciones intencionales o no intencionales, como fugas en las juntas, sellos o empaques de los equipos; emisiones de metano provenientes de minas de carbón; emisiones de hidrofluorocarbonos durante el uso de equipo de aire acondicionado y refrigeración, y fugas de metano en el transporte de gas.	Emisiones fugitivas	
		1B1 Combustibles sólidos	1B1ai Minería subterránea
			Producción de carbón por minería subterránea por departamento.
			1B1aii Minería de superficie
		1B2a Petróleo	Producción de carbón por minería a cielo abierto por departamento.
			1B2ai Venteo
			Emisiones producidas por el venteo de corrientes de gas y desecho de gas/vapor vinculadas en instalaciones petroleras.
		1B2b Gas Natural	1B2aii Quema en antorcha
			Emisiones producidas por la quema en antorcha de gas natural.
			1B2bi Venteo: Gas natural
			Emisiones por el venteo de gas natural y corrientes de desecho de gas.
		2G Manufacturera y utilización de	1B2bii Quema en antorcha: Gas Natural
Emisiones por la quema en antorcha de gas natural y corrientes de desecho de gas.			
Emisiones particulares de los subsectores			
		2G1 Equipos eléctricos	Emisiones de hexafluoruro de azufre generadas en la manufactura y utilización de

GHG Protocol		IPCC 2006	
Alcance	Definición	Categoría	Definición
		otros productos	los equipos eléctricos y muchos otros productos.
		3B humedales	3B4a Emisiones por difusión en humedales permanentes
			Se reportan las emisiones por difusión de dióxido de carbono y metano de tierras inundadas por reservorios para la generación de energía eléctrica (embalses).
		Fuentes agregadas y fuentes de emisión no CO ₂ de la tierra	3C4 Emisiones directas de óxido nitroso de los suelos gestionados
			a. Se refieren a la cantidad anual de nitrógeno de fertilizante sintético (FSN) aplicado a los suelos. b. Fertilizante orgánico (FON) aportes de nitrógeno de fertilizantes minerales, abonos orgánicos y residuos agrícolas.
			3C5 Emisiones indirectas de óxido nitroso de los suelos gestionados
			Se refieren a las emisiones de la volatilización de nitrógeno sintético y orgánico.

Fuente: adaptado de WRI, 2015 y IPCC, 2006.

2.2.4.5. Generación de energía eléctrica

Pregunta: Menciones la cantidad de energía eléctrica consumida en la producción

En la metodología *GHG Protocol*, el consumo de energía eléctrica, al ser emisión directa, se reporta como alcance 2; es decir, únicamente se presenta el consumo energético adquirido en el sistema interconectado nacional, como se mencionó en la sección 2.1.2.2. Esta pregunta no se realiza para la metodología IPCC 2006, dado que este reporte se efectúa en una misma categoría, junto con la energía que se autogenera, dependiendo del subsector.

3 ADAPTACIÓN



3

Adaptación

3. ADAPTACIÓN

Si bien el sector minero-energético en conjunto presenta una vulnerabilidad baja al cambio climático, debido a su organización, experiencias y fortaleza financiera, se han identificado impactos negativos de valoración alta. Dichas afectaciones se generan por la exposición que la infraestructura de la industria y porque los territorios en donde esta se encuentra tienden al aumento de las amenazas climáticas, pues pueden poner en riesgo la productividad del sistema minero-energético.

Como producto, se han definido diferentes estrategias de adaptación que consideran un análisis de riesgo de cambio climático. Los resultados indican que la industria posee 115 riesgos de valoración alta y muy alta, 43 asociados con condiciones de cambio climático y 72 relacionados con escenarios de variabilidad climática, lo que genera impactos negativos que afectan la producción energética y aumentan la conflictividad social en el área en donde se desarrollan las actividades del sector. Con base en lo anterior, se deben homologar los conceptos necesarios para la gestión de los riesgos climáticos; por tanto, se presenta una aproximación a las bases conceptuales y la explicación de la metodología utilizada para la herramienta empresarial.

3.1. Bases conceptuales

La referencia internacional para la gestión del cambio climático, brindada por el IPCC, ha permitido evidenciar la continua incidencia de los cambios de patrones climáticos en la permanencia de los sistemas humanos (sociales, económicos, culturales y políticos). Debido a ello, desde la perspectiva empresarial, se debe conocer y evaluar cómo las condiciones del clima cambiante pueden generar riesgos u oportunidades en la continuidad de las industrias. La dicotomía de riesgo u oportunidad depende de las medidas de adaptación y mitigación que se adopten desde los negocios para fortalecer sus operaciones.

El cambio climático tiene varias implicaciones económicas en los sistemas humanos: «los impactos del cambio climático son vastos y muy variados, por tanto, identificar y calificar si un impacto es benéfico o perjudicial, depende del sector, el negocio y la localización del negocio» (Richard, 2018). Un ejemplo acorde con el análisis realizado por Richard (2018), permite concluir que el aumento en la temperatura ambiente puede impactar positivamente la eficiencia en la producción asociada a una reducción de tiempo en el secado de agregados, pero también puede afectar negativamente el confort térmico de los empleados de una cantera de caliza y, por ende, impactar su productividad laboral.

3

Adaptación

Teniendo en cuenta la variedad de impactos, así como la incertidumbre para definir su potencial negativo o positivo, se deben conocer las mecánicas de ocurrencia de los mismos, para procurar una adaptación a las dinámicas cambiantes de los procesos, y entender que existe un alto nivel de incertidumbre en las proyecciones climáticas para un territorio en específico. Para ello, en la literatura existen diversas metodologías de análisis de riesgos climáticos que coinciden en tres conceptos básicos: amenaza, vulnerabilidad y exposición.

3.1.1. Amenaza

El IPCC expone este concepto como la potencial ocurrencia de un evento físico o cambio en tendencias, inducido por razones humanas o naturales, que pueden generar pérdidas de vidas, lesiones u otros daños a la salud, así como perjuicios o detrimentos de elementos físicos como infraestructura, componentes del sustento de comunidades, provisión de servicios, ecosistemas y recursos ambientales (IPCC, 2014). Según esta definición, es interesante considerar la importancia de la amenaza dentro de la interacción para la generación de un escenario de riesgo, ya que el análisis de la materialización de dicho riesgo se puede monitorear en términos del daño esperado. Para esto, se debe realizar un análisis detallado y modelado que se reduzca a la convolución de dos curvas probabilísticas (amenaza y vulnerabilidad) (Menoni, 2006).

Los agentes amenazantes se consideran desde dos perspectivas, los cambios de patrones climáticos y los eventos naturales relacionados con la variabilidad climática (figura 2) (IPCC, 2014). La diferencia radica en la mecánica, ya que, por un lado, la ocurrencia de la amenaza relacionada con el cambio climático abarca la transformación progresiva y paulatina de los modelos promedio en un territorio, los cuales implican una serie de impactos. Mientras, por el otro lado, la amenaza ligada a la variabilidad comprende los sucesos naturales asociados con variables hidroclimatológicas súbitas, tales como inundaciones, fenómenos de remoción en masa, incendios forestales, entre otros.

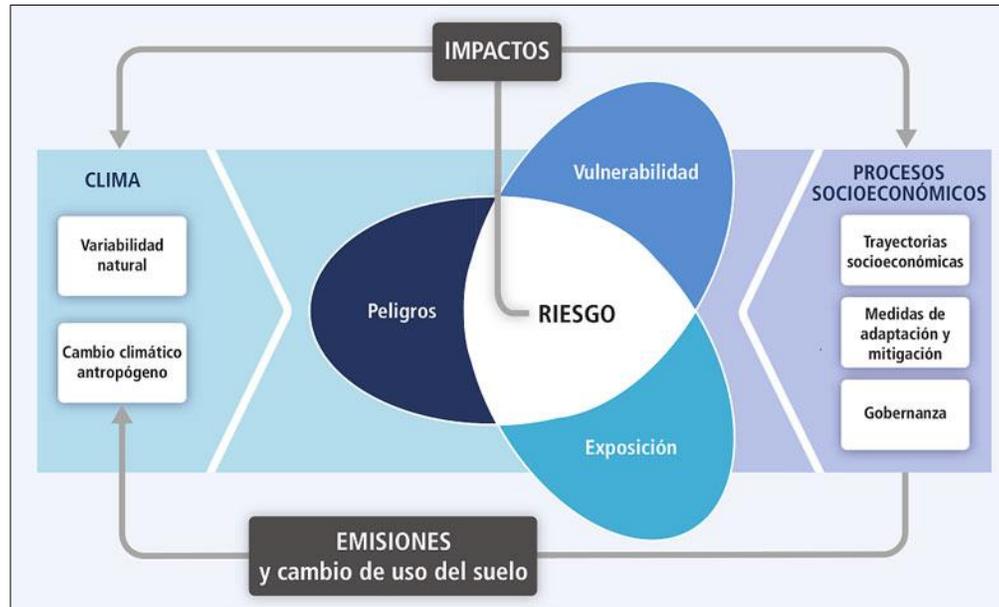


Figura 2. Marco conceptual de riesgos climáticos presentado por el IPCC. Adaptado de IPCC, 2014.

3.1.2. Exposición

El IPCC define la exposición como la presencia de personas o elementos necesarios para el sustento, especies, ecosistemas, servicios ecosistémicos, recursos, infraestructura, bienes económicos, sociales o culturales, en lugares o locaciones que se pueden afectar negativamente (IPCC, 2014). Para el caso de la gestión de riesgos climáticos del sector minero-energético, se entiende que las secuelas del clima cambiante se manifiestan en la totalidad del territorio colombiano, la diferencia radica en la intensidad o el tipo de efecto, con base en lo mencionado, esa característica es propia de la amenaza. Debido a esta cobertura completa de los posibles efectos sobre el país, se evidencia que todo el sector se encuentra expuesto a las virtuales variaciones del clima.

3.1.3. Vulnerabilidad

El IPCC explica la vulnerabilidad como la predisposición de sufrir afectaciones negativas. Ella abarca una serie de conceptos y elementos, entre los cuales se encuentra la sensibilidad, entendida como la susceptibilidad de ser afectado, y la falta de capacidad de afrontar y adaptarse a los cambios del clima (IPCC, 2014). Esta definición y su vínculo con un contexto territorial específico requieren una relación interdisciplinaria que involucre aspectos físicos, económicos, sociales y sistémicos (Fuchs *et al.*, 2012).

3

Adaptación

Teniendo en cuenta la complejidad para la definición de la vulnerabilidad de las operaciones, se opta por analizar los elementos sensibles, es decir, aquellos que contribuyen a la materialización de un riesgo y, además, por identificar los elementos que pueden reducir el nivel del impacto esperado, debido a su habilidad para afrontar los agentes amenazantes (capacidad de adaptación). En la figura 2, se observa como la vulnerabilidad y la exposición se relacionan con los desarrollos socioeconómicos de los sistemas humanos y naturales, lo cual abarca las decisiones de localización de infraestructura de las operaciones empresariales, de planificación de operaciones, de uso de recursos naturales, entre otros.

Así, se entiende que el objetivo de una medida de adaptación es la reducción de ese riesgo climático, recordando que este se genera de la interacción de los tres conceptos ya descritos. Adicionalmente, se debe tener presente que la amenaza se relaciona con el comportamiento de los patrones climáticos, lo que implica que la contracción del riesgo no comprende la disminución de las condiciones amenazantes, sino de los escenarios de vulnerabilidad y/o de exposición, como se esquematiza en la figura 3.

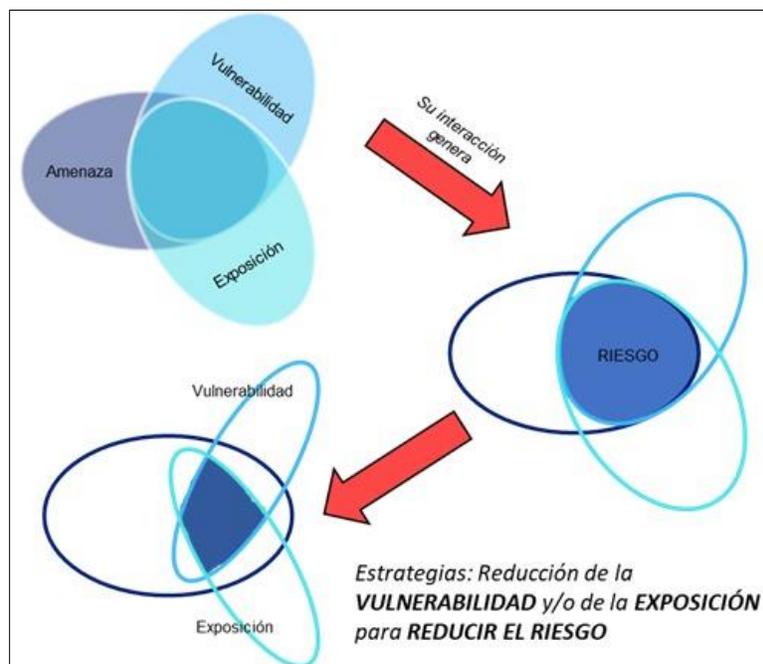


Figura 3. Estrategia de reducción del riesgo: Reducción de la vulnerabilidad y/o exposición. Elaboración propia.

3.2. Metodología de análisis de riesgos climáticos sector minero-energético

Para el análisis de riesgos climáticos del sector minero-energético, se hace una diferenciación del tipo de impactos que el clima cambiante puede tener sobre la continuidad de las operaciones, con el propósito de asegurar el suministro de la demanda de energéticos en el país. Los impactos identificados son de cuatro tipos: i) directos en la operación; ii) sobre el territorio donde se despliegan las actividades del sector minero-energético; iii) secundarios sobre la operación, debido a afectaciones en el área donde se desarrollan los trabajos, y iv) en las operaciones por cambios en el macroentorno (megatendencias derivadas de la gestión del cambio climático en la nación y el mundo).

Lo anterior amplía la visión del sistema analizado, ya que no se limita a la infraestructura de las operaciones, sino al territorio (espacio geográfico con interacción de diferentes dinámicas socioambientales) y al comportamiento del mercado propio del sector minero-energético. Con base en estas aclaraciones, la metodología se desarrolla progresivamente en cinco grandes fases, las cuales se explican de manera general a continuación:

- Fase 1: identificación y calificación de amenazas potenciales

La identificación de las amenazas potenciales relacionadas con los eventos derivados del cambio climático y la variabilidad climática busca identificar aquellos agentes amenazantes que afectan los elementos del sistema. Estas posibles afectaciones se plasman en una matriz de impactos generados sobre los diferentes subcomponentes de la operación del sector minero-energético (abarca las etapas desde la producción hasta la distribución y/o cierre de operaciones). Una vez se cuenten con todos los posibles impactos, se califican según su nivel de daño y probabilidad de ocurrencia.

- Fase 2: susceptibilidad virtual

El comportamiento estimado a futuro de las amenazas climáticas identificadas, parte de los mapas de susceptibilidad de ocurrencia de los mismos (generados por entidades oficiales), afectados por las tendencias de la precipitación y la temperatura, generados por la Tercera Comunicación Nacional de Cambio Climático en 2017. Una vez se generan dichas afectaciones, como resultado se obtienen mapas que reflejan la susceptibilidad virtual actual del territorio nacional a evidenciar los subeventos seleccionados para el análisis.

3

Adaptación

- Fase 3: escenario prospectivo de afectaciones del sistema

El propósito es generar los mapas del posible comportamiento de los eventos analizados en los escenarios de cambio climático futuro. En esta fase se cruzan los mapas de las áreas del sistema con los mapas prospectivos de los eventos obtenidos en la fase anterior, y se obtienen las áreas del sector afectadas según niveles de gravedad por cada uno de los eventos analizados.

- Fase 4: índices de vulnerabilidad

Con base en una batería de indicadores que buscan calificar la estructura operativa, técnica y administrativa del sistema, se califica la sensibilidad del sector ante los posibles impactos del clima cambiante. De igual manera, a partir de indicadores que buscan calificar la disponibilidad de recursos técnicos, financieros y administrativos, se califica la capacidad de adaptación del sector ante los cambios del clima.

- Fase 5: cálculo del riesgo

Finalmente, se cruzan los niveles de amenaza con los índices de vulnerabilidad obteniéndose los riesgos derivados de los eventos del cambio y la variabilidad climática para el sector minero-energético.

3.3. Metodología de análisis: herramienta empresarial

Para el desarrollo de la herramienta empresarial, la metodología de análisis de riesgos climáticos del sector minero-energético fue ajustada a las condiciones específicas de una empresa del sector. Esto implicó la reducción de los pasos metodológicos, aunque se mantuvo la misma estructura conceptual y no se evitaron los cruces cartográficos. Sin embargo, se invita a la empresa a fortalecer la toma de decisiones con análisis más detallados con base en la metodología presentada. Los pasos abordados desde la herramienta se presentan a continuación.

3.3.1. Identificación de amenazas

Según la identificación efectuada mediante la metodología, fue posible delimitar el análisis de riesgos climáticos del sector minero-energético, lo cual se representa dentro del módulo de adaptación directamente. Allí, se inicia con las preguntas sobre la afectación de la actividad

3

Adaptación

económica por una serie de eventos asociados al clima cambiante, específicamente en referencia con:

- Desabastecimiento hídrico
- Inundaciones pluviales
- Inundaciones fluviales
- Olas de calor
- Olas de frío
- Remoción en masa
- Incendios forestales
- Vendavales
- Tormentas tropicales
- Huracanes
- Aumento del nivel del mar

La exposición de las operaciones se evalúa mediante la selección de aquellos eventos climáticos de los cuales si se han evidenciado afectaciones históricas derivadas. Posteriormente, se debe indicar la FRECUENCIA DE OCURRENCIA y una ESTIMACIÓN DE DAÑOS. Para procurar una estandarización de las calificaciones, las opciones de respuesta se limitan a las especificadas en la tabla 18 y la tabla 19.

Tabla 18. Calificación de frecuencia de ocurrencia

Opción	Explicación
Poco recurrente	Las afectaciones derivadas de impactos por este tipo de eventos ocurren una vez cada 10 años o más.
Recurrente	Las afectaciones derivadas de impactos por este tipo de eventos ocurren más de una vez cada 10 años.
Muy recurrente	Las afectaciones derivadas de impactos por este tipo de eventos ocurren más de una vez cada 5 años.

Fuente: elaboración propia.

Tabla 19. Calificación de estimación de daños

Opción	Explicación
Muy bajo	Afectaciones menores en elementos que no son primordiales para la continuidad de la operación.
Bajo	Se puede presentar dos opciones: 1. Afectaciones menores en elementos importantes para la continuidad de la operación con paralizaciones cortas, pero pueden ser reemplazados. 2. Afectaciones considerables en elementos que no son primordiales para la continuidad de la operación.
Moderado	Se puede presentar tres opciones: 1. Afectaciones menores en elementos vitales para la continuidad de la operación, lo que puede llevar a paralizaciones prolongadas.

3

Adaptación

Opción	Explicación
	2. Afectaciones considerables en elementos importantes para la continuidad de la operación. 3. Afectaciones muy importantes en elementos que no son primordiales para la continuidad de la operación.
Alto	Se puede presentar dos opciones: 1. Afectaciones considerables en elementos vitales para la continuidad de la operación. 2. Afectaciones muy importantes en elementos importantes para la continuidad de la operación.
Muy alto	Afectaciones muy importantes en elementos vitales para la continuidad de la operación.

Fuente: elaboración propia.

Al efectuar la calificación de frecuencia de ocurrencia y la estimación de daños, la herramienta arroja una «amenaza potencial», mediante una matriz de doble entrada. Este resultado representa la característica del agente amenazante externo que puede generar afectaciones en la operación. Las posibles calificaciones de esta amenaza potencial se presentan en la tabla 20.

Tabla 20. Calificación de amenazas

Calificación	Comentarios
Muy bajo	Debido a la baja recurrencia de eventos climáticos y teniendo en cuenta las pocas afectaciones generadas, se considera un evento con probabilidades remotas de generar impactos en la operación.
Bajo	Debido a la recurrencia de eventos climáticos y teniendo en cuenta las afectaciones en ciertos elementos, se considera un evento con probabilidades bajas de generar impactos en la operación.
Moderado	Debido a la recurrencia de eventos climáticos y teniendo en cuenta que las afectaciones de ciertos elementos, se pueden generar interrupciones cortas. Se considera un evento con probabilidades condicionadas a la respuesta de su operación de producir impactos de relevancia.
Alto	Debido a la recurrencia de eventos climáticos y teniendo en cuenta que las afectaciones de ciertos elementos, se pueden producir interrupciones prolongada. Se considera un evento con probabilidades altas de generar impactos de relevancia en su operación.
Muy alto	Debido a la alta recurrencia de eventos climáticos y teniendo en cuenta que las afectaciones, se pueden producir interrupciones o inclusive un colapso. Se considera un evento con probabilidades bajas de no generar impactos de relevancia en su operación.

Fuente: elaboración propia.

3.3.2. Caracterización estructura operativa y empresarial

De acuerdo con los índices de sensibilidad definidos en la metodología de análisis de riesgos climáticos del sector minero-energético, se definieron cinco indicadores que permiten calificar el

grado de susceptibilidad en caso de afectación negativa por la ocurrencia de un evento relacionado con el clima cambiante. Estos indicadores se calcularon utilizando la información solicitada en siete preguntas destinadas a la caracterización de la empresa.

Todas las preguntas cuentan con varias opciones de respuesta, y cada una tiene un aporte mínimo o significativo a la sensibilidad de la empresa. De la tabla 21 a la tabla 29, se presentan las posibles alternativas, su descripción y su significancia para la sensibilidad.

Pregunta: ¿su empresa tiene certificaciones de en calidad de procesos, responsabilidad y gestión ambientales vigentes?

Tabla 21. Respuestas sobre los sistemas de calidad, ambiental y seguridad y salud

Opción	Descripción
ISO 9001: 2015 - Sistema de Gestión de Calidad	Los beneficios y ventajas de implementar esta norma se extienden a varias áreas del negocio. Por supuesto, la visibilidad y la expansión en el mercado están entre los más mencionados, pero se recuerda que la calidad se aplica en todos los sentidos profesionales. Un sistema documentado permite mejorar las debilidades operativas y administrativas para enfrentar los retos que puede generar el cambio climático en la operación.
ISO 14001: 2015 - Sistema de Gestión Ambiental	Los beneficios y ventajas de implementar esta norma se extienden al aumento de la eficacia ambiental y una reducción en la utilización de materias primas y energía. Un sistema ambiental certificado reduce las interacciones negativas entre la operación y el entorno, al reducir la vulnerabilidad ante el clima cambiante.
ISO 45001: 2018 - Sistemas de Gestión de Seguridad y Salud	Los beneficios y ventajas de implementar esta norma permiten a las organizaciones entender y tratar los riesgos relativos a la seguridad de forma eficiente en el trabajo; de esta manera, es más fácil encontrar un vínculo entre estos riesgos y los relacionados al clima cambiante.

Fuente: elaboración propia.

Pregunta: ¿su empresa ha pagado multas por incumplimiento de normas seguridad industrial, salud ocupacional y medio ambiente en los últimos cinco años?

Tabla 22. Respuestas sobre multas por incumplimiento

Opción	Descripción
a) Se ha incurrido en incumplimiento de normas de seguridad industrial, pero no ha acarreado multas. c) Se ha incurrido en incumplimiento de normas de salud ocupacional, pero no ha acarreado multas.	Es recomendable que las fallas presentadas sean monitoreadas para mejorar su operación. Si no se les da algún tratamiento, puede incrementar la sensibilidad ante los posibles impactos del clima cambiante.

3

Adaptación

Opción	Descripción
e) Se ha incurrido en incumplimiento de normas de medio ambiente, pero no ha acarreado multas.	
b) Se han pagado multas por incumplimiento de normas de seguridad industrial. d) Se han pagado multas por incumplimiento de normas de salud ocupacional. f) Se han pagado multas por incumplimiento de normas de medio ambiente.	Además de monitorear los incumplimientos de las normas, si se han incurrido en multas. Puede que los elementos sensibles de la operación, o inclusive su capacidad para mejorar, posterior a la ocurrencia de los impactos del clima cambiante, se encuentren muy comprometidos.

Fuente: elaboración propia

Pregunta: según la Revista Dinero, ¿su empresa se encuentra dentro de las 50 empresas más grandes de Colombia?

Tabla 23. Respuestas sobre la calificación de la empresa según la Revista Dinero

Opción	Descripción
a) No se encuentra en el listado.	El no estar en el listado no se considera como una calificación negativa, pero en términos de capacidad operativa, la empresa registrada en la publicación crea la noción de contar con mayor capacidad para enfrentar un escenario de clima cambiante.
b) Se encuentra en el listado, pero de la mitad hacia abajo.	Al encontrarse en esta posición en el listado no implica una calificación negativa. En términos de capacidad operativa, se considera que la empresa cuenta con una facultad incipiente para enfrentar un escenario de clima cambiante.
c) Se encuentra en el listado, de la mitad hacia arriba.	Se considera que la empresa cuenta con una alta capacidad para enfrentar un escenario de clima cambiante.

Fuente: elaboración propia.

Pregunta 3: relacionada al sector minero (oro, níquel y agregados)

Pregunta: ¿su empresa cuenta con plan de gestión del riesgo de desastres en su empresa? Sí/No

Tabla 24. Respuestas sobre el plan de gestión del riesgo

Opción	Descripción
a) Sí	Se relaciona con los planes de gestión del riesgo de desastre (PGRD) como medida de preparación.
b) No	

Fuente: elaboración propia.

3

Adaptación

Si su respuesta a la pregunta fue sí, responda, ¿en qué año fue la última actualización del plan de gestión del riesgo de desastres?

Tabla 25. Respuestas sobre el año de la última actualización del plan gestión del riesgo

Opción	Descripción
a) En el último año	Se relaciona con una alta capacidad de preparación de la empresa para reducir el riesgo y manejar los desastres.
b) En los últimos tres años	
c) En los últimos cinco años	
d) El plan fue generado hace más de cinco años y no ha tenido actualización	

Fuente: elaboración propia.

Pregunta: en los últimos cinco años, ¿su empresa ha tenido contratos en procesos de renuncia, suspensión y/o incumplimiento?

Tabla 26. Respuestas sobre contratos

Opción	Descripción
a) Renuncia	Las posibles razones para renunciar, suspender o incumplir un contrato son múltiples, pero, según la perspectiva de la carencia de una estructura empresarial robusta capaz de manejar diferentes externalidades, el contar con este tipo de procesos no es un buen indicio.
b) Suspensión	
c) Incumplimiento	

Fuente: elaboración propia.

Pregunta: ¿su empresa está afiliada a alguna agremiación?

Tabla 27. Respuestas sobre la afiliación de alguna agremiación

Opción	Descripción
a) Sí	Formar parte de una agremiación brinda una imagen de soporte técnico, operativo y colaborativo entre empresas del gremio.
b) No	

Fuente: elaboración propia.

Pregunta: indique la antigüedad de la infraestructura utilizada para los procesos propios de su actividad comercial

Tabla 28. Respuestas sobre la antigüedad de la infraestructura

Opción	Descripción
a) Menor a 10 años	Infraestructura relativamente nueva, con estándares constructivos más exigentes, lo cuales pueden incluir posibles escenarios de agentes externos como el clima cambiante dentro de los requisitos técnicos.
b) Entre 10 y 30 años	Infraestructura relativamente antigua, con estándares constructivos regentes, los cuales pueden no incluir los posibles escenarios de agentes externos como el clima cambiante dentro de los requisitos técnicos.
c) Mayor a 30 años	Infraestructura antigua, quizás con estándares constructivos obsoletos. Dado que no cuenta con agentes externos como el clima cambiante dentro de los requisitos técnicos de diseño, se requieren lineamientos de mantenimiento más estrictos.

Fuente: elaboración propia.

Pregunta: ¿en qué estado considera que se encuentran las vías por las que transporta su energético?

Tabla 29. Respuestas sobre el estado de las vías utilizadas

Opción	Descripción
a) Buen estado	Entendiendo el transporte interno y externo como una de las etapas críticas, se reconocer si esta infraestructura se convierte en un elemento crítico y referente para las posibles interrupciones de la operación.
b) Estado regular	
c) Mal estado	

Fuente: elaboración propia.

3.3.3. Caracterización recursos disponibles para la operación

De igual manera que para el caso de la sensibilidad, con base en los índices de capacidad de adaptación establecidos en la metodología de análisis de riesgos climáticos del sector minero-energético, se definieron seis indicadores para calificar la habilidad para adaptarse ante los posibles eventos amenazantes derivados del clima cambiante. Estos indicadores se calculan utilizando la información solicitada en siete preguntas destinadas a la caracterización de la organización.

Todas las preguntas cuentan con varias opciones de respuesta, y cada una tiene un aporte mínimo o significativo a la capacidad de adaptación de la empresa. De la tabla 30 a la tabla 34, se presentan las posibles alternativas, su descripción y su significado para la capacidad de adaptación.

3

Adaptación

Pregunta: el índice de liquidez de su empresa se encuentra

Tabla 30. Respuestas para el índice de liquidez de la empresa

Opción	Descripción
a) 0 - 1	El índice de liquidez es uno de los elementos más importantes en el análisis financiero empresa, por cuando indica la disponibilidad de liquidez de que dispone la empresa. Aunque permite identificar la disponibilidad inmediata de recursos, que puede pensarse para atención inmediata, también da un referente hacia la capacidad de orientar recursos para aumento de capacidades de atención de externalidades tales como las derivadas del clima cambiante.
b) > 1	

Fuente: elaboración propia.

Pregunta: el nivel de endeudamiento de su empresa se encuentra

Tabla 31. Respuestas para el nivel de endeudamiento

Opción	Descripción
a) 0 – 0,3	Con relación a su patrimonio neto, no se cuenta con la capacidad de financiar medidas o estrategias de aumento de capacidades para afrontar externalidades como el clima cambiante.
b) 0,31 – 0,7	Dado que su nivel de endeudamiento se encuentra en un nivel medio; es decir, se encuentra en capacidad de financiar medidas o estrategias de aumento de capacidades para afrontar externalidades como el clima cambiante, aunque tiene otras prioridades que debe atender.
c) > 0,7	Dado que su nivel de endeudamiento se encuentra en un nivel alto, esto le permitiría financiar medidas o estrategias de aumento de capacidades para afrontar externalidades como el clima cambiante.

Fuente: elaboración propia.

Pregunta: en promedio, el porcentaje de contratación directa de su empresa se encuentra dentro del intervalo

Tabla 32. Respuestas para el porcentaje de contratación directa

Opción	Descripción
a) Mayor de 50.1%	El contar con una planta fija asegura que el aprendizaje sobre la gestión del cambio climático en el interior de la empresa continúe en ella. Cuando se presenta una alta rotación de personal, los conocimientos se pueden considerar fugaces.
b) Entre 30.1% al 50 %	
c) Menor o igual al 30 %	

Fuente: elaboración propia.

Pregunta: ¿su empresa cuenta con estrategias (planes, seguros, sistemas de alerta) que fortalezcan su capacidad de respuesta ante cualquier evento externo (p. ej.: aquellos derivados del clima)?

Tabla 33. Respuestas para contar con estrategias que fortalezcan la capacidad de respuesta

Opción	Descripción
a) Sí	Aunque la adaptación al cambio climático busca fortalecer la preparación ante los posibles impactos del clima cambiante en el futuro, se entiende que en el momento en que ocurran, se representarán en un flujo inmediato de recursos para la atención de la emergencia. Si se cuenta con estrategias que le faciliten este proceso de gestión de emergencias, aumenta su resiliencia.
b) No	

Fuente: elaboración propia.

Pregunta: ¿su empresa está afiliada a alguna agremiación?

Tabla 34. Respuestas sobre la afiliación de alguna agremiación

Opción	Descripción
a) Sí	Formar parte de una agremiación brinda una imagen de soporte técnico, operativo y colaborativo entre empresas del gremio.
b) No	

Fuente: elaboración propia

Pregunta: recursos institucionales

Permite medir la existencia de reglamentos técnicos y normativas nacionales que incluyan consideraciones de cambio climático. Además, busca presentar todos los ajustes técnicos y normativos que se están desarrollando desde el Ministerio de Minas y Energía (MME), con los cuales los recursos operacionales de las empresas pueden mejorar. La máxima calificación del indicador es 10%, en el caso en que ya se cuente con un marco normativo de estricto cumplimiento, con lineamientos claros que faciliten y den soporte a las acciones a desarrollar para gestionar el cambio climático a nivel empresarial, el primer avance para ello es el PIGCCme, que se encuentra en una fase muy madura, pero aún requiere procesos para internalizar mejorar su aplicabilidad a nivel empresarial, debido a ello, por defecto, se establece un porcentaje del 8 %, debido a los procesos que están realizando el MME y sus entidades adscritas.

3.3.4. Vulnerabilidad

El grado de vulnerabilidad se computa a través del cálculo de la sensibilidad y la capacidad de adaptación. Como se mencionó, para cada una de estas variables se utiliza la información de caracterización de la empresa.

3.3.4.1. Cálculo de la sensibilidad

La sensibilidad se calcula mediante cinco indicadores, cada uno aporta el 20 % de la calificación total. Estos indicadores son:

- Indicador 1: eficiencia en la planeación, administración y ejecución de las actividades
- Indicador 2: capacidad Operativa
- Indicador 3: calidad de los procesos
- Indicador 4: calidad de la infraestructura
- Indicador 5: sensibilidad de la operación

Como se expresó, los indicadores se calculan a partir de la caracterización de la estructura operativa y empresarial. Según las respuestas, la sensibilidad se puede precisar de acuerdo con las calificaciones presentadas en la tabla 35.

Tabla 35. Calificación de la sensibilidad

Calificación	Comentarios
Muy bajo	La empresa cuenta con una estructura organizacional, técnica y operativa robusta que reduce la predisposición a sufrir impactos negativos derivados del cambio climático.
Bajo	La empresa cuenta con una estructura organizacional, técnica y operativa robusta, aunque existen elementos que pueden reducir la robustez en la operación y, por tanto, pueden comprometer la continuidad de la operación debido a cambios en los patrones climáticos en las zonas donde ejecuta las actividades.
Moderado	La empresa cuenta con una configuración organizacional, técnica y operativa que, aunque estructurada bajo lineamientos técnicos, no brinda la seguridad suficiente para la continuidad de la operación, dado el caso de cambios en patrones o eventos climáticos extremos.
Alto	La estructura organizacional, técnica y operativa con la que cuenta la empresa no es lo suficientemente robusta para evitar la interrupción de las operaciones, en caso de que ocurran cambios en patrones o eventos climáticos extremos.
Muy alto	La empresa no cuenta con una estructura organizacional, técnica y operativa robusta, lo que aumenta en alto grado la predisposición a sufrir impactos negativos derivados del cambio climático.

Fuente: elaboración propia.

3

Adaptación

3.3.4.2. Cálculo de la capacidad de adaptación

La capacidad de adaptación se calcula a través de seis indicadores, cada uno con un porcentaje de la calificación total. Los indicadores son:

- Indicador 1: índice de liquidez superior (25 %)
- Indicador 2: nivel de endeudamiento (25 %)
- Indicador 3: condiciones del recurso humano (15 %)
- Indicador 4: existencia de medidas concretas hacia el cambio climático o sus efectos (15 %)
- Indicador 5: recursos operacionales (10 %)
- Indicador 6: marco normativo sectorial (10 %)

Como se mencionó, los indicadores se calculan a partir de la caracterización de los recursos disponibles para la operación. De acuerdo con las respuestas, la capacidad de adaptación se puede precisar según las calificaciones presentadas en la tabla 36.

Tabla 36. Calificación de la capacidad de adaptación

Calificación	Comentarios
Muy bajo	La empresa cuenta con los recursos financieros, empresariales, sectoriales e institucionales suficientes para enfrentar los posibles impactos del clima cambiante, además de ajustarse a los cambios necesarios que dichas externalidades generen.
Bajo	La empresa cuenta con recursos financieros, empresariales, sectoriales e institucionales suficientes para fortalecer su posición en el momento de afrontar los posibles impactos del clima cambiante, además de ajustarse a los cambios necesarios que dichas externalidades generen, aunque hay elementos que se deben mejorar para asegurar su efectividad.
Moderado	La empresa cuenta con recursos financieros, empresariales, sectoriales e institucionales que no son suficientes para fortalecer su posición en el momento de afrontar los posibles impactos del clima cambiante, además de ajustarse a los cambios necesarios que dichas externalidades generen.
Alto	Existen elementos que se deben mejorar, referente a los recursos financieros, empresariales, sectoriales e institucionales para fortalecer su posición en el momento de afrontar los posibles impactos del clima cambiante, además de ajustarse a los cambios necesarios que dichas externalidades generen.
Muy alto	La empresa no cuenta con los recursos financieros, empresariales, sectoriales e institucionales suficientes para afrontar los posibles impactos del clima cambiante, además de ajustarse a los cambios necesarios que dichas externalidades generen.

Fuente: elaboración propia.

3

Adaptación

3.3.4.3. Cálculo de la vulnerabilidad

Las calificaciones de la sensibilidad y la capacidad de adaptación se ingresan de manera automática a una matriz de doble entrada. La herramienta obtiene la calificación de la vulnerabilidad del sistema según los comentarios de la tabla 37.

Tabla 37. Calificación de la vulnerabilidad del sistema

Calificación	Comentarios
Muy bajo	Tanto la estructura operacional como los recursos de la empresa no la convierten en un sistema susceptible a la afectación negativa por los posibles impactos del clima cambiante.
Bajo	La estructura operacional y los recursos de la empresa son suficientes para reducir la susceptibilidad del sistema a la afectación negativa por los posibles impactos del clima cambiante, aunque es necesario mejorar algunos elementos que pueden aumentar dicha susceptibilidad.
Moderado	La estructura operacional y los recursos de la empresa no son suficientes para reducir la susceptibilidad del sistema a la afectación negativa por los posibles impactos del clima cambiante.
Alto	Debido a la necesidad de gestionar elementos para fortalecer la estructura operacional y/o los recursos de la empresa, el sistema presenta una alta susceptibilidad a la afectación negativa por los posibles impactos del clima cambiante.
Muy alto	Debido a problemas con la estructura operacional o con los recursos de la empresa, se evidencia que el sistema es susceptible a la afectación negativa por los posibles impactos del clima cambiante.

Fuente: elaboración propia.

La herramienta además de contar con la caracterización general de la empresa, debe ser utilizada para analizar proyectos específicos. Estos proyectos están localizados (o se van a localizar) en una región específica, y la herramienta tiene en cuenta dicha localización para relacionar los resultados del análisis de vulnerabilidad y riesgo de la Tercera Comunicación Nacional de Cambio Climático (TCNCC).

Estos análisis evalúan la vulnerabilidad del territorio colombiano frente a la afectación debido a las estimaciones de variación de precipitación y temperatura para diferentes escenarios. La herramienta toma esos resultados como un cálculo de la vulnerabilidad del territorio ante dichos cambios de precipitación y temperatura, y los computa con la vulnerabilidad del sistema para definir un valor total. Así, de acuerdo con el departamento y el municipio del proyecto, se calcula la vulnerabilidad total, según las descripciones de la tabla 38.

Tabla 38. Calificación de la vulnerabilidad total

Calificación	Comentarios
Muy bajo	Las condiciones de la estructura operativa, recursos y la posible respuesta del territorio donde se encuentra localizado el proyecto fortalecen la operación, lo que reduce la posibilidad de ocurrencia de impactos negativos derivados de eventos del clima cambiante.
Bajo	Las condiciones de la estructura operativa, recursos y la posible respuesta del territorio donde se encuentra localizado el proyecto son suficientes para absorber la intensidad de un potencial impacto del clima cambiante derivado de la ocurrencia de eventos del clima cambiante.
Moderado	Las condiciones de la estructura operativa, recursos y la posible respuesta del territorio donde se encuentra localizado el proyecto no son suficientes para absorber la intensidad de un potencial impacto del clima cambiante derivado de la ocurrencia de eventos del clima cambiante y se pueden generar interrupciones de la operación.
Alto	Las condiciones de la estructura operativa, recursos y la posible respuesta del territorio donde se encuentra localizado el proyecto pueden debilitar la operación, abriendo la posibilidad de ocurrencia de impactos negativos derivados de eventos del clima cambiante.
Muy alto	Las condiciones de la estructura operativa, recursos y la posible respuesta del territorio donde se encuentra localizado el proyecto debilitan seriamente la operación, incrementando la posibilidad de ocurrencia de impactos negativos derivados de eventos del clima cambiante.

Fuente: elaboración propia.

3.3.5. Riesgo climático

Así como se realiza el cálculo de la vulnerabilidad, la herramienta toma la localización del proyecto analizado y, de acuerdo con las proyecciones de las posibles variaciones de precipitación y temperatura, califica la amenaza identificada inicialmente. Esta valoración puede aumentar o reducir el grado inicial, con base en las proyecciones de cambios en los patrones climáticos.

Finalmente, las calificaciones de la amenaza y vulnerabilidad ingresan automáticamente a una matriz de doble ingreso, en la cual se calcula el riesgo climático del proyecto. Al igual que en el caso de la calificación de vulnerabilidad y amenaza, el riesgo se resume en cinco rangos presentados en la tabla 39.

Tabla 39. Calificación del riesgo climático

Calificación	Comentarios
Muy bajo	La interacción del suceso amenazante en el territorio con la predisposición a la afectación negativa no representa una alta probabilidad de materialización del riesgo mediante impactos que logren interrumpir la operación.

3

Adaptación

Calificación	Comentarios
Bajo	La interacción del suceso amenazante en el territorio con las condiciones operativas y de recursos de la empresa, a pesar de no potencializar la probabilidad de materialización del riesgo mediante impactos que logren interrumpir la operación, si pone en evidencia elementos que pueden facilitar la interrupción paulatina de la operación.
Moderado	La interacción del suceso amenazante en el territorio con las condiciones operativas y de recursos de la empresa pone en evidencia la alta predisposición de la organización para potencializar la probabilidad de materialización del riesgo mediante impactos que logren interrumpir la operación.
Alto	La interacción del suceso amenazante en el territorio con las condiciones operativas y de recursos de la empresa facilita que sufra por la materialización del riesgo mediante impactos que logren interrumpir la operación.
Muy alto	La interacción del suceso amenazante en el territorio con la predisposición a la afectación negativa representa una alta probabilidad de materialización del riesgo mediante impactos que logren interrumpir la operación.

Fuente: elaboración propia.

4 COMPENSACIÓN

4

Compensación

4. COMPENSACIONES

Cada una de las partes de los bosques como hojas, troncos, ramas y raíces tienen la importante función de almacenar una gran cantidad de carbono, elemento que como el dióxido de carbono forma parte de los GEI. Por consiguiente, cuando se deforesta, es decir, se talan o se queman los bosques, el carbono que estaba almacenado, queda libre y vuelve a la atmósfera como CO₂ y, por ende, aumenta la concentración y contribuye al cambio climático (MADS, 2019).

Luego, los bosques afectan el clima de forma positiva porque retienen y absorben el dióxido de carbono. Por tanto, se pueden conservar y/o sembrar árboles para rehabilitar o restaurar hábitats, y reducir o detener la pérdida de la biodiversidad.

4.1. Bases conceptuales

En esta sección se explora el potencial de captura de carbono de las acciones de compensación derivadas de las obligaciones impuestas por el *Manual de compensaciones del componente biótico*, así como de las actividades voluntarias de restauración y conservación que las empresas realizan. No obstante, para que estas se puedan incorporar a la contabilidad nacional, se deben cumplir algunos criterios que se definen a continuación:

- **Adicionalidad**

Es el esfuerzo para generar una absorción adicional de carbono a la que determina en las obligaciones ambientales impuestas. Esta es medible en la ampliación del área de cobertura de compensación, o en su defecto en la extensión del periodo de manutención, mantenimiento y supervisión de los proyectos impuestos por el deterioro de un ecosistema determinado.

Existe una perspectiva de orden jurídico sobre adicionalidad que se presenta en la Resolución 1447 de 2018, la cual permite demostrar que las reducciones de emisiones de GEI derivadas de una iniciativa de mitigación generan un beneficio claro a la atmósfera en términos de disminución o eliminación de emisiones de GEI. Se aclara que dentro de los parámetros técnicos se manejan dos subcategorías o conceptos imprescindibles: i) los mercados de carbono y ii) el de compensaciones.

4

Compensación

- **Compensación**

Es un término inherente para la aplicabilidad de la adicionalidad en los proyectos, actividades u obras que tengan impactos nocivos sobre un ecosistema específico y las comunidades que se afectan directamente por cualquiera de estas prácticas económicas. La compensación debe tener un área de cobertura y una cantidad de tiempo estimadas para que sea positiva y confiable (Ministerio de Ambiente, 2018).

- **Mercados de carbono**

Mecanismo definido para la reducción de GEI que busca intercambiar el dióxido de carbono (el gas más abundante y registrable sobre la atmósfera) por créditos que representan la captura o emisión evitada de una tonelada métrica de CO₂. En este sentido, hay dos mercados de carbono, uno regulado a partir de criterios internacionales para proyectos REDD+ y el otro voluntario, el cual no está reglamentado, pero tiene varias relaciones comerciales y modelos voluntarios para cualquier proyecto.

Dependiendo del tipo de empresa y el objetivo del proyecto, esta debe mirar las opciones de los mercados regulados y los voluntarios. Por tanto, se deben buscar y seguir los criterios internacionales (REDD+) y los estipulados por el gobierno colombiano (REDD). Asimismo, las organizaciones deben detallar sus estudios siguiendo las normas estipuladas por el RENARE y el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible a través de la Resolución 1447 de 2018.

Dado que el análisis de tendencias y patrones espaciales de deforestación en Colombia define al sector de la agricultura, al de la ganadería y el minero, como los actores legales que influyen directamente en las emisiones de GEI, el aporte voluntario comienza a ser una estrategia que acrecienta las absorciones de carbono, al convertirse en una dinámica que permite incrementar los aportes a la reducción de emisiones. Además, genera beneficios en el ambiente, pues la adicionalidad como aporte voluntario puede implicar diferentes provechos económicos. Al respecto, el Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación (ICONTEC) determinó ocho condiciones sobre adicionalidad para donde la compañía y su proyecto (Ministerio de Ambiente, 2018).

Teniendo en cuenta que la actividad productiva el sector minero es necesario en diversos aspectos socioeconómicos, proponer acciones mucho más comprometidas con las condiciones del medio ambiente significa conseguir distintos beneficios multilaterales. En primer lugar, se pretende

4

Compensación

fortalecer el compromiso respecto a la huella de carbono y obtener un prestigio por querer acercarse a una meta nacional de carbono-neutralidad según los diferentes compromisos internacionales, en los que Colombia se ha planteado la intención de tener una economía descarbonizada para garantizar una producción que equilibre su impacto hacia los ecosistemas. En un segundo lugar, el efecto de un aporte voluntario beneficia a los diversos actores productivos y sociales que se desarrollen cerca de los proyectos.

4.2. Estimación del potencial de captura de carbono de las compensaciones

Las emisiones y absorciones por las acciones de compensación desarrolladas por el sector minero-energético fueron estimadas a partir de cálculos del marco metodológico descrito en las *Directrices para la elaboración de inventarios nacionales de GEI* elaboradas por el IPCC y publicadas en 2006. Dicho marco metodológico está basado en la cuantificación de emisiones y absorciones directas agrupados en cuatro grandes categorías de reporte (energía, uso de productos y procesos industriales, residuos y AFOLU). La selección del marco metodológico específico depende del tipo de acción que se esté evaluando, debido a que las actividades de compensación generan impactos directos en el uso y cambio de uso de la tierra.

El cálculo de las emisiones/absorciones de GEI se plantea a partir del cambio en los contenidos de carbono que pueden suceder en una categoría de uso de la tierra debido a la gestión humana sobre estas o por el cambio en los contenidos de carbono por el cambio de uso. El IPCC (2006) clasifica los usos de la tierra en seis grandes grupos: tierras forestales, tierras de cultivo, pastizales, humedales, asentamientos y otras tierras. Para cada uno de los grupos se consideran las tierras que permanecen con el mismo uso y las tierras que son convertidas al grupo que se haga referencia. Asimismo, dicho cambio en los contenidos puede suceder en tres depósitos principales, biomasa, materia orgánica muerta y suelos (Vol. 4, Cap. 1, IPCC 2006). El IPCC (2006) estipula tres niveles metodológicos para el cálculo, los cuales dependen de la calidad y desagregación de la información y el desarrollo de factores de emisión/absorciones locales.

La contabilidad de carbono se establecerá a partir de la metodología planteada para el sector AFOLU, específicamente la asociada con el módulo de tierras. Esta se propone para determinar el balance neto de emisiones asociadas a las actividades de compensación, y se basa principalmente en niveles metodológicos uno y dos, donde solo se atribuye el cambio en los contenidos de carbono presentes en la biomasa aérea, ya que la información obtenida no muestra una descripción detallada del cambio de uso de la tierra, además el país no posee factores de emisión/absorción local.

4

Compensación

A continuación, se presenta un resumen de las ecuaciones, variables y factores para el cálculo de las emisiones/absorciones de dióxido de carbono de la biomasa aplicables para todas las categorías de uso del suelo, específicamente en las tierras que permanecen en la misma categoría y en las que cambian de categoría de uso. Con esto, se brinda un acercamiento general de la metodología empleada de acuerdo con las directrices del IPCC (2006).

- Variación anual de las reservas de carbono de la biomasa

En términos estrictos, la variación anual de las reservas de carbono de la biomasa ($\Delta C_B \text{TonCyr}^{-1}$) para cualquier categoría de uso de la tierra se expresa de la siguiente forma:

Ecuación 2. Variación anual

$$\Delta C_B = \Delta C_G - \Delta C_L$$

Esta variación es la diferencia entre el aumento anual de las reservas de carbono de la biomasa debido a su crecimiento ($\Delta C_G \text{enTonCyr}^{-1}$) y la disminución anual de las reservas de carbono por la pérdida de biomasa ($\Delta C_L \text{TonCyr}^{-1}$).

En adelante, el cálculo de las acciones de compensación que tienen asociadas absorciones de dióxido de carbono por crecimiento de la biomasa será entendido como el aumento anual de las reservas de carbono de la biomasa debido a su crecimiento ($\Delta C_G \text{enTonCyr}^{-1}$), asumiendo que la posible disminución anual de las reservas de carbono debido a la pérdida de biomasa que se pueden presentar en las áreas sujetas a compensación es igual a cero.

- Aumento anual de las reservas de carbono de la biomasa

Este aumento ($\Delta C_G \text{enTonCyr}^{-1}$) se puede calcular a partir de la siguiente ecuación:

Ecuación 3. Aumento anual

$$\Delta C_G = \sum(A * G_{total} * CF)$$

Donde:

A (ha): área de tierras que permanecen en la misma categoría.

CF (Ton C (Tonelada dm)-1): fracción de carbono de la materia seca.

4

Compensación

G_{total} : crecimiento medio anual de la biomasa por encima y por debajo del suelo ($Ton dm ha^{-1} yr^{-1}$), el cual puede ser calculado a partir de la siguiente sumatoria:

Ecuación 4. Crecimiento medio anual

$$G_{total} = \sum (G_W * (1 + R))$$

Donde:

GW (Ton dm ha⁻¹ yr⁻¹): crecimiento medio anual de la biomasa por encima del suelo.

R (Tonbg dm (Tonag dm)⁻¹): relación entre la biomasa subterránea y la biomasa por encima del suelo, la cual para propósitos del cálculo se asuma como 0.

4.2.1. Ecuaciones para calcular las emisiones/absorciones de CO₂ debido al cambio de categoría de uso de la tierra por la actividad productiva

Para la estimación de las emisiones/absorciones de la biomasa de las tierras que cambian su categoría de uso, es necesario conocer la existencia de biomasa antes (B_{antes}) y después del cambio ($B_{después}$). Para los cálculos de nivel uno se asume por defecto que $B_{después}$ es igual a cero, pues se considera que la totalidad del carbón de la biomasa es liberado a la atmósfera de inmediato: Sin embargo, se recomienda estimar los productos de madera resultantes de la zona cuando se realiza el cambio de categoría de uso.

- Cambio inicial en las existencias de carbono en biomosas convertidas en otras categorías

El cambio inicial en las existencias de carbono en biomosas convertidas en otras categorías se define como ($\Delta_{Conversion} (TonC yr^{-1})$) y se calcula a partir de la siguiente ecuación:

Ecuación 5. Cambio inicial en las existencias

$$\Delta_{Conversion} = \sum ((B_{después} - B_{antes}) * \Delta A_{otras}) * CF$$

Donde:

B_{antes} (ton.d.m.ha⁻¹): existencia de biomasa en tipo tierra i antes de la conversión.

$B_{después}$ (Ton dm ha⁻¹ yr⁻¹): existencia de biomasa en tipo tierra i después de la conversión.

ΔA_{otras} (ha yr⁻¹): superficie de uso de la tierra i convertida a otra categoría de uso.

4

Compensación

CF (TonC (Tonelada dm)-1): fracción de carbono de la materia seca.

- Cambio anual en las existencias de carbono asociadas a la actividad de compensación

En adelante, el cambio anual en las existencias de carbono asociadas a la actividad de compensación, se calculará a partir de la siguiente ecuación:

Ecuación 6. Cambio anual en las existencias

$$\Delta C_B = \sum (\Delta C_G + \Delta C_{\text{Conversión}})$$

Donde:

ΔC_G (Ton C yr⁻¹): aumento anual de las reservas de carbono de la biomasa debido a su crecimiento.

$\Delta C_{\text{Conversión}}$ (Ton C yr⁻¹): cambio inicial en las existencias de carbono en biomasa convertidas en otras categorías.

4.2.2. Datos de actividad

De acuerdo con los requerimientos legales de las obras, los proyectos o las actividades objeto de licenciamiento ambiental, se han puntualizado los datos clave de actividad para la cuantificación de emisiones y absorciones para generar el balance de las compensaciones ambientales en términos de carbono. Para ello, fue necesario recolectar información general, geográfica/climática y específica de la actividad que causo el impacto y la de compensación.

Los datos de actividad contienen la información relacionada con las acciones propias de la obra o proyecto sujeto a licenciamiento que generan un impacto residual. En la siguiente tabla se describe la información específica requerida para las tres subcategorías de la categoría de información de actividad.

Tabla 40. Información requerida en cada subcategoría de la categoría Información de actividad

Subcategoría información de la actividad	Tipo de información requerida
Información general	Número de expediente Departamento Municipio Actividad relacionada

4

Compensación

Subcategoría información de la actividad	Tipo de información requerida
	Nombre del proyecto
Datos geográficos/climáticos	Latitud Longitud Precipitación promedio anual Altitud Temperatura promedio
Información específica de la actividad	Año del inicio de construcción del proyecto Año del inicio de operación Área total intervenida (ha) Área con (ha) cambio efectivo de cobertura (tierras forestales, cultivos, pastos y humedales naturales) Tipo de cobertura anterior Tipo de cobertura posterior

Fuente: U. T. INERCO-Universidad Nacional de Colombia, 2017.

Los datos de actividad también contienen información relacionada con las actividades compensación. En siguiente tabla se relacionan los datos requeridos para cada subcategoría.

Tabla 41. Información requerida en cada subcategoría de la categoría información de actividad

Subcategoría información de la actividad	Tipo de información requerida
Información general	Número de expediente Departamento Municipio Tipo de compensación realizada Descripción estado anterior de la cobertura intervenida
Datos geográficos/climáticos	Latitud Longitud Precipitación promedio anual Altitud Temperatura promedio
Información específica de la actividad	Año del inicio actividades de compensación Área total intervenida (ha) Tipo de cobertura anterior Tipo de cobertura posterior Información espacializada en formato de <i>shape</i>

Fuente: U. T. INERCO-Universidad Nacional de Colombia, 2017.

4

Compensación

4.2.3. Factores de emisión

Son coeficientes que resultan de la relación de los datos de actividad y la medición de compuesto químico presente en las emisiones. Estos buscan determinar una tasa representativa de emisiones a partir de una muestra de datos (mediciones) para cierto nivel de actividad en un contexto particular. Específicamente, para el cálculo propuesto, se utiliza una combinación de factores de emisión/absorción por defecto (publicados en las *Directrices del IPCC de 2006*) y los utilizados en el de país y reportados en el inventario nacional de GEI del primer y segundo reporte bienal de actualización de cambio climático (IDEAM *et al.*, 2015, IDEAM *et al.*, 2018).

Tabla 42. Factores de emisión/absorción

Nombre de la subcategoría	Variable	Valor del factor (t ms /ha)
bms-T	Biomasa aérea antes o después	154,89
bs-T	Biomasa aérea antes o después	91,23
bh-T	Biomasa aérea antes o después	290,08
bmh-T	Biomasa aérea antes o después	192,75
bp-T	Biomasa aérea antes o después	200,69
bs-PM	Biomasa aérea antes o después	230,98
bh-PM	Biomasa aérea antes o después	175,57
bmh-PM	Biomasa aérea antes o después	240,64
bp-PM	Biomasa aérea antes o después	222,85
bs-MB	Biomasa aérea antes o después	182,41
bh-MB	Biomasa aérea antes o después	156,22
bmh-MB	Biomasa aérea antes o después	63,59
bp-MB	Biomasa aérea antes o después	160,24
bh-M	Biomasa aérea antes o después	148,93
bmh-M	Biomasa aérea antes o después	118,17
bp-M	Biomasa aérea antes o después	106,40
Arbustal	Biomasa aérea antes o después	47,5
Plantación forestal	Biomasa aérea antes o después	179,8
Cultivos	Biomasa aérea antes o después	11,50
Herbazal	Biomasa aérea antes o después	28,20
Pasto	Biomasa aérea antes o después	12,70
Bosque natural	Biomasa aérea antes o después	273,14
Humedal	Biomasa aérea antes o después	-
Otras Tierras	Biomasa aérea antes o después	-
Asentamientos	Biomasa aérea antes o después	-
bh-M	Relación biomasa subterránea/biomasa aérea (adimensional)	0,27
bh-MB	Relación biomasa subterránea/biomasa aérea (adimensional)	0,27
bh-PM	Relación biomasa subterránea/biomasa aérea (adimensional)	0,27

4

Compensación

Nombre de la subcategoría	Variable	Valor del factor (t ms /ha)
bh-T	Relación biomasa subterránea/biomasa aérea (adimensional)	0,37
bmh-M	Relación biomasa subterránea/biomasa aérea (adimensional)	0,27
bmh-MB	Relación biomasa subterránea/biomasa aérea (adimensional)	0,27
bmh-PM	Relación biomasa subterránea/biomasa aérea (adimensional)	0,27
bmh-T	Relación biomasa subterránea/biomasa aérea (adimensional)	0,37
bms-T	Relación biomasa subterránea/biomasa aérea (adimensional)	0,28
bp-M	Relación biomasa subterránea/biomasa aérea (adimensional)	0,27
bp-MB	Relación biomasa subterránea/biomasa aérea (adimensional)	0,27
bp-PM	Relación biomasa subterránea/biomasa aérea (adimensional)	0,27
bp-T	Relación biomasa subterránea/biomasa aérea (adimensional)	0,37
bs-MB	Relación biomasa subterránea/biomasa aérea (adimensional)	0,28
bs-PM	Relación biomasa subterránea/biomasa aérea (adimensional)	0,28
bs-T	Relación biomasa subterránea/biomasa aérea (adimensional)	0,28
Arbustal	Relación biomasa subterránea/biomasa aérea (adimensional)	0,37
Plantación forestal	Relación biomasa subterránea/biomasa aérea (adimensional)	0,27
Cultivos	Relación biomasa subterránea/biomasa aérea (adimensional)	0,5
Herbazal	Relación biomasa subterránea/biomasa aérea (adimensional)	1,6
Pasto	Relación biomasa subterránea/biomasa aérea (adimensional)	1,6
Bosque natural	Relación biomasa subterránea/biomasa aérea (adimensional)	0,2014
Humedal	Relación biomasa subterránea/biomasa aérea (adimensional)	0
Otras	Tierras Relación biomasa subterránea/biomasa aérea (adimensional)	0
Asentamientos	Relación biomasa subterránea/biomasa aérea (adimensional)	0
Todos	Años de recuperación del contenido máximo de carbono	20,00
Todos	Fracción de carbono de la materia seca (adimensional)	0,47

Fuente: IPCC, 2006

4.3. Metodología de análisis herramienta empresarial – Compensaciones

Para el desarrollo de la herramienta empresarial, la metodología se basa en los datos sobre las emisiones totales y anuales de los subsectores que están relacionadas con la modificación de los contenidos de carbono presentes en la biomasa aérea, ya que la información que se solicita no posee una descripción detallada del cambio de uso de la tierra ni se poseen factores de emisión/absorción del país, como se ha mencionado. Las absorciones asociadas a la implementación de los proyectos de compensación (reforestación y/o restauración) se descuentan, de forma total y anual, de dichas emisiones. Para obtener esta información, se presentan las siguientes preguntas orientadoras:

4

Compensación

4.3.1. Tipo de compensaciones

Pregunta: por favor mencione el tipo de actividades quiere evaluar en el proyecto y cuál es su origen

Dentro de las posibilidades de ejercer la compensación ambiental, la siguiente se enfoca exclusivamente en estas actividades:

- **Reglamentaria**

Son aportes obligatorios que están enfocados en aquellos proyectos que requieren de una licencia ambiental para su realización, pues sus actividades inciden directamente sobre las características del ecosistema donde se realiza.

- **Voluntaria**

Son los aportes que están enmarcados en responsabilidad social ambiental o que de manera desinteresada las empresas realizan para conservar los ecosistemas naturales.

- **Restauración ecológica**

La restauración ecológica supone un evento que cause un impacto de una magnitud superior al del ciclo natural propio del bioma. Esto significa que la afectación al ecosistema es severa y, por lo tanto, necesita una intervención para regresar a su estado normal. En ese sentido, para una actividad productiva de cualquier sector, esta transforma de una u otra manera las condiciones del espacio donde se desarrolla.

Así, la restauración ecológica se traduce en la intervención de un ecosistema afectado para llevarlo a sus condiciones óptimas. Evidentemente, esta actividad se encuentra ligada al tipo de ecosistema impactado por el proyecto productivo; es decir, el ecosistema restaurado debe tener características semejantes al que es afectado por el proyecto.

- **Preservación de la biodiversidad**

La preservación no supone una intervención directa al ecosistema ni que haya existido un impacto severo. A partir de ahí, la compensación radica en las labores necesarias para mantener un

4

Compensación

ecosistema en las condiciones óptimas. En otras palabras, las actividades de compensación deben evitar toda acción que signifique el deterioro de una zona.

La compensación debe alcanzar ganancias demostrables en el estado de conservación de la biodiversidad, las cuales no serían obtenidas sin su implementación, con resultados nuevos, adicionales y producto de las acciones de la compensación. También se debe garantizar que los impactos negativos a la biodiversidad no sean trasladados a otras áreas (Ministerio de ambiente, 2018).

4.3.2. Adicionalidad

Pregunta: ¿quisiera evaluar algún criterio de adicionalidad en su proyecto?

La adicionalidad, en síntesis, es la prolongación de las labores de compensación que ya están reglamentadas. Es decir, que la compensación que, por deber hacia la ley, se ejecuta en el marco del proyecto productivo y tiene un aumento en alguno de los aspectos que la definen, los cuales se presentan en la tabla 43.

Tabla 43. Aspectos técnicos en la adicionalidad

Aspecto de compensación	Definición	Ventajas	Desventajas
Aumento de cobertura	La adicionalidad en cuestión de aumento de cobertura significaría hacer una ampliación de la cantidad de territorio restaurado respecto a lo establecido por la ley.	<p>Aumentar la cobertura de compensación deriva en diferentes ventajas:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Esas áreas que son restauradas en términos adicionales permitirían al actor que compensa generar beneficios en el mercado de carbono. • La ampliación de la cobertura genera la posibilidad de incrementar extensiones de ecosistemas capaces de absorber más carbono. 	En las actividades productivas a corto plazo, el aumento de cobertura no produce una rentabilidad próxima, por lo tanto, es preferible que esta adicionalidad se haga en proyectos a largo plazo.
Aumento del tiempo	En términos de tiempo, la adicionalidad corresponde a incrementar periodo de responsabilidad y	<p>Aumentar el periodo de compensación deriva en diferentes ventajas:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Acceder a mantener más tiempo el área restaurada significa conservar por más tiempo la tendencia 	En actividades productivas a largo plazo, el aumento de tiempo no genera una rentabilidad, por lo tanto, es preferible

4

Compensación

Aspecto de compensación	Definición	Ventajas	Desventajas
	mantenimiento del territorio restaurado.	creciente de absorción de carbono. Eso deriva en la posibilidad de introducir ese carbono adicional en el mercado.	que esta adicionalidad se haga en proyectos a corto plazo.

Fuente: Elaboración propia con información de la Resolución 1447 de 2018

4.3.3. Información de la compensación

Con la información del tipo de aporte y el tipo de compensación, se realiza un balance de carbono. Para ello, dependiendo de la selección, se habilitan las pestañas que a continuación se relacionan con la información específica que se debe tener en cuenta:

- Región donde se realizó la actividad.
- Departamento donde se realizó la actividad.
- Tipo de cobertura por restaurar.
- Zona de vida de *Holdrige*.
- Factor medio de compensación.
- El área total restaurada (ha).
- El periodo cubierto (año inicial y año final).