

ANÁLISIS DE RIESGO ANTE LA VARIABILIDAD Y CAMBIO CLIMÁTICO DE LA CADENA DE VALOR CORRESPONDIENTE A LA PRODUCCIÓN DE MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN A DIVERSAS ESCALAS EN REGIONES PRIORIZADAS DEL PAÍS, MEDIANTE LA APLICACIÓN DE LOS PASOS CORRESPONDIENTES DE LA METODOLOGÍA DE ANÁLISIS DE RIESGOS ASOCIADOS A LA VARIABILIDAD Y EL CAMBIO CLIMÁTICO, DESARROLLADA POR UPME/MINENERGIA.

Producto 3. Análisis de vulnerabilidad ante cambios en patrones climáticos y por eventos climáticos recurrentes, con énfasis en las áreas de interés priorizadas para la cadena de valor de materiales de construcción



Elaborado para:



Elaborado por:



Bogotá, D. C.,
Diciembre de 2020

ANÁLISIS DE RIESGO ANTE LA VARIABILIDAD Y CAMBIO CLIMÁTICO DE LA CADENA DE VALOR CORRESPONDIENTE A LA PRODUCCIÓN DE MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN A DIVERSAS ESCALAS EN REGIONES PRIORIZADAS DEL PAÍS, MEDIANTE LA APLICACIÓN DE LOS PASOS CORRESPONDIENTES DE LA METODOLOGÍA DE ANÁLISIS DE RIESGOS ASOCIADOS A LA VARIABILIDAD Y EL CAMBIO CLIMÁTICO, DESARROLLADA POR UPME/MINENERGIA.

Producto 3. Análisis de vulnerabilidad ante cambios en patrones climáticos y por eventos climáticos recurrentes, con énfasis en las áreas de interés priorizadas para la cadena de valor de materiales de construcción

Hoja de control

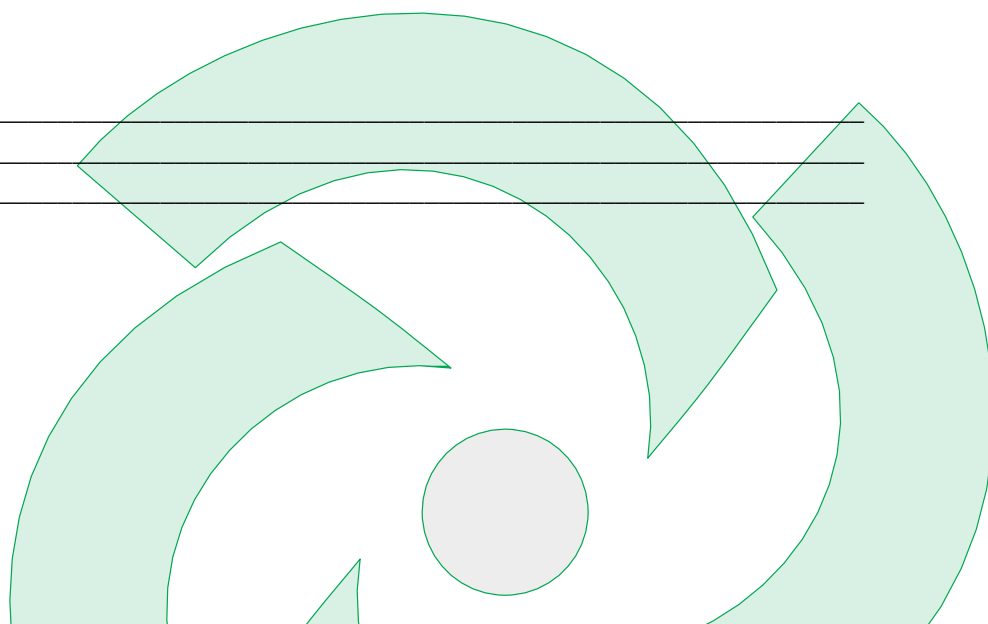
INERCO Consultoría Colombia

| Versión: | Elaboró | Revisó | Aprobó | Fecha de aprobación: |
|----------|---|---|---|----------------------|
| | Área de Sostenibilidad, INERCO Consultoría Colombia | Yeni Mancera Coordinadora de proyecto V.º B.º: | Jose Alejandro Bernal Director Área de Sostenibilidad V.º B.º: | |
| 1 | | | | Diciembre de 2020 |

Este Análisis de Riesgo ante la Variabilidad y Cambio Climático de la Cadena de Valor correspondiente a la Producción de Materiales de Construcción ha sido preparado por INERCO Consultoría Colombia con un conocimiento razonable y con el cuidado y la diligencia establecidos en los términos del contrato con UPME.

INERCO Consultoría Colombia niega alguna responsabilidad con UPME y con terceros respecto de cualquier materia fuera del alcance anterior. Este informe es confidencial e INERCO Consultoría Colombia no acepta ninguna responsabilidad en absoluto, si otros tienen acceso a parte o la totalidad del informe.


Anotaciones:



ANÁLISIS DE RIESGO ANTE LA VARIABILIDAD Y CAMBIO CLIMÁTICO DE LA CADENA DE VALOR CORRESPONDIENTE A LA PRODUCCIÓN DE MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN A DIVERSAS ESCALAS EN REGIONES PRIORIZADAS DEL PAÍS, MEDIANTE LA APLICACIÓN DE LOS PASOS CORRESPONDIENTES DE LA METODOLOGÍA DE ANÁLISIS DE RIESGOS ASOCIADOS A LA VARIABILIDAD Y EL CAMBIO CLIMÁTICO, DESARROLLADA POR UPME/MINENERGIA.

Hoja de control

Unidad de Planeación Minero Energética UPME

| Versión: 1 | Elaboró | Revisó | Aprobó | Fecha de aprobación: Diciembre de 2020 |
|---------------|---|-----------------|-----------------|---|
| |  | Wilson Sandoval | Wilson Sandoval | |
| | V.º B.º: | V.º B.º: | V.º B.º: | |

En la preparación de este Análisis de Riesgo ante la Variabilidad y Cambio Climático de la Cadena de Valor correspondiente a la Producción de Materiales de Construcción, INERCO Consultoría Colombia y la UPME utilizaron la información provista por consultores especializados, autoridades nacionales y regionales, así como de otras fuentes no gubernamentales. UPME realizó la verificación de la información que su conocimiento y experiencia le permitió.

Este informe ha sido preparado por INERCO Consultoría Colombia, con un conocimiento razonable y con el cuidado y la diligencia establecidos en los términos del contrato con UPME.

Anotaciones:

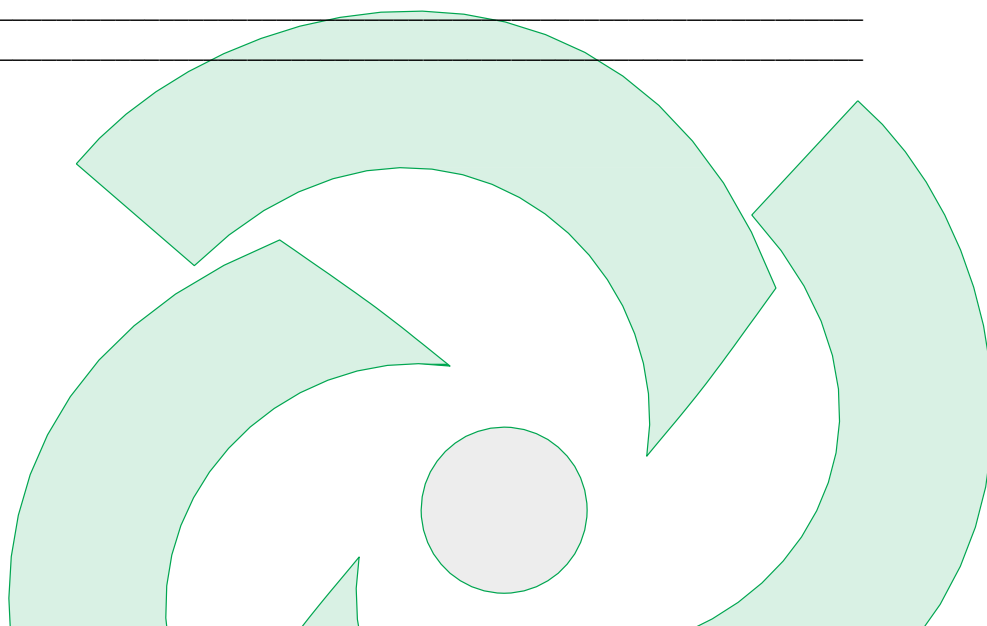




TABLA DE CONTENIDO

| | Pág. |
|---|------|
| ANÁLISIS DE VULNERABILIDAD ANTE CAMBIOS EN PATRONES CLIMÁTICOS Y POR EVENTOS CLIMÁTICOS RECURRENTES..... | 3 |
| 1. Mapeo de actores del subsector de materiales de construcción | 3 |
| 1.1 Clasificación de los actores identificados | 5 |
| 2. Definición y evaluación de vulnerabilidad del subsector de materiales de construcción ante el cambio climático y la variabilidad climática | 1 |
| 2.1 Indicadores de Sensibilidad..... | 1 |
| 2.2 Indicadores de capacidad de adaptación | 3 |
| 2.3 Taller virtual de validación de indicadores con actores del subsector de materiales de construcción. | 5 |
| 2.4 Valoración de la vulnerabilidad del subsector de materiales de construcción ante el cambio climático y la variabilidad climática | 6 |
| 2.4.1 Calificación de los indicadores de sensibilidad y capacidad de adaptación..... | 6 |
| 2.4.2 Cálculo de los índices de sensibilidad y capacidad de adaptación | 9 |
| 2.4.3 Definición del nivel de vulnerabilidad | 14 |
| 2.4.4 Resultados de la valoración de vulnerabilidad | 14 |
| 3. Definición y caracterización de posibles impactos derivados de cambios de patrones climáticos y ocurrencia de eventos climáticos recurrentes | 22 |
| BIBLIOGRAFÍA | 1 |





ÍNDICE DE TABLAS

| | Pág. |
|--|------|
| Tabla 1-1 Mapa de actores del subsector de materiales de construcción | 4 |
| Tabla 1-2 Clasificación de los actores interesados | 6 |
| Tabla 2-1 Indicadores de sensibilidad | 2 |
| Tabla 2-2 Indicadores de capacidad de adaptación | 3 |
| Tabla 2-3 Criterios de calificación para los indicadores de sensibilidad | 7 |
| Tabla 2-4 Criterios de calificación para los indicadores de capacidad de adaptación | 8 |
| Tabla 2-5 Peso asignado a los aspectos en los que se clasifican los indicadores de sensibilidad | 9 |
| Tabla 2-6 Peso asignado a los recursos en los que se clasifican los indicadores de capacidad de adaptación | 10 |
| Tabla 2-7 Peso asignado a los indicadores de sensibilidad | 10 |
| Tabla 2-8 Peso asignado a los indicadores de capacidad de adaptación | 11 |
| Tabla 2-9 Ejemplo cálculo índice de sensibilidad | 12 |
| Tabla 2-10 Ejemplo cálculo índice de capacidad de adaptación | 13 |
| Tabla 2-11 Escala para determinar el nivel de vulnerabilidad | 14 |
| Tabla 2-12 Índice de sensibilidad Acacías - Villavicencio | 15 |
| Tabla 2-13 Índice de capacidad de adaptación Acacías - Villavicencio | 16 |
| Tabla 2-14 Índice de sensibilidad Cali - Yumbo | 17 |
| Tabla 2-15 Índice de capacidad de adaptación Cali - Yumbo | 18 |
| Tabla 2-16 Índice de sensibilidad Girardota | 19 |
| Tabla 2-17 Índice de capacidad de adaptación Acacías - Villavicencio | 20 |
| Tabla 3-1 Impactos derivados del cambio climático y la variabilidad climática y relación con la ocurrencia de eventos y subeventos climáticos | 1 |

ÍNDICE DE FIGURAS

| | Pág. |
|--|------|
| Figura 1-1 Clasificación de los actores interesados | 1 |

LISTADO DE ANEXOS

- Anexo 3-1** Presentación taller validación indicadores
- Anexo 3-2** Listado de asistencia taller validación indicadores
- Anexo 3-3** Encuestas de indicadores diligenciadas por las empresas
- Anexo 3-4** Matriz Vulnerabilidad Acacías - Villavicencio
- Anexo 3-5** Matriz Vulnerabilidad Cali - Yumbo
- Anexo 3-6** Matriz Vulnerabilidad Girardota



ANÁLISIS DE VULNERABILIDAD ANTE CAMBIOS EN PATRONES CLIMÁTICOS Y POR EVENTOS CLIMÁTICOS RECURRENTES

1. MAPEO DE ACTORES DEL SUBSECTOR DE MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN

Mediante el análisis de información existente, se identificaron los actores del subsector de materiales de construcción en los ámbitos nacional y regional. El resultado del ejercicio presenta actores del estado, agremiaciones, empresas, espacios de la sociedad civil, entre otros (tabla 1-1).





Tabla 1-1 Mapa de actores del subsector de materiales de construcción

| Ámbito | Tipo | Denominación |
|----------|--|---|
| Nacional | Estado | Plan Integral de Gestión de Cambio Climático del sector Minero Energético – PIGCCMe: <ul style="list-style-type: none">• Ministerio de Minas y Energía (Minenergía)• Unidad de Planeación Minero Energética (UPME)• Agencia Nacional de Minería ANM• Servicio Geológico Colombiano |
| | | Instituciones que lideran el Plan Nacional de Adaptación al Cambio Climático <ul style="list-style-type: none">• Departamento Nacional de Planeación (DNP)• Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM)• Unidad Nacional para la Gestión del Riesgo de Desastres (UNGRD)• Dirección de Cambio Climático del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (MADS) |
| | Cooperación internacional y tercer sector | <ul style="list-style-type: none">• Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ)¹ |
| | Gremios del sub sector de materiales de construcción | <ul style="list-style-type: none">• Asociación Colombiana de Productores de Agregados Pétreos (ASOGRAVAS) |
| Regional | Empresas del subsector de materiales de construcción | <ul style="list-style-type: none">• Empresas de producción de agregados pétreos |
| | Estado | <ul style="list-style-type: none">• Gobernaciones• Corporaciones Autónomas Regionales• Administraciones municipales |
| | Espacios multiactores y sociedad civil | <ul style="list-style-type: none">• Nodos Regionales de Cambio Climático• Consejos de Macrocuenas• Ciudadanía |
| | Espacios de investigación | <ul style="list-style-type: none">• Universidades |

Fuente: INERCO Consultoría Colombia, 2020

Ahora bien, con algunos de estos actores (empresas de producción de agregados pétreos, autoridades ambientales y administraciones municipales) se realizaron entrevistas semiestructuradas para obtener información primaria relacionada con las características de las explotaciones de materiales de construcción que se ubican en las áreas de estudio Acacias - Villavicencio, Cali – Yumbo y Girardota (anexo 1 – 1). En estas entrevistas estuvieron presentes la UPME y el Ministerio de Minas y Energía.

¹ A través del programa MaPric
F-PRY-058
Versión: 5
14/02/2020



Asimismo, se obtuvo información del comportamiento de las amenazas climáticas en las áreas de estudio y cómo las empresas incluyen en su planeación y su gestión temas de cambio climático y variabilidad climática. En algunos casos no se detecta claramente que las empresas aborden estos temas, pero definitivamente se reconoce como una variable que debe tenerse en cuenta para garantizar el éxito de las operaciones.

En las entrevistas que se ejecutaron con autoridades ambientales y municipales, se abordaron temas relacionados con el funcionamiento de la actividad minera, cómo el territorio y el subsector de materiales de construcción se afectan por eventos relacionados con riesgos climáticos, y cómo las instituciones abordan en su planeación y gestión territorial los temas de cambio climático.

La información recopilada permitió complementar la caracterización del subsector y de su entorno y, adicionalmente, permitió calificar la vulnerabilidad que corresponde a una de las variables que se considera en el análisis de riesgos climáticos.

1.1 Clasificación de los actores identificados

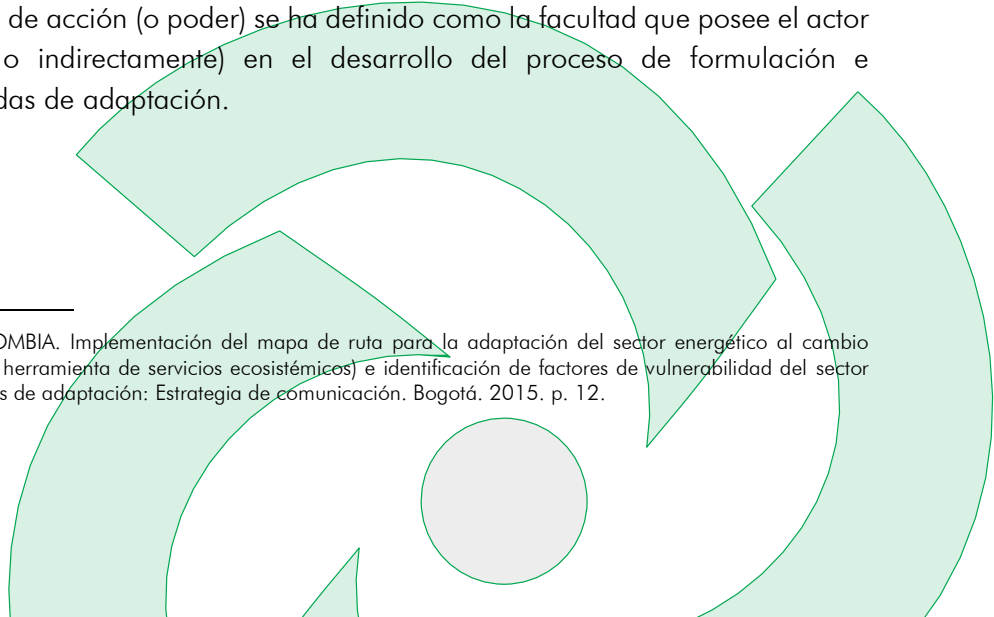
Una vez identificados los actores del subsector de materiales de construcción se procedió a realizar un análisis de los roles, capacidad de acción e interés que estos pueden tener en el componente de adaptación de la gestión del cambio climático del subsector.

Los roles que se tuvieron en cuenta fueron²:

- Promotores: encargados de liderar y fomentar las acciones requeridas en el marco de la adaptación al cambio climático, tanto a nivel nacional como sectorial.
- Implementadores: para efectos de la adaptación en el subsector de materiales de construcción, son aquellos responsables de concretar o hacer efectivas las diferentes medidas de adaptación.
- Facilitadores: pueden aportar al proceso de adaptación al cambio climático a través de su experticia, de manera que generan condiciones favorables.
- Veedores: hacen seguimiento y ejercen control sobre la industria y los entes encargados de la formulación e implementación de las medidas de adaptación.

En cuanto a la capacidad de acción (o poder) se ha definido como la facultad que posee el actor para intervenir (directa o indirectamente) en el desarrollo del proceso de formulación e implementación de medidas de adaptación.

² INERCO CONSULTORÍA COLOMBIA. Implementación del mapa de ruta para la adaptación del sector energético al cambio climático (incluyendo el uso de la herramienta de servicios ecosistémicos) e identificación de factores de vulnerabilidad del sector minero y líneas gruesas de medidas de adaptación: Estrategia de comunicación. Bogotá. 2015. p. 12.





Finalmente, el nivel de interés se estableció considerando la relación que tiene el actor con el proceso de adaptación, ya sea por encontrarse involucrado en este o por percibir en él una oportunidad³.

En la siguiente tabla se presentan los resultados de la clasificación.

Tabla 1-2 Clasificación de los actores interesados

| Nombre | Rol | Capacidad de acción | Interés frente al proceso de adaptación |
|---|---------------|---|--|
| Ministerio de Minas y Energía (Minenergía) | Implementador | Alta. El Minenergía es la entidad encargada de formular y adoptar políticas dirigidas al aprovechamiento sostenible de los recursos mineros y energéticos del país y actúa como ente rector y regulador del sector; en ese sentido, tiene poder y recursos para promover la formulación e implementación de medidas de adaptación al cambio climático. | Alto. El ministerio como rector del sector minero energético y en su rol de implementador, promueve la ejecución del PIGCCme, que incluye medidas de adaptación al cambio climático para el sector minero y que contribuirá a alcanzar las metas de la NDC. |
| Unidad de Planeación Minero Energética (UPME) | Facilitador | Media. La UPME como entidad adscrita al Minenergía cuenta con recursos para ejecutar proyectos y estudios relacionados con la gestión del cambio climático lo que incluye la formulación e implementación de medidas de adaptación. | Alto. Esta entidad tiene por objeto (entre otros) apoyar al Minenergía en el logro de sus objetivos y metas, esto incluye la implementación del PIGCCme y en consecuencia la formulación e implementación de medidas de adaptación para el sector. |
| Agencia Nacional de Minería (ANM) | Facilitador | Media. La ANM es una entidad estatal encargada de promover el óptimo aprovechamiento y sostenibilidad de los recursos minerales de conformidad con las normas vigentes y en coordinación con las autoridades ambientales ⁴ . Por lo tanto, para avalar la ejecución de los contratos de concesión minera, exige que los beneficiarios cumplan con la normativa e instrumentos ambientales aplicables. Ahora bien, en la medida en que las | Medio. Como entidad encargada de promover el óptimo aprovechamiento y sostenibilidad de los recursos minerales en coordinación con las autoridades ambientales, la ANM tendría interés en que se cumplan los lineamientos e iniciativas del gobierno nacional relacionadas con la adaptación al cambio climático. |

³ INERCO CONSULTORÍA COLOMBIA. Implementación del mapa de ruta para la adaptación del sector energético al cambio climático (incluyendo el uso de la herramienta de servicios ecosistémicos) e identificación de factores de vulnerabilidad del sector minero y líneas gruesas de medidas de adaptación: Identificación de actores y grupos de interés estratégicos. Bogotá. 2015. p. 3.

⁴ AGENCIA NACIONAL DE MINERÍA. [https://www.anm.gov.co/]. Bogotá: Agencia Nacional de Minería. [Consultado en 2021-02-15]. Disponible

en: https://www.anm.gov.co/?q=agencia#:~:text=La%20Agencia%20Nacional%20de%20Miner%C3%ADa,coordinaci%C3%B3n%20con%20las%20autoridades%20ambientales

F-PRY-058

Versión: 5

14/02/2020



| Nombre | Rol | Capacidad de acción | Interés frente al proceso de adaptación |
|---|-------------|---|--|
| | | actividades de adaptación al cambio climático no son obligatorias para las empresas, su capacidad de acción frente al tema es media. Adicionalmente, puede aportar información útil para los procesos de análisis de riesgo ante el cambio climático, como la ubicación y vigencia de los títulos mineros. | |
| Servicio Geológico Colombiano (SGC) | Facilitador | Media. El SGC es una institución adscrita al Minenergía que genera información y asesora al gobierno nacional en materia de políticas de geociencias, amenazas y riesgos geológicos ⁵ . Adicionalmente, establece lineamientos para la generación de información geológica y para la evaluación de amenazas, lo que le da un buen nivel de confiabilidad a la información que producen terceros y que puede ser utilizada en el proceso de formulación e implementación de medidas de adaptación. | Bajo. Aunque la información que genera es útil para la generación de medidas de adaptación, su principal campo de acción no está directamente relacionado con cambio climático. |
| Departamento Nacional de Planeación (DNP) | Promotor | Alta. Apoya al Gobierno en la toma de decisiones e impulsa una visión estratégica del país, mediante el diseño, la orientación y evaluación de las políticas públicas colombianas, el manejo y la asignación de la inversión pública y la concreción de estos en planes, programas y proyectos. Lidera el Plan Nacional de Adaptación al Cambio Climático - PNACC y es el principal interlocutor del tema en el país. Puede articular la planificación del sector con otros sectores, además de actividades y programas en materia de adaptación al CC, para el cual destina recursos y un equipo especializado. | Medio. Por su calidad de promotor del PNACC tiene interés en las acciones que se pueden ejecutar en torno a este tema aun cuando estas sean de orden regional o local. Su intervención contribuirá a generar condiciones para la implementación de medidas en todos los portafolios, además de promover la articulación de las medidas con los otros planes e iniciativas de adaptación que se produzcan a nivel nacional. |

⁵ SERVICIO GEOLÓGICO COLOMBIANO. [https://www.sgc.gov.co/]. Bogotá: Servicio Geológico Colombiano. [Consultado en 2021-02-15]. Disponible en: https://www2.sgc.gov.co/Nosotros/AcercaDelSgc/Paginas/funciones-y-deberes.aspx#:~:text=El%20Servicio%20Geol%C3%B3gico%20Colombiano%20tiene,de%20los%20materiales%20nucleares%20y F-PRY-058
Versión: 5
14/02/2020



| Nombre | Rol | Capacidad de acción | Interés frente al proceso de adaptación |
|---|---------------|---|---|
| Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM) | Promotor | Alta. Se trata de un ente técnico y científico que tiene funciones de recomendación. Adicionalmente, es la principal entidad encargada de generar información aplicable a la gestión del cambio climático a nivel nacional, por ejemplo, los datos de referencia para formular los escenarios de vulnerabilidad. Por otra parte, establece lineamientos para gestionar la información climática del país, lo que asegura un mayor nivel de confiabilidad de los análisis y estudios que pueden generar terceros en torno al cambio climático. Forma parte del PNACC junto con el DNP, UNGRD y el MADS. | Medio. El interés en el proceso de adaptación es medio ya que la misión del IDEAM incluye generar información para la toma de decisiones por parte de los sectores público, privado y la ciudadanía en general. De acuerdo con lo anterior, genera información a nivel nacional que se usa como referente para tomar decisiones en relación con la gestión el cambio climático, lo que incluye los procesos de adaptación. Adicionalmente, como entidad que forma parte del PNACC tiene interés en las acciones que se pueden ejecutar en torno a este tema aun cuando estas sean de orden regional o local. |
| Unidad Nacional para la Gestión del Riesgo de Desastres (UNGRD) | Implementador | Media. Forma parte del PNACC junto con el DNP, el MADS y el IDEAM. Cuenta con la logística, el personal y el <i>know how</i> que permitirían concretar algunas medidas según la territorialidad. Tiene un equipo especializado en la gestión de desastres a nivel nacional, por lo tanto, cuenta con conocimiento del campo. | Media. La implementación de medidas de adaptación redundaría en la mejora de los sistemas de prevención de desastres, lo cual representaría un aporte a los objetivos misionarios de la unidad. |
| Dirección de Cambio Climático del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (MADS) | Promotor | Alta. Desde su rol de promotor a nivel nacional, se relaciona con entes sectoriales, extra sectoriales y a varios niveles: nacional, regional, local y puntual. Dado que inicialmente el proceso de gestión de cambio climático es de carácter voluntario, su capacidad de acción se enfoca en la recomendación y la facilitación de apoyo técnico para las iniciativas que puedan surgir entre los sectores y dependencias de todo orden, a nivel nacional. Tiene financiamiento de sus actividades y un equipo técnico capacitado. | Medio. Por su condición de promotor nacional del proceso de adaptación al cambio climático tiene interés por conocer el estatus en los diferentes sectores incluyendo el minero energético, y asimismo se interesa por el cumplimiento de la NDC y el PNACC. |



| Nombre | Rol | Capacidad de acción | Interés frente al proceso de adaptación |
|---|---------------|---|--|
| Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ) | Facilitador | Media. Como organización de cooperación internacional, cuenta con recursos que pone a disposición del país para desarrollar capacidades para la gestión del cambio climático. | Medio. La agenda 2030 es el marco general que guía el trabajo de GIZ ⁶ , que vincula el desarrollo sostenible, la reducción de la pobreza y la política climática. En ese sentido los proyectos que emprende en torno a la gestión del cambio climático, contribuyen a la consecución de sus objetivos. |
| Asociación Colombiana de Productores de Agregados Pétreos (ASOGRAVAS) | Facilitador | Media. Congrega a las empresas que hacen parte del subsector de materiales de construcción. Tiene capacidad de alineamiento, vocería de sus afiliados y cuenta con el financiamiento de sus socios. Puede generar y participar en espacios de intercambio relacionados con el entendimiento y la implementación del PIGCCme y con otros actores que contribuyen a generar mecanismos de colaboración y difusión de experiencias en torno a la gestión del cambio climático, ampliando el conocimiento y oportunidades de sus afiliados frente a la adaptación. | Alto. En tanto el sector empresarial debe concurrir en la implementación de medidas de adaptación y facilitar otras, el interés de ASOGRAVAS es alto y se ha manifestado con su participación en espacios convocados por el Minenergía y a la UPME en torno a proyectos relacionados con la implementación del PIGCCme. |
| Empresas productoras de agregados pétreos | Implementador | Media. Desde una perspectiva general, el escenario es heterogéneo a nivel nacional de manera que hay empresas que han incluido en su planeación la gestión del cambio climático, mientras que hay otras que aún no lo han contemplado. Asimismo, se presenta heterogeneidad en cuanto a la disponibilidad de recursos de diferente índole para implementar los procesos de adaptación. | Alto. Por ser un tema emergente hay varias empresas que aún no han incluido la adaptación al cambio climático en sus procesos de planeación; sin embargo, se reconoce la importancia de este tema para las operaciones del subsector de materiales de construcción. |
| Gobernaciones | Facilitador | Media. Como responsable de la ejecución y control de proyectos, tiene la capacidad de articular el tema de adaptación en su | Medio. En línea con los esfuerzos que se promueven a nivel nacional, es competencia de las |

⁶ DEUTSCHE GESELLSCHAFT FÜR INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT. [<https://www.giz.de/en/aboutgiz/profile.html>]. Bogotá: Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit. [Consultado en 2021-02-15]. Disponible en: <https://www.giz.de/en/aboutgiz/40669.html>
F-PRY-058
Versión: 5
14/02/2020



| Nombre | Rol | Capacidad de acción | Interés frente al proceso de adaptación |
|---|---------------|---|---|
| | | quehacer y liderar otras iniciativas que potencialmente se podrían ejercer en su territorio. | autoridades regionales formular e implementar los planes de adaptación territoriales para llevar el tema a las áreas de su jurisdicción, generar capacidades y lograr un papel más preponderante y activo en los departamentos. |
| Autoridades ambientales regionales (Corporaciones autónomas regionales, corporaciones para el desarrollo sostenible, autoridades ambientales urbanas) | Implementador | Media. Desde una perspectiva general, el escenario es heterogéneo a nivel nacional. Si bien existen entidades fortalecidas y que vienen adelantando gestiones en materia de cambio climático, en muchas ocasiones no cuentan con recursos, ni criterios técnicos para ejercer estas funciones. Esto tiene que ver con la injerencia política propia de la dinámica institucional, el constante cambio de personal, la falta de alineamiento con el MADS y una débil gestión del conocimiento. | Alto. Las funciones atribuidas por la ley 99 del 1993 a las autoridades ambientales regionales no incluyen temas explícitos de cambio climático; sin embargo, en el quehacer de las CAR está considerando los riesgos asociados con el cambio climático en los POMCA y en los determinantes ambientales de los POT. En el caso de las autoridades ambientales urbanas, están encargadas de promover y ejecutar programas y políticas nacionales, regionales y sectoriales en relación con el medio ambiente y los recursos naturales renovables, lo que incluye la gestión del cambio climático. Adicionalmente, las autoridades ambientales regionales tienen participación en la formulación e implementación de los planes de adaptación territoriales. |
| Administraciones municipales | Implementador | Bajo. Desde una perspectiva general, el escenario es heterogéneo a nivel nacional de manera que hay una baja proporción de municipios que cuentan con planes de adaptación al cambio climático ⁷ , mientras que | Medio. En línea con los esfuerzos que se promueven a nivel nacional, es competencia de las administraciones municipales formular e implementar los planes de |

⁷ MINISTERIO DE AMBIENTE Y DESARROLLO SOSTENIBLE. [<https://www.minambiente.gov.co/>]. Bogotá: Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. [Consultado en 2021-02-15]. Disponible en: <https://www.minambiente.gov.co/index.php/gestion-territorial>



| Nombre | Rol | Capacidad de acción | Interés frente al proceso de adaptación |
|--------------------------------------|-------------|---|--|
| | | hay otros que aún no lo han contemplado. Asimismo, se presenta heterogeneidad en cuanto a la disponibilidad de recursos de diferente índole para implementar los procesos de adaptación. | adaptación territoriales para llevar el tema a las áreas de su jurisdicción, generar capacidades y lograr un papel más preponderante y activo en los municipios. |
| Nodos Regionales de Cambio Climático | Facilitador | Media. Son instancias interinstitucionales nacionales, regionales, departamentales, locales e interdisciplinarias de trabajo, cuyo objetivo es adelantar acciones de mitigación, adaptación y gestión del riesgo frente al cambio climático y la variabilidad climática, a escala regional ⁸ . Su capacidad de acción depende de las interrelaciones que puedan lograr para coordinar, concertar y garantizar la participación de instituciones y actores tanto públicos como privados, en instancias locales, regionales y nacionales que finalmente generen una gestión compartida. | Media. En tanto varias de las medidas de adaptación deben ser implementadas según las particularidades de los territorios y articuladas con las planificaciones regionales de cambio climático, los Nodos se convierten en referentes para el diálogo con las partes. |
| Consejos de Macrocuenas | Facilitador | Baja. Son instancias de participación para la gestión de las cuencas que sirven como espacio de consulta y participación activa en la elaboración de instrumentos de planificación territorial; por lo tanto, pueden tener incidencia en la formulación de medidas de adaptación que se ajusten tanto a la industria como al territorio. Sin embargo, este es un tema emergente que hasta ahora se está abordado, por lo que se requiere del fortalecimiento de la interlocución entre el sector privado y estas instancias para optimizar los esfuerzos de adaptación. | Medio. Las medidas de adaptación deben articularse con la planificación de cuencas y del territorio. |

[de-cambio-climatico/aproximacion-a-territorio-planes-territoriales-de-cambio](https://www.minambiente.gov.co/index.php/component/content/article?id=1695:plantilla-cambio-climatico-45)

climatico#:~:text=La%20Ley%201931%20de%202018,y%20de%20mitigaci%C3%B3n%20de%20emisiones

⁸ MINISTERIO DE AMBIENTE Y DESARROLLO SOSTENIBLE. [https://www.minambiente.gov.co/]. Bogotá: Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. [Consultado en 2021-02-15]. Disponible en:

<https://www.minambiente.gov.co/index.php/component/content/article?id=1695:plantilla-cambio-climatico-45>



| Nombre | Rol | Capacidad de acción | Interés frente al proceso de adaptación |
|---------------|-------------|---|--|
| Ciudadanía | Veedor | Bajo. La ciudadanía puede actuar como veedor de las actuaciones de la industria, y cuenta con varios espacios de participación; sin embargo, no toda la población hace uso de estos espacios. | Medio. Hay una proporción de la ciudadanía que se interesa por los temas ambientales y de cambio climático; en ese sentido, hacen seguimiento a la industria y promueven diálogos y actuaciones en torno a la defensa del medio ambiente. |
| Universidades | Facilitador | Bajo. Las universidades tienen la capacidad de generar proyectos de investigación en materia de cambio climático; sin embargo, para que su efecto sobre el proceso de adaptación sea efectivo deberían generar convenios que permitan articular las investigaciones con el PNACC y con los planes de adaptación territoriales. | Bajo. Potencialmente, los centros de estudios podrían promover proyectos de producción científica, y articular iniciativas con COLCIENCIAS en el marco de los convenios de los que dispone este ente. |

Fuente: INERCO Consultoría Colombia. Adaptada INERCO Consultoría Colombia, 2020

En el siguiente diagrama se representa una síntesis de la clasificación anterior.

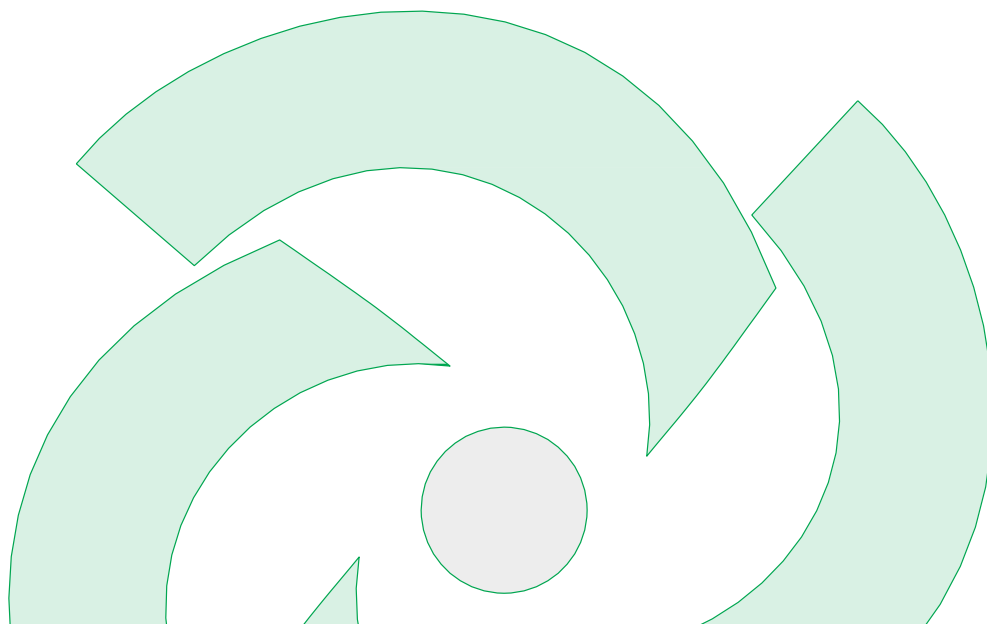
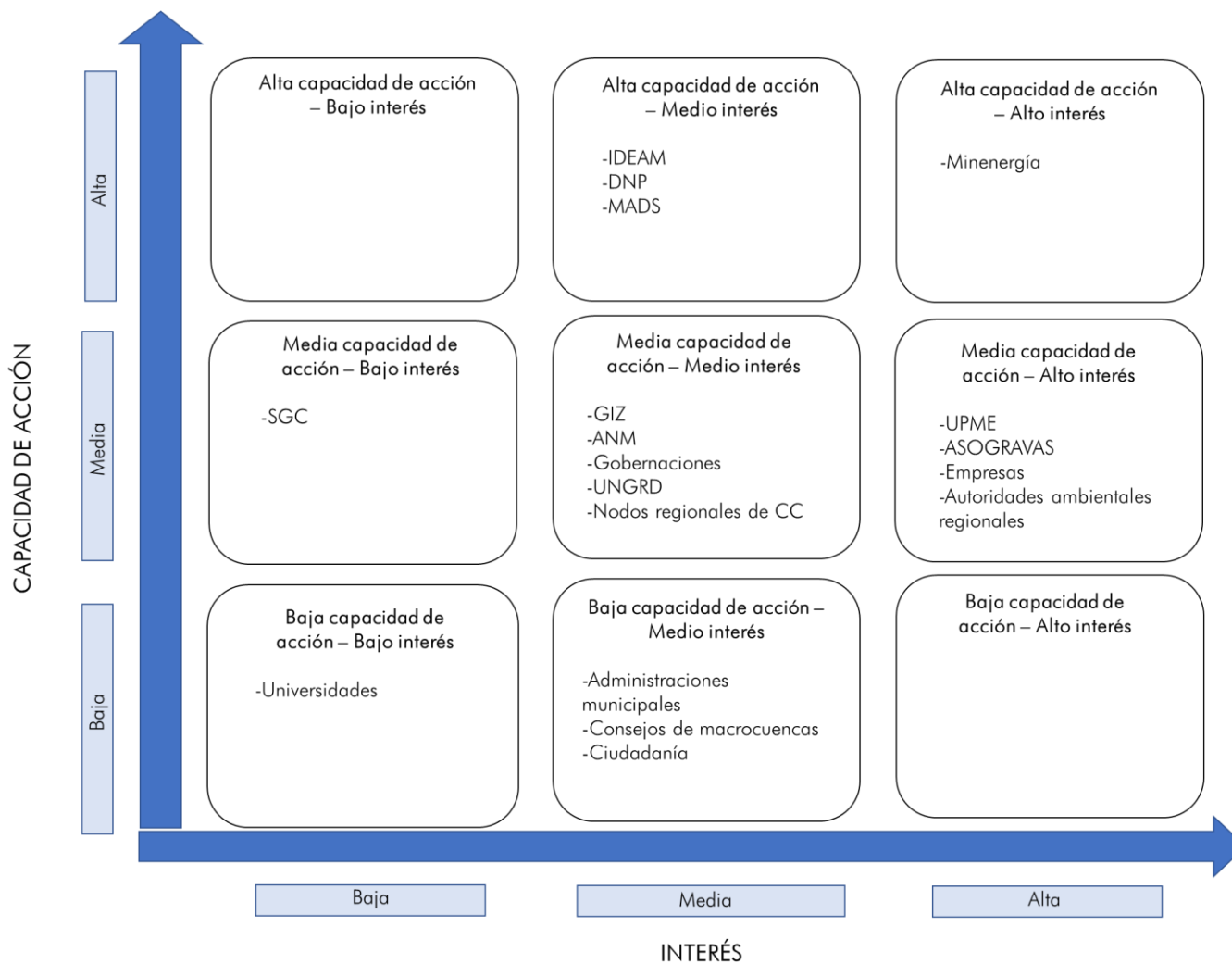




Figura 1-1 Clasificación de los actores interesados



Fuente: INERCO Consultoría Colombia, 2020



2. DEFINICIÓN Y EVALUACIÓN DE VULNERABILIDAD DEL SUBSECTOR DE MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN ANTE EL CAMBIO CLIMÁTICO Y LA VARIABILIDAD CLIMÁTICA

De acuerdo con el Plan integral de gestión de cambio climático del sector minero energético (PIGCCme)⁹, el quinto informe de evaluación (AR5) del IPCC diferencia claramente los conceptos de vulnerabilidad y exposición permitiendo de esta manera valorar la vulnerabilidad de un sistema o conjunto de elementos, independiente de su ubicación y de los fenómenos a los cuales debe hacer frente. Así, dentro del esquema propuesto por el IPCC existe la posibilidad de valorar la vulnerabilidad del sistema minero teniendo en cuenta su sensibilidad y su capacidad de adaptación, componentes que permitirían caracterizar la vulnerabilidad del subsector de materiales de construcción ante eventos de cambios climático y variabilidad climática, independientemente de la localización y de los fenómenos amenazantes a los que puede exponerse.

Según lo anterior, la vulnerabilidad queda expresada en una relación entre dos variables principales: la sensibilidad y la capacidad adaptativa. La tercera comunicación nacional de cambio climático del IDEAM¹⁰ también recomienda un enfoque de este tipo, orientado a la toma de decisiones para minimizar el riesgo por cambio climático¹¹.

$$\text{Vulnerabilidad} = \text{Sensibilidad} / \text{Capacidad Adaptativa}$$

Para definir la vulnerabilidad del subsector de materiales de construcción ante el climático y la variabilidad climática, se retoma este concepto de vulnerabilidad y se definen indicadores de sensibilidad y capacidad de adaptación como se muestra a continuación.

Se destaca que el análisis se realiza para empresas formalizadas que cuentan con una estructura vigente, esto es, empresas que poseen título minero y licencia ambiental para el desarrollo de sus operaciones mineras.

2.1 Indicadores de Sensibilidad

Según lo establecido en el PIGCCme, la sensibilidad se entiende como la «susceptibilidad o predisposición del sistema amenazado a verse afectado». Teniendo en cuenta la aproximación estructural que guía el ejercicio y considerando que cualquier «sistema minero energético» es una

⁹ UNIÓN TEMPORAL INERCO-UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA. Consultoría para la formulación de plan de gestión integral de cambio climático del sector minero energético, que responda a las obligaciones establecidas en el artículo 170 de la Ley 1753 de 2015: Anexo 1: Metodología para la evaluación de la vulnerabilidad y riesgo del sector minero energético ante el cambio y la variabilidad climática. Bogotá D.C.: Unión temporal INERCO-Universidad Nacional de Colombia, 2018.

¹⁰ COLOMBIA. INSTITUTO DE HIDROLOGÍA, METEOROLOGÍA Y ESTUDIOS AMBIENTALES IDEAM. Tercera Comunicación Nacional de Colombia a la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático. Bogotá: IDEAM, 2017.

¹¹ UNIÓN TEMPORAL INERCO-UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA. Consultoría para la formulación de plan de gestión integral de cambio climático del sector minero energético, que responda a las obligaciones establecidas en el artículo 170 de la Ley 1753 de 2015: Anexo 1: Metodología para la evaluación de la vulnerabilidad y riesgo del sector minero energético ante el cambio y la variabilidad climática. Bogotá D.C.: Unión temporal INERCO-Universidad Nacional de Colombia, 2018. p. 34.



entidad estructurada y no un mero conjunto de entidades materiales susceptibles de verse amenazadas por eventos naturales, sino un conjunto de actividades económicas cuya lógica interna viene dada por la función de generación de valor que las caracteriza, su sensibilidad depende de sus condiciones y lógicas de funcionamiento como tal entidad antes que por sus fortalezas físicas.

Teniendo esto en consideración, se entiende que la susceptibilidad del sistema y de sus componentes a sufrir daños depende de su fortaleza o por el contrario de su debilidad como sistema económico. Por fortaleza del sistema se entiende básicamente estructuración, es decir, el sistema será tanto más fuerte como mejor estructurado se encuentre¹².

De acuerdo con lo anterior, los indicadores de sensibilidad se han estructurado en tres aspectos que, se considera, permiten mensurar el nivel de estructuración del subsector materiales de construcción, estos aspectos son: estructura y organización empresarial, sensibilidad de la operación e infraestructura física. Los indicadores de sensibilidad establecidos para cada aspecto se presentan a continuación:

Tabla 2-1 Indicadores de sensibilidad

| Aspecto | Indicador | Sentido |
|---------------------------------------|---|---|
| Estructura y organización empresarial | Existencia de área(s) o dependencia(s) encargada(s) de implementar los planes estratégicos de gestión ambiental de la empresa, que pueda abordar las temáticas de CC y VC. | La existencia de un área que se encargue de implementar los planes estratégicos ambientales de la empresa, incluyendo la gestión del CC y la VC, puede aumentar la posibilidad de que esa gestión sea exitosa, ya que contará con recursos dirigidos a la consecución de los objetivos relacionados con la gestión del clima cambiante. |
| | Existencia de un área que se encargue de la gestión de partes interesadas (comunidades, autoridades municipales, autoridades ambientales, etc.) que pueda abordar aspectos relacionados con el CC y VC. | Al existir un responsable al interior de las empresas que se encargue del relacionamiento con las diferentes partes interesadas, mantener una comunicación fluida y gestionar sus intereses, peticiones, reclamos, etc., se disminuye la posibilidad de que haya conflictos que involucren las actividades propias de la operación minera, haciéndola menos sensible. Este aspecto es relevante en cuanto a la gestión del CC y la VC, teniendo en cuenta que en ocasiones la comunidad u otros actores del área de influencia pueden responsabilizar a las empresas por los impactos que los eventos climáticos pueden ocasionar sobre el entorno y la comunidad. |
| Sensibilidad de la operación | Proporción de insumos para la operación minera cuya adquisición requiere transporte desde otros municipios/regiones. | En la medida en que se amplía la proporción de insumos y maquinaria que proviene de otras regiones y requieren transporte, más sensibles pueden ser las operaciones mineras teniendo en cuenta que la infraestructura vial puede afectarse por la ocurrencia de eventos de CC y VC. |
| | Existencia de sistemas de autogeneración de energía y/o autoabastecimiento de agua. | La posibilidad de contar con sistemas de autogeneración de energía y autoabastecimiento de agua reduce la sensibilidad del sistema minero al reducir la dependencia de recursos que pueden afectarse por la ocurrencia de eventos de CC y VC. |

12 Ibid., p. 36
F-PRY-058
Versión: 5
14/02/2020



| Aspecto | Indicador | Sentido |
|------------------------|---|--|
| | Afectación de las vías utilizadas por los proveedores y por la empresa para el proceso de transporte y comercialización de sus productos. | Aunque la infraestructura vial no es propiedad de las empresas, su afectación puede hacer que las operaciones mineras sean más sensibles ante la ocurrencia de eventos de CC y VC que ocasionan restricciones o interrupciones en el tránsito vehicular. De este modo, puede afectarse la cadena de suministro lo que podría implicar la interrupción de las operaciones y, de igual manera, puede afectarse el proceso de transporte de los productos comercializables. |
| Infraestructura física | Infraestructura y equipos asociados a la producción y al transporte (interno) que tiene una antigüedad mayor a la mitad de su vida útil. | La antigüedad de la infraestructura y equipos puede determinar la probabilidad que tienen de afectarse por la ocurrencia de eventos extremos de CC y VC. En la medida en que la infraestructura y los equipos son más antiguas, pueden ser más sensibles. |

Fuente: INERCO Consultoría Colombia, 2021

2.2 Indicadores de capacidad de adaptación

De acuerdo con lo establecido en el PIGCCme, la capacidad de adaptación evidencia la capacidad de acción y reacción del sistema y se determina por medio del grado de disponibilidad de recursos de todo tipo, financieros, humanos, técnicos, etc. Esta es la capacidad del sector de reducir la vulnerabilidad, mejorar el tiempo de respuesta y aumentar el nivel o grado de evolución o de preparación frente a las necesidades resultantes de las amenazas del cambio climático y la variabilidad climática. En ese sentido, los indicadores deben representar su nivel o grado de evolución o desarrollo frente a las necesidades resultantes de las amenazas del cambio climático¹³.

Los indicadores de capacidad de adaptación para el análisis de subsector de materiales construcción se han estructurado en tres tipos de recursos: financieros, empresariales e institucionales. Los indicadores formulados para cada tipo de recurso se presentan en la siguiente tabla:

Tabla 2-2 Indicadores de capacidad de adaptación

| Recursos | Indicador | Sentido |
|---------------|--|--|
| Financieros | La empresa cuenta con un rubro asociado a atención de emergencias y desastres naturales. | La disponibilidad de recursos económicos permitirá a las empresas del subsector afrontar y recuperarse ante situaciones de emergencias asociadas a CC y VC. |
| Empresariales | Existencia de planes estratégicos que incluyen en la gestión ambiental empresarial, la gestión del cambio climático (CC) y la variabilidad climática (VC). | Considerar la gestión del CC y la VC desde la planeación estratégica de las empresas, posiciona esta temática como relevante para las operaciones mineras, y en ese sentido, hay una mayor posibilidad de que se formulen, implementen y se haga seguimiento de programas que contribuyan a fortalecer la capacidad de adaptación. |

¹³ Ibid., p. 37
F-PRY-058
Versión: 5
14/02/2020



| Recursos | Indicador | Sentido |
|----------|---|---|
| | Incorporación de medidas para la gestión de eventos climáticos en instrumentos como el PTO y PMA. | <p>Considerar medidas y acciones para la gestión de eventos climáticos en instrumentos como el PTO y el PMA, puede garantizar en mayor medida la capacidad de adaptación de las operaciones mineras, ya que las medidas de estos instrumentos son de cumplimiento obligatorio.</p> <p>Se debe considerar que algunas medidas que las empresas implementan en el marco de una operación habitual, igualmente son medidas para la gestión de eventos climáticos como por ejemplo la construcción de obras para el control de inundaciones, el seguimiento de la dinámica de los cuerpos de agua del área de influencia, el seguimiento de las variables meteorológicas y de la calidad del aire, etc.</p> |
| | Disponibilidad y aplicación de análisis de riesgos y planes de emergencia que incluyen variables de CC y VC. | Los análisis de riesgos son la base para definir la hoja de ruta de las empresas frente a una emergencia, incluir en estos documentos las amenazas e impactos que pueden materializarse por la ocurrencia de eventos de CC y VC e incluir los resultados en la planificación de las dependencias, garantizaría en gran medida que las empresas están preparadas para afrontar estos eventos. |
| | Existencia e implementación de programas de capacitación en contingencias para toda la empresa que incluyan eventos de CC y VC (inundaciones, avenidas torrenciales, fenómenos de remoción en masa, etc.) | La capacitación del personal puede garantizar una mayor capacidad de respuesta ante la ocurrencia de eventos amenazantes. |
| | Existencia de sistemas de gestión ambiental (SGA) y de seguridad y salud en el trabajo (SST) que consideran gestión de cambio climático. | El considerar en los sistemas de gestión variables de CC y VC puede dar mayor preparación a las empresas para enfrentar eventos climáticos, ya que los sistemas de gestión no abordan solo obligaciones normativas sino también temas voluntarios que pueden robustecer dicha gestión. Así, por ejemplo, los sistemas de gestión de SST pueden abordar los eventos de CC y VC que pueden afectar a los trabajadores como las oleadas de calor, accidentes por remociones en masa, etc. |
| | Implementación y análisis de monitoreos hidroclimatológicos. | Mantener un registro actualizado de los datos que permiten conocer el comportamiento hidrometeorológico de la zona en la que se ubican las empresas, posibilita que la operación se ejecute con una visión preventiva. Asimismo, esta información puede ser insumo para los respectivos análisis de riesgos. |
| | Implementación y desarrollo de proyectos de investigación en cuanto a CC y VC. | La implementación y desarrollo de estos proyectos fortalece la capacidad de adaptación de las empresas. |
| | Afiliación a alguno de los gremios o asociaciones del subsector y participación en los espacios que estas ofrecen para tratar temas sociales, de ordenamiento territorial y ambientales incluyendo CC y VC. | Participar en los diferentes espacios que ofrecen los gremios o asociaciones del subsector de materiales de construcción permitirá que las empresas accedan a mecanismos de colaboración y difusión de experiencias en torno a la gestión del CC y la VC, ampliando su conocimiento y oportunidades frente a la adaptación. |



| Recursos | Indicador | Sentido |
|-----------------|---|--|
| Institucionales | Articulación de planes de emergencia con los planes municipales de gestión de riesgo (PMGR). | La articulación de los planes de emergencia de las empresas con los planes municipales, puede garantizar una mayor capacidad de respuesta ante la ocurrencia de emergencias. |
| | Articulación de la gestión empresarial de cambio climático con los planes de gestión de cambio climático municipales o departamentales. | La articulación de la gestión empresarial de cambio climático con los trabajos que se estén desarrollando en la región en torno al CC y la VC pueden fortalecer la capacidad de adaptación de las operaciones mineras, ya que posibilitan la creación de mecanismos de colaboración, difusión de experiencias y trabajo conjunto en torno a la gestión del CC y la VC. |

Fuente: INERCO Consultoría Colombia, 2021

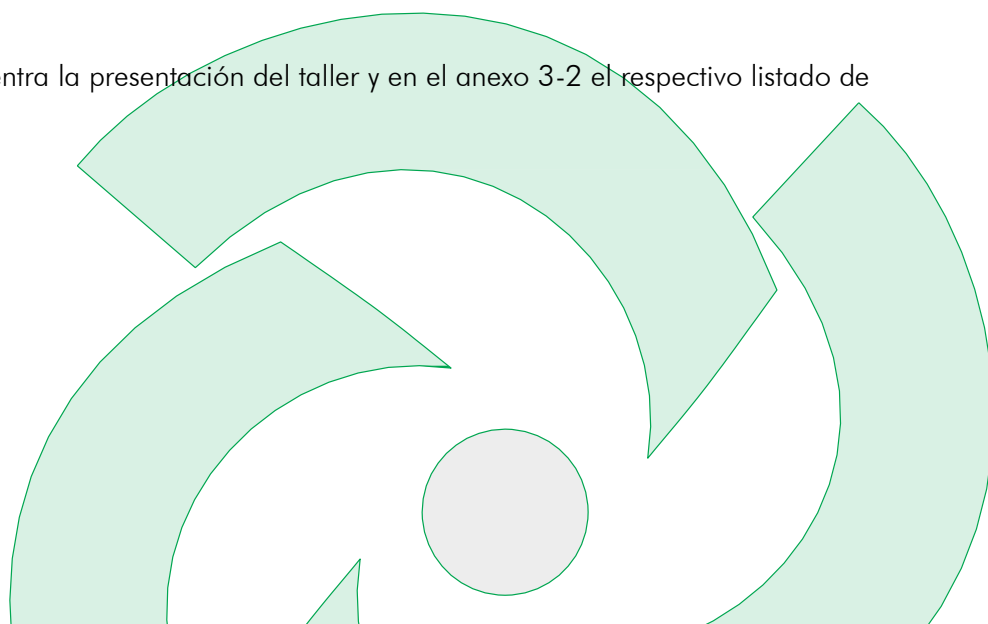
2.3 Taller virtual de validación de indicadores con actores del subsector de materiales de construcción.

El viernes 11 de diciembre de 2020 se llevó a cabo un taller de validación de los indicadores propuestos para determinar la vulnerabilidad del subsector de materiales de construcción ante el cambio climático y la variabilidad climática; en el taller participaron la UPME, el Ministerio de Minas y Energía, empresas y entidades que asistieron a las entrevistas virtuales desarrolladas en la primera etapa de la consultoría y la Asociación Colombiana de Productores de Agregados Pétreos – ASOGRAVAS.

Durante la sesión, se presentó la metodología que se está implementando para analizar el riesgo del subsector de materiales de construcción ante el cambio climático y la variabilidad climática, así como los resultados obtenidos con la consultoría.

En un segundo momento se realizó el taller de validación de los indicadores, inicialmente, se presentaron las definiciones de riesgo, probabilidad, vulnerabilidad, sensibilidad y capacidad de adaptación, posteriormente se presentaron los indicadores y se recibieron los comentarios y observaciones que los participantes del taller manifestaron respecto al sentido de los indicadores. Estos comentarios se recogieron mediante la grabación de la sesión y fueron utilizados como insumo para ajustar y obtener los indicadores finales que se presentaron en el ítem anterior (tabla 2-1 y tabla 2-2).

En el anexo 3-1 se encuentra la presentación del taller y en el anexo 3-2 el respectivo listado de asistencia.





2.4 Valoración de la vulnerabilidad del subsector de materiales de construcción ante el cambio climático y la variabilidad climática

2.4.1 Calificación de los indicadores de sensibilidad y capacidad de adaptación

Para valorar la vulnerabilidad del subsector de materiales de construcción basados en los indicadores de sensibilidad y capacidad de adaptación definidos anteriormente, se solicitó a las empresas que participaron en las entrevistas realizadas en la primera etapa de la consultoría (ver producto 1 «Diagnóstico de los componentes de la cadena de valor del subsistema de producción de materiales de construcción y de su entorno» anexo 1 -1) que calificaran estos indicadores de acuerdo con las condiciones de sus operaciones mineras y teniendo en cuenta los criterios que se presentan en la tabla 2-3 y la tabla 2-4.

Posteriormente, el equipo de expertos de la consultoría utilizó las calificaciones de las empresas y la información de las entrevistas como insumo principal para valorar la vulnerabilidad, asimismo tuvo en cuenta su conocimiento del proceso minero y de las condiciones de las áreas de estudio, de manera que la calificación final se definió con base en criterio de expertos.

De acuerdo con lo anterior, y teniendo en cuenta que este ejercicio se realizó para tres áreas piloto, el peso otorgado a cada uno de los indicadores y su calificación puede cambiar si se requiere para el desarrollo de otros ejercicios, por ejemplo para calificar la vulnerabilidad de todo el sector; para tal efecto, quedan disponibles las herramientas correspondientes: metodología para el análisis de riesgos establecida a lo largo de los capítulos establecidos como productos de la consultoría, y matrices de análisis completas y formuladas que se presentan en los anexos del capítulo 4.

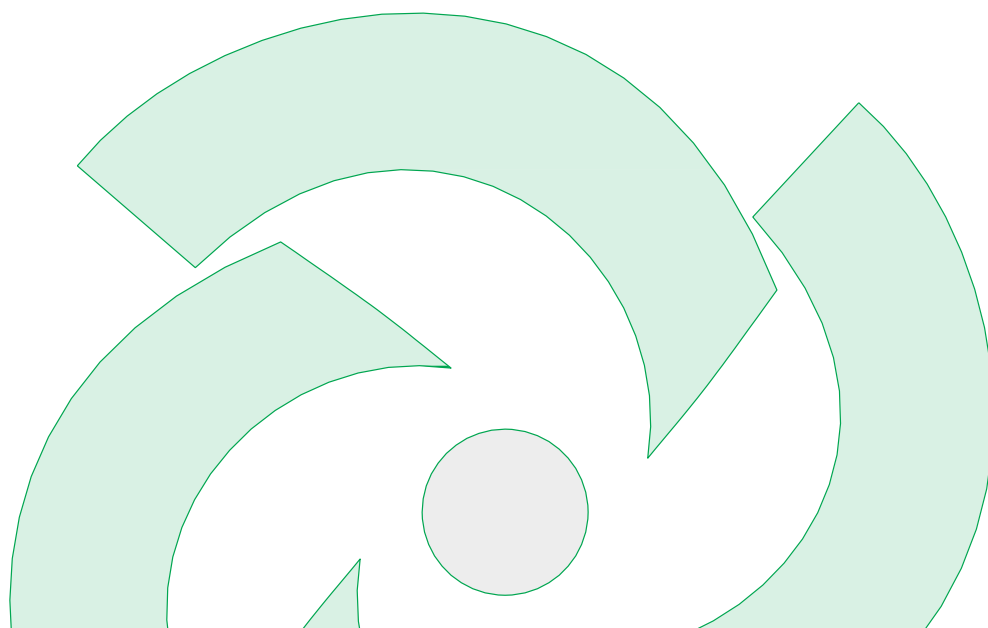




Tabla 2-3 Criterios de calificación para los indicadores de sensibilidad

| Aspecto | Indicador | Criterios de calificación |
|---------------------------------------|---|--|
| Estructura y organización empresarial | Existencia de área(s) o dependencia(s) encargada(s) de implementar los planes estratégicos de gestión ambiental de la empresa y que pueda abordar las temáticas de CC y VC. | Si (0,1): la empresa cuenta con área(s) o dependencia(s) encargada(s) de implementar los planes estratégicos de gestión ambiental, incluyendo las temáticas de CC y VC. No (1): la empresa no cuenta con área(s) o dependencia(s) encargada(s) de implementar los planes estratégicos de gestión ambiental, ni las temáticas de CC y VC. |
| | Existencia de un área que se encargue de la gestión de partes interesadas (comunidades, autoridades municipales, autoridades ambientales, etc.) que pueda abordar aspectos relacionados con el CC y VC. | Si (0,1): la empresa cuenta con un área encargada de la gestión de partes interesadas que puede abordar aspectos relacionados con CC y VC. No (1): la empresa no cuenta con un área encargada de la gestión de partes interesadas, o cuenta con ella, pero no puede abordar aspectos relacionados con CC y VC. |
| Sensibilidad de la operación | Proporción de insumos para la operación minera cuya adquisición requiere transporte desde otros municipios/regiones. | - (0,1) Del 10 % al 30 % de los insumos requeridos para la operación minera provienen de otros municipios o regiones. - (0,5) Del 31 % al 60 % de los insumos requeridos para la operación minera provienen de otros municipios o regiones. - (1) Del 61 % al 100 % de los insumos requeridos para la operación minera provienen de otros municipios o regiones. |
| | Existencia de sistemas de autogeneración de energía y/o autoabastecimiento de agua | Si (0,1): la empresa si cuenta con sistemas de autogeneración de energía y autoabastecimiento de agua. Parcialmente (0,5): la empresa cuenta con un sistema de autogeneración de energía o con un sistema de autoabastecimiento de agua. No (1): la empresa no cuenta con sistemas de autogeneración de energía ni de autoabastecimiento de agua. |
| | Afectación de las vías utilizadas por los proveedores y por la empresa para el proceso de transporte y comercialización de sus productos. | - (0,1) De 1 a 5 días del último año, las vías más utilizadas por la empresa y sus proveedores, presentaron interrupción del flujo vehicular. - (0,5) De 6 a 15 días del último año, las vías más utilizadas por la empresa y sus proveedores, presentaron interrupción del flujo vehicular. - (1) Más de 15 días del último año, las vías más utilizadas por la empresa y sus proveedores, presentaron interrupción del flujo vehicular. |
| Infraestructura física | Infraestructura y equipos asociados a la producción y al transporte (interno) que tiene una antigüedad mayor a la mitad de su vida útil. | - (0,1) Ninguna infraestructura o equipo tiene una antigüedad mayor a la mitad de su vida útil. - (0,5) Algunas de las infraestructuras o equipos tienen una antigüedad mayor a la mitad de su vida útil. - (1) Toda la infraestructura y equipos tienen una antigüedad mayor a la mitad de su vida útil. |

Fuente: INERCO Consultoría Colombia, 2021



Tabla 2-4 Criterios de calificación para los indicadores de capacidad de adaptación

| Recursos | Indicador | Criterios de calificación |
|---------------|---|--|
| Financieros | La empresa cuenta con un rubro asociado a atención de emergencias y desastres naturales. | Si (1): la empresa cuenta con un rubro asociado a atención de emergencias y desastres naturales. No (0,1): la empresa no cuenta con un rubro asociado a atención de emergencias y desastres naturales. |
| Empresariales | Existencia de planes estratégicos que incluyen en la gestión ambiental empresarial, la gestión del cambio climático (CC) y la variabilidad climática (VC). | Si (0,1): dentro de la planeación estratégica se considera la gestión del CC y la VC con programas específicos definidos para ello. Parcialmente (0,5): dentro de la planeación estratégica se consideran lineamientos generales para la gestión del CC y la VC. No (0,1): dentro de la planeación estratégica no se considera la gestión del CC y la VC. |
| | Incorporación de medidas para la gestión de eventos climáticos en instrumentos como el PTO y PMA. | Si (1): tanto el PMA como el PTO de la empresa consideran medidas para gestionar eventos climáticos. Parcialmente (0,5): solo uno de los dos instrumentos (PMA/PTO) consideran medidas para gestionar eventos climáticos. No (0,1): ni el PMA ni el PTO de la empresa consideran medidas para gestionar eventos climáticos. |
| | Disponibilidad y aplicación de análisis de riesgos y planes de emergencia que incluyen variables de CC y VC. | Si (1): la empresa cuenta con análisis de riesgos que incluyen variables de CC y VC e igualmente ha formulado e implementa los planes de emergencia que incluyen estas variables. Parcialmente (0,5): la empresa cuenta con análisis de riesgos que incluyen variables de CC y VC e igualmente ha formulado los planes de emergencia que incluyen estas variables, pero no los implementa. No (1): la empresa no cuenta con análisis de riesgos que incluyen variables de CC y VC y tampoco ha formulado planes de emergencia que incluyen estas variables. |
| | Existencia e implementación de programas de capacitación en contingencias para toda la empresa que incluyan eventos de CC y VC (inundaciones, avenidas torrenciales, fenómenos de remoción en masa, etc.) | Si (1): la empresa implementa para todo el personal programas de capacitación en contingencias que incluyen eventos de CC y VC (inundaciones, avenidas torrenciales, fenómenos de remoción en masa, etc.) No (0,1): la empresa no implementa para todo el personal programas de capacitación en contingencias que incluyen eventos de CC y VC (inundaciones, avenidas torrenciales, fenómenos de remoción en masa, etc.) |
| | Existencia de sistemas de gestión ambiental (SGA) y de seguridad y salud en el trabajo (SST) que consideran gestión de cambio climático. | Si (1): tanto el SGA como el de SST de la empresa consideran la gestión del CC y la VC. Parcialmente (0,5): solo uno de los dos instrumentos (SGA/SST) consideran la gestión del CC y la VC. No (0,1): ni el SGA ni el SST de la empresa consideran la gestión del CC y la VC. |
| | Implementación y análisis de monitoreos hidroclimatológicos. | Si (1): la empresa realiza monitoreos hidroclimatológicos y utiliza los análisis de resultados en la planeación de las labores de operación. Parcialmente (0,5): la empresa realiza monitoreos hidroclimatológicos y análisis los resultados, pero, no los utiliza en la planeación de las labores de operación. No (0,1): La empresa no realiza monitoreos hidroclimatológicos. |



| | | |
|-----------------|---|--|
| | Implementación y desarrollo de proyectos de investigación en cuanto a CC y VC. | Si (1): la empresa ha formulado y desarrollado proyectos de investigación en cuanto a CC y VC. Parcialmente (0,5): la empresa ha formulado proyectos de investigación en cuanto a CC y VC, pero aún no los ha implementado. No (0,1): la empresa no ha formulado proyectos de investigación en cuanto a CC y VC. |
| | Afiliación a alguno de los gremios o asociaciones del subsector y participación en los espacios que estas ofrecen para tratar temas sociales, de ordenamiento territorial y ambientales incluyendo CC y VC. | Si (1): la empresa pertenece a alguno de los gremios o asociaciones del subsector de materiales de construcción y participa en los espacios que esta(s) ofrece(n). No (0,1): la empresa no pertenece a ningún gremio o asociación del subsector de materiales de construcción, o pertenece pero no participa en los espacios que esta(s) ofrece(n). |
| Institucionales | Articulación de planes de emergencia con los planes municipales de gestión de riesgo (PMGR). | Si (1): los planes de emergencia de la empresa se encuentran articulados con los planes de emergencia municipales. No (0,1): los planes de emergencia de la empresa no se encuentran articulados con los planes de emergencia municipales. |
| | Articulación de la gestión empresarial de cambio climático con los planes de gestión de cambio climático municipales o departamentales. | Si (1): la gestión empresarial de cambio climático se encuentra articulada con los planes de gestión de cambio climático municipales o departamentales. No (0,1): la gestión empresarial de cambio climático no se encuentra articulada con los planes de gestión de cambio climático municipales o departamentales. |

Fuente: INERCO Consultoría Colombia, 2021

2.4.2 Cálculo de los índices de sensibilidad y capacidad de adaptación

La valoración final de la vulnerabilidad se realizó a través de los índices de sensibilidad y capacidad de adaptación que se construyeron con base en las calificaciones de los respectivos indicadores.

Inicialmente, se otorgó un peso a cada uno de los aspectos y recursos en los que se clasifican los indicadores de sensibilidad y capacidad de adaptación respectivamente, de manera que la suma final sea 100% (tabla 2-5 y tabla 2-6).

Tabla 2-5 Peso asignado a los aspectos en los que se clasifican los indicadores de sensibilidad

| | Aspecto | Peso aspecto | Suma |
|-----------------------------|---------------------------------------|--------------|------|
| Indicadores de sensibilidad | Estructura y organización empresarial | 40% | 100% |
| | Sensibilidad de la operación | 40% | |
| | Infraestructura física | 20% | |

Fuente: INERCO Consultoría Colombia, 2021



Tabla 2-6 Peso asignado a los recursos en los que se clasifican los indicadores de capacidad de adaptación

| | Recursos | Peso recurso | Suma |
|--|-----------------|--------------|------|
| Indicadores de capacidad de adaptación | Financieros | 40% | 100% |
| | Empresariales | 45% | |
| | Institucionales | 15% | |

Fuente: INERCO Consultoría Colombia, 2021

Asimismo, para cada indicador se definió un peso de manera que la suma total de los pesos de los indicadores que hacen parte de cada aspecto, en el caso de los indicadores de sensibilidad, y de cada conjunto de recursos, en el caso de los indicadores de capacidad de adaptación, sumen 100% (tabla 2-7 y tabla 2-8).

Estos pesos se definieron con base en el criterio de los expertos que participaron en el desarrollo de la consultoría, no obstante, estas ponderaciones pueden tener variaciones en caso de que se requiera para realizar otros análisis. Para tal efecto, quedan disponibles las herramientas correspondientes: metodología para el análisis de riesgo establecida a lo largo de los productos de la consultoría y matrices de análisis completas y formuladas (anexos del capítulo 4).

Tabla 2-7 Peso asignado a los indicadores de sensibilidad

| | Aspecto | Peso aspecto | Indicador | Peso indicador | Suma |
|-----------------------------|---------------------------------------|--------------|---|----------------|------|
| Indicadores de sensibilidad | Estructura y organización empresarial | 40% | Existencia de área(s) o dependencia(s) encargada(s) de implementar los planes estratégicos de gestión ambiental de la empresa y que pueda abordar las temáticas de CC y VC. | 60% | 100% |
| | | | Disponibilidad de un área que se encargue de la gestión de partes interesadas (comunidades, autoridades municipales, autoridades ambientales, etc.) que pueda abordar aspectos relacionados con el CC y VC. | 40% | |
| | Sensibilidad de la operación | 40% | Proporción de insumos para la operación minera cuya adquisición requiere transporte desde otros municipios/regiones. | 40% | 100% |
| | | | Existencia de sistemas de autogeneración de energía y/o autoabastecimiento de agua. | 15% | |
| | | | Afectación de las vías utilizadas por los proveedores y por la empresa para el proceso de transporte y comercialización de sus productos. | 45% | |
| | Infraestructura física | 20% | Infraestructura y equipos asociados a la producción y al transporte (interno) que tiene una antigüedad mayor a la mitad de su vida útil. | 100% | 100% |

Fuente: INERCO Consultoría Colombia, 2021



Tabla 2-8 Peso asignado a los indicadores de capacidad de adaptación

| | Recursos | Peso recursos | Indicador | Peso indicador | Suma |
|--|-----------------|---------------|---|----------------|------|
| Indicadores de capacidad de adaptación | Financieros | 40% | La empresa cuenta con un rubro asociado a atención de emergencias y desastres naturales. | 100% | 100% |
| | Empresariales | 45% | Existencia de planes estratégicos que incluyen en la gestión ambiental empresarial, la gestión del cambio climático (CC) y la variabilidad climática (VC). | 20% | 100% |
| | | | Incorporación de medidas para la gestión de eventos climáticos en instrumentos como el PTO y PMA. | 15% | |
| | | | Disponibilidad y aplicación de análisis de riesgos y planes de emergencia que incluyen variables de CC y VC. | 15% | |
| | | | Existencia e implementación de programas de capacitación en contingencias para toda la empresa que incluyan eventos de CC y VC (inundaciones, avenidas torrenciales, fenómenos de remoción en masa, etc.) | 15% | |
| | | | Existencia de sistemas de gestión ambiental (SGA) y de seguridad y salud en el trabajo (SST) que consideran gestión de cambio climático. | 15% | |
| | | | Implementación y análisis de monitoreos hidroclimatológicos. | 5% | |
| | | | Implementación y desarrollo de proyectos de investigación en cuanto a CC y VC. | 5% | |
| | | | Afiliación a alguno de los gremios o asociaciones del subsector y participación en los espacios que estas ofrecen para tratar temas sociales, de ordenamiento territorial y ambientales incluyendo CC y VC. | 10% | |
| | Institucionales | 15% | Articulación de planes de emergencia con los planes municipales de gestión de riesgo (PMGR). | 50% | 100% |
| | | | Articulación de la gestión empresarial de cambio climático con los planes de gestión de cambio climático municipales o departamentales. | 50% | |

Fuente: INERCO Consultoría Colombia, 2021



Los pesos definidos anteriormente se aplicaron a las calificaciones otorgadas a cada indicador y el índice, ya sea de sensibilidad o de capacidad de adaptación, se calculó mediante la suma de los resultados finales de los indicadores. En la tabla 2-9 y la tabla 2-10 se presenta un ejemplo para el índice de sensibilidad y uno para el índice de capacidad de adaptación respectivamente.

Tabla 2-9 Ejemplo cálculo índice de sensibilidad

| Aspecto | Peso aspecto | Indicador | Peso indicador | Ejemplo calificación | Resultado final del indicador |
|---------------------------------------|--------------|---|----------------|----------------------|-------------------------------|
| Estructura y organización empresarial | 40% | Existencia de área(s) o dependencia(s) encargada(s) de implementar los planes estratégicos de gestión ambiental de la empresa y que pueda abordar las temáticas de CC y VC. | 60% | 0,1 | 0,02 |
| | | Disponibilidad de un área que se encargue de la gestión de partes interesadas (comunidades, autoridades municipales, autoridades ambientales, etc.) que pueda abordar aspectos relacionados con el CC y VC. | 40% | 1 | 0,16 |
| Sensibilidad de la operación | 40% | Proporción de insumos para la operación minera cuya adquisición requiere transporte desde otros municipios/regiones. | 30% | 0,5 | 0,06 |
| | | Existencia de sistemas de autogeneración de energía y/o autoabastecimiento de agua. | 30% | 1 | 0,12 |
| | | Afectación de las vías utilizadas por los proveedores y por la empresa para el proceso de transporte y comercialización de sus productos. | 40% | 0,5 | 0,08 |
| Infraestructura física | 20% | Infraestructura y equipos asociados a la producción y al transporte (interno) que tiene una antigüedad mayor a la mitad de su vida útil. | 100% | 0,5 | 0,10 |
| ÍNDICE DE SENSIBILIDAD | | | | | 0,54 |

Fuente: INERCO Consultoría Colombia, 2021



Tabla 2-10 Ejemplo cálculo índice de capacidad de adaptación

| Recursos | Peso recursos | Indicador | Peso indicador | Ejemplo calificación | Resultado final del indicador |
|-----------------|---------------|---|-----------------------------------|----------------------|-------------------------------|
| Financieros | 40% | La empresa cuenta con un rubro asociado a atención de emergencias y desastres naturales. | 100% | 1 | 0,35 |
| Empresariales | 45% | Existencia de planes estratégicos que incluyen en la gestión ambiental empresarial, la gestión del cambio climático (CC) y la variabilidad climática (VC). | 20% | 0,5 | 0,05 |
| | | Incorporación de medidas para la gestión de eventos climáticos en instrumentos como el PTO y PMA. | 15% | 1 | 0,07 |
| | | Disponibilidad y aplicación de análisis de riesgos y planes de emergencia que incluyen variables de CC y VC. | 15% | 1 | 0,07 |
| | | Existencia e implementación de programas de capacitación en contingencias para toda la empresa que incluyan eventos de CC y VC (inundaciones, avenidas torrenciales, fenómenos de remoción en masa, etc.) | 15% | 1 | 0,07 |
| | | Existencia de sistemas de gestión ambiental (SGA) y de seguridad y salud en el trabajo (SST) que consideran gestión de cambio climático. | 15% | 0,5 | 0,03 |
| | | Implementación y análisis de monitoreos hidroclimatológicos. | 5% | 0,1 | 0,002 |
| | | Implementación y desarrollo de proyectos de investigación en cuanto a CC y VC. | 5% | 0,5 | 0,01 |
| | | Afiliación a alguno de los gremios o asociaciones del subsector y participación en los espacios que estas ofrecen para tratar temas sociales, de ordenamiento territorial y ambientales incluyendo CC y VC. | 10% | 1 | 0,05 |
| Institucionales | 15% | Articulación de planes de emergencia con los planes municipales de gestión de riesgo (PMGR). | 50% | 0,1 | 0,01 |
| | | Articulación de la gestión empresarial de cambio climático con los planes de gestión de cambio climático municipales o departamentales. | 50% | 0,1 | 0,01 |
| | | | ÍNDICE DE CAPACIDAD DE ADAPTACIÓN | | 0,71 |

Fuente: INERCO Consultoría Colombia, 2021



2.4.3 Definición del nivel de vulnerabilidad

Finamente, se utilizó la siguiente matriz de doble entrada para determinar el nivel de vulnerabilidad del subsector de materiales de construcción en cada una de las áreas de estudio (Acacías -Villavicencio, Cali – Yumbo y Girardota).

Tabla 2-11 Escala para determinar el nivel de vulnerabilidad

| Índice de capacidad de adaptación | | Índice de sensibilidad | | |
|-----------------------------------|------------|------------------------|----------|--------|
| | | Baja | Media | Alta |
| | | 0-0,1 | 0,11-0,6 | 0,61-1 |
| Alta | 1-0,9 | Baja | Media | Media |
| Media | 0,89 - 0,6 | Baja | Media | Alta |
| Baja | 0,59-0 | Baja | Alta | Alta |

Fuente: INERCO Consultoría Colombia, 2015

De acuerdo con el ejemplo presentado previamente en donde el índice de sensibilidad fue 0,54 y el de capacidad de adaptación 0,71, el nivel de vulnerabilidad del sistema minero es medio.

2.4.4 Resultados de la valoración de vulnerabilidad

A continuación, se presentan los resultados del análisis de vulnerabilidad de acuerdo con la calificación que las empresas Gravicon S.A., Cemex Colombia S.A (ubicadas en el área de estudio Acacías – Villavicencio), Industrial Conconcreto S.A.S., Procopal S.A. (ubicadas en Girardota) e Ingeoce S.A. (presente en el área de estudio Cali – Yumbo) dieron a los indicadores de sensibilidad y capacidad de adaptación, y asimismo con base en el criterio de los expertos que participaron en la consultoría. Las encuestas diligenciadas por parte de las empresas se presentan en el anexo 3-3.

2.4.4.1 Acacías – Villavicencio

2.4.4.1.1 Índice de sensibilidad

El índice de sensibilidad para el área de estudio Acacías Villavicencio es **medio**, como se presenta en la tabla 2-12 (ver anexo 3-4)¹⁴.

¹⁴ Para establecer la calificación, el equipo de expertos de la consultoría utilizó las calificaciones de las empresas y la información de las entrevistas como insumo principal para valorar la vulnerabilidad, asimismo tuvo en cuenta su conocimiento del proceso minero y de las condiciones de las áreas de estudio, de manera que la calificación final se definió con base en criterio de expertos. De acuerdo con lo anterior, y teniendo en cuenta que este ejercicio se realizó para tres áreas piloto, los pesos y la calificación de los indicadores puede cambiar si se requiere para el desarrollo de otros ejercicios.



Tabla 2-12 Índice de sensibilidad Acacías - Villavicencio

| Aspecto | Peso aspecto | Indicador | Peso indicador | Calificación | Resultado final del indicador |
|---------------------------------------|--------------|---|----------------|--------------|-------------------------------|
| Estructura y organización empresarial | 40% | Existencia de área(s) o dependencia(s) encargada(s) de implementar los planes estratégicos de gestión ambiental de la empresa y que pueda abordar las temáticas de CC y VC. | 60% | 0,1 | 0,02 |
| | | Disponibilidad de un área que se encargue de la gestión de partes interesadas (comunidades, autoridades municipales, autoridades ambientales, etc.) que pueda abordar aspectos relacionados con el CC y VC. | 40% | 0,1 | 0,02 |
| Sensibilidad de la operación | 40% | Proporción de insumos para la operación minera cuya adquisición requiere transporte desde otros municipios/regiones. | 30% | 0,5 | 0,06 |
| | | Existencia de sistemas de autogeneración de energía y/o autoabastecimiento de agua. | 30% | 0,5 | 0,06 |
| | | Afectación de las vías utilizadas por los proveedores y por la empresa para el proceso de transporte y comercialización de sus productos. | 40% | 1 | 0,16 |
| Infraestructura física | 20% | Infraestructura y equipos asociados a la producción y al transporte (interno) que tiene una antigüedad mayor a la mitad de su vida útil. | 100% | 0,5 | 0,10 |
| ÍNDICE DE SENSIBILIDAD | | | | | 0,42 Medio |

Fuente: INERCO Consultoría Colombia, 2020

2.4.4.1.2 Índice de capacidad de adaptación

El índice de capacidad de adaptación para el área de estudio Acacías Villavicencio es **bajo**, como se presenta en la tabla 2-13¹⁵.

¹⁵ Para establecer la calificación, el equipo de expertos de la consultoría utilizó las calificaciones de las empresas y la información de las entrevistas como insumo principal para valorar la vulnerabilidad, asimismo tuvo en cuenta su conocimiento del proceso minero y de las condiciones de las áreas de estudio, de manera que la calificación final se definió con base en criterio de expertos. De acuerdo con lo anterior, y teniendo en cuenta que este ejercicio se realizó para tres áreas piloto, los pesos y la calificación de los indicadores puede cambiar si se requiere para el desarrollo de otros ejercicios.



Tabla 2-13 Índice de capacidad de adaptación Acacias - Villavicencio

| Recursos | Peso recursos | Indicador | Peso indicador | Calificación | Resultado final del indicador |
|-----------------|---------------|---|-----------------------------------|--------------|-------------------------------|
| Financieros | 40% | La empresa cuenta con un rubro asociado a atención de emergencias y desastres naturales. | 100% | 0,1 | 0,04 |
| Empresariales | 45% | Existencia de planes estratégicos que incluyen en la gestión ambiental empresarial, la gestión del cambio climático (CC) y la variabilidad climática (VC). | 20% | 0,5 | 0,05 |
| | | Incorporación de medidas para la gestión de eventos climáticos en instrumentos como el PTO y PMA. | 15% | 0,5 | 0,03 |
| | | Disponibilidad y aplicación de análisis de riesgos y planes de emergencia que incluyen variables de CC y VC. | 15% | 0,5 | 0,03 |
| | | Existencia e implementación de programas de capacitación en contingencias para toda la empresa que incluyan eventos de CC y VC (inundaciones, avenidas torrenciales, fenómenos de remoción en masa, etc.) | 15% | 0,5 | 0,03 |
| | | Existencia de sistemas de gestión ambiental (SGA) y de seguridad y salud en el trabajo (SST) que consideran gestión de cambio climático. | 15% | 0,5 | 0,03 |
| | | Implementación y análisis de monitoreos hidroclimatológicos. | 5% | 0,5 | 0,01 |
| | | Implementación y desarrollo de proyectos de investigación en cuanto a CC y VC. | 5% | 0,5 | 0,01 |
| | | Afiliación a alguno de los gremios o asociaciones del subsector y participación en los espacios que estas ofrecen para tratar temas sociales, de ordenamiento territorial y ambientales incluyendo CC y VC. | 10% | 1 | 0,05 |
| Institucionales | 15% | Articulación de planes de emergencia con los planes municipales de gestión de riesgo (PMGR). | 50% | 0,5 | 0,04 |
| | | Articulación de la gestión empresarial de cambio climático con los planes de gestión de cambio climático municipales o departamentales. | 50% | 0,5 | 0,04 |
| | | | ÍNDICE DE CAPACIDAD DE ADAPTACIÓN | | 0,36 Bajo |

Fuente: INERCO Consultoría Colombia, 2020

De acuerdo con lo anterior, el nivel de vulnerabilidad para el área de estudio Acacias Villavicencio es alto



2.4.4.2 Cali – Yumbo

2.4.4.2.1 Índice de sensibilidad

El índice de sensibilidad para el área de estudio Cali - Yumbo es medio, como se presenta en la tabla 2-14 (ver anexo 3-5)¹⁶.

Tabla 2-14 Índice de sensibilidad Cali - Yumbo

| Aspecto | Peso aspecto | Indicador | Peso indicador | Calificación | Resultado final del indicador |
|---------------------------------------|--------------|---|----------------|--------------|-------------------------------|
| Estructura y organización empresarial | 40% | Existencia de área(s) o dependencia(s) encargada(s) de implementar los planes estratégicos de gestión ambiental de la empresa y que pueda abordar las temáticas de CC y VC. | 60% | 0,1 | 0,02 |
| | | Disponibilidad de un área que se encargue de la gestión de partes interesadas (comunidades, autoridades municipales, autoridades ambientales, etc.) que pueda abordar aspectos relacionados con el CC y VC. | 40% | 0,1 | 0,02 |
| Sensibilidad de la operación | 40% | Proporción de insumos para la operación minera cuya adquisición requiere transporte desde otros municipios/regiones. | 30% | 0,1 | 0,01 |
| | | Existencia de sistemas de autogeneración de energía y/o autoabastecimiento de agua. | 30% | 0,5 | 0,06 |
| | | Afectación de las vías utilizadas por los proveedores y por la empresa para el proceso de transporte y comercialización de sus productos. | 40% | 0,1 | 0,02 |
| Infraestructura física | 20% | Infraestructura y equipos asociados a la producción y al transporte (interno) que tiene una antigüedad mayor a la mitad de su vida útil. | 100% | 0,5 | 0,10 |
| ÍNDICE DE SENSIBILIDAD | | | | | 0,23 Medio |

Fuente: INERCO Consultoría Colombia, 2020

¹⁶ Para establecer la calificación, el equipo de expertos de la consultoría utilizó las calificaciones de las empresas y la información de las entrevistas como insumo principal para valorar la vulnerabilidad, asimismo tuvo en cuenta su conocimiento del proceso minero y de las condiciones de las áreas de estudio, de manera que la calificación final se definió con base en criterio de expertos. De acuerdo con lo anterior, y teniendo en cuenta que este ejercicio se realizó para tres áreas piloto, los pesos y la calificación de los indicadores puede cambiar si se requiere para el desarrollo de otros ejercicios.



2.4.4.2.2 Índice de capacidad de adaptación

El índice de capacidad de adaptación para el área de estudio Cali - Yumbo es **bajo**, como se presenta en la tabla 2-15¹⁷.

Tabla 2-15 Índice de capacidad de adaptación Cali - Yumbo

| Recursos | Peso recursos | Indicador | Peso indicador | Calificación | Resultado final del indicador |
|---------------|---------------|---|----------------|--------------|-------------------------------|
| Financieros | 40% | La empresa cuenta con un rubro asociado a atención de emergencias y desastres naturales. | 100% | 0,1 | 0,04 |
| Empresariales | 45% | Existencia de planes estratégicos que incluyen en la gestión ambiental empresarial, la gestión del cambio climático (CC) y la variabilidad climática (VC). | 20% | 0,1 | 0,01 |
| | | Incorporación de medidas para la gestión de eventos climáticos en instrumentos como el PTO y PMA. | 15% | 0,5 | 0,03 |
| | | Disponibilidad y aplicación de análisis de riesgos y planes de emergencia que incluyen variables de CC y VC. | 15% | 0,1 | 0,01 |
| | | Existencia e implementación de programas de capacitación en contingencias para toda la empresa que incluyan eventos de CC y VC (inundaciones, avenidas torrenciales, fenómenos de remoción en masa, etc.) | 15% | 0,1 | 0,01 |
| | | Existencia de sistemas de gestión ambiental (SGA) y de seguridad y salud en el trabajo (SST) que consideran gestión de cambio climático. | 15% | 0,5 | 0,03 |
| | | Implementación y análisis de monitoreos hidroclimatológicos. | 5% | 0,1 | 0,002 |
| | | Implementación y desarrollo de proyectos de investigación en cuanto a CC y VC. | 5% | 0,1 | 0,002 |

¹⁷ Para establecer la calificación, el equipo de expertos de la consultoría utilizó las calificaciones de las empresas y la información de las entrevistas como insumo principal para valorar la vulnerabilidad, asimismo tuvo en cuenta su conocimiento del proceso minero y de las condiciones de las áreas de estudio, de manera que la calificación final se definió con base en criterio de expertos. De acuerdo con lo anterior, y teniendo en cuenta que este ejercicio se realizó para tres áreas piloto, los pesos y la calificación de los indicadores puede cambiar si se requiere para el desarrollo de otros ejercicios.



| Recursos | Peso recursos | Indicador | Peso indicador | Calificación | Resultado final del indicador |
|-----------------|---------------|---|----------------|--------------|-------------------------------|
| | | Afiliación a alguno de los gremios o asociaciones del subsector y participación en los espacios que estas ofrecen para tratar temas sociales, de ordenamiento territorial y ambientales incluyendo CC y VC. | 10% | 0,1 | 0,005 |
| Institucionales | 15% | Articulación de planes de emergencia con los planes municipales de gestión de riesgo (PMGR). | 50% | 1 | 0,08 |
| | | Articulación de la gestión empresarial de cambio climático con los planes de gestión de cambio climático municipales o departamentales. | 50% | 0,1 | 0,01 |
| | | ÍNDICE DE CAPACIDAD DE ADAPTACIÓN | | | 0,22 Bajo |

Fuente: INERCO Consultoría Colombia, 2020

De acuerdo con lo anterior, el nivel de vulnerabilidad para el área de estudio Cali - Yumbo es alto.

2.4.4.3 Girardota

2.4.4.3.1 Índice de sensibilidad

El índice de sensibilidad para el área de estudio Girardota es medio, como se presenta en la tabla 2-16 (ver anexo 3-6)¹⁸.

Tabla 2-16 Índice de sensibilidad Girardota

| Aspecto | Peso aspecto | Indicador | Peso indicador | Calificación | Resultado final del indicador |
|---------------------------------------|--------------|---|----------------|--------------|-------------------------------|
| Estructura y organización empresarial | 40% | Existencia de área(s) o dependencia(s) encargada(s) de implementar los planes estratégicos de gestión ambiental de la empresa y que pueda abordar las temáticas de CC y VC. | 60% | 0,1 | 0,02 |

¹⁸ Para establecer la calificación, el equipo de expertos de la consultoría utilizó las calificaciones de las empresas y la información de las entrevistas como insumo principal para valorar la vulnerabilidad, asimismo tuvo en cuenta su conocimiento del proceso minero y de las condiciones de las áreas de estudio, de manera que la calificación final se definió con base en criterio de expertos. De acuerdo con lo anterior, y teniendo en cuenta que este ejercicio se realizó para tres áreas piloto, los pesos y la calificación de los indicadores puede cambiar si se requiere para el desarrollo de otros ejercicios.



| Aspecto | Peso aspecto | Indicador | Peso indicador | Calificación | Resultado final del indicador |
|------------------------------|--------------|---|----------------|--------------|-------------------------------|
| | | Disponibilidad de un área que se encargue de la gestión de partes interesadas (comunidades, autoridades municipales, autoridades ambientales, etc.) que pueda abordar aspectos relacionados con el CC y VC. | 40% | 0,1 | 0,02 |
| Sensibilidad de la operación | 40% | Proporción de insumos para la operación minera cuya adquisición requiere transporte desde otros municipios/regiones. | 30% | 1 | 0,12 |
| | | Existencia de sistemas de autogeneración de energía y/o autoabastecimiento de agua. | 30% | 0,5 | 0,06 |
| | | Afectación de las vías utilizadas por los proveedores y por la empresa para el proceso de transporte y comercialización de sus productos. | 40% | 0,1 | 0,02 |
| Infraestructura física | 20% | Infraestructura y equipos asociados a la producción y al transporte (interno) que tiene una antigüedad mayor a la mitad de su vida útil. | 100% | 0,5 | 0,10 |
| ÍNDICE DE SENSIBILIDAD | | | | | 0,34 Medio |

Fuente: INERCO Consultoría Colombia, 2020

2.4.4.3.2 Índice de capacidad de adaptación

El índice de capacidad de adaptación para el área de estudio Girardota es bajo, como se presenta en la tabla 2-17¹⁹.

Tabla 2-17 Índice de capacidad de adaptación Acacías - Villavicencio

| Recursos | Peso recursos | Indicador | Peso indicador | Calificación | Resultado final del indicador |
|---------------|---------------|--|----------------|--------------|-------------------------------|
| Financieros | 40% | La empresa cuenta con un rubro asociado a atención de emergencias y desastres naturales. | 100% | 0,1 | 0,04 |
| Empresariales | 45% | Existencia de planes estratégicos que incluyen en la gestión ambiental empresarial, la gestión del cambio climático (CC) y la variabilidad climática (VC). | 20% | 0,1 | 0,01 |

¹⁹ Para establecer la calificación, el equipo de expertos de la consultoría utilizó las calificaciones de las empresas y la información de las entrevistas como insumo principal para valorar la vulnerabilidad, asimismo tuvo en cuenta su conocimiento del proceso minero y de las condiciones de las áreas de estudio, de manera que la calificación final se definió con base en criterio de expertos. De acuerdo con lo anterior, y teniendo en cuenta que este ejercicio se realizó para tres áreas piloto, los pesos y la calificación de los indicadores puede cambiar si se requiere para el desarrollo de otros ejercicios.



| Recursos | Peso recursos | Indicador | Peso indicador | Calificación | Resultado final del indicador |
|-----------------|---------------|---|-----------------------------------|--------------|-------------------------------|
| | | Incorporación de medidas para la gestión de eventos climáticos en instrumentos como el PTO y PMA. | 15% | 0,5 | 0,03 |
| | | Disponibilidad y aplicación de análisis de riesgos y planes de emergencia que incluyen variables de CC y VC. | 15% | 0,1 | 0,01 |
| | | Existencia e implementación de programas de capacitación en contingencias para toda la empresa que incluyan eventos de CC y VC (inundaciones, avenidas torrenciales, fenómenos de remoción en masa, etc.) | 15% | 0,1 | 0,01 |
| | | Existencia de sistemas de gestión ambiental (SGA) y de seguridad y salud en el trabajo (SST) que consideran gestión de cambio climático. | 15% | 0,5 | 0,03 |
| | | Implementación y análisis de monitoreos hidroclimatológicos. | 5% | 0,1 | 0,002 |
| | | Implementación y desarrollo de proyectos de investigación en cuanto a CC y VC. | 5% | 0,1 | 0,002 |
| | | Afiliación a alguno de los gremios o asociaciones del subsector y participación en los espacios que estas ofrecen para tratar temas sociales, de ordenamiento territorial y ambientales incluyendo CC y VC. | 10% | 1 | 0,05 |
| Institucionales | 15% | Articulación de planes de emergencia con los planes municipales de gestión de riesgo (PMGR). | 50% | 0,1 | 0,01 |
| | | Articulación de la gestión empresarial de cambio climático con los planes de gestión de cambio climático municipales o departamentales. | 50% | 0,1 | 0,01 |
| | | | ÍNDICE DE CAPACIDAD DE ADAPTACIÓN | | 0,19 Bajo |

Fuente: INERCO Consultoría Colombia, 2020

De acuerdo con lo anterior, el nivel de vulnerabilidad para el área de estudio Girardota es alto.



3. DEFINICIÓN Y CARACTERIZACIÓN DE POSIBLES IMPACTOS DERIVADOS DE CAMBIOS DE PATRONES CLIMÁTICOS Y OCURRENCIA DE EVENTOS CLIMÁTICOS RECURRENTES

Las amenazas que suponen los subeventos del cambio climático y la variabilidad climática constituyen potenciales impactos sobre la actividad minera del subsector de materiales de construcción. Los impactos, entendidos como las consecuencias de los fenómenos amenazantes, no ocurren de forma individual ni responden a relaciones unidireccionales, por regla general, suelen presentarse como una cascada de efectos negativos que altera el desarrollo de diferentes actividades, por ejemplo, el cierre de las vías de acceso por efecto de un fenómeno de remoción en masa puede conllevar la interrupción en la cadena de suministros y comercialización (despachos), costos adicionales por reparación y aumento en el estrés del personal, entre otros²⁰.

Los efectos producidos por eventos extremos no siempre son fáciles de determinar y con el tiempo pueden interactuar entre sí, originando eventos complejos de segundo orden con mayor grado de dificultad en anticipación y gestión, en especial en ausencia de experiencia, previsión y conocimiento del contexto local. Un ejemplo de estos impactos secundarios puede ser la afectación al personal de las minas y sus entornos por vectores alóctonos debido al incremento en la temperatura²¹.

En el caso de las tres áreas que se analizan en el marco de esta consultoría (Acacías – Villavicencio, Cali -Yumbo y Girardota), la identificación de los principales impactos que se pueden materializar y afectar las operaciones mineras se basó en el análisis de amenazas directas e indirectas a las que se exponen los diferentes componentes de la cadena de valor del subsector de materiales de construcción. Dicho análisis incluye los eventos de cambio climático que se prevén para las áreas de estudio de acuerdo con la TCNCC²² del IDEAM (variaciones de la precipitación y la temperatura) y las estimaciones que igualmente ha desarrollado esta entidad relacionadas con el comportamiento de la temperatura y la precipitación ante eventos de variabilidad climática como El Niño y La Niña²³. Asimismo, incluye los subeventos (inundaciones, avenidas torrenciales, fenómenos de remoción en masa, sequías, olas de calor e incendios forestales) que se pueden desencadenar por la ocurrencia de los eventos de cambio climático y variabilidad climática mencionados, y como estos subeventos tienen la posibilidad de impactar directa o indirectamente las operaciones mineras.

²⁰ INERCO CONSULTORÍA COLOMBIA. Implementación del mapa de ruta para la adaptación del sector energético al cambio climático (incluyendo el uso de la herramienta de servicios ecosistémicos) e identificación de factores de vulnerabilidad del sector minero y líneas gruesas de medidas de adaptación. Metodología para estimar la vulnerabilidad y los riesgos al cambio climático para los tipos de minería analizados. Bogotá. 2015. p. 60.

²¹ Ibíd.

²² COLOMBIA. INSTITUTO DE HIDROLOGÍA, METEOROLOGÍA Y ESTUDIOS AMBIENTALES IDEAM. Tercera Comunicación Nacional de Colombia a la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático. Bogotá: IDEAM, 2017.

²³ COLOMBIA. INSTITUTO DE HIDROLOGÍA, METEOROLOGÍA Y ESTUDIOS AMBIENTALES IDEAM. Actualización del componente Meteorológico del modelo institucional del IDEAM sobre el efecto climático de los fenómenos El Niño y La Niña en Colombia, como insumo para el Atlas Climatológico. Bogotá: IDEAM, 2014.



De acuerdo con lo anterior, la definición de los posibles impactos derivados del cambio climático y la variabilidad climática así como la relación que puede existir entre estos posibles impactos (directos/indirectos) y la ocurrencia de eventos y subeventos climáticos se concreta en el análisis de amenazas del producto 2 («Análisis de amenazas directas e indirectas por cambios en patrones climáticos y por eventos climáticos recurrentes con énfasis en las áreas de interés priorizadas para la cadena de valor de materiales de construcción» (capítulo 3 anexos 2 – 1, 2 – 2 y 2 – 3). A continuación, se presenta una síntesis de esta información:





Tabla 3-1 Impactos derivados del cambio climático y la variabilidad climática y relación con la ocurrencia de eventos y subeventos climáticos

| Evento | Aumento de la precipitación | | | Disminución de la precipitación/Aumento de la temperatura | |
|---|--|--|--|---|---|
| Subevento | Inundaciones | Avenidas torrenciales | Remoción en masa | Sequía | Incendios forestales |
| Impactos en la accidentalidad y la salud de la fuerza laboral | -La ocurrencia de inundaciones puede causar accidentes que afecten a los trabajadores. | -La ocurrencia de avenidas torrenciales puede causar accidentes que afecten a los trabajadores. | -La ocurrencia de fenómenos de remoción en masa puede causar accidentes que afecten a los trabajadores. | -La ocurrencia de periodos prologados de sequía puede incrementar las emisiones de material particulado y esto puede afectar la salud de los trabajadores. | |
| Impactos en infraestructuras | -La ocurrencia de inundaciones puede afectar las vías internas e impactar los procesos de transporte al interior de las minas, sus áreas productivas y de apoyo. -La ocurrencia de inundaciones puede afectar las áreas de explotación y la infraestructura que se ubica en los diferentes títulos mineros. | -La ocurrencia de avenidas torrenciales puede afectar las vías internas e impactar los procesos de transporte al interior de las minas, sus áreas productivas y de apoyo. -La ocurrencia de avenidas torrenciales puede afectar las áreas de explotación y la infraestructura que se ubica en los diferentes títulos mineros. | -La ocurrencia de fenómenos de remoción en masa puede afectar las vías internas e impactar los procesos de transporte al interior de las minas, sus áreas productivas y de apoyo. -La ocurrencia de fenómenos de remoción en masa puede afectar las áreas de explotación y la infraestructura que se ubica en los diferentes títulos mineros. | | -La ocurrencia de incendios forestales puede afectar la infraestructura que se ubica en los títulos mineros. |
| Impactos en la cadena de suministros | La ocurrencia de inundaciones puede afectar la infraestructura vial y en consecuencia se interrumpiría el acceso a suministros básicos y específicos para la ejecución habitual de las actividades productivas y de apoyo. Adicionalmente, se puede afectar la infraestructura de suministro de combustible, lo que afectaría el acceso de las empresas a este recurso. | La ocurrencia de avenidas torrenciales puede afectar la infraestructura vial y en consecuencia se interrumpiría el acceso a suministros básicos y específicos para la ejecución habitual de las actividades productivas y de apoyo. Adicionalmente, se puede afectar la infraestructura de suministro de combustible, lo que | La ocurrencia de fenómenos de remoción en masa puede afectar la infraestructura vial y en consecuencia se interrumpiría el acceso a suministros básicos y específicos para la ejecución habitual de las actividades productivas y de apoyo. | -La ocurrencia de periodos prologados de sequía puede incrementar las emisiones de material particulado y en consecuencia la calidad del aire se puede afectar. Esta situación implica que las autoridades competentes restrinjan la movilidad en algunas vías que se ubican en las áreas afectadas y esto interrumpiría el acceso a suministros básicos y específicos para la ejecución habitual de las | |



| Evento | Aumento de la precipitación | | | Disminución de la precipitación/Aumento de la temperatura | |
|--|---|---|---|---|----------------------|
| Subevento | Inundaciones | Avenidas torrenciales | Remoción en masa | Sequía | Incendios forestales |
| | | afectaría el acceso de las empresas a este recurso. | | actividades productivas y de apoyo. Adicionalmente, se puede afectar la infraestructura de suministro de combustible, lo que afectaría el acceso de las empresas a este recurso. | |
| Impactos en las actividades productivas, transporte y comercialización | <p>-La ocurrencia de inundaciones podría afectar directamente las áreas de los componentes extractivo, almacenamiento temporal y beneficio y, en ese sentido, se podrían suspender temporalmente las actividades productivas que se desarrollan allí.</p> <p>-Según lo anterior, la ocurrencia de inundaciones podría afectar directamente las actividades productivas, lo que reduciría el volumen de material disponible para comercializar; en ese sentido, se podría afectar el componente de transporte y comercialización.</p> <p>-La ocurrencia de inundaciones podría afectar la infraestructura vial y, por lo tanto, se puede afectar el transporte y comercialización de los productos vendibles.</p> | <p>-La ocurrencia de avenidas torrenciales podría afectar directamente las áreas de los componentes extractivo, almacenamiento temporal y beneficio y, en ese sentido, se podrían suspender temporalmente las actividades productivas que se desarrollan allí.</p> <p>-Según lo anterior, la ocurrencia de avenidas torrenciales podría afectar directamente las actividades productivas lo que reduciría el volumen de material disponible para comercializar; en ese sentido, se podría afectar el componente de transporte y comercialización.</p> <p>-La ocurrencia de avenidas torrenciales podría afectar la infraestructura vial y, por lo tanto, se puede afectar el transporte y comercialización de los productos vendibles.</p> | <p>-La ocurrencia de fenómenos de remoción en masa podría afectar directamente las áreas de los componentes extractivo, almacenamiento temporal y beneficio y, en ese sentido, se podrían suspender temporalmente las actividades productivas que se desarrollan allí.</p> <p>-Según lo anterior, la ocurrencia de fenómenos de remoción en masa podría afectar directamente las actividades productivas lo que reduciría el volumen de material disponible para comercializar; en ese sentido, se podría afectar el componente de transporte y comercialización.</p> <p>-La ocurrencia de fenómenos de remoción en masa podría afectar la infraestructura vial y, por lo tanto, se puede afectar el transporte y comercialización de los productos vendibles.</p> | <p>-La ocurrencia de periodos prolongados de sequía puede implicar la suspensión temporal de las labores de los componentes extractivo, de almacenamiento temporal y de beneficio para garantizar el cumplimiento de la normativa ambiental.</p> <p>-Según lo anterior, la ocurrencia de fenómenos de remoción en masa podría afectar directamente las actividades productivas lo que reduciría el volumen de material disponible para comercializar; en ese sentido, se podrían afectar los componentes de transporte y comercialización.</p> <p>-La ocurrencia de periodos prolongados de sequía puede incrementar las emisiones de material particulado y en consecuencia la calidad del aire se puede afectar. Esta situación implica que las autoridades competentes restrinjan la movilidad en algunas vías que se ubican en las áreas afectadas y esto puede afectar el transporte y comercialización de los productos vendibles.</p> | |



| Evento | Aumento de la precipitación | | | Disminución de la precipitación/Aumento de la temperatura | |
|---|--|--|---|--|---|
| Subevento | Inundaciones | Avenidas torrenciales | Remoción en masa | Sequía | Incendios forestales |
| Impactos en las obligaciones legales y de gestión ambiental | -La ocurrencia de inundaciones puede afectar la continuidad y la ejecución de las medidas de cierre. | -La ocurrencia de avenidas torrenciales puede afectar la continuidad y la ejecución de las medidas de cierre. | -La ocurrencia de fenómenos de remoción en masa puede afectar la continuidad y la ejecución de las medidas de cierre. | -La ocurrencia de periodos prologados de sequía puede incrementar las emisiones de material particulado y esto puede implicar incumplimientos de la normativa ambiental relacionada con calidad de aire. | -La ocurrencia de incendios forestales puede afectar la continuidad y la ejecución de las medidas de cierre. |
| | -La ocurrencia de inundaciones por incremento de la precipitación puede alterar la infraestructura vial lo que afecta directamente el componente de la cadena de suministro. Esta afectación puede representar la suspensión de actividades de gestión ambiental por falta de insumos, personal contratista, etc. | -La ocurrencia de avenidas torrenciales por incremento de la precipitación puede alterar la infraestructura vial, lo que afecta directamente el componente de la cadena de suministro. Esta afectación puede representar la suspensión de actividades de gestión ambiental por falta de insumos, personal contratista, etc. | -La ocurrencia de fenómenos de remoción en masa por incremento de la precipitación puede alterar la infraestructura vial lo que afecta directamente el componente de la cadena de suministro. Esta afectación puede representar la suspensión de actividades de gestión ambiental por falta de insumos, personal contratista, etc. | -La ocurrencia de periodos prologados de sequía puede afectar la continuidad y la ejecución de las medidas de cierre. | |
| Impactos financieros | -La ocurrencia de inundaciones puede causar accidentes y esto puede incrementar los costos de las empresas por cubrimiento de incapacidades y demandas laborales, reentrenamientos y demás costos asociados al personal que se pueda afectar. -La ocurrencia de inundaciones puede implicar la suspensión de las labores productivas y, por lo tanto, podría disminuir el volumen de material vendible. En consecuencia, disminuirían los ingresos de las empresas. | -La ocurrencia de avenidas torrenciales puede causar accidentes y esto puede incrementar los costos de las empresas por cubrimiento de incapacidades y demandas laborales, reentrenamientos y demás costos asociados al personal que se pueda afectar. -La ocurrencia de avenidas torrenciales puede implicar la suspensión de las labores productivas y, por lo tanto, podría disminuir el volumen de material vendible. En | -La ocurrencia de fenómenos de remoción en masa puede causar accidentes y esto puede incrementar los costos de las empresas por cubrimiento de incapacidades y demandas laborales, reentrenamientos y demás costos asociados al personal que se pueda afectar. -La ocurrencia de fenómenos de remoción en masa puede implicar la suspensión de las labores productivas y, por lo tanto, podría disminuir el volumen de material vendible. | -La ocurrencia de periodos prologados de sequía puede incrementar las emisiones de material particulado y esto puede afectar la salud de los trabajadores. Esta situación puede implicar el incremento de los costos de las empresas por cubrimiento de incapacidades y demandas laborales, reentrenamientos y demás costos asociados al personal que se pueda afectar. -La ocurrencia de periodos prologados de sequía puede incrementar las emisiones de | -La ocurrencia de incendios forestales que afecten la infraestructura en los títulos mineros podría impactar el componente financiero aumentando los costos de las empresas por efecto de las reparaciones que |



| Evento | Aumento de la precipitación | | | Disminución de la precipitación/Aumento de la temperatura | |
|-----------|--|---|--|---|---------------------------|
| Subevento | Inundaciones | Avenidas torrenciales | Remoción en masa | Sequía | Incendios forestales |
| | <p>-La ocurrencia de inundaciones puede implicar la afectación de la infraestructura vial y, por lo tanto, podrían impactarse los procesos de transporte y comercialización del material vendible. En consecuencia, disminuirían los ingresos de las empresas.</p> <p>-La ocurrencia de inundaciones puede afectar la infraestructura vial y, por lo tanto, se puede impactar la cadena de suministro. Esta situación implicaría la afectación de la producción del material vendible por falta de insumos, maquinaria, piezas de repuesto, etc.; en ese sentido podrían disminuir los ingresos de las empresas.</p> <p>-La ocurrencia inundaciones podría afectar la ejecución y continuidad de las medidas de cierre y, por lo tanto, se podrían incrementar los costos de las empresas por las reparaciones que se deban realizar.</p> | <p>consecuencia, disminuirían los ingresos de las empresas.</p> <p>-La ocurrencia de avenidas torrenciales puede implicar la afectación de la infraestructura vial y, por lo tanto, podrían impactarse los procesos de transporte y comercialización del material vendible. En consecuencia, disminuirían los ingresos de las empresas.</p> <p>-La ocurrencia de avenidas torrenciales puede afectar la infraestructura vial y, por lo tanto, se puede impactar la cadena de suministro. Esta situación implicaría la afectación de la producción del material vendible por falta de insumos, maquinaria, piezas de repuesto, etc.; en ese sentido podrían disminuir los ingresos de las empresas.</p> <p>-La ocurrencia de avenidas torrenciales podría afectar la ejecución y continuidad de las medidas de cierre y, por lo tanto, se podrían incrementar los costos de las empresas por las reparaciones que se deban realizar.</p> | <p>En consecuencia, disminuirían los ingresos de las empresas.</p> <p>-La ocurrencia de fenómenos de remoción en masa puede implicar la afectación de la infraestructura vial y, por lo tanto, podrían impactarse los procesos de transporte y comercialización del material vendible. En consecuencia, disminuirían los ingresos de las empresas.</p> <p>-La ocurrencia de fenómenos de remoción en masa puede afectar la infraestructura vial y, por lo tanto, se puede impactar la cadena de suministro. Esta situación implicaría la afectación de la producción del material vendible por falta de insumos, maquinaria, piezas de repuesto, etc.; en ese sentido podrían disminuir los ingresos de las empresas.</p> <p>-La ocurrencia fenómeno de remoción en masa podría afectar la ejecución y continuidad de las medidas de cierre y, por lo tanto, se podrían incrementar los costos de las empresas por las reparaciones que se deban realizar.</p> | <p>material particulado y esto puede implicar incumplimientos de la normativa ambiental relacionada con calidad de aire. Ante esta situación se incrementarían los costos de las empresas por pagos de posibles sanciones o por implementar medidas adicionales para el control del material particulado.</p> <p>-La ocurrencia de periodos prolongados de sequía puede implicar la suspensión temporal de las labores productivas para garantizar el cumplimiento de la normativa ambiental y, por lo tanto, podría disminuir el volumen de material vendible. Esta situación implicaría la disminución de los ingresos de las empresas.</p> <p>-La ocurrencia de periodos prologados de sequía puede incrementar las emisiones de material particulado y en consecuencia la calidad del aire se puede afectar. Esta situación implica que las autoridades competentes restrinjan la movilidad en algunas vías que se ubican en las áreas afectadas y esto impactaría la cadena de suministro. Dado lo anterior, se podría afectar la producción por falta de insumos y, por lo tanto, disminuirían los</p> | <p>se deban efectuar.</p> |



| Evento | Aumento de la precipitación | | | Disminución de la precipitación/Aumento de la temperatura | |
|--------------------------|--|--|--|--|--|
| Subevento | Inundaciones | Avenidas torrenciales | Remoción en masa | Sequía | Incendios forestales |
| | | | | ingresos de las empresas. -La ocurrencia de periodos prologados de sequía puede incrementar las emisiones de material particulado y en consecuencia la calidad del aire se puede afectar. Esta situación implica que las autoridades competentes restrinjan la movilidad en algunas vías que se ubican en las áreas afectadas y esto impactaría el componente de transporte y comercialización del material vendible. Dado lo anterior, podrían disminuir los ingresos de las empresas. | |
| Impactos sociales | -La ocurrencia de inundaciones puede afectar la infraestructura vial (puentes y vías), predios vecinos, cultivos y ganadería , lo que tendría un impacto en las familias que habitan el área cercana a las operaciones mineras. Mientras, el abastecimiento de agua también se podría afectar. <u>Impactos sociales relacionados con la empresa</u> -El incremento de la accidentalidad de los trabajadores de las operaciones mineras por efecto de las inundaciones, podría generar conflictos con las comunidades . -En caso de que la producción | -La ocurrencia de avenidas torrenciales puede afectar la infraestructura vial (puentes y vías), predios vecinos, cultivos y ganadería , lo que tendría un impacto en las familias que habitan el área cercana a las operaciones mineras. Mientras, el abastecimiento de agua también se podría afectar. <u>Impactos sociales relacionados con la empresa</u> -El incremento de la accidentalidad de los trabajadores de las operaciones mineras por efecto de las avenidas torrenciales podría generar | -Los procesos de remoción en masa pueden afectar la prestación de servicios públicos . <u>Impactos sociales relacionados con la empresa</u> -El incremento de la accidentalidad de los trabajadores de las operaciones mineras por efecto de los procesos de remoción en masa podría generar conflictos con las comunidades . | -Los fenómenos de sequía pueden afectar procesos productivos agropecuarios y agroindustriales que requieran altos volúmenes de agua. Esto constituye, a su vez, un impacto para las posibilidades de empleo de las comunidades y compromete sus fuentes de ingreso . <u>Impactos sociales relacionados con la empresa</u> -El aumento en las emisiones de material particulado durante periodos prolongados de sequía, puede generar conflictos con las comunidades . - El deterioro de la salud de los trabajadores por el incremento en las emisiones de material particulado durante los periodos de | -Los incendios forestales pueden afectar procesos productivos agropecuarios y agroindustriales . Esto constituye, a su vez, un impacto para las posibilidades de empleo de las comunidades y compromete sus fuentes de ingreso . |



| Evento | Aumento de la precipitación | | | Disminución de la precipitación/Aumento de la temperatura | |
|-----------|--|--|------------------|---|----------------------|
| Subevento | Inundaciones | Avenidas torrenciales | Remoción en masa | Sequía | Incendios forestales |
| | se deba suspender, podría disminuir el valor de las regalías que reciben los municipios. -En caso de que la producción se deba suspender, podría disminuir la contratación del personal proveniente del área de influencia. | conflictos con las comunidades. | | sequía puede generar conflicto con las comunidades. -En caso de que la producción se deba suspender para garantizar el cumplimiento de la normativa ambiental relacionada con calidad de aire, podría disminuir el valor de las regalías que reciben los municipios. | |

Fuente: INERCO Consultoría Colombia, 2021



BIBLIOGRAFÍA

- Agencia Nacional de Minería. Agencia Nacional de Minería. s.f.
<https://www.anm.gov.co/?q=agencia#:~:text=La%20Agencia%20Nacional%20de%20Miner%C3%ADa,coordinaci%C3%B3n%20con%20las%20autoridades%20ambientales> (último acceso: 15 de febrero de 2021).
- Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit. s.f.
<https://www.giz.de/en/aboutgiz/40669.html> (último acceso: 15 de febrero de 2021).
- IDEAM. «Actualización del componente Meteorológico del modelo institucional del IDEAM sobre el efecto climático de los fenómenos El Niño y La Niña en Colombia, como insumo para el Atlas Climatológico.» Bogotá, 2014.
- IDEAM. «Tercera Comunicación Nacional de Colombia a la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático.» Bogotá, 2017.
- INERCO Consultoría Colombia. «Implementación del mapa de ruta para la adaptación del sector energético al cambio climático (incluyendo el uso de la herramienta de servicios ecosistémicos) e identificación de factores de vulnerabilidad del sector minero y líneas gruesas de medidas de a.» Metodología para estimar la vulnerabilidad y los riesgos al cambio climático para los tipos de minería analizados, Bogotá, 2015.
- INERCO Consultoría Colombia. «Implementación del mapa de ruta para la adaptación del sector energético al cambio climático (incluyendo el uso de la herramienta de servicios ecosistémicos) e identificación de factores de vulnerabilidad del sector minero y líneas gruesas de medidas de a.» Identificación de actores y grupos de interés estratégicos, Bogotá, 2015.
- INERCO Consultoría Colombia. «Implementación del mapa de ruta para la adaptación del sector energético al cambio climático (incluyendo el uso de la herramienta de servicios ecosistémicos) e identificación de factores de vulnerabilidad del sector minero y líneas gruesas de medidas de a.» Estrategia de comunicación., Bogotá, 2015.
- Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. s.f.
<https://www.minambiente.gov.co/index.php/gestion-territorial-de-cambio-climatico/aproximacion-a-territorio-plan-es-territoriales-de-cambio-climatico#:~:text=La%20Ley%201931%20de%202018,y%20de%20mitigaci%C3%B3n%20de%20emisiones> (último acceso: 15 de febrero de 2021).
- . s.f.
<https://www.minambiente.gov.co/index.php/component/content/article?id=1695:planta-cambio-climatico-45> (último acceso: 15 de febrero de 2021).
- Scholes, J., y G. Johnson. *Exploring Public Sector Strategy*. New Jersey: Prentice Hall, 2001.
- Servicio Geológico Colombiano. Servicio Geológico Colombiano. s.f.
<https://www2.sgc.gov.co/Nosotros/AcercaDelSgc/Paginas/funciones-y-deberes.aspx#:~:text=El%20Servicio%20Geol%C3%B3gico%20Colombiano%20tiene,de%20los%20materiales%20nucleares%20y> (último acceso: 15 de febrero de 2021).
- Unión Temporal INERCO-UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA. «Consultoría para la formulación de plan de gestión integral de cambio climático del sector minero energético,



que responda a las obligaciones establecidas en el artículo 170 de la Ley 1753 de 2015.»
Anexo 1: Metodología para la evaluación de la vulnerabilidad y riesgo del sector minero
energético ante el cambio y la variabilidad climática, Bogotá, 2018.

