



MINISTERIO DE AMBIENTE Y DESARROLLO SOSTENIBLE AUTORIDAD NACIONAL DE LICENCIAS AMBIENTALES

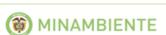
TÉRMINOS DE REFERENCIA PARA LA ELABORACIÓN DEL ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL - EIA EN PROYECTOS DE CONSTRUCCIÓN DE LÍNEAS FÉRREAS TdR-03

BOGOTÁ D.C. 2017

TABLA DE CONTENIDO

| LISTA | DE ACRÓNIMOS Y SIGLAS | 6 |
|-------|--|------|
| GLOS | SARIO | 10 |
| RESU | MEN EJECUTIVO | 17 |
| 1. | OBJETIVOS | 18 |
| 2. | GENERALIDADES | 18 |
| 2.1 | ANTECEDENTES | 18 |
| 2.2 | ALCANCES | 18 |
| 2.3 | METODOLOGÍA | 19 |
| 3. | DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO | 20 |
| 3.1 | LOCALIZACIÓN | 20 |
| 3.2 | CARACTERÍSTICAS DEL PROYECTO | 20 |
| 3.2.1 | INFRAESTRUCTURA EXISTENTE | 21 |
| 3.2.2 | FASES Y ACTIVIDADES DEL PROYECTO | 21 |
| 3.2.3 | DISEÑO DEL PROYECTO | 21 |
| 3.2.4 | INSUMOS DEL PROYECTO | 24 |
| 3.2.5 | MANEJO Y DISPOSICIÓN DE MATERIALES SOBRANTES DE EXCAVACI | ÓN Y |
| | DE CONSTRUCCIÓN Y DEMOLICIÓN | 25 |
| 3.2.6 | RESIDUOS PELIGROSOS Y NO PELIGROSOS | 26 |
| 3.2.7 | COSTOS DEL PROYECTO | 26 |
| 3.2.8 | CRONOGRAMA DEL PROYECTO | 26 |
| 3.2.9 | ORGANIZACIÓN DEL PROYECTO | 27 |
| 4. | ÁREA DE INFLUENCIA | 27 |
| 4.1 | CONSIDERACIONES TÉCNICAS | 27 |
| 4.2 | DEFINICIÓN, IDENTIFICACIÓN Y DELIMITACIÓN DEL ÁREA DE | |
| | INFLUENCIA | 28 |
| 5. | CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA | 31 |







| 5.1 | MEDIO ABIÓTICO | 31 |
|--------|--|--------|
| 5.1.1 | GEOLOGÍA | 31 |
| 5.1.2 | GEOMORFOLOGÍA | 32 |
| 5.1.3 | PAISAJE | 33 |
| 5.1.4 | SUELOS Y USO DE LA TIERRA | 33 |
| 5.1.5 | HIDROLOGÍA | 34 |
| 5.1.6 | CALIDAD DEL AGUA | 36 |
| 5.1.7 | USOS DEL AGUA | 42 |
| 5.1.8 | HIDROGEOLOGÍA | 43 |
| 5.1.9 | GEOTECNIA | 43 |
| 5.1.10 | ATMÓSFERA | 44 |
| 5.2 | MEDIO BIÓTICO | 54 |
| 5.2.1 | ECOSISTEMAS | 55 |
| 5.3 | MEDIO SOCIOECONÓMICO | 60 |
| 5.3.1 | PARTICIPACIÓN Y SOCIALIZACIÓN CON LAS COMUNIDADES | 61 |
| 5.3.2 | COMPONENTE DEMOGRÁFICO | 63 |
| 5.3.3 | COMPONENTE ESPACIAL | 64 |
| 5.3.4 | COMPONENTE ECONÓMICO | 65 |
| | COMPONENTE CULTURAL | |
| 5.3.6 | COMPONENTE ARQUEOLÓGICO | 70 |
| 5.3.7 | COMPONENTE POLÍTICO-ORGANIZATIVO | 70 |
| 5.3.8 | TENDENCIAS DEL DESARROLLO | 71 |
| 5.3.9 | INFORMACIÓN SOBRE POBLACIÓN A REASENTAR | 72 |
| 5.4 | SERVICIOS ECOSISTÉMICOS | 74 |
| 6. | ZONIFICACIÓN AMBIENTAL | 77 |
| 7. | DEMANDA, USO, APROVECHAMIENTO Y/O AFECTACIÓN DE RE | CURSOS |
| NATU | RALES | 78 |
| 7.1 | AGUAS SUPERFICIALES | 79 |
| 7.1.1 | CAPTACIÓN DE AGUAS SUPERFICIALES CONTINENTALES | 79 |







| 7.2 | AGUAS SUBTERRÂNEAS | 80 |
|-------|---|-------|
| 7.2.1 | PARA LA EXPLORACIÓN DE LAS AGUAS SUBTERRÁNEAS | 81 |
| 7.2.2 | PARA LA CONCESIÓN DE LAS AGUAS SUBTERRÁNEAS | 81 |
| 7.3 | VERTIMIENTOS | 82 |
| 7.3.1 | PARA VERTIMIENTOS EN CUERPOS DE AGUA CONTINENTALES | 83 |
| 7.3.2 | PARA VERTIMIENTOS EN SUELOS | 87 |
| 7.4 | OCUPACIONES DE CAUCES | 88 |
| 7.5 | APROVECHAMIENTO FORESTAL | 89 |
| 7.6 | RECOLECCIÓN DE ESPECÍMENES DE ESPECIES SILVESTRES DE | ΞLA |
| | BIODIVERSIDAD | 91 |
| 7.7 | EMISIONES ATMOSFÉRICAS | 92 |
| 7.7.1 | EMISIÓN DE CONTAMINANTES DEL AIRE – FUENTES DE EMISIÓN | 92 |
| 7.7.2 | MODELO DE DISPERSIÓN | 93 |
| 7.8 | MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN | |
| 7.8.1 | EXPLOTACIÓN DE MATERIAL DE CANTERA | 95 |
| 7.8.2 | EXPLOTACIÓN DE MATERIALES DE ARRASTRE DE CAUCES O LECH | |
| | CORRIENTES O DEPÓSITOS DE AGUA | 96 |
| 7.8.3 | ADQUISICIÓN DE MATERIALES EN FUENTES EXISTENTES | 98 |
| 7.8. | 4 EXTRACCIÓN DE MATERIALES SOBRE TÍTULOS MINEROS UBICAD | OS EN |
| | EL CORREDOR FÉRREO PROYECTADO | |
| 8. | EVALUACIÓN AMBIENTAL | 98 |
| 8.1 | IDENTIFICACIÓN Y EVALUACIÓN DE IMPACTOS PARA EL ESCEN | ARIO |
| | SIN PROYECTO | |
| 8.2 | IDENTIFICACIÓN Y EVALUACIÓN DE IMPACTOS PARA EL ESCEN | ARIO |
| | CON PROYECTO | |
| 8.3 | EVALUACIÓN ECONÓMICA AMBIENTAL | |
| 9. | ZONIFICACIÓN DE MANEJO AMBIENTAL DEL PROYECTO | 101 |
| 10. | PLANES Y PROGRAMAS | |
| 10.1 | PLAN DE MANEJO AMBIENTAL | 102 |





MINAMBIENTE

| 10.1.1 PROGRAMAS DE MANEJO AMBIENTAL102 | |
|---|--|
| 10.1.2 PLAN DE SEGUIMIENTO Y MONITOREO | |
| 10.1.3 PLAN DE GESTIÓN DEL RIESGO105 | |
| 10.1.4 MEDIDAS DE DESCONTAMINACIÓN AMBIENTAL Y COMPENSACIÓN 111 | |
| 10.1.5 PLAN DE DESMANTELAMIENTO Y ABANDONO111 | |
| 10.2 OTROS PLANES Y PROGRAMAS | |
| 10.2.1 PLAN DE INVERSIÓN DEL 1%111 | |
| 10.2.2 PLAN DE COMPENSACIÓN POR PÉRDIDA DE BIODIVERSIDAD112 | |
| 11. BIBLIOGRAFÍA115 | |





LISTA DE ACRÓNIMOS Y SIGLAS

AICAS: Áreas Importantes para la Conservación de las Aves

ANLA: Autoridad Nacional de Licencias Ambientales

CITES: Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de

Fauna y Flora Silvestres

CR: Peligro Crítico

DANE: Departamento Administrativo Nacional de Estadística

DAP: Diámetro a la Altura del Pecho

DIN: Instituto Alemán de Normas (DIN por sus siglas en alemán)

EIA: Estudio de Impacto Ambiental

EN: Peligro.

ENA: Estudio Nacional del Agua

EOT: Esquema de Ordenamiento Territorial

GDB: Modelo de Almacenamiento Geográfico de Datos

IAvH: Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt

Colombia

ICANH: Instituto Colombiano de Antropología e Historia

IDEAM: Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales

IEC: Comisión Electrotécnica International (IEC por sus siglas en inglés)

IGAC: Instituto Geográfico Agustín Codazzi

IIAP: Instituto de Investigaciones Ambientales del Pacífico





INVEMAR: Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras "José Benito Vives de Andréis"

MAVDT: Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial

Minambiente: Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible

MSDS: Hojas de Seguridad para Materiales (MSDS por sus siglas en inglés)

NBI: Necesidades Básicas Insatisfechas

PBOT: Plan Básico de Ordenamiento Territorial

PET: Población en Edad de Trabajar

PNN: Parques Nacionales Naturales

PGIRS: Plan de Gestión Integral de Residuos Sólidos

PMA: Plan de Manejo Ambiental

POMCA: Plan de Ordenación y Manejo de Cuencas

POT: Plan de Ordenamiento Territorial

SIG: Sistema de Información Geográfica

SINAP: Sistema Nacional de Áreas Protegidas

SIRAP: Sistema Regional de Áreas Protegidas

SINCHI: Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas SINCHI

SSEE: Servicios Ecosistémicos

TPD: Tráfico Promedio Diario

UICN: Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza

US EPA: Agencia de Protección Ambiental de Estados Unidos

VITAL: Ventanilla Integral de Trámites Ambientales en Línea de la ANLA





VU: Vulnerable

ZODME: Zona de Manejo de Escombros y Material de Excavación







CONSIDERACIONES GENERALES PARA LA PRESENTACIÓN DEL ESTUDIO

En este documento se presentan los términos de referencia para la elaboración del Estudio de Impacto Ambiental (en adelante EIA) para proyectos de construcción de líneas férreas que requieran de licencia ambiental de acuerdo con el Decreto 1076 de 2015, o aquel que lo modifique, sustituya o derogue. Estos términos son de carácter genérico y en consecuencia deben ser adaptados a la magnitud y particularidades del proyecto, así como a las características ambientales regionales y locales en donde se pretende desarrollar.

Para el caso de proyectos de construcción de líneas férreas que contemplen la construcción de túneles, la elaboración del EIA debe acoger, adicionalmente, los requerimientos establecidos en los "Términos de referencia para la elaboración del Estudio de Impacto Ambiental - EIA en proyectos que incluyan la construcción de túneles."

En atención a lo establecido en el parágrafo 3 del artículo 2.2.2.3.6.2 del Decreto 1076 de 2015, los proyectos de construcción de líneas férreas asociados a proyectos de explotación minera de carbón que requieran el transporte del material desde el sitio de explotación hasta el puerto de embarque, deben acoger lo estipulado en los presentes términos de referencia.

El ElA debe ser desarrollado en el marco del principio de desarrollo sostenible, y partiendo de la aplicación de buenas prácticas ambientales.

El EIA debe ser elaborado con información de alto nivel científico y técnico, acorde con la Metodología General para la Presentación de Estudios Ambientales¹, acogida mediante Resolución 1503 de 2010 del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (en adelante Minambiente), o aquella norma que la modifique, sustituya o derogue, y según lo establecido en los presentes términos de referencia.

Los presentes términos de referencia sustituyen los acogidos por la Resolución 113 de 28 de enero de 2015, expedida por el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, e incorporan los aspectos relacionados con los proyectos de construcción de líneas férreas y sus accesos, así como los puentes y viaductos con sus accesos, que hagan parte de los mismos, para los cuales se solicite la licencia ambiental.

¹ Colombia. Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. Metodología general para la presentación de estudios ambientales / Zapata P., Diana M., Londoño B Carlos A et ál. (Eds.) González H Claudia V. Idárraga A Jorge.; Poveda G Amanda.; et ál. (Textos). Bogotá, D.C.: Colombia. Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, 2010. 72 p.



MINAMBIENTE



Adicionalmente:

- La información cartográfica debe estar acorde con lo establecido en la Resolución 2182 de 2016² expedida por Minambiente, o aquella que la modifique, sustituya o derogue.
- El EIA debe ser entregado junto con la solicitud de la Licencia Ambiental a través de la Ventanilla Integral de Trámites Ambientales en Línea VITAL de la Autoridad Nacional de Licencias Ambientales ANLA, disponible en el siguiente vínculo: http://vital.anla.gov.co/ventanillasilpa/. Se debe incluir la información requerida en el artículo 2.2.2.3.6.2, Sección 3 Estudios Ambientales, Capítulo 3, del Decreto 1076 de 2015, o el que lo modifique, sustituya o derogue.
- En el momento en que la autoridad competente proponga y adopte diferentes metodologías, protocolos y lineamientos que se establezcan para la elaboración de Estudios Ambientales, el usuario deberá acogerlos e implementarlos de acuerdo al régimen de transición establecido en cada uno de ellos.

GLOSARIO

Para la aplicación de los presentes términos de referencia se tendrá en cuenta el siguiente glosario³:

- Alcance del proyecto, obra o actividad: para efectos del trámite de licenciamiento, un proyecto, obra o actividad incluye la planeación, emplazamiento, instalación, construcción y montaje, durante la etapa constructiva, y desmantelamiento, finalización y/o terminación de todas las acciones, actividades e infraestructura relacionada y asociada con la etapa constructiva. [1]
- Amenaza: peligro latente de que un evento físico de origen natural, o causado o inducido por la acción humana, se presente con una severidad suficiente para causar pérdida de vidas, lesiones u otros impactos en la salud, así como también daños y pérdida de bienes, infraestructura, líneas vitales y medios de sustento, y afectación a otros elementos del ambiente y a la prestación de servicios ecosistémicos. [2]

² "Por la cual se modifica y consolida el Modelo de Almacenamiento geográfico (Geodatabase) contenido en la Metodología General para la Presentación de Estudios Ambientales y en el Manual de Seguimiento Ambiental de Provectos."

³ Las referencias para esta sección se encuentran al final del documento, en el ítem de Bibliografía.







- **Biodiversidad**: variabilidad de organismos vivos, incluidos entre otros, los ecosistemas terrestres y marinos y otros ecosistemas acuáticos y los complejos ecológicos de los que forman parte; comprende también la diversidad genética dentro de cada especie, entre las especies y los ecosistemas. [3] Esta definición permite entender la biodiversidad como un sistema, territorialmente explícito, que se caracteriza no sólo por tener estructura, composición (expresado en los diversos arreglos de los niveles de organización de la biodiversidad, desde los genes hasta los ecosistemas) y un funcionamiento entre estos niveles, sino que también tiene una relación estrecha e interdependiente con los beneficios que pueden proveer a los seres humanos a través de un conjunto de procesos ecológicos que han sido establecidos como servicios ecosistémicos, los cuales incluyen categorías de soporte, aprovisionamiento, regulación y cultura (ver definición de servicios ecosistémicos) para el desarrollo de los diferentes sistemas culturales humanos en todas sus dimensiones (político, social, económico, tecnológico, simbólico, mítico y religioso). [4]
- Centros poblados: concentraciones de edificaciones conformadas por veinte (20) o más viviendas contiguas o adosadas entre sí. Corresponde a los caseríos, inspecciones de policía y corregimientos pertenecientes al área rural del municipio.
- **Componentes**: aspectos ambientales que constituyen un medio (abiótico, biótico o socioeconómico) como por ejemplo, componente atmosférico, hidrológico, faunístico, demográfico, entre otros.
- Componente litosférico: elementos que componen la corteza terrestre. Incluye las formaciones rocosas, los cuerpos detríticos sin consolidar y los cuerpos de aguas subterráneas.
- **Conflicto ambiental**: controversias de intereses o valores que se pueden presentar entre dos (2) o más personas (naturales o jurídicas) que pretendan hacer un uso diferente e incompatible de un mismo recurso natural. [6]
- Cuenca hidrográfica u Hoya hidrográfica: área de aguas superficiales o subterráneas que vierten a una red hidrográfica natural con uno o varios cauces naturales, de caudal continuo o intermitente, que confluyen en un curso mayor que, a su vez, puede desembocar en un río principal, en un depósito natural de aguas, en un pantano o directamente en el mar. [7]
- Desarrollo sostenible: tipo de desarrollo que satisface las necesidades de la presente generación, promueve el crecimiento económico, la equidad social, la modificación constructiva de los ecosistemas y el mantenimiento de la base de los







recursos naturales, sin deteriorar el medio ambiente y sin afectar el derecho de las generaciones futuras a utilizarlo para satisfacer sus propias necesidades. [8]

- Desastre: resultado que se desencadena de la manifestación de uno o varios eventos naturales o antrópicos, que al encontrar condiciones propicias de vulnerabilidad en las personas, los bienes, la infraestructura, las líneas vitales, los medios de sustento, otros elementos del ambiente y la prestación de servicios ecosistémicos, causa pérdidas humanas, daños materiales, económicos o ambientales, generando una alteración intensa, grave y extendida en las condiciones normales de funcionamiento de la sociedad. [9]
- Ecosistema: unidad estructural, funcional y de organización, constituida por organismos (incluido el hombre) y variables ambientales (bióticas y abióticas) en un área determinada. [10]
- Emergencia: situación caracterizada por la alteración o interrupción intensa y grave de las condiciones normales de funcionamiento u operación de una comunidad, causada por un evento adverso o por la inminencia del mismo, que obliga a una reacción inmediata y que requiere la respuesta de las instituciones del Estado, los medios de comunicación y de la comunidad en general. [11]
- **Especie**: desde el punto de vista biótico, grupo de organismos que pueden reproducirse libremente entre sí, pero no con miembros de otras especies. [12]
- **Estructura del ecosistema**: suma del hábitat y la biocenosis. El hábitat se define como un área con condiciones físicas uniformes que permiten que se desarrollen las comunidades biológicas. La biocenosis es la coexistencia de las comunidades biológicas en una misma área. [13]
- Factibilidad: fase en la cual se debe diseñar el proyecto y efectuar la evaluación económica final, mediante la simulación con el modelo aprobado por las entidades contratantes. Tiene por finalidad establecer si el proyecto es factible para su ejecución, considerando todos los aspectos relacionados con el mismo. En esta fase se identifican las redes, infraestructuras y activos existentes, las comunidades étnicas y el patrimonio urbano, arquitectónico, cultural y arqueológico que puedan impactar el proyecto, así como títulos mineros en procesos de adjudicación, otorgados, existentes y en explotación.

Desarrollados los estudios de factibilidad del proyecto, podrán la entidad pública o el responsable del diseño si ya fue adjudicado el proyecto, continuar con la elaboración de los diseños definitivos.







Finalizada esta fase de factibilidad, la entidad pública o el contratista, si ya fue adjudicado el proyecto de infraestructura de transporte, adelantará el estudio de impacto ambiental, el cual será sometido a aprobación de la autoridad ambiental quien otorgará la licencia respectiva. [14]

- Funcionalidad del ecosistema: capacidad de los procesos y componentes naturales de proporcionar los bienes y servicios que satisfacen directa o indirectamente las necesidades del ser humano. En este mismo sentido los ecosistemas pueden ser analizados desde el concepto de servicio ecológico o servicio ecosistémico. [15]
- Impactos acumulativos: impactos que resultan de efectos sucesivos, incrementales, y/o combinados de proyectos, obras o actividades cuando se suman a otros impactos existentes, planeados y/o futuros razonablemente anticipados. [16]
- **Impacto ambiental**: cualquier alteración sobre el ambiente (medios abiótico, biótico y socioeconómico), que sea adverso o beneficioso, total o parcial, que pueda ser atribuido al desarrollo de un proyecto, obra o actividad. [17]
- Impacto ambiental significativo: impacto ambiental que por la específica relación existente entre las actividades de un proyecto y el entorno en el que se ejecuta, pueda generar un deterioro grave al ambiente, los recursos naturales o el paisaje. 18] La designación de un impacto ambiental como un impacto ambiental significativo, resulta de la aplicación de, entre otras, metodologías de valoración de impactos que involucran el análisis y la evaluación de múltiples criterios o el uso de herramientas como el análisis de redes o las técnicas difusas con el fin de establecer medidas de manejo para evitarlos, mitigarlos, corregirlos o compensarlos.
- Impactos residuales: impactos cuyos efectos persistirán en el ambiente, luego de aplicadas las medidas de prevención, minimización y mitigación, razón por la cual se deben aplicar medidas de compensación.
- Impactos sinérgicos: impactos que tienen origen en relaciones complejas entre otros impactos ya sean generados por un mismo proyecto o por varios. Un impacto sinérgico puede evidenciarse cuando el efecto combinado de dos impactos sea mayor que su suma o cuando estos facilitan la aparición de un tercer impacto. [19]
- Línea férrea: comunicación ferroviaria entre dos puntos determinados. Las líneas pueden tener una, dos o más vías (líneas de vía única, vía doble, vía doble banalizada, vía múltiple). [20]







- Manejo del desastre: proceso de la gestión del riesgo compuesto por la preparación para la respuesta a emergencias, la preparación para la recuperación posdesastre, la ejecución de dicha respuesta y la ejecución de la respectiva recuperación (rehabilitación y recuperación). [21]
- Medio: división general que se realiza del ambiente para un mejor análisis y entendimiento del mismo. En el contexto de los estudios ambientales corresponde al abiótico, biótico y socioeconómico.
- Medio ambiente: todo aquello que rodea al ser humano y que comprende elementos naturales, tanto físicos como biológicos, elementos artificiales y elementos sociales y las interacciones de éstos entre sí. [22]
- Mitigación del riesgo: medidas de intervención prescriptiva o correctiva dirigidas a reducir o disminuir los daños y pérdidas que se puedan presentar a través de reglamentos de seguridad y proyectos de inversión pública o privada cuyo objetivo es reducir las condiciones de amenaza, cuando sea posible, y la vulnerabilidad existente. [23]
- Paisaje fisiográfico: porción del espacio geográfico homogénea en términos del relieve, y de este en relación con otros factores físicos como el clima, los suelos y la geología. El paisaje fisiográfico se establece dentro de un gran paisaje, con base en su morfología específica, a la cual se le adicionan como atributos la litología y la edad (muy antiquo, sub-reciente, reciente, actual). [24]
- Prevención de riesgo: medidas y acciones de intervención restrictiva o prospectiva dispuestas con anticipación con el fin de evitar que se genere riesgo. Puede enfocarse a evitar o neutralizar la amenaza o la exposición y la vulnerabilidad ante la misma en forma definitiva para impedir que se genere nuevo riesgo. Los instrumentos esenciales de la prevención son aquellos previstos en la planificación, la inversión pública y el ordenamiento ambiental territorial, que tienen como objetivo reglamentar el uso y la ocupación del suelo de forma segura y sostenible. [25]
- Recolección de especímenes: proceso de captura y/o remoción o extracción temporal o definitiva del medio natural de especímenes de la diversidad biológica, para la realización de inventarios y caracterizaciones que permitan el levantamiento de línea base de los estudios ambientales. [26]
- Reducción del riesgo: proceso de la gestión del riesgo compuesto por la intervención dirigida a modificar o disminuir las condiciones de riesgo existentes







(entiéndase mitigación del riesgo), y a evitar nuevo riesgo en el territorio (entiéndase prevención del riesgo). Implica la adopción de medidas de mitigación y prevención para reducir la amenaza y la exposición, así como para disminuir la vulnerabilidad de las personas, los bienes, la infraestructura, las líneas vitales y los medios de sustento, además de la de otros elementos del ambiente y los servicios ecosistémicos, para evitar o minimizar los daños y pérdidas en caso de producirse eventos físicos peligrosos. [27]

- Riesgo: probabilidad de que se presenten daños o pérdidas debido a eventos físicos peligrosos, de origen natural, socio-natural, tecnológico, biosanitario o humano, en un lapso de tiempo específico, y que son determinados por la vulnerabilidad de los elementos expuestos; por consiguiente, el riesgo se deriva de la combinación de la amenaza y la vulnerabilidad. La representación cartográfica de niveles de riego uniformes generalmente se realiza con el uso de curvas denominadas isocontornos de riesgo. [28]
- Riesgo ambiental: riesgo al cual están expuestos los elementos del ambiente y la prestación de servicios ecosistémicos. [29]
- Riesgo individual: riesgo al cual está expuesto un individuo. [30]
- Riesgo social: riesgo al cual está expuesto un grupo de personas, generalmente se expresa en términos de la frecuencia con la que se presentan eventos accidentales y fatalidades. [31]
- Riesgo socioeconómico: riesgo que tiene el potencial de afectar los bienes, medios de sustento, infraestructura y actividades productivas de un grupo humano.
- Sensibilidad ambiental: potencial de afectación (transformación o cambio) que pueden sufrir los componentes ambientales como resultado de la alteración de los procesos físicos, bióticos y socioeconómicos debidos a las actividades de intervención antrópica del medio o debido a los procesos de desestabilización natural que experimenta el ambiente. [33]
- Servicios ecosistémicos: beneficios directos e indirectos que la humanidad recibe de la biodiversidad y que son el resultado de la interacción entre los diferentes componentes, estructuras y funciones que constituyen la biodiversidad. [34]
- Servicios ecosistémicos culturales: beneficios no materiales obtenidos de los ecosistemas, a través del enriquecimiento espiritual, el desarrollo cognitivo, la reflexión, la recreación y las experiencias estéticas. [35]







- Servicios ecosistémicos de aprovisionamiento: bienes y productos que se obtienen de los ecosistemas, como alimentos, fibras, madera, agua y recursos genéticos. [36]
- Servicios ecosistémicos de regulación: beneficios resultantes de la regulación de los procesos ecosistémicos, incluyendo el mantenimiento de la calidad del aire, la regulación del clima, el control de la erosión, el control de enfermedades humanas y la purificación del agua. [37]
- Servicios ecosistémicos de soporte: servicios y procesos ecológicos necesarios para el aprovisionamiento y existencia de los demás servicios ecosistémicos, entre estos se incluyen, la producción primaria, la formación del suelo y el ciclado de nutrientes, entre otros. [38]
- Tramo homogéneo para captación y/o vertimiento: sector del cuerpo de agua que tiene condiciones similares en sus características fisicoquímicas, hidrobiológicas, hidráulicas, hidrológicas, de cobertura vegetal, y de uso. [39]
- Tramo homogéneo para ocupación de cauce: sector de un cuerpo de agua con características similares en estabilidad de márgenes, características hidráulicas, hidrológicas, y de cobertura vegetal, a lo largo del cual la intervención del cauce causaría un impacto similar. [40]
- Unidad territorial: delimitación del territorio que constituye una unidad de análisis seleccionada dependiendo del nivel de detalle con el que se requiera la información. Esta unidad se aplica para la definición del área de influencia de los componentes del medio socioeconómico, la cual presenta características relativamente homogéneas que la diferencian de las demás y puede o no coincidir con la división político-administrativa de los entes territoriales reconocidos legalmente.
- Unidades sociales: hogares (múltiples o unipersonales), actividades económicas y/o instituciones que se encuentran en los predios requeridos. [41]
- Vulnerabilidad: susceptibilidad o fragilidad que tiene una comunidad o un ecosistema de ser afectado o de sufrir efectos adversos, en caso de que un evento físico peligroso, de origen natural o antrópico, se presente. Corresponde a la predisposición a sufrir pérdida de vidas, lesiones u otros impactos en la salud, así como también daños y pérdida de bienes, infraestructura, líneas vitales y medios de sustento, y afectación a otros elementos del ambiente y a la prestación de servicios







ecosistémicos. Se establece a partir de un análisis multidimensional de los determinantes de la vulnerabilidad (exposición, sensibilidad y resiliencia). [42]

• **Zonificación ambiental**: proceso de sectorización de un área compleja en áreas relativamente homogéneas de acuerdo con factores asociados a la sensibilidad ambiental de los componentes de los medios abiótico, biótico y socioeconómico.

[43]

El Estudio de Impacto Ambiental debe contener:

RESUMEN EJECUTIVO

Se debe presentar un resumen ejecutivo del EIA, el cual debe incluir como mínimo:

- Síntesis del proyecto en donde se establecen las características relevantes de las obras y acciones básicas de la construcción.
- Localización, extensión y características principales de las áreas de influencia por componentes.
- Necesidades de uso y/o aprovechamiento de recursos naturales renovables y no renovables.
- Método de evaluación ambiental de impactos utilizado para la jerarquización y cuantificación de los impactos ambientales.
- Zonificación ambiental.
- Zonificación de manejo ambiental.
- Breve reseña del Plan de Manejo Ambiental PMA.
- Resumen del Plan de Inversión del 1% en los casos que aplique.
- Principales riesgos identificados.
- Costo total estimado del proyecto.
- Costo total aproximado de la implementación del PMA.
- Cronograma general estimado de ejecución del proyecto.
- Cronograma general estimado de ejecución del PMA concordante con la ejecución del proyecto.
- Actividades a seguir en la fase de desmantelamiento y abandono de instalaciones temporales.

El resumen ejecutivo debe ser una síntesis de los principales elementos del EIA, de tal forma que permita a la autoridad ambiental tener una visión general del proyecto, las particularidades del medio donde se pretende desarrollar, los impactos ambientales significativos y los programas ambientales identificados para su manejo.





1. OBJETIVOS

Se deben definir los objetivos generales y específicos del proyecto, teniendo en cuenta el alcance de la solicitud.

2. GENERALIDADES

2.1 ANTECEDENTES

Se deben presentar los aspectos relevantes del proyecto previos a la elaboración del EIA, incluyendo justificación; estudios e investigaciones previas; radicación de solicitudes de sustracción de reservas forestales de Ley 2 de 1959 y/o de levantamiento de vedas (si aplica), trámites anteriores ante autoridades competentes, identificación de áreas del SINAP y SIRAP, ecosistemas estratégicos y áreas ambientalmente sensibles, conceptos de compatibilidad en Distritos de Manejo Integrado y en zonificación de manglares; ubicación de otros proyectos en las áreas de influencia (proyectos de interés nacional y regional); y otros aspectos que se consideren pertinentes.

En el evento en que el proyecto contemple la explotación de fuentes de materiales, se debe tener en cuenta lo dispuesto en el Decreto 1374 de 27 de junio de 2013 y en la Resolución 705 de 28 de junio de 2013 modificada por la Resolución 1150 de 15 de julio de 2014, expedidas por Minambiente.

Adicionalmente se debe incluir, en caso de que aplique, el número del acto administrativo que otorga el Permiso de Estudio para la Recolección de Especímenes de Especies Silvestres de la Diversidad Biológica con fines de Elaboración de Estudios Ambientales, de acuerdo con la Sección 2, Capitulo 9, Titulo 2, Parte 2, Libro 2 del Decreto 1076 de 2015 de Minambiente o el que lo modifique, sustituya o derogue.

Se deben establecer las potenciales implicaciones del proyecto en relación con las políticas, planes, programas y proyectos, que a nivel nacional, departamental y municipal, estén contemplados en las áreas de influencia, con el propósito de evaluar posibles superposiciones, especialmente con proyectos de interés nacional y regional que se pretendan construir en la región.

2.2 ALCANCES

 Alcance: el alcance del estudio debe atender lo establecido en los presentes términos de referencia de acuerdo a la pertinencia de los mismos respecto al proyecto.







Limitaciones y/o restricciones del EIA: cuando por razones técnicas y/o
jurídicas no pueda ser incluido algún aspecto específico exigido en los presentes
términos de referencia, esta situación debe ser informada explícitamente,
presentando la respectiva justificación.

Se deben identificar y delimitar los vacíos de información en los diferentes medios (abiótico, biótico y socioeconómico) y la manera como se abordarán en el EIA.

2.3 METODOLOGÍA

Se deben presentar las diferentes metodologías, completas y detalladas, utilizadas para la elaboración del EIA, incluyendo los procedimientos de recolección, el procesamiento y análisis de la información; sus memorias de cálculo y el grado de incertidumbre de cada una de ellas, así como las fechas o períodos a los que corresponde el levantamiento de información para cada componente y medio. Se debe utilizar información primaria y secundaria, de acuerdo con los términos de referencia y con las técnicas propias de cada una de las disciplinas que intervienen en el estudio.

Para tal efecto, el interesado debe basarse en los criterios incluidos en la Metodología General para la Presentación de Estudios Ambientales expedida por el Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial mediante Resolución 1503 de 4 de agosto de 2010, modificada para el componente geográfico mediante la Resolución 2182 del 23 diciembre de 2016 de Minambiente, o aquellas normas que la modifiquen, sustituyan o deroguen; no obstante, de ser necesario, o por la especificidad de los temas se podrá recurrir a procedimientos metodológicos acordes con las variables a medir.

Las imágenes de sensores remotos (imágenes satelitales, de radar, lidar, ortofotografías, etc.), utilizadas como insumo para la elaboración de cartografía y caracterización ambiental, deben tener una resolución equivalente a 1/3 de la escala (la escala corresponde a 1:25.000) y su temporalidad no debe superar los tres (3) años. En caso de no encontrarse este tipo de insumos, se puede utilizar una fuente de mayor temporalidad, argumentando las carencias de esta información.

Se debe incluir la información del consultor encargado de la elaboración del EIA y relacionar los profesionales que participaron en el mismo, especificando la respectiva disciplina y licencia, autorización o tarjeta profesional según corresponda.





3. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

3.1 LOCALIZACIÓN

Se debe presentar de manera esquemática la localización geográfica y político-administrativa (departamental, municipal y corregimental, en los casos que aplique incorporar el ámbito veredal), que permita dimensionar y ubicar el proyecto en el entorno geográfico. Así mismo, se debe localizar el proyecto en un mapa georreferenciado en coordenadas planas (datum magna sirgas) a escala 1:25.000 o más detallada, que permita la adecuada lectura de la información, cumpliendo con los estándares de cartografía base del IGAC, así como con los catálogos de objetos.

El mapa de localización debe incluir entre otros, los siguientes aspectos de información básica:

- Curvas de nivel.
- Hidrografía.
- Accidentes geográficos.
- Asentamientos humanos.
- Equipamientos colectivos. ⁴

3.2 CARACTERÍSTICAS DEL PROYECTO

Se deben especificar las características técnicas del proyecto en las diferentes fases, acompañándolas de los respectivos diseños a nivel de factibilidad, de acuerdo al Título II de la Ley 1682 de 22 de noviembre de 2013.

Igualmente, se debe informar la duración del proyecto y presentar el cronograma estimado de actividades, los costos estimados y la estructura organizacional del mismo.

Se deben describir, dimensionar y ubicar en planos o mapas (planta, perfil y cortes típicos), los siguientes aspectos:

⁴ Conocidos también como Equipamientos Socioeconómicos, que corresponden a escenarios o instalaciones físicas en las que se prestan servicios en beneficio de una comunidad específica. Se consideran en esta categoría: centros educativos, hospital, centro de salud, puesto de salud, escenario deportivo, escenario recreativo, infraestructura comunitaria, infraestructura de servicios públicos, de comercialización y abasto, de administración y seguridad, entre otros.





3.2.1 <u>Infraestructura existente</u>

Se debe identificar las vías carreteras, líneas férreas y otra infraestructura asociada, situada en el área del proyecto, y describir:

- Tipo y clasificación de vías carreteras, líneas férreas y otra infraestructura asociada a éstas.
- Estado actual de las vías e infraestructura de transporte que va a ser utilizada o modificada por el proyecto.
- Infraestructura social y/o productiva asociada o no al proyecto tales como centros poblados, zonas de interés turístico, escuelas, centros de salud, entre otros.

Asimismo se debe identificar, describir y analizar integralmente, la existencia de infraestructura relacionada con los aspectos contemplados en el artículo 7 de la Ley 1682 de 22 de noviembre de 2013.

La información sobre la infraestructura existente debe presentarse en planos a escala 1:25.000 o más detallada.

3.2.2 <u>Fases y actividades del proyecto</u>

Se debe incluir la descripción general a nivel de medidas tipo, de cada una de las fases bajo las cuales se desarrollará el proyecto de construcción, incluyendo las actividades previas y de construcción, así como las de desmantelamiento, restauración, cierre y clausura y/o terminación de todas las acciones, usos del espacio, actividades e infraestructura temporal y permanente relacionados y asociados con el desarrollo del proyecto.

3.2.3 <u>Diseño del proyecto</u>

Se deben presentar a nivel de factibilidad las características técnicas del proyecto para cada una de las fases mencionadas, incluyendo la información de cada una de las obras de infraestructura que hacen parte del proyecto, estableciendo los criterios de diseño para el dimensionamiento para este nivel.

3.2.3.1 Trazado y características geométricas de la línea férrea a construir objeto del proyecto

De acuerdo al nivel de detalle que se tenga en la fase de factibilidad, se deben incluir las características de la infraestructura a construir relacionadas en la siguiente tabla:



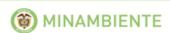




Tabla 1. Infraestructura a construir

| CARACTERISTÍCA | DESCRIPCIÓN | | |
|---------------------------------|--|--|--|
| O/ (II / IO I LI II O I I O / I | Topografía (terreno plano, ondulado, montañoso, escarpado). | | |
| Trazado | Velocidad de proyecto de la línea férrea en cuestión. | | |
| 110.2000 | | | |
| Superestructura | Clasificación de la línea: mercancías, pasajeros o mixto. Regulación de los elementos componentes de la superestructura de línea férrea: - Balasto. - Durmiente. - Carril o riel. - Aparatos de línea férrea incluyendo desvíos, travesías, aparcaderos, entre otros. Factores que influyen en el dimensionamiento de la sección transversal de línea férrea: - Tipo de tráfico (cargas máximas por eje a soportar por la línea férrea, etc.). - Dimensionamiento del material rodante a operar en el corredor. Criterios de diseño para el dimensionamiento de la superestructura de línea férrea: - Espesor de capa de balasto. - Densidad de riel o número de durmientes por metro lineal de línea férrea. Composición de la sección transversal. | | |
| | Criterios de dimensionamiento de la sección transversal y la superestructura de línea férrea acorde a los siguientes aspectos (criterios AREMA The American Railway Engineering and Maintenance-of-Way Association y la UIC Unión Internacional de Ferrocarriles, conocida por la sigla UIC, del francés Union Internationale des Chemins de Fer): - Espesor de capa de forma. - Espesor de capa de sub-balasto. Recomendaciones de diseño de esquemas de línea férrea. Localización de cambia vías y otros aparatos. | | |
| | Túneles. | | |
| | Puentes. | | |
| Infraestructura de | Intersecciones a nivel o desnivel. | | |
| transporte del | | | |
| • | Centros de control operativo. | | |
| proyecto | Centros de control operativo. Obras en los cascos urbanos. | | |
| proyecto | Obras en los cascos urbanos. Cruces de la línea férrea con otros tipos de infraestructura de | | |







| CARACTERISTÍCA | DESCRIPCIÓN | | | | |
|--------------------|---|--|--|--|--|
| | Viaductos. | | | | |
| | Demás tipos de infraestructura que conforman el proyecto. | | | | |
| Infraestructura de | Infraestructura de drenaje. | | | | |
| drenaje | Infraestructura de subdrenaje. | | | | |
| urenaje | Cruces de corrientes de aguas superficiales. | | | | |
| Infraestructura de | Taludes previstos en cortes y terraplenes. | | | | |
| geotecnia | Obras tipo de geotecnia y/o estabilidad de taludes. | | | | |
| Infraestructura de | Sistemas y fuentes de generación de energía. | | | | |
| suministro de | | | | | |
| energía | | | | | |

3.2.3.2 Infraestructura asociada al proyecto

Se deben incluir como mínimo y de acuerdo al nivel de detalle que se tenga en la fase de factibilidad, las características y ubicación aproximada de la infraestructura asociada de acuerdo a la siguiente tabla:

Tabla 2. Infraestructura asociada al proyecto

| CARACTERISTÍCA | DESCRIPCIÓN | | | |
|---|--|--|--|--|
| Campamentos permanentes y transitorios, sitios de | Campamentos: Incluir cuantificación aproximada de movimientos de tierra, redes de drenaje, posibles áreas de tratamiento y disposición de residuos, áreas de tratamiento de aguas residuales, zonas de almacenamiento de insumos, sustancias y combustibles. | | | |
| acopio y almacenamiento de materiales y cualquier tipo de infraestructura | Presentar un plano esquemático con la localización aproximada de cada campamento y las instalaciones que lo componen, con la información que se tenga en la fase de factibilidad. | | | |
| relacionada con el proyecto | Sitios de acopio y almacenamiento de materiales: Localización aproximada. | | | |
| | Otro tipo de infraestructura: Identificación, descripción y localización aproximada. | | | |
| Fuentes de materiales | Identificación y localización aproximada. | | | |
| Plantas de procesos | Localización aproximada de plantas de triturado. Localización aproximada de plantas de concreto. | | | |







3.2.3.3 Infraestructura y servicios interceptados por el proyecto

De acuerdo al nivel de detalle que se tenga en la fase de factibilidad, se debe describir, dimensionar y ubicar en mapas, la infraestructura y redes de servicios que sea necesario trasladar, reubicar o proteger, teniendo en cuenta, entre otras, las relacionadas a continuación:

Tabla 3. Infraestructura y redes de servicios

| CARACTERISTÍCA | DESCRIPCIÓN | | | |
|--------------------|--|--|--|--|
| | Redes de acueducto y alcantarillado. | | | |
| | Redes de oleoductos y gas. | | | |
| Servicios públicos | Redes eléctricas. | | | |
| | Redes de tecnologías de la información y las | | | |
| | comunicaciones. | | | |
| | Distritos de riego. | | | |
| | Vías (Red Vial Nacional, secundarias y terciarias). Predios (Describir su uso: dotacional, educativo, vivienda, | | | |
| Otros | | | | |
| | etc.). | | | |
| | Demás infraestructura y redes interceptadas. | | | |

3.2.4 Insumos del proyecto

Para la ejecución del proyecto y de acuerdo con los diseños de factibilidad, se debe presentar el listado y la estimación de los volúmenes de insumos que se relacionan en la siguiente tabla:

Tabla 4. Insumos del proyecto

| TIPO DE INSUMO | DESCRIPCIÓN | | | | |
|----------------------------|--|--|--|--|--|
| Materiales de construcción | Materiales pétreos (explotados en minas y canteras usados como agregados en la fabricación de concretos, pavimentos, obras de tierra, residuos de construcción y demolición y otros productos). | | | | |
| Otros | Materiales y productos como combustibles, aceites, grasas, disolventes, entre otros. Presentar las respectivas Hojas de Seguridad para Materiales – MSDS por sus siglas en inglés, y especificar el manejo de los insumos sobrantes. | | | | |
| Otros | Insumos procesados como concreto hidráulico, concreto asfáltico, prefabricado y triturados, entre otros. | | | | |
| | Explosivos: En el evento en que exista la necesidad de demolición y/o voladuras, se deben indicar las memorias de | | | | |







| TIPO DE INSUMO | DESCRIPCIÓN |
|-------------------|--|
| | perforación y voladura que incluya por lo menos tipo y clase de explosivo y accesorios, potencia, diseño de malla de perforación, proyecciones de fragmentación, sismicidad, tipo de almacenamiento y transporte, ubicación de polvorines. Establecer el tipo de voladura que se empleará y una estimación de las vibraciones que se prevén. Demás insumos que se requieran para las diferentes fases del |
| | proyecto. |
| Material sobrante | Balance de masas de los materiales de excavación y de relleno: Se debe especificar la cantidad de material a reutilizar en el proyecto. |

3.2.5 <u>Manejo y disposición de materiales sobrantes de excavación y de construcción y demolición</u>

Cuando se requiera realizar el manejo, transporte y disposición de materiales sobrantes de excavación y de construcción y demolición, se debe dar cumplimiento a lo dispuesto en la Resolución 541 de 1994 expedida por este Ministerio y demás normas concordantes e incluir como mínimo lo siguiente para cada sitio de disposición:

- Relación de los volúmenes estimados de material a disponer en cada uno de los sitios identificados, indicando su procedencia de acuerdo con cada tramo del proyecto y determinación de la ruta a seguir por los vehículos que transportarán el material.
- Localización georreferenciada y mapas topográficos con planimetría y altimetría de los sitios potenciales para la ubicación de la(s) Zona(s) de Manejo de Escombros y Material de Excavación (en adelante ZODME).
- Para cada ZODME propuesto se debe presentar a nivel de factibilidad:
 - Condiciones geotécnicas de la zona.
 - Análisis de factores de seguridad y riesgo de desplazamiento ante cargas externas.
 - Identificación de las viviendas y los cuerpos de agua existentes en el área propuesta de adecuación final de la(s) ZODME.
 - Parámetros de diseño a nivel de factibilidad y planos a escala 1:5.000 o más detallada, en donde se relacionen las obras de infraestructura necesarias para la adecuación del área (tales como drenajes y subdrenajes, estructuras de confinamiento y contención, y taludes, entre otros).
 - Descripción del proceso de conformación.
 - Planta y perfiles de la conformación final contemplada.





Identificación de los usos finales de cada una de las ZODME propuestas.

3.2.6 Residuos peligrosos y no peligrosos

Con base en las características del proyecto se debe presentar la siguiente información:

- Clasificación de los residuos sólidos (aprovechables, especiales, de construcción y demolición, ordinarios, etc., de acuerdo con lo establecido en el Decreto 1077 de 2015) del Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio), y de los residuos peligrosos (según lo previsto en el Capítulo 1, Titulo 6, Parte 2, Libro 2 del Decreto 1076 de 2015).
- Estimación de los volúmenes de residuos peligrosos y no peligrosos a generarse en desarrollo del proyecto.

Para el manejo de los residuos sólidos, el EIA debe tener en cuenta las consideraciones contempladas en el Plan de Gestión Integral de Residuos Sólidos - PGIRS del municipio, de acuerdo con lo establecido en la Resolución 1045 de 2003 del MAVDT, la Resolución 541 de 1994 "por medio de la cual se regula el cargue, descargue, transporte, almacenamiento y disposición final de escombros, materiales, elementos, concretos y agregados sueltos, de construcción, de demolición y capa orgánica, suelo y subsuelo de excavación", y las demás normas vigentes sobre la materia, o aquellas que las modifiquen, sustituyan o deroguen.

El manejo de residuos peligrosos debe realizarse de acuerdo a lo establecido en la Ley 1252 de 2008 y en la Sección 1, Capitulo 1, Titulo 6, Parte 2, Libro 2 del Decreto 1076 de 2015, o aquellas normas que los modifiquen, sustituyan o deroguen.

Para el manejo de residuos por parte del usuario se deben identificar los impactos previsibles y plantear las correspondientes medidas de manejo. Las instalaciones respectivas se deben presentar en mapas a escala 1:5.000 o más detallada, de tal forma que permita la lectura adecuada de la información.

3.2.7 Costos del proyecto

Se deben presentar los costos totales estimados del proyecto de acuerdo a lo previsto en el artículo 2.2.2.3.6.2, Sección 6, Capítulo 3, del Decreto 1076 de 2015 o el que lo modifique, sustituya o derogue.

3.2.8 Cronograma del proyecto

Se debe incluir el plazo de duración del proyecto y el cronograma estimado de actividades, para cada una de las fases del mismo.





3.2.9 Organización del proyecto

Se debe presentar la estructura organizacional para la ejecución del proyecto, estableciendo la instancia responsable de la gestión ambiental y social, y sus respectivas funciones.

4. ÁREA DE INFLUENCIA⁵

4.1 CONSIDERACIONES TÉCNICAS

Para la aplicación de la definición, identificación y delimitación de las áreas de influencia por componente, grupo de componentes o medio potencialmente impactado, deben tenerse en cuenta las definiciones consignadas en el Glosario.

Adicionalmente, se deben tener en cuenta los siguientes aspectos:

- El proyecto, obra o actividad incluye la planeación, emplazamiento, instalación, construcción y montajes, así como el salvamento, desmantelamiento, restauración, cierre y clausura y/o terminación de todas las acciones, usos del espacio, y las demás actividades e infraestructura permanente y temporal relacionadas y asociadas con su desarrollo. La infraestructura puede ser de propiedad del solicitante de la licencia ambiental o de terceros, y de igual forma las actividades podrán ser desarrolladas o gestionadas incluso mediante contratistas. Nota: El solicitante será el responsable directo ante la autoridad ambiental por el manejo ambiental del proyecto.
- Con relación a las vías de acceso del proyecto, dentro de las áreas de influencia, se deben considerar por lo menos las vías nuevas (construidas como parte del proyecto) y las vías privadas que el proyecto pretenda utilizar.
- Los componentes sobre los cuales se debe hacer el análisis de las áreas de influencia, corresponden a los indicados en el capítulo de caracterización ambiental para cada uno de los medios (abiótico, biótico y socioeconómico).
- Definir las acciones ambientales que se adelantarán con respecto a vías temporales o permanentes o los tramos de las mismas que una vez finalizado el proyecto, dejarán de ser transitadas y deberán ser cerradas y clausuradas.

⁵ El área de influencia del proyecto, obra o actividad, debe considerarse como una <u>única área</u>, no necesariamente continua, que resulta de la integración o agregación de las áreas de influencia por componente, grupo de componentes o medio. En los casos en que en este documento se mencione "*el área de influencia*", se entenderá que se hace referencia al área de influencia del proyecto, obra o actividad.







4.2 DEFINICIÓN, IDENTIFICACIÓN Y DELIMITACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA

El área de influencia es aquella en la que se manifiestan los impactos ambientales ocasionados por el desarrollo del proyecto, obra o actividad, sobre los medios abiótico, biótico y socioeconómico, en cada uno de los componentes de dichos medios; la identificación de estos impactos debe ser objetiva y en lo posible cuantificable, siempre que ello sea posible, de conformidad con las metodologías disponibles.

Teniendo en cuenta que la manifestación de los impactos ambientales de un proyecto, obra o actividad, varía de un componente a otro y de una actividad a otra, resulta factible que en el proceso de identificación y delimitación del área de influencia de dicho proyecto, se establezcan áreas de influencia por componente, grupo de componentes o medio, que luego se agregan para definir el área de influencia del proyecto (ver Figura 1). De esta manera, el resultado de la delimitación del área de influencia puede verse reflejado en uno o varios polígonos.

El área de influencia por componente, grupo de componentes o medio debe ser planteada en función de unidades de análisis tales como: cuencas hidrográficas, ecosistemas, unidades territoriales, y las que el solicitante identifique dentro del EIA. Cada área de influencia por componente, grupo de componentes o medio, debe tener una unidad mínima de análisis la cual debe ser debidamente sustentada.

La identificación de impactos ambientales en el área de influencia del proyecto debe tener en cuenta la existencia de resguardos indígenas y de territorios ancestrales, consejos comunitarios de comunidades negras, sitios sagrados o sitios de pagamento ubicados fuera de los resguardos, entre otros, de acuerdo con las respectivas certificaciones emitidas por la autoridad competente.

Para el caso del medio biótico y sus componentes, el análisis que realice el solicitante para la delimitación de las áreas de influencia debe partir del ecosistema como unidad mínima; no obstante lo anterior, excepcionalmente y dependiendo de la afectación que generaría el proyecto a los componentes del medio biótico que conforman el ecosistema (flora y fauna terrestre e hidrobiota), y los análisis de funcionalidad y estructura del ecosistema como unidad, el solicitante puede definir áreas de influencia menores al ecosistema (por ejemplo a partir de las unidades de cobertura vegetal), en cuyo caso debe presentar la respectiva justificación.

Para el caso del medio socioeconómico, el análisis debe tener en cuenta las unidades territoriales contenidas en los municipios, tales como corregimientos, veredas, sectores de vereda, inspecciones de policía, u otras unidades reconocidas administrativa o socialmente. Resulta factible, que de acuerdo con las características del proyecto y sus







posibles impactos en el medio socioeconómico, se decida considerar al municipio en su totalidad como unidad territorial de análisis, situación en la cual, igualmente, se debe presentar la información con el nivel de detalle requerido. Para el caso en que por el contrario, el municipio en su totalidad no sea considerado como unidad territorial de análisis, se debe presentar, en el capítulo correspondiente a la caracterización ambiental, información municipal a manera de contextualización regional.

El análisis también debe considerar las dinámicas propias de las relaciones funcionales del territorio, las cuales se identifican a partir de las rutas empleadas por la población de veredas, centros poblados y cabeceras municipales para proveerse de los distintos bienes y servicios, y de las dinámicas que derivadas de ello, surgen entre las veredas, entre los centros poblados, y entre las unas y los otros.

Para establecer dichas relaciones funcionales, se debe tener en cuenta como mínimo:

- Puntos de acceso a servicios sociales (vivienda, salud y educación).
- Puntos de acceso a servicios administrativos y financieros.
- Sitios de interés cultural, religioso y recreativo.
- Puntos clave para el desarrollo de las actividades económicas (sitios de comercialización, provisión de insumos y servicios técnicos, entre otros).
- Localización de las principales actividades económicas.
- Relaciones y grados de dependencia existentes entre las actividades locales y el aprovechamiento y uso de recursos naturales, y los impactos ambientales derivados de las mismas.
- Origen y destino de la mano de obra empleada en las actividades económicas de alta absorción de dicho recurso.

Operativamente, para la identificación y delimitación del área de influencia del proyecto se deben definir áreas de influencia preliminares por componente, grupo de componentes o medio, sobre las cuales se caracterizan, identifican y evalúan los impactos ambientales. Posteriormente, como resultado de la evaluación ambiental (que hace parte de la elaboración del EIA), se debe realizar un proceso iterativo, que permita ajustar las áreas de influencia preliminares, obteniendo así áreas de influencia definitivas por componente, grupo de componentes o medio, y finalmente, el área de influencia del proyecto.

Además del área de influencia del proyecto, es necesario reportar las áreas de influencia definitivas obtenidas para cada componente, grupo de componentes o medio, las cuales deben estar debidamente sustentadas y cartografiadas, según lo establecido en el presente documento.







Para efectos de la caracterización ambiental de las áreas de influencia, se debe presentar información primaria y secundaria⁶ de cada componente, grupo de componentes o medio. En los presentes términos de referencia se indica en cada caso la información que se requiere para los componentes de cada uno de los medios.

Nota: la definición de las áreas de influencia por componente, grupo de componentes o medio, incide en la implementación de las medidas de manejo propuestas, por lo que éstas se deben enmarcar en las áreas que serían impactadas por las actividades.

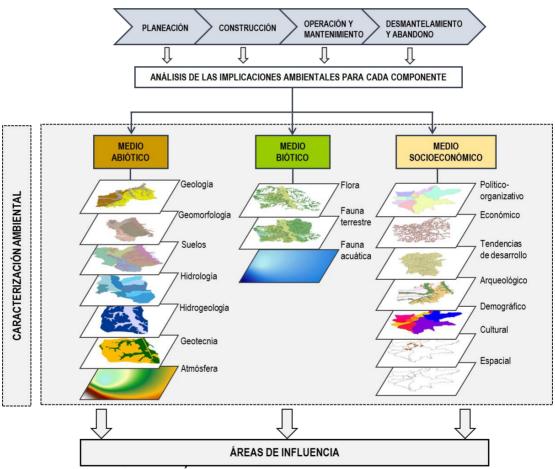


Figura1. Áreas de influencia por componente.

⁶ La información secundaria debe ser actualizada, de fuentes oficiales o fuentes técnicas de alto nivel (revistas científicas, publicaciones académicas, de centros o institutos de investigación y otras fuentes que hayan tenido un proceso idóneo de publicación).





5. CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA

En este capítulo se debe aportar información cualitativa y cuantitativa que permita, en primera instancia, conocer las características actuales del medio ambiente en las áreas de influencia del proyecto, y posteriormente, realizar una adecuada comparación de las variaciones de dichas características durante el desarrollo de las diferentes actividades que hacen parte de las fases del proyecto.

En concordancia con la definición de las áreas de influencia que se incluye en los presentes términos de referencia, el EIA debe elaborarse tanto con información primaria como con la información secundaria que esté disponible. Para tal efecto, en cada ítem de la caracterización ambiental se debe especificar el nivel de detalle que se requiere para cada uno de los diferentes componentes. Cabe recordar que dicha caracterización debe ser utilizada para determinar las áreas de influencia definitivas por componente, grupo de componentes o medio (ver Sección 4.2).

En caso de que la información de caracterización de línea base de nivel regional que se solicita en estos Términos de Referencia exista, esté validada por la Autoridad, y se haya puesto a disponibilidad de los solicitantes, no será necesario presentarla en la caracterización de línea base, sin embargo debe ser referenciada y analizada en el documento.

Para el medio socioeconómico se debe presentar, en todos los casos, información de línea base para el (los) municipio(s) en cuya jurisdicción se ubiquen las unidades territoriales de análisis seleccionadas; el detalle de dicha información se indica en los numerales correspondientes a cada componente del medio socioeconómico.

5.1 MEDIO ABIÓTICO

5.1.1 Geología

Para el área de influencia del componente, grupo de componentes o medio, se debe presentar la cartografía geológica general ajustada al proyecto con fotointerpretación y control de campo; se deben destacar los cuerpos geológicos superficiales y sin consolidación (depósitos de ladera, coluviones, morrenas, aluviones, etc.), más propensos a presentar procesos de inestabilidad.

Para el área en donde se desarrollarán las actividades del proyecto, se debe incluir la información geológica en planta y perfiles ilustrativos en los que se puedan identificar los alineamientos proyectados y las condiciones geológicas prospectadas en tramos homogéneos a lo largo del proyecto.







El responsable del estudio debe complementar la información con planos en planta y secciones transversales que se tengan a nivel de factibilidad, incluyendo la cartografía de elementos geológicos de carácter regional, el cual es a su vez el insumo fundamental de modelos geotécnicos, hidrogeológicos y sismotectónicos.

Esta información debe ser ajustada a partir de la información existente utilizando las técnicas disponibles y debe ser consistente con la nomenclatura geológica nacional, así como con la establecida en los dominios de la GDB. La información debe generarse en escala 1:10.000 o más detallada, acorde con el área del proyecto.

5.1.2 Geomorfología

Se debe efectuar una caracterización de las geoformas y de su dinámica en el área de influencia del componente, grupo de componentes o medio, incluyendo la génesis de las diferentes unidades y su evolución, rangos de pendientes, patrón y densidad de drenaje, etc.

En el área de los alineamientos férreos proyectados, se deben cartografiar de manera precisa los procesos de inestabilidad de laderas, con énfasis en los de remoción en masa y erosión o intervenciones antrópicas (cortes mineros, vías, rellenos, adecuaciones urbanísticas, entre otros). Se debe efectuar un análisis multitemporal con base en interpretación de fotografías aéreas que permita evaluar la dinámica de dichos procesos.

El levantamiento geomorfológico con énfasis en la localización de los procesos de inestabilidad se debe trabajar y presentar sobre la base topográfica del EIA. En caso de existir fotografías aéreas detalladas (escala 1:10.000 o más detallada) deben ser éstas las imágenes a utilizar.

Como parte del análisis geomorfológico del corredor férreo, se debe incluir el examen de fotointerpretación geomorfológica de sensores remotos disponibles, junto con la verificación en campo, incluyendo las siguientes variables:

- Pendientes de acuerdo con los dominios establecidos en la GDB.
- Áreas de erosión activa (erosión laminar, erosión lineal, cárcavas, cicatrices, grietas, canales, surcos, entre otros).
- Áreas de sedimentación activa (conos de talud, abanicos aluviales activos, lóbulos de sedimentación, barras de sedimentación activas, deltas y áreas en subsidencia relativa con acumulación de sedimentos).
- Cartografía de procesos de remoción en masa activos y latentes (caídas, deslizamientos, flujos) y su relación con el proyecto. Estos procesos deben ser insumo de la zonificación de amenaza por remoción en masa.





Con la anterior información se deben elaborar los siguientes mapas:

- De pendientes.
- De procesos morfodinámicos.
- De unidades geomorfológicas con énfasis en la morfogénesis y la morfodinámica.
- De susceptibilidad por la ocurrencia de procesos erosivos y de susceptibilidad ante procesos de remoción en masa.

La información cartográfica debe presentarse a escala 1:10.000 o más detallada, teniendo en cuenta los dominios establecidos en la GDB; debe contar con una escala de trabajo de detalle y una escala de presentación que permita realizar la correspondiente lectura. El documento debe adjuntar las imágenes interpretadas, ya sea escaneadas o como anexos.

5.1.3 Paisaje

Para el componente de paisaje fisiográfico y/o geomorfológico se debe remitir la siguiente información:

- Unidades de paisaje local (escala 1:25.000 o más detallada) y su interacción con el proyecto.
- Descripción del proyecto dentro del componente paisajístico de la zona.

Para el componente de percepción del paisaje se debe remitir la siguiente información:

- Análisis de la visibilidad y calidad paisajística.
- Sitios de interés paisajístico.
- Percepción de las comunidades como referente de su entorno físico en términos culturales.

Las unidades de paisaje local (escala 1:25.000 o más detallada) se pueden establecer a través de sensores remotos como imágenes de satélite, radar o fotografías aéreas, entre otra información de utilidad.

5.1.4 Suelos y uso de la tierra

Para el área de influencia del componente, grupo de componentes o medio, se debe presentar el mapa de suelos que incluya la clasificación agrológica de los suelos con base en información existente; además se debe identificar el uso actual y potencial (considerando los POT, PBOT y EOT), establecer los conflictos de uso del suelo y adjuntar la información documental y cartográfica de soporte.







La información debe presentarse de acuerdo con los estándares y metodologías vigentes para obtención, procesamiento y presentación de información de campo establecidos por el IGAC.

Se deben presentar mapas a la escala de la información secundaria que esté disponible. En caso que no esté disponible, se debe hacer el levantamiento de la información respectiva. Se deben adjuntar las imágenes interpretadas, ya sean escaneadas o como anexos.

5.1.5 <u>Hidrología</u>

Para el área de influencia del componente, el estudio hidrológico debe contener la siguiente información:

- Representación espacial de las variables climáticas referidas a: precipitación media anual y mensual; temperatura media, máxima y mínima mensual y anual y otras estimadas a partir de estas variables como la evapotranspiración potencial y real anual y mensual. Para la estimación de la evapotranspiración potencial y real, considerar las metodologías que sean aplicables a las características climáticas regionales en función de la información disponible.
- Análisis de la calidad de los datos hidroclimáticos que incluya pruebas estadísticas paramétricas y/o no paramétricas sobre homogeneidad, consistencia e identificación de datos anómalos; de ser posible se deben completar las series, indicando claramente el método adoptado, y efectuar la caracterización estadística básica de las series de tiempo tratadas.
- Localización de los sistemas lénticos y lóticos identificados, y de las cuencas hidrográficas existentes dentro del área de influencia del componente, incluyendo zonas de recarga, en mapas a escala 1:25.000 o más detallada.
- Principales características morfométricas de los sistemas lénticos y lóticos identificados, y de las cuencas hidrográficas existentes dentro del área de influencia del componente (área, perímetro, pendiente media, índice de compacidad, factor de forma, tiempos de concentración, índice de sinuosidad, densidad de drenaje y corrientes, patrones de drenaje regionales y locales), de acuerdo a la estructura establecida por el IDEAM para la ordenación y manejo de las cuencas, contemplada en la Política Nacional para la Gestión Integral del Recurso Hídrico, que debe incluir como mínimo: las subzonas hidrográficas, los niveles subsiguientes representativos según la jerarquía de las cuencas, las áreas de drenaje de los puntos susceptibles de intervención y las unidades de análisis asociadas con los puntos de información utilizados para la caracterización hidrológica que se localicen en el área de influencia del componente.
- Caracterización del régimen hidrológico de las unidades de análisis hidrológicas definidas, la cual debe realizarse con base en información de series hidrológicas







disponibles, representativas para un mínimo de 10 años. El análisis debe considerar los valores normales (anuales, mensuales y cuando existan, diarios), así como los extremos (máximos y mínimos) y la frecuencia de presentación. Para el análisis de eventos extremos (máximos y mínimos) se deben considerar los períodos de retorno de 2, 5, 10, 15, 25, 50 y 100 años. Se deben presentar las respectivas curvas de duración de caudales medios diarios (en caso de existir) o mensuales en cada uno de los puntos susceptibles de intervención.

- Localización de los sistemas marinos y costeros existentes dentro del área de influencia del componente en mapas a escala 1:25.000 o más detallada.
- Identificación de la dinámica fluvial de las fuentes que pueden ser afectadas por el proyecto, así como las posibles alteraciones de su régimen natural (relación temporal y espacial de inundaciones).
- Estimación del Índice de aridez IA y del Índice de retención y regulación hídrica IRH para las unidades de análisis hidrológicas definidas, de acuerdo con la propuesta metodológica del IDEAM.

En ausencia de información oficial de series históricas de caudales o con series de caudal inferiores a 10 años, se pueden implementar metodologías de estimación indirectas mediante técnicas de regionalización, correlaciones hidrológicas, relaciones área—precipitación-caudal, modelos de simulación hidrológica alimentados con datos espaciales, hidroclimatológicos y de uso y cobertura del suelo (modelo lluvia-escorrentía), entre otros. Se debe sustentar la pertinencia de la metodología seleccionada dados los procesos hidrológicos predominantes en la cuenca hidrográfica de estudio.

Para los análisis hidrológicos se deben considerar las interacciones existentes entre agua superficial y agua subterránea y entre los sistemas léntico y lótico, así como las principales características de dichas interacciones (caudales, sedimentos, recursos hidrobiológicos e ícticos).

Para la simulación hidrológica se debe establecer claramente el modelo, sus parámetros, la información requerida y la metodología de implementación. Los modelos de simulación hidrológica deben estar debidamente calibrados si existe información pertinente y representativa para tal fin; de igual manera deben estar articulados con los planes de manejo ambiental, y de seguimiento y monitoreo definidos.

La información debe provenir de estaciones hidrometeorológicas que cuenten con protocolos de calidad de la misma, acordes con las directrices establecidas por IDEAM.







5.1.6 <u>Calidad del agua</u>

5.1.6.1 Cuerpos de agua continentales

Se debe realizar la caracterización fisicoquímica y bacteriológica de las corrientes hídricas del área de influencia del componente, susceptibles de intervención por el proyecto (concesión, vertimientos y ocupaciones de cauces); y de los cuerpos de agua que sean de uso para consumo humano y doméstico (ministerio de ley) o concesión de aguas en los tramos del área de influencia del componente hídrico (Subzonas Hidrográficas o su nivel subsiguiente y a las Microcuencas de acuerdo con la clasificación establecida por el IDEAM). Se deben considerar los dos (2) períodos climáticos (época seca y época de lluvias), presentando en el EIA la correspondiente al período de elaboración del mismo y presentando estimaciones para el otro período a través de herramientas técnicas debidamente validadas. Antes de iniciar la construcción se deberá realizar la verificación de la estimación presentada, por medio de información primaria (muestreos y caracterizaciones). Esta será objeto de validación por la autoridad ambiental.

Los sitios de muestreo deben georreferenciarse y justificar su representatividad en cuanto a cobertura espacial y temporal. Éstos sirven de base para establecer el seguimiento del recurso hídrico durante la construcción del proyecto.

Se deben presentar los métodos, técnicas y periodicidad de los muestreos, realizando el análisis de la calidad del agua a partir de la correlación de los datos fisicoquímicos e hidrobiológicos.

Se deben caracterizar por lo menos los parámetros establecidos en la siguiente tabla:

Tabla 5. Relación de los parámetros fisicoquímicos que se deben medir para caracterizar los cuerpos de agua, según el uso y aprovechamiento que se propone dar al mismo con el desarrollo del proyecto, y aquellos que sean de uso para consumo humano y doméstico o concesión de aguas

| PARÁMETROS | CUERPOS DE AGUA EN LOS QUE SE PROPONE | | CUERPOS RECEPTORES | AGUAS SUBTERRÁNEAS (POZOS. |
|------------|--|----------------------|-----------------------|----------------------------------|
| FARAMETROS | CONCESION | VERTIMIENTO DE AGUAS | DE AGUAS | PIEZÓMETROS, |
| | ES Y/O QUE | RESIDUALES | RESIDUALES | MANANTIALES Y |







| | | SEAN DE USO PARA CONSUMO HUMANO O DOMÉSTICO | AGUA RESIDUAL DOMÉSTICA | AGUA RESIDUAL NO DOMÉSTICA | | ALJIBES) |
|-----------------------------|---|---|-------------------------------|-------------------------------------|---|----------|
| | Temperatura (°C). | | Х | Х | Х | Х |
| | Sólidos Suspendidos Totales (mg/l), disueltos totales (mg/l), sedimentables (ml/l-h). | Х | Х | Х | Х | |
| | Conductividad eléctrica (S/cm). | X | X | х | Х | Х |
| Caracterizaci ón Física | Potencial de Hidrógeno-pH (unidades de pH). | Х | Х | Х | Х | Х |
| | Turbiedad (UNT). | Х | X | Х | Х | |
| | Color Real (m ⁻¹). | X | Х | x | X | |
| | Sólidos Disueltos Totales | Х | Х | Х | Х | Х |
| | Potencial de Oxidoreducción | | | | | Х |
| | Oxígeno Disuelto (OD) (mg/l O ₂). | Х | Х | Х | Х | |
| | Demanda Química de Oxígeno (DQO) (mg/I O ₂). | Х | Х | Х | Х | |
| Caracterizaci ón Química | Demanda Bioquímica de Oxígeno a cinco (5) días (DBO5) (mg/l O ₂). | Х | Х | Х | Х | |
| | Nitrógeno Total Kjeldahl (NTK). | Х | Х | Х | X | |
| | Fósforo Total (mg/l P). | Х | Х | Х | Х | |
| | Grasas y Aceites (mg/l). | Х | Х | Х | Х | |







| | _ | | CUERPOS DE AGUA EN LOS QUE SE PROPONE | | | |
|---------------------|---|---|--|-------------------------------------|---|---|
| PARÁMETROS | | CONCESION ES Y/O QUE | | O DE AGUAS UALES | CUERPOS RECEPTORES DE AGUAS RESIDUALES | AGUAS SUBTERRÁNEAS (POZOS, PIEZÓMETROS, MANANTIALES Y ALJIBES) |
| | | SEAN DE USO PARA CONSUMO HUMANO O DOMÉSTICO | AGUA RESIDUAL DOMÉSTICA | AGUA RESIDUAL NO DOMÉSTICA | | |
| | Alcalinidad Total (mg/l CaCO ₃) y Acidez Total (mg/l CaCO ₃) | Х | Х | Х | Х | Х |
| | Dureza Cálcica (mg/l CaCO ₃) y Dureza Total (mg/l CaCO ₃). | Х | Х | Х | Х | Х |
| | Fenoles Totales (mg/l) | X | | | | |
| | Metales y Metaloides (Arsénico, Bario, Cadmio, Cinc, Cromo, Cobre, Mercurio, Níquel, Plata, Plomo, Selenio) (mg/l). | Х | | X | Х | |
| | $ \begin{array}{llllllllllllllllllllllllllllllllllll$ | | | | | X |
| Caracterizaci ón | Coliformes Totales (NMP/100 ml). | Х | Х | | Х | Х |
| Bacteriológic a | Coliformes Fecales (NMP/100 ml). | Х | Х | | Х | Х |

Se debe garantizar que para el análisis del balance iónico, no se consideran las muestras que tengan un error analítico superior al 10%.

Se debe realizar el cálculo del Índice de Langelier y de la Capacidad Buffer (Tampón) del cuerpo de agua a fin de implementar las medidas de gestión ambiental respectivas.







Se debe estimar el Índice de Calidad del Agua - ICA y el Índice de Alteración del Potencial de la Calidad del Agua - IACAL⁷ para las corrientes correspondientes a las Subzonas Hidrográficas (de acuerdo con la clasificación establecida por el IDEAM para la ordenación y manejo de las cuencas). Se deben incluir en el análisis los cuerpos de agua tributarios principales y los que tengan concesiones que sean de uso para consumo humano y doméstico, agrícola, pecuario y/o recreativo.

La caracterización de la calidad del agua, de la capa de sedimentos de fondo y del agua contenida en dichos sedimentos sobre el cuerpo receptor y los principales afluentes y abstracciones, se debe realizar siguiendo un programa de toma de muestras (utilizando el modelo de tiempos de viaje calibrado), en donde se siga la misma masa de agua que fluye aguas abajo, con el fin de reducir la incertidumbre debida a la variabilidad temporal de las descargas sobre el cuerpo de agua.

Las muestras tomadas deben ser de tipo integrada en la profundidad y en la sección transversal, siguiendo los lineamientos establecidos por el IDEAM⁸. La evaluación de la calidad del agua debe seguir la guía para el monitoreo y seguimiento del agua, elaborada por el IDEAM, el INVEMAR y el DANE⁹ o aquella que la modifique, sustituya o derogue.

Todos los muestreos de calidad de agua deben realizarse a través de laboratorios acreditados por el IDEAM, o la entidad responsable de su acreditación, tanto para la toma de muestras como para el análisis de parámetros. En caso que no haya laboratorios acreditados para el análisis de algún parámetro, los laboratorios acreditados por el IDEAM pueden enviar la muestra a un laboratorio internacional acreditado en su país de origen o por un estándar internacional, mientras se surte el proceso de acreditación en los laboratorios nacionales.

5.1.6.2 Cuerpos de agua marino-costeros

En los casos en los que en el área de influencia del proyecto se encuentren zonas marino-costeras, se debe realizar la caracterización de los cuerpos de agua de acuerdo a las siguientes consideraciones:

La calidad del agua marina se debe determinar por medio de un programa de muestreo horizontal y vertical de las características fisicoquímicas y bacteriológicas del agua. El número y ubicación de las estaciones de muestreo debe establecerse con base en el tipo de ecosistemas presentes en la zona y ser representativas del área de influencia;

8 IDEAM. 2002. Guía para el monitoreo de vertimientos, aguas superficiales y subterráneas. Bogotá, D. C.

٠

⁷ IDEAM. 2010. Estudio Nacional del Agua. Bogotá, D. C.

⁹ IDEAM, INVEMAR y DANE. 2004. Guía para el monitoreo y seguimiento del agua. Bogotá, D. C. 39 p.







su localización deber estar georreferenciada y ser presentada en planos a escala apropiada, de tal forma que se cuente con la posibilidad de realizar futuros muestreos en los mismos sitios.

Las muestras tomadas deben ser de tipo integrada en la profundidad y en la sección transversal, siguiendo los lineamientos establecidos por el IDEAM¹⁰. Para la evaluación de la calidad del agua se deben seguir los lineamientos establecidos en la Guía para el monitoreo y seguimiento del agua, elaborada por el IDEAM, el INVEMAR y el DANE¹¹ y tener en cuenta las recomendaciones previstas en el Manual de técnicas analíticas para la determinación de parámetros fisicoquímicos y contaminantes marinos publicada por INVEMAR¹², o aquellas que las modifiquen, sustituyan o deroguen.

La caracterización fisicoquímica y bacteriológica del agua marina se debe realizar considerando como mínimo los parámetros establecidos en la tabla 6. Se deben presentar tanto los datos medidos como su consolidación y evaluación, y de ser posible, su comparación con los obtenidos en muestreos previos.

La calidad del sedimento de los fondos marinos se debe determinar por medio de un programa de muestreo de las características fisicoquímicas del sedimento. La evaluación de la calidad del sedimento debe tener en cuenta las recomendaciones previstas en el Manual de técnicas analíticas para la determinación de parámetros fisicoquímicos y contaminantes marinos, publicado por INVEMAR¹³, o aquel que lo modifique, sustituya o derogue. Para la medición de los parámetros se debe trabajar con la fracción fina del sedimento (< 200 µm, primeros 5 cm, en base seca).

La caracterización de los sedimentos se debe realizar considerando como mínimo los parámetros establecidos en la siguiente tabla, y comprende tanto la presentación de los datos medidos como su consolidación y evaluación, y de ser posible, su comparación con los obtenidos en muestreos previos.

El análisis de la información debe conllevar la identificación clara del estado ecológico que presenta el área de influencia del componente.

Tabla 6. Relación de los parámetros fisicoquímicos y bacteriológicos que se deben medir para caracterizar los cuerpos de agua, marino y/o costeros que pudieran ser afectados o intervenidos con el desarrollo del proyecto

¹⁰ IDEAM. Op. Cit.

¹¹ IDEAM, INVEMAR y DANE. Op. Cit.

¹² INVEMAR. 2003. Manual de técnicas analíticas para la determinación de parámetros fisicoquímicos y contaminantes marinos (aguas, sedimentos y organismos). Santa Marta, DTCH.

¹³ INVEMAR. Op. Cit.

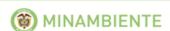






| PARÁMETRO | | | |
|----------------------------|---|--|--|
| | Componente Columna de Agua | | |
| Caracterización física | Temperatura (°C). Sólidos suspendidos totales (mg/L), disueltos totales (mg/L), sedimentables y volátiles (mL/L-h). Conductividad eléctrica (uS/cm). Potencial de Hidrógeno – pH (unidades de pH). Turbiedad (UNT). Color Real (m-1) | | |
| | Componente Columna de Agua | | |
| Caracterización química | Componente Columna de Agua Oxígeno disuelto (OD) (mg/L O ₂). Demanda Química de Oxígeno (DQO) (mg/L O ₂). Demanda Bioquímica de Oxígeno a cinco (5) días (DBO5) (mg/L O ₂). Nitrógeno Total Kjeldahl (mg/L NTK). Fosfatos Grasas y aceites (mg/L). Alcalinidad Total (mg/L CaCO ₃) y Acidez Total (mg/L CaCO ₃). Dureza Cálcica (mg/L CaCO ₃) y Dureza Total (mg/L CaCO ₃). Fenoles Totales (mg/L). Metales y Metaloides (Arsénico, Bario, Cadmio, Cinc, Cromo, Cobre, Mercurio, Níquel, Plata, Plomo, Selenio) (mg/L). Clorofila a (mg/L CHLa) y b (mg/L CHLb). Hidrocarburos Aromáticos Policíclicos (mg/L HAP). Sustancias Activas al Azul de Metileno (SAAM) | | |
| Caracterización | [Surfactantes] (mg/L). Componente Columna de Agua | | |
| <u>bacteriológica</u> | Coliformes Totales (NMP/100 mL). Coliformes Fecales (NMP/100 mL). | | |
| Caracterización física | Componente Sedimentos Marinos | | |
| 110104 | Potencial de Hidrógeno – pH (unidades de pH). | | |
| Caracterización química | Componente Sedimentos Marinos | | |
| <u>quillica</u> | Grasas y aceites (mg/L). | | |







| PARÁMETRO | | | |
|-----------|--|--|--|
| | Metales y Metaloides (Arsénico, Bario, Cadmio, Cinc, | | |
| | Cromo, Cobre, Mercurio, Níquel, Plata, Plomo, Selenio) | | |
| | (mg/L). | | |
| | Hidrocarburos Totales (mg/L). | | |
| | Fenoles (mg/L). | | |
| | Hidrocarburos Aromáticos Policíclicos (mg/L HAP). | | |
| | Carbono Orgánico Total (mg/L COT). | | |
| | Sulfuro Ácido Volátil (mg/L S ²⁻). | | |
| | Fósforo Total (mg/L). | | |
| | Nitrógeno Total (mg/L). | | |

Todos los análisis de calidad de agua y sedimento deben presentar los procedimientos practicados en campo y laboratorio (variables a evaluar, diseño de muestreo, preparación y análisis de muestras, informe de resultados de laboratorio incluidos parámetros de validación), los análisis estadísticos efectuados y las interpretaciones de los resultados realizadas.

Se debe realizar el cálculo del Índice de Calidad del Agua Marina (ICAM) y de la Capacidad Buffer (Tampón) del cuerpo de agua a fin de implementar las medidas de gestión ambiental respectivas.

5.1.7 Usos del agua

Se deben identificar los usos actuales y proyectados de los cuerpos de agua (suministro de agua para consumo humano, generación hidroeléctrica, riego agrícola, recreación, entre otros), que se pueden ver afectados por las actividades del proyecto (vertimiento, captación y ocupación de cauces), para lo cual se deben tener en cuenta los usos definidos por los POMCA (cuando existan), y las metas y objetivos de calidad establecidos por la autoridad ambiental regional para la corriente, en caso de que existan dichos instrumentos.

Se debe realizar el inventario de todos los usos y usuarios, y la demanda actual de las fuentes a intervenir por el proyecto y estimar la demanda hídrica real y potencial a nivel de los tramos afectados de las fuentes intervenidas por el proyecto (vertimiento, captación y ocupación de cauces), mediante la consulta de registros de usuarios del recurso hídrico.

Así mismo se deben determinar los posibles conflictos actuales sobre la disponibilidad y usos del agua, teniendo en cuenta el análisis de frecuencias de caudales mínimos para diferentes períodos de retorno, haciendo especial énfasis en los períodos de estío.







Para el área de influencia del componente, grupo de componentes o medio se debe presentar la siguiente información:

- Cuantificación detallada de los usos y usuarios identificados, tanto actuales como potenciales, de todas las fuentes hídricas superficiales (lénticas y lóticas).
- Balances hídricos a nivel de cuenca y microcuenca, índices de uso del agua, de regulación hídrica y de vulnerabilidad hídrica por desabastecimiento, estimados a nivel de subcuenca y microcuenca. Para ello se debe utilizar la metodología planteada por el IDEAM en el Estudio Nacional del Agua 2010.

Se debe presentar un mapa a escala 1:10.000 o más detallada, que incluya la localización de la información mencionada.

5.1.8 <u>Hidrogeología</u>

Se deben identificar las principales unidades hidrogeológicas existentes en el área de influencia del componente, empleando para ello la información geológica, los datos asociados al inventario de puntos de agua subterránea, los resultados de investigaciones hidrogeológicas realizadas en la zona y la información de los planes de manejo ambiental de acuíferos, y de ordenación y manejo de cuencas hidrográficas de la(s) autoridad(es) ambiental(es), entre otra información.

Se debe presentar:

- Análisis de la información geológica, geofísica, hidrológica, hidrogeoquímica, hidrogeológica e hidráulica existente.
- Inventario de puntos de agua subterránea identificados en el área de influencia del componente, incluyendo pozos, aljibes y manantiales e indicando como mínimo: i) localización georreferenciada a escala 1:25.000 o más detallada, ii) uso y número estimado de usuarios, iii) caudales, iv) profundidad del nivel estático o piezométrico y v) parámetros fisicoquímicos in situ (como mínimo pH, conductividad eléctrica, temperatura). Se debe anexar el Formulario Único Nacional de Inventario de Puntos de Agua Subterránea.
- Inventario de puntos de captación de agua subterránea, señalando aquellos que estén ubicados en áreas sensibles tales como: i) zonas de recarga de acuíferos, ii) nacimientos o manantiales, iii) puntos de captación para el abastecimiento público y iv) zonas vulnerables a la contaminación.

5.1.9 Geotecnia







Se debe realizar la zonificación y cartografía geotécnica con base en la información geológica, edafológica, geomorfológica, hidrogeológica, hidrológica, meteorológica y de amenaza sísmica.

La información se debe presentar en mapas a escala 1:25.000 o más detallada. En todo caso para procesos de inestabilidad relevantes, se debe utilizar una escala más detallada de 1:25.000 a través de la cual se permita la adecuada lectura de la información.

Para el corredor de la línea férrea, se debe realizar la descripción geotécnica a lo largo del proyecto. Se debe evaluar la presencia de depósitos sin consolidación o coberturas de suelos, cuyo comportamiento geotécnico sea importante en la estabilidad de las laderas y taludes. Dicha descripción debe ser ilustrada en un mapa a escala 1:25.000 o más detallada.

Se debe presentar la metodología utilizada para realizar la caracterización geotécnica, incluyendo las conclusiones obtenidas a partir de los análisis geotécnicos realizados como parte de la línea base del proyecto.

5.1.10 Atmósfera

Para el área de influencia del componente atmosférico, se debe presentar la siguiente información:

5.1.10.1 Meteorología

Identificación, zonificación y descripción de las condiciones meteorológicas medias y extremas mensuales multianuales del área, con base en la información de las estaciones meteorológicas del IDEAM y de otras entidades registradas en los catálogos nacionales de estaciones meteorológicas existentes en la región y representativas de la zona de estudio, analizando como mínimo 3 años de meteorología de la zona. En caso de que se requiera campaña indicativa de monitoreo de calidad del aire, dicho período debe incluir las fechas en las que se haya realizado esta campaña.

Los parámetros básicos de análisis son los siguientes:

- Temperatura superficial promedio, temperatura máxima diaria registrada, temperatura mínima diaria registrada.
- Presión atmosférica promedio mensual (mb).
- Precipitación: media diaria, mensual y anual; y su distribución en el espacio.
- Humedad relativa: media, máxima y mínima mensual.
- Viento.







- Radiación solar.
- Nubosidad.
- Evaporación.

El análisis debe presentarse en un informe que incorpore los datos de cada parámetro y sus respectivas unidades. Para el caso de los vientos debe incluir aspectos de dirección, velocidad y frecuencias con las que se presentan, elaborando la rosa de los vientos diurna y nocturna así como una tabla de variabilidad en la velocidad de éstos¹⁴, la cual tiene como finalidad indicar el comportamiento de los vientos en una jornada de 24 horas para un periodo específico (mensual o anual).

Cuando no exista información disponible de estaciones meteorológicas del IDEAM, ésta puede ser tomada de los datos de re-análisis global, obtenidos directamente de internet, de fuentes confiables y que puedan ser validadas, como por ejemplo modelos de clima o tiempo (CFRS, ERA 40, CAM, WRF, MM5, etc.). Sin embargo, como paso previo a la selección de la fuente de datos, se debe realizar un análisis estadístico del error obtenido mediante el proceso de re-análisis, comparando los resultados obtenidos con los datos de algunas estaciones localizadas en la zona de estudio. Para este caso se requiere que el EIA establezca claramente la fuente de la información, anotando el periodo que se analiza, la resolución de la información, el tipo de dato procesado y las variables contenidas. Estos datos deben reportarse en formato de texto de fácil manipulación y visualización.

5.1.10.2 Inventario de fuentes de emisiones atmosféricas

- Georreferenciación de las fuentes de emisiones atmosféricas identificadas en el área de influencia del componente atmosférico: fijas (dispersas, de área y/o puntuales), y en los casos en los que el proyecto se encuentre cercano a vías, los trazados de operación de las fuentes móviles con sus respectivos aforos.
- Emisiones de las fuentes inventariadas, cuantificadas según la normativa vigente o los procedimientos AP 42 de la US EPA.
- Georreferenciación de los potenciales receptores de interés ubicados en asentamientos humanos (viviendas, e infraestructura social, económica, cultural y/o recreativa), y de los ecosistemas estratégicos existentes en el área de influencia del componente atmosférico.

El aforo vehicular para identificar las fuentes móviles que transitan por las vías que se encuentren en el área de influencia del proyecto, se debe realizar de conformidad con los siguientes lineamientos:

_

¹⁴ La construcción de esta tabla implica el registro de las velocidades del viento en períodos de una hora para un día específico, y así mismo, para todos los días del periodo de estudio.







- Levantar la información de la flota vehicular durante un período, de como mínimo, veinticuatro (24) horas continuas, en día hábil y festivo, incluyendo franjas de tiempo de mayor y menor flujo.
- Realizar y reportar la identificación y características del punto de aforo considerando, como mínimo; ancho de calzada, número de carriles, material de rodadura de la vía y pendiente.
- Clasificar los vehículos por peso y tipo de combustible.

Para el inventario de emisiones atmosféricas se debe seguir la metodología descrita en el Protocolo para el Control y Vigilancia de la Contaminación Atmosférica Generada por Fuentes Fijas¹⁵, considerando en especial el contenido de la sección "1.3.1 Información necesaria para evaluar emisiones por factores de emisión", o la que se establezca en el documento técnico que lo modifique o sustituya.

Para la caracterización de las fuentes móviles se pueden utilizar modelos de emisión de fuentes móviles (p. e. IVE, MOBILE, MOVES y/o COPERT) combinados con variables locales (distancias recorridas por la flota, velocidades, etc.), o factores de emisión aceptados internacionalmente.

En todo caso, se puede incluir información de inventarios de emisiones realizados en el área de influencia del proyecto por parte de corporaciones autónomas regionales u otras entidades, indicando la fuente de la que se toma la información y la metodología empleada para el cálculo de las emisiones.

Modelación de contaminantes y calidad del aire¹⁶ 5.1.10.3

En tanto Minambiente adopta la Guía de Modelación de Contaminantes Atmosféricos. para la modelación de contaminantes (que determine la dispersión de partículas y gases), se deben seguir los siguientes lineamientos:

Formulación del problema a resolver mediante la simulación: procedimiento que conlleva la selección de los procesos a representar y de las escalas y resoluciones a las que se hará la representación. En esta fase se identifican también las fuentes y receptores de interés y se elige el método más adecuado para su representación.

¹⁵ MINISTERIO DE AMBIENTE, VIVIENDA Y DESARROLLO TERRITORIAL (MAVDT), 2010. Protocolo

para el Control y Vigilancia de la Contaminación Atmosférica Generada por Fuentes Fijas. Versión 2.0. 16 Los requerimientos de información establecidos en este numeral aplican sólo para los proyectos que requieren permiso de emisiones atmosféricas.







- Selección y validación de los datos de entrada: procedimiento estándar dentro del proceso experimental que resulta de suma importancia en razón a que la disponibilidad de los datos es con frecuencia uno de los criterios decisivos en la formulación o selección del modelo matemático. Se deben describir los criterios de selección y validación utilizados.
- Formalización del modelo matemático: etapa durante la cual se formulan las ecuaciones diferenciales que representan el proceso, se selecciona la aproximación matemática para la representación del problema (Gaussiana, Lagrangiana, Euleriana) y se define el modelo computacional que mejor represente el problema. En esta etapa se justifican los criterios tenidos en cuenta para la selección del modelo computacional así como las configuraciones y parametrizaciones utilizadas.
- Análisis de sensibilidad de los resultados: durante esta fase se definen bandas de confianza para la simulación. El procedimiento puede realizarse automáticamente para determinar la sensibilidad de cada variable a cada parámetro, mediante variaciones individuales o combinadas.
- Definición del área de influencia del componente atmosférico o dominio de modelación: durante esta etapa se determina el área de influencia del componente atmosférico, la cual debe incluir todas las fuentes de emisión y los receptores que se tendrán en cuenta dentro del proceso de modelación. El tamaño del dominio de modelación depende del tipo de fuente, de las emisiones másicas, del tipo de contaminante y del modelo seleccionado para llevar a cabo el estudio. Modelos simples pueden requerir información de las actividades presentes en el dominio de modelación (rural o urbano) y la complejidad del terreno. Para elegir el tamaño del dominio de modelación se deben considerar:
 - Las áreas donde los receptores sean sensibles a la dispersión.
 - Otras fuentes de emisión que deban ser incluidas en la modelación, en la medida que éstas pueden contribuir a la concentración de fondo.

Para determinar el área de influencia del componente atmosférico, se debe proyectar el comportamiento de los contaminantes presentes en el aire y estimar sus concentraciones durante la construcción de la obra. La simulación de las emisiones generadas por cada una de las actividades asociadas al proyecto y de la dispersión de las mismas, debe realizarse utilizando herramientas de modelación y software especializados.







- Simulación atmosférica de la dispersión de contaminantes: el objetivo de esta fase es identificar el comportamiento de los contaminantes en el dominio de modelación. Se deben modelar dos escenarios:
 - Primer escenario: línea base, sin proyecto.
 - Segundo escenario: construcción del proyecto.

Para cada escenario se debe aplicar un modelo de dispersión en cuyo procedimiento se analice, como mínimo: los datos de entrada y de salida (anexar los archivos de entrada y de salida), el procedimiento utilizado y los criterios de selección y validación de la información de entrada; se debe presentar información detallada de los parámetros requeridos para ejecutar la modelación, entre los cuales se encuentran:

- Inventario y posible localización de todas las fuentes de emisión de material particulado que contempla el proyecto, las cuales deben ser incluidas como parte de los datos de entrada para alimentar la modelación (fuentes fijas que a su vez pueden ser dispersas, de área o puntuales, y fuentes móviles). A partir de los criterios aceptados internacionalmente para el análisis de emisiones, se deben estimar las emisiones de cada una de las fuentes del proyecto.
- Análisis de la información meteorológica utilizada (velocidad y dirección del viento, temperatura, altura de mezcla y estabilidad atmosférica, entre otros) y características de la estación o estaciones de donde se tome dicha información. Se deben precisar los análisis de consistencia que se realicen a los datos meteorológicos disponibles y a los utilizados en la modelación. Se debe tener en cuenta que para que un modelo de dispersión provea estimaciones precisas, la información meteorológica usada en el mismo debe ser representativa de las condiciones de transporte y dispersión de partículas.
- Información topográfica del área modelada que pueda influir en los resultados de la modelación.
- Localización de los lugares o sitios de interés (receptores) sobre los cuales se debe enfocar el análisis del impacto atmosférico, teniendo en cuenta especialmente las áreas pobladas localizadas en el área de influencia del componente.
- Información de calidad del aire utilizada para la calibración del modelo y el análisis de las concentraciones de fondo.

Para el caso en que no existan fuentes de emisión (fijas o móviles) en el área de influencia del componente atmosférico, la modelación se referirá sólo al segundo escenario. Para ello se debe realizar la justificación correspondiente.







- Calibración y validación de datos simulados: el propósito principal de este proceso es definir la metodología mediante la cual van a compararse los resultados hasta se consideren aceptables. Como mínimo, deben calcularse los índices estadísticos típicamente usados en la validación de modelos matemáticos: el coeficiente de correlación, el error cuadrático promedio normalizado y el sesgo fraccional. Estos índices pueden compararse directamente con la coordenada correspondiente en el modelo o calcularse como el promedio de los índices entre el punto observado y las celdas adyacentes al punto¹⁷.
- **Informe de resultados de modelación**: los resultados de la modelación deben ser reportados de manera concisa y clara.

La estructura del informe debe corresponder a la siguiente:

| Sección | Contenido |
|--|--|
| Objetivo de la modelación / simulación | Descripción del problema a representar y las preguntas a responder. |
| Modelo conceptual | Características de las fuentes: número, tipo, ubicación, geometría, altura, etc. Características de las emisiones: contaminantes emitidos, tasas de emisión, factores de emisión, temperaturas, velocidades, etc. Condiciones iniciales y de frontera: concentración de fondo, topografía, usos del suelo y coberturas, información meteorológica inicial (sondeos, superficie, salida de modelos mesoescala). |
| Descripción del modelo | Características del modelo: ecuaciones que lo gobiernan, métodos de solución, simplificaciones y limitaciones, etc. Relaciones entre el modelo conceptual y el modelo utilizado: uso de la información, congruencia en las simplificaciones, referencias de usos anteriores. |
| Calibración | Lista de parámetros a calibrar: variables respuesta asociadas al parámetro, análisis de sensibilidad al parámetro, etc. Estrategia de calibración: minimización de indicadores de error y sesgo, maximización de indicadores de bondad de ajuste, etc. |

¹⁷ Grašič, B., P. Makar and M. Z. Božnar, 2011: Method for validation of Lagrangian particle air pollution dispersion model based on experimental field data set from complex terrain. V: NEJADKOORKI, Farhad (ur.). Advanced air pollution. Rijeka: InTech, cop. 2011.







| | Criterio de calibración y resultado de la prueba: descripción | | | | | |
|-----------------|--|--|--|--|--|--|
| | · · · · · · · · · · · · · · · · · · · | | | | | |
| | de estadísticos, límites de aceptación, referencias | | | | | |
| | relevantes, tabla de evaluación. | | | | | |
| | Descripción de los escenarios de validación: diferencias con | | | | | |
| | el escenario calibrado, cambios en el modelo conceptual, | | | | | |
| Validación | etc. | | | | | |
| Valluacion | Criterios de validación y resultado de la prueba: descripción | | | | | |
| | de estadísticos, límites de aceptación, referencias | | | | | |
| | relevantes, tabla de evaluación. | | | | | |
| | • Descripción de los escenarios: propósito del escenario, | | | | | |
| | modificaciones requeridas sobre el modelo base, etc. | | | | | |
| | • Evaluación de los escenarios: congruencia de los | | | | | |
| Escenarios | resultados, evaluación normativa, análisis del resultado en | | | | | |
| | virtud del propósito, etc. | | | | | |
| | Contraste de escenarios: congruencia, selección de | | | | | |
| | alternativas, etc. | | | | | |
| | Análisis de los resultados de calibración y validación. | | | | | |
| | Valores simulados (presentados en tablas), estadísticos, | | | | | |
| Análisis de | gráficos, mapas, etc. Según sea relevante. | | | | | |
| resultados | Análisis de las concentraciones simuladas en términos de la | | | | | |
| | normativa aplicable. | | | | | |
| Conclusiones y | normativa apricabic. | | | | | |
| Recomendaciones | Congruentes con el objetivo y las preguntas. | | | | | |
| | Referencias a trabaios citados | | | | | |
| Referencias | Troforonolae a trabajoe ortadoe | | | | | |
| Anexos | Archivos de entrada y salida, archivos de control y demás | | | | | |
| electrónicos | información necesaria para reproducir los resultados. | | | | | |

Para determinar el estado de la calidad del aire se debe tener en cuenta:

- En caso de que exista información secundaria actualizada en el área de influencia del componente atmosférico (generada durante los últimos dos años), se pueden presentar estos resultados y su correspondiente análisis.
- En caso de que no exista información suficiente, representativa y de calidad apropiada, el solicitante debe elaborar la línea base de la calidad del aire en el área de influencia del componente atmosférico, teniendo en cuenta las particularidades del proyecto, las fuentes de emisión emplazadas en el área de influencia del componente, los receptores, y el comportamiento de las variables meteorológicas.







El proceso de captura de la información debe cumplir con lo establecido en el Protocolo para el Monitoreo y Seguimiento de la Calidad del Aire¹⁸, es decir, monitoreo en combinación de época seca y húmeda (mínimo en época seca) con mediciones durante 24 horas, cada tercer día o continuos hasta completar como mínimo 18 muestras en cada estación. Se deben instalar como mínimo dos estaciones de monitoreo por contaminante (estación de fondo y de punto crítico).

La medición de la calidad del aire debe ser realizada por laboratorios acreditados por el IDEAM, tanto para la toma de muestras como para los análisis de laboratorio respectivos.

Los datos e información cartográfica del componente se deben presentar de acuerdo con las especificaciones establecidas en la GDB. La anterior información se debe presentar en mapas a escala 1:10.000 o más detallada y de acuerdo con lo establecido en el Protocolo para el Monitoreo y Seguimiento de la Calidad del Aire.

5.1.10.4 Ruido y vibración

Para el área de influencia del componente atmosférico se deben identificar y georreferenciar las fuentes de generación de ruido existentes en el área de influencia del componente atmosférico: fijas, de área y en los casos en los que el proyecto se encuentre cercano a vías, los trazados de operación de las móviles con sus respectivos aforos. Para los aforos vehiculares se debe incluir:

- Información del flujo vehicular en un lapso mínimo de veinticuatro (24) horas continúas por día, en día hábil y festivo, que debe incluir periodos de mayor y menor flujo y la clasificación de los vehículos por peso y tipo de combustible.
- Identificación y características del punto de aforo (como mínimo ancho de calzada, número de carriles, material de rodadura de la vía, pendiente).
- Potenciales receptores de interés en asentamientos humanos (viviendas, infraestructura social, económica, cultural y/o recreativa) y ecosistemas estratégicos en el área de influencia del componente atmosférico.

Se debe realizar un muestreo de los niveles de presión sonora (ruido ambiental) en las zonas que se hayan identificado como las más sensibles (entre las que se deben considerar: áreas habitadas, áreas de importancia para la conservación de las aves - AICAS, entre otras) y en zonas donde se identifiquen fuentes de generación de ruido que interfieran de manera significativa en la zona objeto de estudio, de tal manera que se constituya en la línea base del proyecto. Los muestreos deben realizarse de conformidad con los parámetros y procedimientos establecidos en la normativa vigente.

_

¹⁸ MAVDT. 2010b. Protocolo para el Monitoreo y Seguimiento de la Calidad del Aire. Bogotá, D. C.







Para cada punto de muestreo se deben describir las características del ambiente sonoro durante el periodo de muestreo identificando las diferentes fuentes que pueden influir en los resultados de la medición.

En el caso de que los niveles registrados superen los establecidos en la norma (Resolución 627 de 2006 o aquella que la adicione, modifique o sustituya), debido a fuentes de emisión naturales o fuentes diferentes a las del proyecto, se debe realizar el respectivo análisis sustentado técnicamente. Es importante que en este análisis se incluyan los niveles de presión sonora existentes y su comportamiento al introducir nuevas fuentes.

En relación con las fuentes externas de emisión que puedan estar influyendo en los niveles de ruido ambiental global de la zona, se deberán realizar las gestiones pertinentes ante las Autoridades Ambientales competentes para la obtención de información de emisión de ruido de dichos focos, la cual será reportada en los estudios de ruido.

Se debe presentar un informe de los puntos muestreados, con una descripción clara de las fuentes sonoras que influyen en las mediciones, tipo de emisión y modo de operación. Se deben anexar los reportes de los muestreos sin procesamiento, junto con la memoria de sumatorias de niveles y aplicación de los ajustes K en formato Excel.

Respecto a la presentación de los informes técnicos de las mediciones de ruido ambiental, se debe tener en cuenta, como documento guía, el Anexo 4 de la Resolución 627 del 2006, que trata sobre la "Propuesta de Informe Técnico de Medición de Ruido". Los resultados del estudio de ruido deben presentarse en mapas de ruido ambiental de la zona objeto de estudio.

Para la proyección de los niveles de ruido ambiental, se debe realizar la estimación de emisiones que serán generadas por las diferentes actividades asociadas al proyecto, utilizando herramientas de modelación y software especializados. Para ello se deben tener en cuenta las condiciones determinantes en el comportamiento de la onda sonora, las condiciones climáticas y de terreno, y las características de propagación propias de la zona objeto de estudio en la que se determine la incidencia del ruido procedente de las actividades asociadas al proyecto en las zonas sensibles.

Se deben modelar dos escenarios:

- Primer escenario: construcción del proyecto (sin y con medidas de control).
- Segundo escenario: operación del proyecto (sin y con medidas de control).







Se debe identificar el sistema de modelación seleccionado, indicando supuestos, consideraciones y limitaciones, tanto de la información utilizada como de los resultados obtenidos. Se deben incluir criterios acústicos tales como difracción, reflexión, absorción y modelo digital de elevación de terreno, entre otros).

Se debe identificar el marco conceptual de modelación seleccionado (norma de modelación aplicable por actividad y metodología de cálculos, adoptados internacionalmente).

Se deben adjuntar los archivos de entrada y de salida, y los archivos de procesamiento.

Se debe incluir el análisis de la información meteorológica incorporada al modelo utilizado, considerando por lo menos los siguientes parámetros: temperatura, presión atmosférica, viento (dirección y velocidad). Se deben tener en cuenta las consideraciones previstas en el numeral correspondiente a "Meteorología" del capítulo de Caracterización del área de influencia de los presentes términos de referencia.

Se debe utilizar un modelo digital de elevación de terreno definido por el sistema de modelación a emplear (SOUNDPLAN, CADNA, LIMA, u otros). Se deben adjuntar archivos de entrada y de salida, y los archivos del modelo digital de elevación de terreno.

El desarrollo de la modelación debe indicar cuáles son los aportes de contaminación por ruido producto de las actividades del proyecto, en relación con ruido residual y los aportes de las fuentes ajenas al proyecto que tienen incidencia en la zona, haciendo estimaciones de ruido ambiental para las áreas de asentamientos humanos y zonas críticas identificadas.

Los resultados de la modelación deben ser presentados en planos con curvas isófonas, donde se identifiquen claramente las fuentes de generación de ruido, los receptores sensibles identificados y las curvas isófonas.

La modelación debe permitir:

- Identificar las zonas de mayor incremento en los niveles de ruido ambiental para cada uno de los escenarios del proyecto.
- Valorar la magnitud del impacto ocasionado por esta actividad sobre las condiciones del ruido ambiental en los receptores de interés, teniendo en cuenta el marco normativo vigente (Resolución 627 de 2006).
- Identificar el aporte de niveles de presión sonora que realiza cada fuente o grupos de fuentes sobre los niveles de ruido ambiental de la zona objeto de estudio.







Para efectos de la validación de la información entregada producto del proceso de modelación, las mediciones se deben realizar de acuerdo con lo establecido en el Anexo "Metodología para la medición de emisión de ruido y vibraciones en el área de influencia de una línea férrea" de los presentes términos de referencia, en tanto el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible expide la reglamentación en la materia.

Para vibración, se deben realizar muestreos de vibraciones en la zona de estudio, orientados a caracterizar la emisión natural y la emisión de otras fuentes presentes en las zonas aledañas o contiguas a los alineamientos de la línea férrea propuesta. El muestreo se debe realizar de conformidad con lo establecido en el numeral correspondiente a "Metodología para la medición de vibraciones" del Anexo "Metodología para la medición de emisión de ruido y vibraciones en el área de influencia de una línea férrea" de los presentes términos de referencia.

Estas medidas darán como resultado la aceleración del suelo en tres ejes ortogonales, en bandas de tercio de octava desde 1 Hz a 315 Hz, y la función de transferencia que sufre la señal hasta llegar al receptor.

5.2 MEDIO BIÓTICO

Se debe suministrar la información relacionada con las características cualitativas y cuantitativas de los diferentes ecosistemas presentes en el área de influencia de los componentes del medio biótico, determinando su funcionalidad y estructura, como un referente del estado inicial (línea base) previo a la ejecución del proyecto. Para tal efecto, la información debe ser procesada y analizada en forma integral.

Para la caracterización del medio biótico se debe guardar correspondencia con los aspectos metodológicos establecidos en el permiso de estudio que sea otorgado por la autoridad ambiental competente y en los demás requerimientos establecidos en la Sección 2, Capitulo 9, Titulo 2, Parte 2, Libro 2 del Decreto 1076 de 2015 "por el cual se reglamenta el Permiso de Estudio para la Recolección de Especímenes de Especies Silvestres de la Diversidad Biológica con Fines de Elaboración de Estudios Ambientales", o el que lo modifique, sustituya o derogue.

Nota: no se pueden utilizar métodos químicos o de envenenamiento para realizar los muestreos o monitoreos de fauna (incluyendo fauna íctica), así como tampoco se permite el uso de trampas para captura que sean en esencia letales (p. e. trampas de golpe para micromamíferos).





5.2.1 Ecosistemas

A partir de la metodología planteada en el documento "Ecosistemas Continentales, Costeros y Marinos de Colombia" (2007) o versiones oficiales posteriores, se debe construir el mapa respectivo para el proyecto a escala 1:25.000, donde se identifiquen y delimiten los ecosistemas naturales y transformados presentes en el área de influencia de los componentes del medio biótico, incluyendo los ecosistemas acuáticos. En el mapa de ecosistemas se debe incluir la ubicación y georreferenciación de los puntos de muestreo o monitoreo para cada componente o grupo de componentes.

Las coberturas de la tierra asociadas a cada ecosistema se deben definir, sectorizar y describir según la metodología *Corine Land Cover* adaptada para Colombia (IGAC, 2010²⁰) o versiones oficiales posteriores.

5.2.1.1 Ecosistemas terrestres

Flora y fauna

Para los componentes de flora y fauna se debe:

a. Realizar inventario de especies por separado, por unidad de cobertura, con la georreferenciación del sitio de muestreo, indicando la clasificación de cada una de las especies de acuerdo con las categorías establecidas por la Resolución 192 de 2014 "por la cual se establece el listado de las especies silvestres amenazadas de la diversidad biológica colombiana que se encuentran en el territorio nacional", o aquella norma que la modifique, sustituya o derogue, la UICN, los libros rojos y la CITES.

¹⁹ IDEAM, IGAC, IAvH, Invemar, I. Sinchi e IIAP. 2007. Ecosistemas continentales, costeros y marinos de Colombia. Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales, Instituto Geográfico Agustín Codazzi, Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt, Instituto de Investigaciones Ambientales del Pacifico John von Neumann, Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras José Benito Vives de Andréis e Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas Sinchi. Bogotá, D. C, 276 p. + 37 hojas cartográficas.

²⁰ IDEAM, 2010. Leyenda Nacional de Coberturas de la Tierra. Metodología Corine Land Cover adaptada para Colombia Escala 1:100.000. – Instituto de Hidrología Meteorología y Estudios Ambientales. Bogotá D.C., 72p.







En el caso de identificar durante los muestreos la presencia de especies endémicas, en veda a nivel nacional o regional, o en categorías de amenaza, se deben presentar las coordenadas respectivas.

- b. Presentar los métodos, técnicas y periodicidad de los muestreos, así como registros fotográficos.
- c. Presentar un mapa de cobertura vegetal y uso actual del suelo, con la distribución de especies faunísticas, a escala de trabajo o captura 1:25.000 y de presentación 1:50.000 o más detallada.
- d. Especificar si las especies son de importancia económica, ecológica y/o cultural.
- e. Determinar el índice de biodiversidad por separado para la flora y la fauna.
- f. Describir los principales usos dados por las comunidades a las especies de mayor importancia.
- g. Identificar las potenciales presiones existentes sobre la flora y la fauna.
- h. Identificar a nivel de especie o al nivel taxonómico más detallado posible las especies inventariadas.
- i. Identificar los hábitats de preferencia de la flora y la fauna y su distribución, si en el área de influencia del componente, grupo de componentes o del medio se identifican especies clasificadas en las categorías "vulnerables" VU) en "peligro" EN o en "peligro crítico" CR, con base en la Resolución 192 de 2014 o aquella norma que la modifique, sustituya o derogue, los criterios establecidos en la lista roja de la UICN o listas rojas publicadas por el Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt, el Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas (en adelante SINCHI) o el Instituto de Investigaciones Ambientales del Pacífico (en adelante IIAP).
- j. Reportar a las entidades competentes (tales como el Instituto de Ciencias Naturales de la Universidad Nacional de Colombia, el Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt, el SINCHI y el IIAP), las especies nuevas identificadas.
- k. Anexar los formularios de recolección de información (planillas de campo) para la caracterización de la flora y la fauna.
- Requerimientos adicionales para flora

Los muestreos que se lleven a cabo para la caracterización florística deben efectuarse a partir del levantamiento de parcelas y ser estadísticamente representativos en función del área para cada unidad de cobertura y ecosistema, con una probabilidad del 95% y error de muestreo no mayor del 15%.

Se debe especificar el tipo de muestreo realizado, incluyendo el número y tamaño de las parcelas de muestreo. Asimismo, se deben presentar los cálculos para la determinación del tamaño de la muestra para las unidades de cobertura caracterizadas.







Con el fin de determinar las características de composición y estructura de cada unidad de cobertura se deben tener en cuenta como mínimo los siguientes aspectos:

- a. Estado sucesional.
- b. Inventario de especies por unidad de cobertura según las categorías establecidas por la Resolución 192 de 2014 o aquella norma que la modifique, sustituya o derogue y según las categorías CITES y UICN. Se debe indicar la presencia de especies en veda y/o endémicas.
- c. Índice de biodiversidad de las unidades de cobertura vegetal delimitadas.
- d. Grado de sociabilidad y estructura espacial.
- e. Abundancia, dominancia y frecuencia.
- f. Índice de Valor de Importancia IVI.
- g. Densidad y distribución por clase diamétrica y altimétrica de las diferentes especies encontradas.
- h. Diagnóstico y análisis de la regeneración natural (dinámica sucesional para brinzales y latizales).
- i. Perfiles de vegetación por unidad de cobertura vegetal, con su respectivo análisis.
- j. Superficie (expresada en hectáreas) de las unidades de cobertura vegetal y uso actual del suelo identificadas y su porcentaje de participación con respecto al área total del proyecto.
- Análisis de fragmentación²¹

Para cada fragmento de ecosistema natural y vegetación secundaria debe establecerse su tamaño y el índice de contexto paisajístico; este último se refiere a la conectividad del fragmento del ecosistema natural y vegetación secundaria con otros fragmentos de las mismas características. Para su cálculo puede emplearse la Ecuación 1 presentada a continuación, teniendo como referencia un *buffer* entre 625 y 500 m alrededor del fragmento. Los valores de conectividad oscilan entre 0 y 1 (los valores cercanos a 1 representan un mejor contexto paisajístico).

Ecuación 1:

CP = AN / ATB

CP = contexto paisajístico.

AN = área natural dentro del buffer.

ATB = área total del *buffer*.

Términos de Referencia - EIA - Proyectos de Construcción de líneas férreas

²¹ Se podrán utilizar herramientas de Sistemas de Información Geográfica – SIG para realizar los análisis de fragmentación.







Requerimientos adicionales para fauna

Se debe caracterizar la composición de los principales grupos de fauna de los ecosistemas presentes en el área de influencia de los componentes del medio biótico (anfibios, reptiles, aves y mamíferos), y describir sus relaciones funcionales con el ambiente. Para ello, se debe:

- a. Identificar aquellas especies que sean vulnerables por pérdida de hábitat, de distribución restringida, raras, especies sombrilla, migratorias, vulnerables (VU), en peligro (EN) o en peligro crítico (CR) entre otras ecológicamente significativas que sea pertinente considerar. Se debe tener en cuenta lo reglamentado en la Resolución 192 de 2014 o aquella que la modifique, sustituya o deroque.
- Con información disponible sobre estas especies, señalar las áreas de importancia para cría, reproducción, alimentación, anidación y zonas de paso de las especies migratorias.
- c. Con información disponible describir las relaciones ecológicas entre las especies.
- d. Identificar y mapificar las posibles rutas de desplazamiento de los principales grupos de fauna reportados en el EIA.

5.2.1.2 Ecosistemas acuáticos

Con el fin de determinar la composición y estructura de la hidrobiota existente en los ecosistemas acuáticos presentes en el área de influencia del componente, se deben caracterizar las comunidades hidrobiológicas a partir de muestreos de perifiton. macroinvertebrados asociados al bentos y fauna íctica en sistemas lóticos y lénticos, y adicionalmente muestreos de plancton (fito y zoo) y macrófitas en sistemas lénticos. Con base en información de densidad, abundancia, cobertura o extensión, dominancia, biomasa y aspectos fisicoquímicos, entre otra información, obtenida para las familias, géneros, especies o grupos de organismos característicos, y empleando las herramientas estadísticas e índices ecológicos que se consideren adecuados, se deben analizar sus diferentes hábitats, su distribución espacial y temporal (para época de lluvias y época seca) y las interrelaciones que tienen con otros grupos de organismos y otros ecosistemas. Asimismo, se deben analizar estas comunidades como indicadores de calidad biológica²² del agua a partir de la correlación de los datos fisicoquímicos registrados en los muestreos. Finalmente, para todos los grupos hidrobiológicos se debe analizar la expresión de su composición y estructura, en función de las variables ambientales que se hayan medido in-situ y de manera simultánea.

²² Para la estimación de los indicadores se puede tomar como referente la Guía técnica para la formulación de los Planes de Ordenamiento del Recurso Hídrico, Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2014, o Lineamientos Conceptuales y Metodológicos para la Evaluación Regional –ERA, 2013 IDEAM.







Los muestreos para la caracterización deben considerar al menos dos (2) periodos climáticos (época seca y época de lluvias), para lo cual la caracterización de una de las épocas climáticas se debe presentar en el marco del EIA y la de la otra puede ser entregada previo al inicio de la construcción. Para ambos períodos climáticos se debe tener en cuenta la información secundaria disponible de diferentes períodos de tiempo (análisis multitemporal).

Los sitios de muestreo deben corresponder con los sitios donde se realizó la caracterización fisicoquímica del agua, y deben georreferenciarse y justificar su representatividad en cuanto a cobertura espacial y temporal (en relación con los sitios a intervenir por el proyecto, y las actividades asociadas).

Para la fauna íctica, adicionalmente se debe:

- Identificar y caracterizar la fauna íctica de mayor importancia ecológica y económica asociada a los principales cuerpos de agua.
- Identificar las especies migratorias, en veda, y/o endémicas.
- Presentar la información requerida en la sección: 5.2.1.1 Ecosistemas terrestres –
 Flora y fauna- incisos: a, b, d, e, f, g, h, i, j, y k.

5.2.1.3 Ecosistemas estratégicos, sensibles y/o áreas protegidas

Se debe especificar si en el área de influencia de los componentes del medio biótico se presentan:

- Áreas protegidas (de carácter público o privado) legalmente declaradas.
- Otros instrumentos de ordenamiento/planificación, así como otras áreas de reglamentación especial (humedales, páramos, humedales designados dentro de la lista de importancia internacional de la convención RAMSAR y áreas de reserva forestal de Ley 2ª de 1959, entre otros).
- Ecosistemas estratégicos y áreas de especial importancia ecológica establecidos a nivel local, regional, nacional y/o internacional.
- Áreas de interés científico o con prioridades de conservación contempladas por parte de Parques Nacionales Naturales de Colombia.

En el caso de que se identifique la existencia de alguna de estas áreas o ecosistemas, se deben delimitar cartográficamente, a una escala adecuada, de tal forma que permita su ubicación con respecto al proyecto dentro de los mapas de ecosistemas elaborados.

En el evento en que el proyecto pretenda intervenir áreas de reserva forestal nacional o regional, el usuario debe solicitar la sustracción de las mismas ante la autoridad







competente, de conformidad con los términos de referencia establecidos para tal fin en cumplimiento de la Resolución 1526 del 3 de septiembre de 2012 "por la cual se establecen los requisitos y el procedimiento para la sustracción de áreas en las reservas forestales nacionales y regionales, para el desarrollo de actividades consideradas de utilidad pública o interés social, se establecen las actividades sometidas a sustracción temporal", o de aquella que la modifique, sustituya o derogue. En todo caso, la licencia ambiental no podrá ser otorgada hasta tanto no se obtenga la correspondiente sustracción o el levantamiento de veda. De igual forma, en el caso de que el proyecto aspire intervenir áreas de Distrito de Manejo Integrado de los recursos naturales renovables, el usuario debe solicitar la sustracción ante la autoridad competente, de conformidad con la información solicitada para tal fin en cumplimiento del artículo 2.2.2.1.18.1, Sección 18, Capítulo I, Titulo 2 del Decreto 1076 de 2015, o aquel que lo modifique, sustituya o derogue.

5.3 MEDIO SOCIOECONÓMICO

La caracterización del medio socioeconómico debe hacerse con base en información cuantitativa y cualitativa, y su análisis debe permitir dimensionar los impactos que el proyecto pueda ocasionar en cada uno de sus componentes. Asimismo, la información de caracterización del medio socioeconómico debe permitir un análisis de la integralidad de sus condiciones y características, guardando coherencia para cada uno de sus componentes.

Como unidades territoriales mayores se deben contemplar los municipios, distritos, departamentos y territorios colectivos de comunidades étnicas o cualquier otra división territorial, que para un componente determinado, especifique y sustente el EIA.

Como unidades territoriales menores se deben contemplar principalmente las veredas, aunque, en caso de no existir información disponible, se pueden utilizar otras unidades territoriales de análisis, tales como caseríos, sectores de veredas o asentamientos, entre otros, decisión que debe estar debidamente justificada.

Para el levantamiento de información de caracterización socioeconómica de las unidades territoriales mayores, se deben emplear fuentes secundarias actualizadas, debidamente acreditadas, como aquellas procedentes de instituciones gubernamentales y de otras instituciones de reconocida idoneidad, así como información consignada en estudios regionales y locales recientes; en caso de que se requiera y de ser posible, debe levantarse información primaria del área.

Para el levantamiento de información de caracterización socioeconómica de las unidades territoriales menores se debe acudir primordialmente a fuentes de información primaria. Los métodos, herramientas y técnicas de recopilación de información deben estar debidamente referenciados y soportados dentro del estudio. La información







secundaria existente puede emplearse en la medida en que sus datos revistan actualidad y pertinencia, y sus fuentes sean plenamente identificadas, citadas, y reporten información con datos fiables.

La información debe permitir conocer las principales características socioeconómicas de la población del área de influencia de los componentes de este medio y su relación con el proyecto. Para tal efecto, dicha información se debe presentar conforme a lo establecido por las entidades responsables de su generación, procesamiento y análisis.

La cartografía de las unidades territoriales correspondientes al medio socioeconómico debe presentarse a escala 1:25.000 o más detallada.

El Modelo de Almacenamiento Geográfico de Datos establece el detalle de la información solicitada para las unidades territoriales y municipios, aclarando que en aquellos casos en los que la unidad territorial contenga uno o más "asentamientos", la información correspondiente debe presentarse de manera desagregada para cada uno de ellos, de acuerdo a lo establecido en la GDB.

5.3.1 Participación y socialización con las comunidades²³

Estos lineamientos hacen referencia al desarrollo del proceso de socialización de la información del EIA elaborado con el objeto de realizar la solicitud de la licencia ambiental para el desarrollo y la ejecución de un proyecto, obra o actividad de competencia de la autoridad ambiental. En el proceso de socialización de la información, el solicitante debe tener en cuenta la aplicación de mecanismos de participación ciudadana reconocidos en la normativa vigente y el alcance del EIA para efectos del licenciamiento ambiental de un proyecto.

Este proceso se debe realizar con las autoridades regionales, departamentales y municipales correspondientes a las unidades territoriales que se definan en el EIA, la comunidad en general y las diferentes organizaciones con presencia en el área de influencia de los componentes del medio socioeconómico, que por el tipo de intervención y/o participación, puedan verse afectadas o ver afectadas sus actividades por la ejecución del proyecto.

Igualmente, se debe incluir en el proceso a los propietarios de los predios a intervenir y a los propietarios de los predios en donde se solicita el uso y aprovechamiento de recursos naturales renovables y no renovables.

²³ En caso de que la autoridad ambiental establezca o adopte con posterioridad a estos términos de referencia una metodología para procesos de socialización de proyectos, obras o actividades, ésta deberá ser utilizada por el solicitante.







El proceso de participación y socialización con las comunidades debe garantizar los siguientes propósitos:

- 1. Socializar la información relacionada con las características técnicas, actividades y alcance, tanto del proyecto como del EIA a desarrollar.
- 2. Generar espacios de participación durante la elaboración del EIA, en los cuales se socialice el proyecto y sus implicaciones, con información referente a los alcances, fases, actividades, infraestructura proyectada, áreas de influencia, caracterización ambiental, zonificación ambiental y de manejo, compensaciones por pérdida de biodiversidad, permisos solicitados para el uso y aprovechamiento de los recursos naturales (captaciones, vertimientos, etc.), inversiones del 1% y el plan de gestión del riesgo.

Dentro de estos espacios se deben socializar los impactos y medidas de manejo ambiental identificados por el solicitante para las diferentes etapas. Asimismo se debe promover la identificación por parte de los participantes de aquellos otros impactos y medidas de manejo que de acuerdo a su pertinencia puedan ser incluidos en la evaluación de impactos y el plan de manejo ambiental.

3. Socializar los resultados del EIA, de manera previa a la radicación del mismo en la Autoridad Ambiental.

El número de encuentros para el desarrollo del proceso de socialización dependerá de las características propias de los actores involucrados dentro del mismo y de la metodología definida por el solicitante.

Para efectos de la socialización de la información, se debe:

- Realizar procesos de convocatoria de los espacios de socialización y participación, incluyendo aspectos como: cobertura, oportunidad y eficacia.
- Definir con claridad el procedimiento metodológico a adoptar para el desarrollo de las reuniones, talleres, y/o estrategias informativas, etc., a realizar, especificando los recursos de apoyo pedagógico y didáctico que permitan el logro de una adecuada socialización del proyecto, obra o actividad, una eficiente transmisión y presentación de la información relacionada con el EIA elaborado para los fines del licenciamiento ambiental y promover la participación de los asistentes en los asuntos asociados al EIA. Asimismo, el procedimiento metodológico debe señalar la forma en la que se promueve la participación de las entidades, organizaciones, comunidades y propietarios de predios, entre otros participantes.







 Documentar el EIA con los respectivos soportes, los cuales deben incluir como mínimo: la correspondencia de convocatorias realizadas, las actas y/o ayudas de memoria de las reuniones y/o talleres realizados, en las cuales se evidencien los contenidos tratados, las inquietudes, comentarios, sugerencias y/o aportes de los participantes sobre el proyecto, las respuestas o aclaraciones realizadas por parte del solicitante, los listados de asistencia y el registro fotográfico y/o fílmico de las reuniones y las actividades realizadas (si los participantes lo permiten).

Las actas que permitan evidenciar las actividades de socialización adelantadas, deben ser elaboradas *in situ*, de manera que puedan ser suscritas por sus participantes, y entregadas a las autoridades presentes y a los representantes de las comunidades, una vez finalizado el proceso. Las actas deben contener como mínimo, fecha y lugar de realización del evento, objetivo de la reunión o taller, listado de asistencia, temas abordados, comentarios y observaciones de los asistentes, y compromisos adquiridos, si hay lugar a ello. En caso de que por alguna razón no haya sido posible suscribir una determinada acta, el solicitante debe dejar registro de los hechos que acontecieron y que impidieron su firma por parte de los participantes. Como respaldo del registro se debe emplear la firma de un delegado de la autoridad municipal acompañante del proceso.

En cuanto a las comunidades étnicas, cuando de conformidad con las certificaciones emitidas por la(s) entidad(es) competente(s) en el área de intervención del proyecto se registre presencia de las mismas, se deben incluir mecanismos de participación teniendo en cuenta lo establecido para tal fin en la normativa vigente, especialmente la relacionada con el procedimiento de consultas previas.

5.3.2 Componente demográfico

Para los municipios el EIA debe:

- Dinámica de poblamiento: desarrollar un análisis donde se describa: 1) la historia más relevante de la ocupación del territorio por parte de las poblaciones humanas (antecedentes e hitos importantes con relación a su asentamiento y expansión); 2) grupos socioculturales (indígenas, negritudes, campesinos, entre otros); 3) ocupación y expansión de los asentamientos en el territorio.
- **Dinámica poblacional**: desarrollar un análisis donde se describa: 1) tasa de natalidad y mortalidad; 2) movilidad espacial actual y tendencial, así como los factores que influyen en dicho fenómeno; 3) estructura de la población por edad y sexo, distribución entre las áreas rural y urbana y su densidad; 4) Índice de Necesidades Básicas Insatisfechas NBI de la población.







Para las unidades territoriales se deben analizar los siguientes aspectos en relación con las condiciones y demandas del proyecto, y en el entendido de que esta es la información base para el seguimiento a los cambios que se presenten en el área por incidencia del mismo:

- Caracterización de grupos poblacionales (indígenas, afrodescendientes, campesinos, entre otros).
- Dinámica de poblamiento, la cual debe establecer algún proceso específico de las unidades territoriales, que no se haya detallado en el análisis de los municipios.
- Tendencias demográficas: describir los principales indicadores de demografía y efectuar un análisis longitudinal con base en la información disponible.
- Estructura de la población: población total en cada unidad territorial, composición por edad y sexo, tendencia de crecimiento poblacional, tipología familiar, número de hogares, promedio de personas por hogar, población en edad de trabajar -PET.
- Presencia de población en situación de desplazamiento, procedencia, formas de incorporación a la unidad territorial (de acuerdo con información secundaria de las alcaldías locales o información disponible).
- Patrones de asentamiento (nuclear o disperso), número de viviendas.

5.3.3 Componente espacial

Se debe analizar la calidad y cobertura de los servicios públicos y sociales del área de influencia del proyecto.

Para los municipios se debe hacer una síntesis de los servicios públicos y sociales, incluyendo su calidad y cobertura, en tanto se relacionen con el proyecto.

Para las unidades territoriales se requiere la siguiente información:

Servicios públicos

- Acueducto y alcantarillado: fuentes de abastecimiento de agua potable, infraestructura de captación, tratamiento y almacenamiento; tipos de uso (doméstico, agropecuario, piscícola, etc.); población usuaria, cobertura y calidad.
- Disposición de excretas: tipos (alcantarillado, pozos sépticos, letrinas, a cielo abierto).
- Sistemas de recolección y disposición de residuos sólidos, cobertura y calidad.
- Servicios de energía, gas y telefonía: cobertura y calidad.







Servicios sociales

- Infraestructura educativa y de salud (identificación y localización).
- Infraestructura recreativa y deportiva (identificación y localización).
- Viviendas (tipificación de las características).
- Infraestructura de transporte vial, aéreo, ferroviario, fluvial y marítimo (identificación). Se debe hacer énfasis en los accesos veredales y su funcionalidad, así como en la infraestructura para conectividad (puentes, tarabitas, planchones, otros).
- Centros poblados que ofrecen los servicios administrativos y financieros (notaría, inspección de policía, bancos, entre otros) y el acceso a los servicios sociales. Relaciones funcionales entre los distintos centros poblados y la zona rural.
- Uso de las vías.
- Frecuencia y el tipo de servicio de transporte.
- Medios de comunicación: radio, prensa, internet, televisión y emisoras comunitarias.
- Formas de conectividad y dificultades de acceso de las comunidades a centros nucleados de prestación de servicios sociales y trámites legales.

Se deben especificar las distancias aproximadas entre la ubicación de todas y cada una de las viviendas, escuelas y demás infraestructuras comunitarias, que sean susceptibles de afectación por el proyecto y las distintas obras y actividades de intervención a desarrollar por el mismo (incluyendo la demanda, uso y aprovechamiento de recursos naturales).

5.3.4 Componente económico

A nivel de los municipios y con el objeto de elaborar un panorama general sobre la dinámica económica, se debe identificar el tipo de actividades presentes en el territorio, en términos de su capacidad de absorción de mano de obra, su influencia en la funcionalidad económica del territorio y su relación con los bienes y servicios ambientales. Para ello se deben identificar y analizar los procesos existentes, teniendo en cuenta lo siguiente:

- Estructura de la propiedad.
- Procesos productivos y tecnológicos.
- Caracterización del mercado laboral actual.
- Polos de desarrollo y/o enclaves que interactúan con el área de influencia.
- Estructura comercial, redes de comercialización, cadenas productivas y su relación en las dinámicas económicas regionales.
- Empresas productivas en los sectores primario, secundario y terciario.







- Actividades de pesca (artesanal e industrial) y maricultura desarrolladas.
- Tamaño de la Unidad Agrícola Familiar UAF establecida para cada municipio.

Para las unidades territoriales se deben determinar las relaciones económicas, la estructura, dimensión y distribución de la producción y las dinámicas económicas locales, para facilitar la identificación de las variables que podrían verse afectadas con las actividades del proyecto, para lo cual se debe definir y analizar:

- Estructura de la propiedad (micro, minifundio, pequeña, mediana y gran propiedad²⁴) y formas de tenencia (tierras colectivas, comunitaria, propiedad privada, aparcería, colonato, entre otras).
- Empresas productivas en los sectores primario, secundario y terciario.
- Características del mercado laboral actual en cuanto al tipo de mano de obra que se encuentra en el área y la forma de condición laboral (empleo formal, empleo informal, desempleo y subempleo) y porcentajes de distribución en las principales actividades económicas.
- Actividades económicas relacionadas con el turismo y/o la recreación, que se desarrollan en el área, así como los agentes económicos que intervienen en las mismas, insumos, infraestructura, dinámica y demás elementos que las constituyen.
- Programas y proyectos productivos privados, públicos y/o comunitarios existentes, cuyas características sean de importancia para el desarrollo del proyecto. Cadenas productivas y su relación con las dinámicas económicas de la región.
- Infraestructura relacionada con las actividades económicas existentes (centros nucleados de influencia para comercialización).
- Censo de pescadores, identificando número de pescadores, principales especies, métodos de captura (artes de pesca), captura por unidad de esfuerzo y tallas promedio. Se debe determinar si el proyecto puede impactar la actividad económica de los pescadores.

5.3.5 Componente cultural

5.3.5.1 Comunidades no étnicas

Para los municipios se debe:

²⁴ Corresponde a la categoría de distribución de la propiedad. Anexo 1. Metodología y tratamiento de la Información, Atlas de la Propiedad Rural en Colombia. IGAC, Bogotá: Imprenta Nacional de Colombia, 2012.







Presentar un análisis general de los siguientes aspectos: patrones de asentamiento ya descritos, dependencia económica y sociocultural con el entorno, articulando estos procesos históricos con la estructura y dinámica actual.

Identificar los hechos históricos (migraciones, adopción de nuevas tecnologías, cambios de actividad productiva, estímulo a procesos de aculturación por presencia de migrantes, etc.), que hayan producido cambios culturales.

Identificar los símbolos culturales más significativos para la población, con relación a las tradiciones económicas, tecnológicas, organizativas, religiosas, artísticas y otras.

Identificar los usos tradicionales de los recursos naturales renovables y el medio ambiente por parte de los habitantes de la región: procesos, tecnologías, estacionalidad, usos culturales y tradicionales, valores simbólicos.

Para la población asentada en las unidades territoriales, se deben describir los siguientes aspectos:

- Patrimonio cultural inmaterial: prácticas sociales, tradiciones estéticas y modos de conocimiento perpetuados en el seno de la comunidad.
- Bienes inmuebles declarados de interés cultural que se encuentren dentro del área de influencia, indicando el acto administrativo mediante el cual fueron declarados, así como sus respectivos Planes Especiales de Manejo y Protección en caso de que existan.
- Sitios de importancia cultural.
- Espacios de tránsito y desplazamiento.
- Áreas de uso cultural para la recreación y el esparcimiento, otros de importancia cultural.
- Modificaciones culturales: hacer una aproximación a los valores culturales exógenos que puedan conducir a un cambio cultural (como desplazamientos poblacionales, ordenamientos del territorio, etc.).
- Bases del sistema sociocultural: describir las prácticas culturales más relevantes y el sistema de creencias y valores que las generan y que de alguna manera podrían interactuar en algún momento con el proyecto.
- Uso y manejo del entorno: identificar la dinámica de la presión cultural sobre los recursos naturales renovables y el medio ambiente.
- Análisis del orden espacial y sus redes culturales a fin de evaluar la desarticulación que puede producirse en el territorio por la ejecución del proyecto.

5.3.5.2 Comunidades étnicas







Con base en información secundaria, estudios etnográficos e investigaciones, entre otros, se debe hacer una breve descripción de las comunidades étnicas presentes en el municipio en que se ubica el proyecto, involucrando los siguientes aspectos: territorios, rutas de movilidad, demografía, salud, educación, religiosidad, etnolingüística, economía tradicional, organización sociocultural, presencia institucional y prácticas culturales.

Cuando las entidades competentes certifiquen la presencia de comunidades étnicas en el área de intervención de las actividades del proyecto, que puedan ser afectadas por el desarrollo del mismo, se deben identificar dichas comunidades, profundizando en la definición de los aspectos territoriales que involucran estas etnias, en cumplimiento del artículo 76 de la Ley 99 de 1993 y de lo establecido en la Ley 21 de 1991, en la Ley 70 de 1993, en el Decreto 1320 de 1998 y en el Decreto 2613 de 2013 compilados en el Decreto 1066 de 2015, y en las Directivas Presidenciales 001 de 2010 y 10 de 2013 y las demás normas aplicables en la materia.

La caracterización de las comunidades étnicas certificadas por las entidades competentes y afectadas por la ejecución del proyecto debe estar referida a los aspectos que a continuación se relacionan:

Dinámica de poblamiento: describir el tipo de tenencia de la tierra (resguardo, reserva, tierras colectivas, áreas susceptibles de titulación, entre otros) y los patrones de asentamiento (si es nucleado o disperso, así como la movilidad de la población), dependencia económica y sociocultural con los ecosistemas, concepciones tradicionales sobre la ocupación del territorio y los cambios culturales originados por el contacto con otras culturas.

La información debe describir la diferenciación cultural del territorio, a partir de las diversas expresiones culturales al interior y exterior de la comunidad étnica, constatando la heterogeneidad del manejo del espacio. Para esta descripción se deben tener en cuenta lugares sagrados, clasificaciones toponímicas, cotos de caza, salados, jerarquías espaciales y ambientales, y uso de los recursos naturales renovables, entre otros.

- Demografía: establecer la población total, su distribución, densidad, tendencia de crecimiento, composición por edad y sexo, tasa de natalidad, mortalidad, morbilidad y migración. Caracterizar la estructura familiar (tipo, tamaño) y la tendencia de crecimiento. Se debe indicar la metodología empleada para el levantamiento de la información.
- Salud: describir el sistema de salud tradicional, las estrategias, recursos y espacios de curación teniendo en cuenta los agentes de salud utilizados por la







comunidad (taitas, curanderos, curacas, payés, etc.), con quienes, de ser posible, se debe hacer un acercamiento especial con el fin de precisar desde el conocimiento tradicional las implicaciones del proyecto en el bienestar de la comunidad.

Describir la relación con los demás sistemas de salud y las características de la morbimortalidad.

 Educación: describir los tipos de educación (etnoeducación, formal y no formal) que se imparten en las comunidades, teniendo en cuenta la infraestructura existente, la cobertura, y los entes encargados.

Describir la incidencia de los proyectos etnoeducativos en los procesos de socialización de la comunidad étnica.

Identificar la presencia de profesores bilingües y los procesos de capacitación a estos docentes.

 Religiosidad: presentar una síntesis de los aspectos y sitios religiosos tradicionales más sobresalientes, ubicados dentro y fuera del territorio indígena, que puedan verse afectados por el desarrollo del proyecto, destacando la relación hombre - naturaleza.

Relacionar los cambios culturales presentados en la conformación de la identidad a partir de procesos de choque, localización y resistencia.

 Etnolingüística: identificar la lengua y dialectos predominantes en la población, la presencia de bilingüismo o multilingüismo, los mecanismos de relación intra e intercultural y las problemáticas más sobresalientes relacionadas con estos temas.

Precisar el uso actual de la lengua en el área de influencia del proyecto, estimando el número de hablantes y justificar la necesidad o no de la traducción a la lengua nativa.

• Economía tradicional: describir los sistemas económicos y productivos, teniendo en cuenta la estructura de la propiedad, las actividades y estrategias productivas, las tecnologías utilizadas y la infraestructura asociada. Identificar las redes de comercialización de productos tanto inter como extralocales, regionales y fronterizas (en el caso en que proceda). Describir las prácticas de uso, aprovechamiento e interacción de la población con los recursos naturales y la participación de los miembros de la comunidad en cada una de las actividades productivas, así como el uso cultural y grado de dependencia de los recursos







naturales. Identificar la existencia de parcelaciones al interior del territorio, tamaño, usos y grado de dependencia de las familias, entre otros.

- Organización sociocultural: presentar una síntesis de los roles más importantes reconocidos en las formas tradicionales de organización, precisando los tipos de organización, representantes legales, autoridades tradicionales y las legítimamente reconocidas. Identificar los espacios de socialización que contribuyen al fortalecimiento de la identidad cultural. Describir las relaciones interétnicas y culturales, los vínculos con otras organizaciones comunitarias y los diferentes conflictos que se presentan en la zona.
- Presencia institucional: describir los proyectos existentes dentro de los territorios tradicionales y/o colectivos y el grado de participación de la comunidad. Se deben presentar las investigaciones, proyectos y obras que se adelanten por instituciones gubernamentales y no gubernamentales, dentro de los territorios tradicionales de las comunidades étnicas, incluyendo la función que cumplen y la vinculación que tienen las comunidades y la cobertura de dichos proyectos.

Se deben identificar los proyectos de etnodesarrollo, definidos por cada una de las comunidades, que se estén ejecutando o se encuentren en proyección.

5.3.6 Componente arqueológico

Se debe anexar constancia de entrega al Instituto Colombiano de Antropología e Historia - ICANH, del programa de arqueología preventiva conforme a lo establecido en la Lev 1185 de 2008 o aquella que la modifique, sustituva o deroque.

5.3.7 Componente político-organizativo

5.3.7.1 Aspectos políticos – administrativos

Para lograr este análisis se deben presentar las características político-administrativas de la(s) unidad(es) territorial(es) que corresponde(n) al área de influencia de los componentes del medio socioeconómico, de acuerdo con la información secundaria encontrada en los planes de desarrollo municipal y departamental, y en los respectivos estudios de ordenamiento territorial (EOT, PBOT y/o POT).

5.3.7.2 Presencia institucional y organización comunitaria

Se deben identificar:







- Las instituciones públicas existentes en el municipio, describir la capacidad institucional para atender las condiciones actuales de su población y su capacidad de intervención ante situaciones que puedan ser derivadas de la ejecución del proyecto.
- Las organizaciones privadas (gremios, entre otros), sociales y comunitarias tales como asociaciones, corporaciones, JAC, cooperativas, entre otros (internacionales, nacionales, departamentales y municipales) presentes o que han tenido incidencia relevante en el área de influencia de los componentes del medio socioeconómico, precisando:
 - Tiempo de permanencia en la zona.
 - Temas de interés o trabajo.
 - Programas o proyectos ejecutados o en ejecución.
 - Población beneficiaria.
- Las instancias y mecanismos de participación de la población así como las instituciones y organizaciones del área de influencia de los componentes del medio socioeconómico.
- Las intervenciones de tipo social que se realizan o que se han realizado recientemente desde los sectores económicos presentes en el área de influencia, y la incidencia que dichas intervenciones han tenido en el componente político organizativo.

5.3.8 Tendencias del desarrollo

Se debe realizar el análisis integral socioeconómico, resultante de la articulación de los aspectos más relevantes examinados en los diferentes componentes (demográfico, espacial, económico, cultural y político-organizativo) y de éstos con los planes de desarrollo, de ordenamiento territorial y de gestión ambiental existentes (en ejecución o proyectados) en los niveles nacional, departamental y municipal.

Teniendo como referencia que estos instrumentos de planeación (planes de desarrollo, de ordenamiento territorial y de gestión ambiental existentes) tienen un potencial de proyección de acciones estatales y comunitarias a corto y mediano plazo, se deben analizar los elementos más destacados de sus contenidos en relación con el análisis realizado en cada uno de los componentes, indicando cuáles de ellos podrían afectarse por el desarrollo del proyecto.

Asimismo, se debe determinar si algunas de las características actuales del medio socioeconómico, vienen precedidas por antecedentes históricos que mantienen su influencia en el presente y a futuro, destacando su importancia y retomando sus características en el análisis de las condiciones con y sin proyecto.





Adicionalmente, se debe destacar el análisis de las relaciones funcionales de mayor relevancia en el área de influencia del proyecto que puedan ser objeto de alteraciones por las obras y actividades de este.

Para la realización de este análisis se pueden utilizar metodologías participativas de construcción colectiva de información, diagrama de redes o estructuras relacionales entre los rasgos presentes en el territorio.

Este análisis permitirá articular la totalidad de la información del medio socioeconómico con las obras y actividades del proyecto e identificar si las tendencias del desarrollo pueden incidir o ser incididas en relación con el proyecto.

5.3.9 <u>Información sobre población a reasentar²⁵</u>

Si como consecuencia del desarrollo del proyecto se requieren procesos de traslado involuntario de población, se debe formular un programa de reasentamiento que garantice las mismas o mejores condiciones socioeconómicas a la población afectada.

Este programa debe contener acciones que garanticen como mínimo los siguientes propósitos:

- Restablecimiento de condiciones de vida existentes de la población a reasentar: vivienda, acceso a servicios públicos y sociales, relaciones sociales y bienes comunitarios.
- Restablecimiento de fuentes de ingresos y actividades económicas de las unidades sociales a trasladar.
- Incorporación de la población reasentada a su nuevo hábitat.

Para la caracterización de la población objeto del programa se debe:

- Inventariar el número de unidades sociales a reasentar, y establecer por cada unidad, el número de personas a reasentar y sus características socioeconómicas.
- Analizar para cada unidad social, los siguientes aspectos:
 - Tipo (residente, productiva, otro²⁶).

²⁵ En caso de que la autoridad ambiental establezca o adopte con posterioridad a estos términos de referencia lineamientos y procedimientos a seguir en proyectos, obras o actividades que implican desplazamiento, reubicación o reasentamiento de población, éstos deberán ser utilizados por el solicitante.







- Integrantes y características de cada uno de ellos, tales como: nombre, parentesco con el responsable de la unidad social, edad, género y actividad a la que se dedica, entre otras.
- Permanencia en el predio y en el área.
- Actividades económicas desarrolladas en el predio y en el entorno.
- Grado de dependencia frente a los recursos naturales renovables existentes en el predio y en el entorno del mismo.
- Factores de vulnerabilidad social tales como discapacidad, enfermedades terminales, senectud y NBI, entre otras.
- Expectativas que tiene frente al proyecto, al posible traslado y a las posibles alternativas de localización.
- Programas de los que es beneficiaria, identificando las posibles afectaciones que sobre su vinculación a los mismos, puede generar el traslado involuntario.
- Forma de tenencia del predio (p. e. propiedad individual, propiedad colectiva, posesión, ocupación, tenencia en arrendamiento, tenencia en aparcería, tenencia en comodato, tenencia en anticresis, vacancia) y uso del predio (p. e. vivienda, actividad económica: industria, comercio, servicios, agricultura, ganadería, alquiler).
- Características constructivas del predio, distribución espacial y dotación de las viviendas.
- Características agrológicas del predio y de las actividades económicas desarrolladas.
- Identificar el patrimonio cultural inmaterial: prácticas sociales, culturales, tradiciones estéticas y modos de conocimiento perpetuados en el seno de la comunidad.
- Determinar el grado de cohesión entre los vecinos, niveles de participación, la existencia de redes sociales de apoyo y evaluar la desarticulación que puede producirse en el territorio por la ejecución del proyecto.
- Identificar la oferta de suelo y las áreas disponibles para el traslado, acordes con los usos del suelo establecidos en el POT, PBOT y EOT.
- Caracterizar la población que continuará residiendo en el lugar, las redes socioeconómicas existentes entre las personas que se quedan y la población objeto de reasentamiento, e identificar los impactos que se puedan ocasionar a esta población, a fin de formular las medidas de manejo correspondientes.
- Identificar y caracterizar la comunidad receptora o vecina al nuevo grupo a reasentar, una vez se determine el sitio, analizando los aspectos más relevantes

Términos de Referencia - EIA - Proyectos de Construcción de líneas férreas

²⁶ Se pueden considerar como otras unidades sociales a los propietarios y mejoratarios que, siendo o no residentes, obtienen ingresos provenientes del arrendamiento de una parte o la totalidad del inmueble para habitación o desarrollo de actividades productivas.







que se considere van a facilitar o dificultar su integración en la misma, y establecer medidas de manejo frente a los impactos que se puedan generar.

 Identificar las características de los terrenos seleccionados para la reubicación en relación con sus condiciones agroecológicas, disponibilidad de servicios públicos, conectividad (vías) y cercanía a centros poblados.

Se deben adjuntar los soportes documentales que den cuenta de la participación de la población objeto de reasentamiento, en el diseño, ejecución y seguimiento del programa; asimismo, la participación de la población receptora, y demás actores sociales en los asuntos que les corresponden.

Asimismo, se debe identificar y posibilitar la participación de las instituciones públicas (administraciones municipales y personerías, entre otras) y privadas, así como de organizaciones de la sociedad civil cuya participación se estime necesaria en el proceso de reasentamiento.

En todo caso, el procedimiento a implementar debe ser consistente con la normativa vigente expedida por las entidades del sector al que corresponda.

5.4 SERVICIOS ECOSISTÉMICOS

Con el fin de complementar la caracterización del área de influencia, que hasta este momento ha sido soportada con información de los medios abiótico, biótico y socioeconómico y sus respectivos componentes, se requiere identificar, medir y analizar los servicios ecosistémicos – SSEE que efectivamente están generando beneficios en dicha área. Específicamente se debe:

- Identificar los servicios ecosistémicos de aprovisionamiento, regulación y soporte, y culturales presentes en el área de influencia del proyecto. Para tal fin es primordial la complementariedad con la información expuesta previamente en los numerales 5.1, 5.2 y 5.3 de los presentes términos de referencia.
- Cuantificar los usuarios de cada uno de los servicios ecosistémicos identificados anteriormente, en concordancia con la caracterización ambiental.
- Cualificar los servicios ecosistémicos teniendo en cuenta los siguientes aspectos:
 - Dependencia de las comunidades de los SSEE: se puede precisar según el siguiente criterio:
 - Dependencia alta: los medios de subsistencia de la comunidad dependen directamente del servicio ecosistémico.
 - o **Dependencia media**: la comunidad se beneficia del servicio ecosistémico pero su subsistencia no depende directamente del mismo.







- Dependencia baja: la comunidad se beneficia del servicio ecosistémico pero su subsistencia no depende directa ni indirectamente del mismo; existen múltiples opciones alternativas para el aprovechamiento del servicio ecosistémico.
- Dependencia del proyecto de los SSEE: se puede precisar según el siguiente criterio:
 - Dependencia alta: las actividades que hacen parte integral y central del proyecto requieren directamente del servicio ecosistémico.
 - Dependencia media: algunas actividades secundarias asociadas al proyecto dependen directamente del servicio ecosistémico pero podría ser reemplazado por un insumo alternativo.
 - Dependencia baja: las actividades principales o secundarias no dependen directamente del servicio ecosistémico.
- Tendencia de los SSEE: se puede precisar según el siguiente criterio:
 - Tendencia creciente: la proyección del comportamiento del estado del servicio ecosistémico es ascendente.
 - Tendencia estable: la proyección del comportamiento del estado del servicio ecosistémico se mantiene en el nivel registrado actualmente.
 - Tendencia decreciente: la proyección del comportamiento del estado del servicio ecosistémico es descendente.
- Cualificar el impacto del proyecto en los servicios ecosistémicos, con base en las consideraciones previstas en el capítulo de Evaluación ambiental de los presentes términos de referencia, clasificándolo en una de las siguientes categorías: alto, medio, bajo.
- Consignar la anterior información en la siguiente tabla:

Tabla 7. Caracterización de los SSEE del área de influencia del proyecto.

| Categoría de servicio ecosistémico | SSEE identificado* | Usuarios del SSEE (número de personas)** | Dependencia de las comunidades del SSEE (alta, media o baja) | Dependenci a del proyecto del SSEE (alta, media o baja) | Tendencia del SSEE (creciente, estable o decreciente) | Impacto del proyecto en el SSEE (alto, medio o bajo) |
|--|-----------------------|---|---|--|---|--|
| | Agua | | | | | |
| u c | Arena y roca | | | | | |
| rovisio | Madera | | | | | |
| o v ie | Fibras y resinas | | | | | |
| Aprovisiona miento | Biomasa | | | | | |
| | Pesca y acuacultura | · | | · | · | |







| Categoría de servicio ecosistémico | SSEE identificado* | Usuarios del SSEE (número de personas)** | Dependencia de las comunidades del SSEE (alta, media o baja) | Dependenci a del proyecto del SSEE (alta, media o baja) | Tendencia del SSEE (creciente, estable o decreciente) | Impacto del proyecto en el SSEE (alto, medio o bajo) |
|--|-------------------------------------|---|---|--|---|--|
| | Carne y pieles | | | | • | |
| | Plantas medicinales | | | | | |
| | Ingredientes naturales | | | | | |
| | Ganadería | | | | | |
| | Agricultura | | | | | |
| | Otro servicio | | | | | |
| | identificado | | | | | |
| | (especificar) Control de la erosión | | | | | |
| | Regulación del clima | | | | | |
| Φ | local/regional | | | | | |
| ro T | Ecosistemas de | | | | | |
| <u>d</u> | purificación de agua | | | | | |
| Š | (p. e. humedales) | | | | | |
| چ | Almacenamiento y | | | | | |
| Ċį | captura de carbono | | | | | |
| ä | Salinidad/alcalinidad/ | | | | | |
| Regulación y soporte | acidez del suelo | | | | | |
| ĕ | Otro servicio | | | | | |
| | identificado | | | | | |
| | (especificar) | | | | | |
| Culturales | Recreación y turismo | | | | | |
| | Espirituales y | | | | | |
| | religiosos | | | | | |
| Ħ | Otro servicio | | | | | |
| ์ ਹ | identificado | | | | | |
| | (especificar) | | | | | |

^{*} Los SSEE que efectivamente generan beneficios o son utilizados por las personas o grupos sociales identificados en el EIA. En tal sentido, la lista de SSEE que se presenta en la tabla es opcional y el análisis se realizará exclusivamente en relación con los SSEE presentes en el área de influencia del provecto.

Nota: si el solicitante de licencia ambiental identifica servicios ecosistémicos de gran importancia o cuyos beneficios trasciendan las fronteras del proyecto, obra o actividad, los cuales sean inconmensurables o con valores muy superiores, y en consecuencia impidan su cuantificación para el análisis de servicios ecosistémicos, debe incluir los debidos soportes y análisis contemplados.

 Analizar la información obtenida con miras a la identificación de medidas de manejo a incorporar dentro del PMA del proyecto. Para tal fin, el solicitante de licencia podrá hacer uso de la información relacionada con la caracterización de los medios (biótica, abiótica y socioeconómica) dispuesta en acápites preliminares.

^{**} La identificación y cuantificación de los usuarios de los SSEE se debe realizar a partir de la caracterización de la línea base socioeconómica del proyecto.





6. ZONIFICACIÓN AMBIENTAL²⁷

Con base en la información de la caracterización ambiental de las áreas de influencia y la legislación vigente, se debe efectuar un análisis integral de los medios abiótico, biótico y socioeconómico, con el fin de realizar la zonificación ambiental, a partir de la sensibilidad ambiental del área, en su condición sin proyecto, partiendo del análisis de las cualidades del medio que expresan su susceptibilidad ante fenómenos naturales y antrópicos, considerando aspectos de los componentes del ambiente que podrían ser objeto de una posible afectación.

La determinación de la sensibilidad ambiental se hace a partir de la evaluación de los elementos identificados en la caracterización, para lo cual se deben tener en cuenta, entre otras, las siguientes unidades, zonificándolas para toda el área de influencia identificada:

- Áreas de especial importancia ecológica, tales como áreas naturales protegidas, reservas de la sociedad civil, distritos de manejo integrado, ecosistemas sensibles, rondas hidrográficas, corredores biológicos, presencia de zonas con especies endémicas, amenazadas (en peligro, en peligro crítico y vulnerables) de acuerdo con la Resolución 192 de 2014 o aquella norma que la modifique, sustituya o derogue, áreas de importancia para cría, reproducción, alimentación y anidación, y zonas de paso de especies migratorias.
- Áreas de recuperación ambiental tales como áreas erosionadas, de conflicto por uso del suelo o contaminadas.
- Áreas de riesgo tales como áreas susceptibles a deslizamientos e inundaciones.
- Áreas de producción económica tales como ganaderas, agrícolas, mineras, entre otras.
- Areas de importancia social tales como asentamientos humanos, de infraestructura física y social, y de importancia histórica y cultural.

Se deben elaborar y presentar mapas de zonificación para cada uno de los medios (abiótico, biótico y socioeconómico), donde se identifiquen y definan las áreas o unidades con diferentes grados de sensibilidad ambiental.

²⁷ En caso de que la autoridad ambiental establezca o adopte con posterioridad a estos términos de referencia una metodología de zonificación ambiental y zonificación de manejo ambiental, ésta deberá ser utilizada por el usuario.







Se debe utilizar un sistema de información geográfica (en adelante SIG) para realizar el cruce o superposición de la información de los mapas de cada medio para obtener la zonificación ambiental final de las áreas de influencia, donde se sintetizan espacialmente las condiciones ambientales actuales más relevantes.

Se debe describir detalladamente la metodología para obtener la zonificación ambiental, indicando:

- Los componentes relevantes a tener en cuenta en la zonificación ambiental por cada medio, con la respectiva justificación técnica para su selección.
- Los criterios establecidos para la ponderación y calificación cualitativa y cuantitativa de la sensibilidad ambiental de cada componente dentro de la zonificación ambiental.
- El procedimiento para realizar la agrupación y ponderación de las unidades con diferentes grados de sensibilidad ambiental definida para cada medio al superponer los mapas de cada uno de ellos (abiótico, biótico y socioeconómico) y de esta forma obtener la zonificación ambiental final.
- El análisis de los resultados obtenidos en el procedimiento anterior.
- Las áreas obtenidas por cada categoría de sensibilidad ambiental, tanto para los mapas intermedios, como para la zonificación ambiental final, y su porcentaje de participación con relación al área solicitada para el licenciamiento.

Tanto la zonificación ambiental de cada medio como la zonificación ambiental final, deben cartografiarse a escala 1:25.000 o más detallada, acorde con la sensibilidad ambiental de la temática tratada.

La zonificación ambiental final debe ser el insumo básico para el ordenamiento y planificación del proyecto. A partir de dicha zonificación se debe realizar la zonificación de manejo correspondiente.

7. DEMANDA, USO, APROVECHAMIENTO Y/O AFECTACIÓN DE RECURSOS NATURALES

Se debe presentar una caracterización detallada de los recursos naturales renovables que demandaría el proyecto y que serían utilizados, aprovechados o afectados durante las diferentes fases de construcción y operación del mismo.

En cuanto a los permisos, concesiones y autorizaciones para aprovechamiento de los recursos naturales renovables, se debe presentar como mínimo la información requerida en los Formularios Únicos Nacionales, existentes para tal fin.







De acuerdo con la Ley 373 de 1997, "Política Nacional para la Gestión Integral del Recurso Hídrico" y la Política de Producción más Limpia y Consumo Sostenible, se deben presentar programas de ahorro y uso eficiente del agua para las concesiones solicitadas, y para el uso eficiente de la energía.

En el desarrollo de este ítem se deben tener en cuenta e incorporar, en caso de ser pertinentes, los resultados de los procesos participativos con las comunidades, organizaciones y autoridades del área de influencia de los componentes del medio socioeconómico.

7.1 AGUAS SUPERFICIALES

7.1.1 <u>Captación de aguas superficiales continentales</u>

Cuando se requiera la captación de aguas superficiales, se debe dar cumplimiento al Capítulo 2, Titulo 3, Parte 2, Libro 2 del Decreto 1076 de 2015 o aquel que lo modifique, sustituya o derogue, y emplear el Formato Único Nacional para Permiso de Concesión de Aguas Superficiales definido en la Resolución 2202 de 2005 o aquella que la modifique, sustituya o derogue.

Para cada uno de los sitios propuestos se debe presentar como mínimo la siguiente información:

- Caudal de agua solicitado expresado en litros por segundo, así como el estimativo del consumo de agua requerido para las diferentes fases del proyecto, expresado en las mismas unidades, discriminando el tipo de uso (doméstico, no doméstico).
- Caudal ambiental expresado en litros por segundo, estimado de acuerdo con la metodología del Estudio Nacional del Agua 2014 y los Lineamientos Conceptuales y Metodológicos para la Evaluación Regional del Agua o sus versiones más actualizadas. La estimación del caudal ambiental por este método debe hacerse a nivel mensual^{28.}
- Identificación de la fuente o sitio de captación, indicando los siguientes datos:
 - Nombre de la fuente a utilizar de acuerdo con las clasificaciones establecidas en el Registro Único de Recurso Hídrico.
 - Localización georreferenciada del punto o tramo homogéneo de captación propuesto.

²⁸ Una vez el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible publique la Guía Metodológica para la Estimación del Caudal Ambiental en Colombia, se deberán aplicar los criterios y lineamientos allí definidos.

_







- Predio en donde se ubica la fuente o a través del cual se accede directamente a ésta (nombre del predio, propietario, vereda y municipio).
- Análisis de los conflictos actuales y potenciales sobre la disponibilidad y usos del recurso hídrico, teniendo en cuenta el análisis hidrológico de caudales mínimos; así como el inventario y cuantificación aguas abajo de la captación hasta el límite del área de influencia del componente hidrológico, de los usos y usuarios registrados y no registrados ante la Autoridad Ambiental competente (analizando los volúmenes y caudales captados), de acuerdo con la caracterización del recurso hídrico superficial presentado en la línea base ambiental para el componente hidrológico (oferta hídrica total, oferta hídrica disponible y caudal ambiental).
- Análisis del Índice de Uso de Agua IUA, el Índice de Vulnerabilidad Hídrica IVH y el Índice de Retención y Regulación Hídrica - IRH, según la metodología prevista en el Estudio Nacional del Agua más reciente.
- Diseño de la infraestructura y sistemas de captación, derivación, conducción, restitución de sobrantes y distribución.
- Si la concesión de agua incluye el uso para consumo humano y doméstico, se debe dar cumplimiento al Decreto 1575 de 2007 y a la Resolución 2115 de 2007, o a aquellas normas que los modifiquen, sustituyan o deroguen.

7.2 AGUAS SUBTERRÁNEAS

Cuando se requiera la exploración y/o captación de aguas subterráneas, se debe dar cumplimiento al Capítulo 2, Titulo 3, Parte 2, Libro 2 del Decreto 1076 de 2015 o a aquel que lo modifique, sustituya o derogue, y emplear el Formato Único Nacional para Permiso de Exploración y/o el Permiso de Concesión de Aguas Subterráneas definido en la Resolución 2202 de 2005 o en aquella que la modifique, sustituya o derogue.

Con el fin de conocer la caracterización hidrogeológica del área y realizar el análisis de los posibles conflictos por la disponibilidad y usos del recurso, se debe:

- Identificar y caracterizar las unidades hidrogeológicas presentes incluyendo la información relacionada con el espesor, litología, características hidráulicas, niveles piezométricos, estimación de la dirección de flujo e identificación de zonas de recarga, tránsito y descarga.
- Realizar el inventario de los puntos de agua subterránea, que incluya pozos, aljibes y manantiales, cada punto debe presentar como mínimo la identificación, georreferenciación, nivel piezométrico, profundidad, unidad acuífera captada, caudales y tiempos de explotación, usos y, número de usuarios, anexando el Formulario Único Nacional de Inventario de Aguas Subterráneas diligenciado para cada punto de aguas subterráneas.





7.2.1 Para la exploración de las aguas subterráneas

Con base en la caracterización hidrogeológica, para la exploración de aguas subterráneas se debe presentar:

- Localización georreferenciada del predio o predios en donde se proyecta realizar la exploración, indicando la propiedad de los mismos (propios, ajenos o baldíos).
- Inventario de puntos de agua subterránea del área donde se proyecta realizar la exploración diligenciando el Formulario Único Nacional para Inventario de Puntos de Agua Subterránea.
- Estudio geofísico empleado para determinar la localización del (de los) pozo(s) exploratorio(s), con la ubicación de los sondeos eléctricos verticales (u otros métodos geofísicos) y los perfiles geológico-geofísicos realizados. Se deben adjuntar los datos de campo.
- Localización georreferenciada de los sitios propuestos para realizar la(s) perforación(es) exploratoria(s) en cartografía 1:25.000 o más detallada.
- Descripción del sistema de perforación a emplear, especificaciones del equipo, características técnicas y diseño preliminar del pozo (profundidad, diámetro, ubicación tentativa de filtros y tubería ciega).
- De acuerdo con la caracterización hidrogeológica del área que se presenta en la línea base abiótica (como el inventario de los puntos de agua subterránea), se debe realizar el análisis de los posibles conflictos por la disponibilidad y usos del recurso.
- Cronograma de obras y presupuesto estimado.
- Caudal requerido.
- Formulario Único Nacional de Solicitud de Prospección y Exploración de Aguas Subterráneas debidamente diligenciado.

7.2.2 Para la concesión de las aguas subterráneas

Se debe presentar como mínimo la siguiente información:

- Evaluación de los requerimientos de agua en términos de volumen, caudal y régimen de explotación.
- Localización georreferenciada del (de los) pozo(s) exploratorio(s) perforado(s) en mapas 1:10.000 o más detallados.
- Informe de los resultados de los estudios de exploración que incluya estudios hidrogeológicos que se hubieran realizado indicando el tipo de investigación,







método y análisis de las pruebas realizadas y los parámetros geohidráulicos de los acuíferos e identificados en los estudios.

- Diseño(s) del (de los) pozo(s) exploratorio(s) perforado(s), descripción de la infraestructura instalada, profundidad y método de perforación.
- Registro geofísico del pozo en donde se realizaron los estudios, aportando tanto los datos de campo como los perfiles Gamma Ray, potencial espontáneo y resistividad onda larga y corta con su correspondiente escala horizontal y vertical (profundidad). Debe aportarse la resistividad del lodo de la perforación.
- Perfil estratigráfico del (de los) pozo(s) perforado(s) y descripción de las formaciones geológicas, elaborado con base en la descripción litológica metro a metro de las muestras obtenidas en la perforación exploratoria (espesor, composición, permeabilidad, almacenaje y rendimiento real del pozo si fuere productivo) de todos los pozos perforados, tengan o no agua.
- Resultados e interpretación de la prueba de bombeo.
- Reporte del inventario de manantiales, aljibes, puntos de agua y pozos profundos existentes en la zona de abatimiento de cada pozo de suministro de agua a utilizar, e identificación de usuarios que puedan verse afectados en el aprovechamiento.
- Análisis físico-químico y bacteriológico del agua, incluyendo los parámetros de calidad de acuerdo con la destinación de uso (Libro 2, Parte 2, Titulo 2, Capítulo 3, Sección 1 del Decreto 1076 de 2015, o las normas que lo modifiquen, sustituyan o deroguen). La toma de muestras y los análisis deben haber sido realizados por laboratorios acreditados ante el IDEAM.
- Obras de conducción, almacenamiento y sistema de tratamiento a construir incluidos los sistemas de regulación y medición.
- Elementos de medición y control de niveles, (estáticos y dinámicos) caudales y régimen de operación del (de los) pozo(s).
- Medidas de protección del (de los) pozo(s) incluyendo sello sanitario, aislamiento, encerramiento y manejo de aguas lluvias.
- Cronograma de mantenimiento.
- Diagnóstico sanitario de acuerdo a lo establecido en el Formulario Único Nacional de Inventario de Puntos de Aguas Subterráneas - FUNIAS para el área de influencia del (de los) pozo(s).
- Medidas y acciones a implementar para evitar pérdidas de agua y una inadecuada disposición de sobrantes.
- Presentar las medidas para cierre y abandono del pozo.
- Formulario Único Nacional de Solicitud de concesión de Aguas Subterráneas debidamente diligenciado.

7.3 VERTIMIENTOS







Cuando el solicitante pretenda realizar vertimientos debe acogerse a lo establecido en el Capítulo 3, Titulo 3, Parte 2, Libro 2 del Decreto 1076 de 2015, o en aquel que lo modifique, sustituya o derogue y sus normas reglamentarias (Resolución 1514 de 2012, Resolución 1207 de 2014, Resolución 631 de 2015, etc.), y presentar la siguiente información:

- Caracterización de las actividades generadoras de las aguas residuales.
- Caracterización del vertimiento: caudal máximo de descarga para cada una de las alternativas de vertimiento propuestas, duración, periodicidad (continuo o intermitente), clase de agua residual (domésticas y no domésticas), caracterización físico-química típica de referencia del agua que se pretende verter antes y después del tratamiento.
- Caudal ambiental expresado en litros por segundo, estimado de acuerdo con la metodología del Estudio Nacional del Agua 2014 y los Lineamientos Conceptuales y Metodológicos para la Evaluación Regional del Agua o sus versiones más actualizadas. La estimación del caudal ambiental por este método debe hacerse a nivel mensual²⁹.
- Descripción de la operación y del sistema de tratamiento (diseños tipo, esquemas y figuras), manejo y estructuras de entrega en los sitios de disposición final, que serán implementadas durante las diferentes fases del proyecto.
- Plan de gestión del manejo del riesgo de vertimientos (Resolución 1514 de 2012), para el sistema de tratamiento de aguas residuales en situaciones de suspensión temporal, falla o mantenimiento rutinario, así como en caso de eventos no planeados, suspensiones temporales o fallas entre otros.

7.3.1 Para vertimientos en cuerpos de agua continentales

Cuando el solicitante pretenda realizar vertimientos en cuerpos de agua continentales, debe presentar la siguiente información:

- Identificación y localización (georreferenciar) de las corrientes o tramos homogéneos receptores de las descargas de aguas residuales.
- Determinación de los caudales o niveles característicos de condiciones mínimas, los cuales deben ser consistentes con el estudio hidrológico presentado en la caracterización ambiental, considerando variabilidad climática y escenarios de cambio climático.

²⁹ Una vez el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible publique la Guía Metodológica para la Estimación del Caudal Ambiental en Colombia, se deberán aplicar los criterios y lineamientos allí definidos.

_







Para la modelación de la capacidad de asimilación del cuerpo receptor frente a las descargas de aguas residuales producidas por las actividades del proyecto, se debe presentar la siguiente información³⁰:

- Estudio de modelación hidrodinámica, de modelación hidráulica y/o de ensayos con trazadores con el fin de caracterizar la variación espacial y temporal de la velocidad y profundidad del agua y de las principales propiedades geométricas en cada tramo o sector de análisis. Este estudio debe realizarse previamente a las campañas de monitoreo. Específicamente, para el caso de cuerpos lóticos modelados unidimensionalmente, se requieren curvas de calibración de profundidad, área mojada, perímetro mojado, ancho superficial, velocidad media y velocidad máxima como función del caudal; así mismo, se debe reportar la pendiente longitudinal y la descripción o caracterización del material del lecho para el tramo homogéneo analizado.
- Modelo de tiempos de viaje, debidamente calibrado a partir de ensayos con trazadores, modelación hidrodinámica en dos o tres dimensiones y/o modelación hidráulica para flujo uniforme, no uniforme o no permanente. En el caso de que se realicen ensayos con trazadores, se deberá reportar la siguiente información para cada tramo o sector estudiado, a partir de la calibración de modelos de transporte de solutos y/o el análisis estadístico de los datos obtenidos en campo:

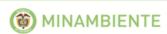
Para cuerpos lóticos:

- Construcción de un modelo de tiempos de viaje, debidamente calibrado.
- Tiempo de primer arribo.
- Tiempo medio de viaje (en el caso de inyección instantánea).
- Tiempo al pico.
- Tiempo de pasaje.
- Coeficiente de dispersión longitudinal y área transversal efectiva del tramo.
- Coeficientes de dispersión longitudinal, transversal y/o vertical, cuando se realicen ensayos con trazadores de inyección continua.
- Fracción dispersiva.

Con la información hidráulica obtenida, se debe reportar la longitud de mezcla en cada sitio de medición, estimada a partir de ecuaciones empíricas (p. e. Dingman, 2002; Kilpatrick y Wilson, 1989; Thomann y Mueller, 1987; Fischer et al, 1979; Day, 1977; Yotsukura y Cobb, 1972), así como la simulación de los modelos de zona de mezcla (p. e. CORMIX, Visual Plumes, tubos de corriente, dinámica de

³⁰ Una vez Minambiente expida la Guía Nacional de Modelación del Recurso Hídrico, los aspectos para la modelación de la capacidad de asimilación del cuerpo receptor frente a las descargas de aguas residuales producidas por las actividades, esta deberá ser utilizada por el solicitante.







fluidos computacional), considerando diferentes condiciones de localización de la descarga (p. e. central y lateral).

Para cuerpos lénticos:

- Coeficientes de dispersión/difusión longitudinal, transversal y/o vertical.
- Estimación de la longitud o dimensión del tramo o sector de modelación, respectivamente, mediante una metodología debidamente sustentada y justificada³¹.

Se debe reportar la extensión de la pluma contaminante proveniente de tributarios y/o vertimientos directos bajo diferentes escenarios de caudal descargado y nivel en el cuerpo receptor.

- Justificación de la selección del modelo más apropiado para las condiciones del sistema a modelar, teniendo en cuenta los procesos dominantes, la complejidad del problema, la variación espacial (unidimensional, bidimensional o tridimensional) y temporal (dinámico, estado estable) de la calidad del agua y de las descargas existentes en el tramo o sector estudiado. El programa de monitoreo debe ajustarse de acuerdo con el modelo seleccionado.
- Definición de la estructura conceptual para la modelación de la calidad del agua. Se deben incluir, como mínimo, los siguientes puntos:
 - Protocolo o marco de modelación.
 - Síntesis de la información preliminar para definir el modelo conceptual.
 - Esquemas que indiquen: entradas, salidas, fuentes, sumideros y procesos físico-químicos y biológicos dominantes identificados en el sistema a modelar.
 - Segmentación inicial del sistema, teniendo en cuenta la definición de los tramos o sectores de análisis y, si es necesario, de acuerdo con criterios de estabilidad y precisión numérica para la implementación del código del modelo seleccionado.
 - Definición de los determinantes de calidad del agua a simular.
 - Descripción general de la estructura del modelo seleccionado: procesos modelados, ecuaciones matemáticas, variables de estado, parámetros del modelo, condiciones de frontera, condiciones iniciales, método de solución numérica o analítica, plataforma de solución, ventajas, limitaciones y

³¹ En caso de que el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, la autoridad ambiental regional o el IDEAM establezca o adopte con posterioridad a estos términos de referencia una metodología para la definición de la longitud de influencia del vertimiento sobre corrientes de agua superficial, ésta deberá ser atendida por el usuario.







suposiciones.

- Definición de criterios para la calibración y validación del modelo, lo cual incluye la descripción de la función objetivo, las tasas, constantes y velocidades de transformación por calibrar, y rangos, algoritmo(s) de calibración y validación y criterios de aceptabilidad del modelo.
- Presentación como mínimo de los siguientes escenarios de modelación:
 - Condición sin proyecto (línea base).
 - Carga máxima en el vertimiento tratado y caudal/nivel característico de condiciones mínimas sobre el cuerpo de agua receptor.
 - Carga promedio en el vertimiento tratado y caudal/nivel promedio sobre el cuerpo de agua receptor.
 - Carga máxima en el vertimiento tratado y caudal/nivel máximo ordinario sobre el cuerpo de agua receptor. En este escenario y para el caso de cuerpos lóticos, se debe considerar la resuspensión de sustancias (sedimentos, patógenos, tóxicos) provenientes del fondo del cauce.
 - Carga máxima en el vertimiento antes del tratamiento y caudal/nivel característico de condiciones mínimas sobre el cuerpo de agua receptor.
- Comparación de los resultados de todos los escenarios de modelación, entre sí y
 con respecto a los criterios de calidad para la destinación del recurso hídrico
 establecidos por la autoridad ambiental regional competente (si existen) o a nivel
 nacional, y análisis de los conflictos con los usos actuales y potenciales del
 recurso hídrico de acuerdo con los resultados obtenidos.
- Cálculo de los factores de asimilación de cada corriente.

En estos análisis se debe tener en cuenta lo dispuesto en los instrumentos de planificación y administración del recurso hídrico, contenidos en la Política Nacional para la Gestión Integral del Recurso Hídrico - PNGIRH.

Para la toma de los parámetros físico-químicos y bacteriológicos se deben tener en cuenta las siguientes consideraciones:

- Para cuerpos lóticos:
 - La toma de muestras se debe realizar siguiendo la misma masa de agua, de aguas arriba hacia aguas abajo, incluyendo los afluentes y vertimientos en el orden que confluyen en la corriente principal, para lo cual se deberá generar previamente un programa de monitoreo y tiempos de viaje.
 - Las muestras tomadas para los parámetros físico-químicos sobre los cuerpos de agua deben ser integradas en la sección transversal y en la profundidad,







en los parámetros a los que haya lugar.

 Las muestras de los parámetros microbiológicos se deben tomar de forma puntual, en lo posible, en el centro del cauce o en la vertical asociada con el punto más profundo en la sección transversal.

Para cuerpos lénticos:

- Para la caracterización fisicoquímica, microbiológica e hidrobiológica (fitoplancton y zooplancton), se debe tomar una muestra integrada en la profundidad o varias puntuales representativas en la zona fótica y otras puntuales representativas de la zona afótica o el hipolimnio.
- Cuando hayan captaciones de agua para consumo humano, se debe tomar y analizar una muestra puntual a la altura de cada captación.
- Se deben obtener los perfiles de temperatura, conductividad y de oxígeno disuelto en toda la profundidad con un equipo perfilador tipo CTD-O (Conductividad-Temperatura-Profundidad con sensor de oxígeno disuelto) o mediante un método alternativo, y a partir de dichos perfiles determinar la estratificación del cuerpo de agua (reportando, por ejemplo, el epilimnio, el mesolimnio, el hipolimnio y la termoclina).
- Se deberá estimar la profundidad de la zona fótica y reportar las profundidades de toma de las muestras en la zona fótica y afótica.

En estos análisis se debe tener en cuenta lo dispuesto en los instrumentos de planificación y administración del recurso hídrico, en especial lo dispuesto en el Plan de Ordenamiento del Recurso Hídrico – PORH y los Planes de Saneamiento y Manejo de Vertimientos - PSMV, en caso de existir.

7.3.2 <u>Para vertimientos en suelos</u>

Cuando el solicitante pretenda realizar vertimientos de aguas residuales tratadas en el suelo, debe presentar la siguiente información³²:

- Delimitación de las posibles áreas de disposición, presentando las pruebas de infiltración respectivas.
- Caracterización fisicoquímica y geoquímica del área de disposición propuesta incluyendo textura, capacidad de intercambio catiónico, pH, relación de adsorción de sodio - RAS, porcentaje de sodio intercambiable, contenido de humedad y capacidad de infiltración, porcentaje de materia orgánica; así como de

³² Una vez Minambiente expida la norma de vertimientos al suelo dando cumplimiento a lo previsto en el artículo 2.2.3.3.4.7 del Capítulo 3, Título 3, Parte 2, Libro 2 del Decreto 1076 de 2015 o de aquella norma que lo modifique, sustituya o derogue, ésta deberá ser utilizada por el solicitante.

_







composición elemental en metales y metaloides considerados como relevantes o prioritarios. Para la disposición de aguas residuales industriales, se debe adicionalmente evaluar los valores de concentración en los parámetros de grasas y aceites, hidrocarburos totales y metales (los metales a evaluar dependerán de la composición físico-química del vertimiento y de los insumos a utilizar durante el desarrollo de las actividades planteadas) y de forma coherente con los definidos en la composición geoquímica del suelo.

- Análisis de los parámetros climáticos e hidrológicos que pudieran afectar la gestión de aguas residuales.
- Avance del frente húmedo en el perfil del suelo y sus implicaciones en aguas subterráneas, a través de modelos matemáticos y propiedades fisicoquímicas del suelo.
- Estimación de la variación del nivel freático con base en la información recolectada en campo mediante registros de nivel.
- Análisis de vulnerabilidad intrínseca del acuífero a la contaminación, empleando como directriz la guía de Minambiente.

El análisis de la infiltración en el suelo debe tener en cuenta lo dispuesto en los instrumentos de planificación y ordenación del recurso hídrico, tales como el RURH, el PORH, el POMCA y el POMIUAC.

Se debe presentar el diseño de ingeniería básica de la adecuación de los sitios propuestos para la disposición de las aguas residuales tratadas a verterse, así como la descripción de las medidas a implementar para prevenir la afectación del suelo y la contaminación de las aguas subterráneas teniendo en cuenta la composición estimada del vertimiento.

Las diferentes alternativas de gestión a considerarse deben contemplar los diferentes niveles de riesgo a la salud humana y al ambiente.

7.4 OCUPACIONES DE CAUCES

Cuando el proyecto requiera realizar ocupaciones de cauces de cuerpos de agua, se debe:

- Con base en información disponible realizar el análisis de frecuencia para caudales máximos, justificándolos técnicamente mediante el uso de metodologías de valores extremos. Asimismo, realizar el análisis para caudales medios.
- Presentar la ubicación georreferenciada de los tramos donde se implementarán las obras.
- Construir la sección topo-batimétrica que cubra todo el cauce a intervenir, incluyendo la llanura inundable. Para el caso de cuerpos lénticos, se deberá







levantar la batimetría correspondiente, obteniendo además las curvas nivel, el volumen y nivel y el área superficial.

- En el caso en que se intervenga directamente el cauce o que existan obras de protección permanentes, se debe realizar el estudio de dinámica fluvial que contenga estudios hidráulicos, hidrológicos, sedimentológicos, geológicos y geomorfológicos, asociados al tramo de obra a diseñar, incluyendo niveles y áreas de inundación para diferentes escenarios hidrológicos.
- Presentar el diseño del tránsito hidráulico, mostrando adecuadamente los niveles que alcanzan los caudales diseñados asociados con los respectivos periodos de retorno. De igual manera presentar el diseño en etapa de factibilidad de los bordes libres y obras de protección adicionales (p. e. enrocados), para garantizar la estabilidad ambiental del cauce en el tramo analizado.
- Presentar los diseños de las obras a construir, la temporalidad y los procedimientos constructivos.

Las obras que ocupen el cauce deben estar acompañadas de los respectivos formularios únicos nacionales debidamente diligenciados para los permisos de ocupación del cauce.

7.5 APROVECHAMIENTO FORESTAL

Cuando el proyecto requiera solicitar un permiso para el aprovechamiento forestal único, se debe presentar la siguiente información:

- Inventario forestal de los individuos presentes en las unidades de cobertura vegetal de cada ecosistema donde se prevé realizar el aprovechamiento forestal (en relación con las actividades y obras del proyecto), mediante un muestreo estadístico que debe cumplir con un error de muestreo no superior al 15% y una probabilidad del 95%; se deben presentar los análisis estadísticos detallados incluyendo los soportes correspondientes a los inventarios forestales. Asimismo, se debe presentar un cuadro resumen por tipo de cobertura vegetal de los principales parámetros estadísticos conducentes al cálculo del error de muestreo.
- Tipo de muestreo realizado, incluyendo el número y tamaño de las parcelas de muestreo (establecidas en las zonas objeto de aprovechamiento), los volúmenes totales de aprovechamiento presentes por cada tipo de cobertura vegetal y cálculos que soporten el volumen promedio por hectárea, especificando las fórmulas utilizadas y el factor de forma. De igual manera, se deben presentar los cálculos para la determinación del tamaño de la muestra para cada unidad de cobertura vegetal.
- Destinación de los productos forestales.
- Planos que contengan:







- Localización y georreferenciación de las parcelas en un mapa escala 1:25.000 o más detallada, relacionando la vereda o el corregimiento y el municipio en el cual se ubican.
- Cantidad y superficie (áreas) de las obras y/o actividades constructivas del proyecto, que posiblemente se verán involucradas para efectuar el aprovechamiento forestal, estableciendo las unidades de cobertura vegetal a intervenir por el desarrollo del proyecto, discriminadas por obra o actividad a desarrollar.
- Cada punto señalado en el plano se debe identificar con su número que debe coincidir con la marcación de los individuos en campo y con la numeración del inventario forestal.
- Cada individuo muestreado debe ser marcado mediante un sistema que permita su clara identificación en el marco del seguimiento de las actividades de ejecución del proyecto, sin que esto implique el detrimento del estado fitosanitario del individuo.
- Identificación de las especies según categoría de amenaza, veda y/o endemismo.
- Información de campo con datos del inventario forestal realizado, incluyendo como mínimo los siguientes aspectos: Tipo de cobertura, superficie a aprovechar (ha), localización (coordenadas geográficas incluido su origen, vereda, municipio), individuos inventariados (nombre común y científico), clasificación taxonómica (al nivel más preciso posible), DAP, área basal, altura comercial, altura total, volumen comercial, estado fitosanitario y observaciones, sumatorias de número de individuos inventariados, discriminando aquellos que serán talados, los que serán trasplantados y aquellos que permanecerán en el sitio.

Se debe evitar el aprovechamiento de las especies en peligro crítico, en peligro o vulnerables. En caso de no ser esto posible, se debe identificar y especificar la correspondiente categoría de amenaza en el inventario (según lo previsto en la Resolución 0192 de 2014 o en aquella que la modifique, sustituya o derogue).

También se debe evitar el aprovechamiento de especies vedadas o endémicas. Sin embargo, en caso de que se requiera el aprovechamiento de especies en veda a nivel nacional o regional, se debe adelantar de manera previa al otorgamiento de la licencia ambiental, ante la autoridad ambiental competente, los trámites correspondientes a la solicitud de levantamiento de dicha veda.

Si el proyecto interviene reservas forestales, el usuario debe solicitar la sustracción de las mismas ante la autoridad competente, de conformidad con la normativa vigente y los términos de referencia establecidos para tal fin.







Si el proyecto prevé el aprovechamiento forestal único en ecosistemas de manglar, se debe dar cumplimiento a lo contemplado en la Resolución 1602 de 1995 y en la Resolución 20 de 1996, expedidas por el entonces Ministerio del Medio Ambiente, o en aquellas que las modifiquen, sustituyan o deroguen. Además, se debe verificar que la zonificación en áreas de manglar definida por la Corporación Autónoma Regional y establecida mediante resolución expedida por el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible permite su intervención o aprovechamiento. De igual manera se deberá solicitar concepto previo al Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, sobre la conservación y el uso sostenible de dichos ecosistemas de acuerdo con lo referido en el artículo 2.2.2.3.2.4 del Decreto 1076 del 2015.

En caso de que el solicitante requiera la movilización de productos forestales en primer grado de transformación, derivados del aprovechamiento, debe tramitar con anterioridad el debido salvoconducto único nacional - SUN, ante la autoridad ambiental competente, atendiendo las disposiciones de la Resolución 438 de 2001 o aquella que la modifique, sustituya o derogue.

7.6 RECOLECCIÓN DE ESPECÍMENES DE ESPECIES SILVESTRES DE LA BIODIVERSIDAD

Cuando en el desarrollo del proyecto y durante la implementación del Plan de Manejo Ambiental - PMA³³ aprobado por la ANLA, se lleven a cabo actividades que impliquen la recolección de especímenes (ver definición en glosario) de la biodiversidad (p. e. colecta de muestras hidrobiológicas), se debe contar con el permiso de recolección respectivo, el cual debe ser incluido en la solicitud de la Licencia Ambiental. El permiso al que se hace alusión en este numeral debe ser tramitado de conformidad con lo establecido en el Capítulo 8 del Decreto 1076 de 2015, o aquel que lo modifique, sustituya o derogue, de conformidad con el numeral 3 del artículo 2.2.2.3.5.1, de dicho decreto³⁴.

En caso de que la licencia ambiental se encuentre otorgada, y esta no contemple dicho permiso, se debe solicitar la modificación de la misma con el fin de incluirlo.

Cuando el permiso de recolección se encuentre otorgado dentro de la licencia ambiental, pero no contemple algunos especímenes de la diversidad biológica a recolectar y/o la(s) metodología(s) para su recolección, el solicitante puede adicionar a las metodologías establecidas, los métodos de recolección, los grupos biológicos y/o los

³³ El Plan de Manejo Ambiental incluye: los programas de manejo ambiental, el Plan de Seguimiento y Monitoreo, el Plan de Gestión del Riesgo, y el Plan de Desmantelamiento y Abandono.

³⁴ Se debe entender que este permiso es para las actividades que se realizarán de forma posterior a la obtención de la licencia ambiental, difiriendo del permiso al que se refiere la Sección 2 del Capítulo 9 del Decreto 1076 de 2015, necesario para adelantar el Estudio de Impacto Ambiental.







perfiles de los profesionales al permiso de recolección otorgado, previa autorización de la autoridad ambiental.

Para la solicitud del permiso de recolección se debe presentar la siguiente información:

- Justificación para la recolección de especímenes, indicando las razones por las cuales es necesaria su recolección, para dar cumplimiento a las acciones, objetivos y metas del Plan de Manejo Ambiental.
- Descripción detallada de la(s) metodología(s) para la recolección de especímenes, la cual debe especificar:
 - Metodologías de extracción temporal (captura) o definitiva de especímenes/muestras en campo, laboratorio y desplazamientos, acordes con los grupos biológicos objeto de recolección.
 - Metodologías de manejo de los especímenes ex situ (condiciones y tiempo), en el caso de que aplique (por ejemplo reubicación).
 - En el caso de que aplique, disposición final de especímenes (vivos o muertos) en colecciones biológicas o centros de rehabilitación.
- Especificar la categoría taxonómica del grupo biológico a recolectar.
- Indicar si se requiere la recolección de especies en alguna categoría de amenaza, veda o endemismo, e incluir la respectiva justificación.
- Si la naturaleza y objetivo del proyecto lo permite, establecer un total de especímenes estimado a recolectar por categoría taxonómica, frecuencia y sitio de muestreo.
- Perfil de los profesionales que llevarán a cabo las actividades de recolección de especímenes de la biodiversidad, donde se evidencie la idoneidad y la experiencia en el uso de trampas y técnicas de muestreo (ahuyentamiento, manipulación de especímenes, translocación), experticia en preservación (sacrificio, conservación) y transporte o movilización de especímenes y/o muestras para cada uno de los grupos biológicos objeto de estudio.

7.7 EMISIONES ATMOSFÉRICAS

Con el objeto de determinar el estado de la calidad del aire de la región de estudio, se deberá determinar el impacto sobre el recurso atmosférico, tal como se solicita a continuación:

7.7.1 Emisión de contaminantes del aire – Fuentes de emisión

Para identificar las fuentes de emisión de contaminantes se debe emplear la metodología descrita en el numeral correspondiente al "Inventario de fuentes de







emisiones atmosféricas" de los presentes términos de referencia, y adicionalmente, realizar la modelación de dispersión de contaminantes para dos escenarios posibles (construcción del proyecto sin medidas de control y construcción del proyecto con medidas de control).

El solicitante debe entregar adicional al inventario de emisiones, la siguiente información:

- Estimar la masa de descarga de los contaminantes atmosféricos previstos en los procesos y actividades, identificados como fuentes de emisión. Esta estimación se debe realizar con base en los lineamientos establecidos por Minambiente; si éstos no se han expedido, se debe tener en cuenta los factores de emisión reportados por EPA-E.E.U.U., EMEP/EEA, EMEP/CORINAIR, NPI/NATIONAL POLLUTANT INVENTORY. Anexar sustento de los cálculos realizados y suposiciones realizadas, e identificar y valorar las variables utilizadas.
- Ubicación de las fuentes de emisión existentes y proyectadas en planos georreferenciados.
- Incluir el plan de contingencia de los sistemas de control de emisiones.

7.7.2 <u>Modelo de dispersión</u>

Se debe aplicar un modelo de dispersión, para tres escenarios (actual sin proyecto, futuro con proyecto sin medidas de control y futuro con proyecto y medidas de control) teniendo en cuenta los siguientes aspectos:

7.7.2.1 Metodología

Identificación y selección del sistema de modelación a emplear indicando supuestos, consideraciones y limitaciones, tanto de la información utilizada como de los resultados obtenidos.

Utilizar los procesadores de modelos de dispersión definidos por el sistema de modelación a emplear (AERMOD, CALPUFF, u otros). Adjuntar archivos de entrada, de salida y archivos de procesamiento.

Realizar modelación de dispersión de contaminantes para los receptores discretos (estaciones del Sistema de Vigilancia de Calidad del Aire - SVCA, poblaciones potencialmente afectadas) y reportar los resultados con un 90% de confiabilidad.

7.7.2.2 Inventario de emisiones





El inventario se debe realizar de acuerdo a los lineamientos establecidos en la caracterización ambiental del componente.

7.7.2.3 Meteorología

Para el estudio de la dispersión de los contaminantes (modelos de dispersión) se determinará la altura de mezcla y estabilidad atmosférica a partir de modelos de pronóstico de clima (WRF, MM5, entre otros), de mínimo un (1) año de información meteorológica. Adicionalmente, se deberá incluir el análisis de información meteorológica utilizada (velocidad y dirección del viento – rosa de vientos, temperatura, precipitación, radiación solar, nubosidad, entre otros). La información meteorológica usada debe ser representativa de las condiciones de transporte y dispersión de partículas y gases en el área de estudio.

Utilizar los pre-procesadores de modelos meteorológicos definidos por el sistema de modelación a emplear (AERMOD, CALPUFF, u otros). Adjuntar archivos de entrada, de salida y archivos meteorológicos.

7.7.2.4 Topografía (Modelo digital de elevación de terreno)

Utilizar los pre-procesadores de modelos digitales de elevación de terreno definidos por el sistema de modelación a emplear (AERMOD, CALPUFF, u otros). Adjuntar archivos de entrada, de salida y archivos del modelo digital de elevación de terreno.

7.7.2.5 Resultados

El desarrollo de la modelación debe indicar cuáles son los aportes de contaminación producto de las actividades del proyecto, en relación con las concentraciones de fondo y los aportes de las fuentes ajenas al proyecto que tienen incidencia en la zona, haciendo estimaciones de inmisión para las áreas de asentamientos humanos y zonas críticas identificadas.

Los resultados de la modelación deben ser presentados en planos georreferenciados a escala 1:25.000 o de mayor detalle, donde se identifiquen claramente las fuentes de emisión (naturales y antrópicas), los receptores sensibles identificados y la dispersión de los contaminantes evaluados con la adición de la concentración de fondo del área de estudio. Adicionalmente, se deben presentar en tablas los aportes de los contaminantes a cada uno de los receptores sensibles teniendo y sin tener en cuenta las concentraciones de fondo.





Por otra parte, la modelación debe permitir:

- Identificar las zonas de mayor incremento en la presencia de contaminantes de interés para cada uno de los escenarios del proyecto.
- Valorar la magnitud del impacto ocasionado por esta actividad sobre las condiciones de la calidad del aire en poblaciones potencialmente afectadas con un 90% de confiabilidad, teniendo en cuenta el marco normativo vigente (Resolución 610 de 2010).
- Identificar el aporte de contaminantes que realiza cada fuente o grupos de fuentes sobre la calidad del aire.

7.8 MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN

Cuando se requiera de materiales de construcción para la ejecución de las obras civiles en el desarrollo del proyecto, se debe presentar la siguiente información:

7.8.1 <u>Explotación de material de cantera</u>

En el caso de explotación de material de cantera, se debe presentar como mínimo:

- Título minero o autorización temporal del área a explotar.
- Localización de la cantera.
- Levantamiento topográfico del área a explotar, presentado en planos a escala adecuada debidamente georreferenciados, con el detalle de las corrientes de agua al interior del mismo o cerca al área de explotación.
- Plano georreferenciado con la superposición del área del título minero y el área solicitada para la explotación de materiales.
- Plano de cobertura vegetal a afectar y usos del suelo.
- Caracterización del área a explotar:
 - Marco geológico, marco estructural, zonificación geomorfológica y geotécnica local (planos) y columna estratigráfica.
 - Tipos y cantidad de materiales disponibles y reservas probables.
 - Área a explotar v volumen a extraer.
- Clase de material que se pretende extraer y su destino.
- Descripción de las obras previas a la explotación: Adecuaciones necesarias para la explotación, beneficio y tiempo de ejecución.
- Proceso de extracción:
 - Descripción del beneficio de los materiales a explotar. Maquinaria y equipo a utilizar.







- Uso de explosivos.
- Proyección de la explotación en plano topográfico a escala adecuada.
- Descripción del sistema de explotación, indicando etapas, medidas y sistemas de control de aguas, taludes y diseño de recuperación morfológica y paisajística.
- Tasa y volúmenes de producción.
- Adecuaciones necesarias para la explotación, beneficio y tiempo de ejecución.
- Sistemas de almacenamiento y transporte.
- Necesidades de infraestructura: acueducto, alcantarillado, energía, vías de acceso y plantas de triturado y beneficio a utilizar, entre otros.
- Volumen de sobrantes y relación sobrante/material aprovechable. Tipo y disposición de sobrantes de la explotación y del beneficio.
- Sistemas de control: Delimitación y aislamiento de áreas de:
 - Protección.
 - Tratamiento y disposición de aguas residuales domésticas e industriales.
 - Manejo, tratamiento, transporte y disposición final de residuos sólidos, domésticos e industriales.
 - Control de emisiones atmosféricas y manejo de ruido.
- Manejo de aguas de escorrentía.
- Plan minero de cierre, abandono y restauración.
- Tiempo de explotación.

7.8.2 <u>Explotación de materiales de arrastre de cauces o lechos de corrientes</u> o depósitos de agua

En el caso de extracción de materiales de arrastre de los cauces o lechos de las corrientes o depósitos de agua, se debe presentar como mínimo la siguiente información:

- Título minero del área a explotar y/o autorización temporal.
- Nombre de la corriente o depósito de agua y sector en donde se establecerá la explotación (localización).
- Levantamiento topográfico del área a explotar, presentado en planos a escala adecuada debidamente georreferenciados.
- Plano georreferenciado con la superposición del área del título minero y el área solicitada para la extracción de materiales.
- Predios y propietarios ribereños al sector del cauce o lecho a explotar.
- Plano de cobertura vegetal a afectar y usos del suelo.
- Caracterización del área a explotar:







- Marco geológico, marco estructural, zonificación geomorfológica y geotécnica local (planos) y columna estratigráfica.
- Tipos y cantidad de materiales disponibles y reservas probables. Área a explotar y volumen a extraer.
- Clase de material que se pretende extraer y su destino.
- Establecer el régimen hidráulico y sedimentológico de la corriente en el sector de la explotación.
- Capacidad de recarga o recuperación de las áreas explotadas.
- Explotaciones similares o de otro tipo, aprovechamientos de agua, puentes, viaductos y demás obras existentes que puedan afectarse con la explotación.
- Descripción de las obras previas a la explotación: adecuaciones necesarias para la explotación, beneficio y tiempo de ejecución.
- Proceso de extracción:
 - Descripción del sistema de explotación, indicando etapas, medidas y sistemas de control de aguas y diseño de recuperación morfológica y paisajística.
 - Proyección de la explotación en plano topográfico a escala adecuada.
 - Sistemas de almacenamiento y transporte.
 - Maquinaria y equipo a utilizar.
 - Profundidad máxima de explotación.
 - Labores de extracción, cargue y transporte.
- Necesidades de infraestructura: acueducto, alcantarillado, energía, vías de acceso, espolones, estructuras de contención y plantas de triturado y beneficio a utilizar, entre otros.
- Volumen de sobrantes y relación sobrante/material aprovechable. Tipo y disposición de sobrantes de la explotación y del beneficio.
- Sistemas de control: delimitación y aislamiento de las áreas de:
 - Protección marginal.
 - Tratamiento y disposición de aguas residuales domésticas e industriales.
 - Manejo, tratamiento, transporte y disposición final de residuos sólidos, domésticos e industriales.
 - Control de emisiones atmosféricas y manejo de ruido.
- Manejo de aguas naturales en el drenaje.
- Plan minero de cierre, abandono y restauración.
- Tiempo de explotación.





7.8.3 <u>Adquisición de materiales en fuentes existentes</u>

Para la adquisición de materiales en fuentes existentes, se debe presentar como mínimo la siguiente información:

- Título minero del área de la cual se extraerán los materiales.
- Autorización ambiental expedida por la autoridad ambiental competente a través de la cual se permita la explotación de los materiales.
- Relación de los tipos de materiales requeridos en la obra y disponibles en las fuentes de materiales identificadas, con cantidades estimadas.
- Plano con las vías de acceso a utilizar entre el proyecto y las fuentes de materiales.

7.8.4 <u>Extracción de materiales sobre títulos mineros ubicados en el corredor férreo proyectado</u>

Para la extracción de materiales sobre títulos mineros ubicados en el corredor férreo proyectado, se debe dar aplicación a lo establecido en el artículo 59 de la Ley 1682 de 2013, evidenciando los compromisos mineros y ambientales con las autoridades respectivas.

8. EVALUACIÓN AMBIENTAL³⁵

Para la identificación y evaluación de impactos ambientales se debe partir de la caracterización de las áreas de influencia por componente, grupo de componentes o medio. Dicha caracterización expresa las condiciones generales de la zona sin los efectos del proyecto y se constituye en la base para analizar cómo el proyecto las modificará. La evaluación ambiental implica que se deben identificar y analizar los impactos ambientales en dos escenarios: i) sin proyecto y ii) con proyecto.

La evaluación debe considerar, especialmente, los impactos residuales, acumulativos y sinérgicos generados por la ejecución del proyecto y con respecto al desarrollo de otros proyectos en el área de influencia.

En el estudio se deben detallar las metodologías de evaluación empleadas, los criterios de valoración y la escala espacial y temporal de la valoración. Dicha evaluación debe

³⁵ En caso de que la autoridad ambiental establezca o adopte con posterioridad a estos términos de referencia una metodología para la identificación y evaluación de impactos, ésta deberá ser utilizada por el usuario.







contar con sus respectivas categorías de manera que facilite la ponderación cualitativa y cuantitativa de los impactos.

La metodología utilizada debe facilitar un análisis integrado, global, sistemático y multidisciplinario y la evaluación de impactos debe incluir una discusión sobre las relaciones causales.

Los criterios a considerar para la evaluación cuantitativa y cualitativa pueden ser, entre otros: carácter, cobertura, magnitud, duración, reversibilidad, recuperabilidad, periodicidad, tendencia, tipo y posibilidad de ocurrencia.

Para valorar y jerarquizar los impactos, se deben tomar como referencia, según aplique, aquellos que genere la construcción del proyecto sobre los diferentes medios y los límites permisibles de los contaminantes definidos en la legislación ambiental; en caso de que no exista regulación nacional para algún parámetro, se debe emplear como referencia legislación internacional.

En la evaluación ambiental se deben tener en cuenta e incorporar, en caso de ser pertinentes, las percepciones y comentarios que resulten de los procesos participativos con las comunidades, organizaciones y autoridades del área de influencia del componente, grupo de componentes o medio.

Una vez identificados los impactos ambientales se debe redefinir la delimitación del área de influencia preliminar de manera que se obtenga el área de influencia final para el proyecto.

8.1 IDENTIFICACIÓN Y EVALUACIÓN DE IMPACTOS PARA EL ESCENARIO SIN PROYECTO

En el análisis de los impactos previos al proyecto, se deben identificar las actividades que mayor incidencia han tenido en los cambios que han sufrido las áreas de influencia. Adicionalmente, se debe cualificar y cuantificar el estado actual de los medios (abiótico, biótico y socioeconómico), y su sensibilidad ambiental, y realizar el análisis de tendencias, considerando la perspectiva del desarrollo regional y local, la dinámica económica, los planes gubernamentales, la preservación y manejo de los recursos naturales y las consecuencias que para los ecosistemas de la zona tienen las actividades antrópicas y naturales propias de la región.

Para lo anterior, se deben identificar las interacciones de las actividades que se desarrollan en la región, y calificar los impactos generados sobre los componentes, grupos de componentes o medios abiótico, biótico y socioeconómico.







Se debe presentar la información relacionada con los conflictos ambientales existentes para cada uno de los medios, incluyendo los que se presentan por el uso de los recursos naturales (agua, suelo, forestal, entre otros).

8.2 IDENTIFICACIÓN Y EVALUACIÓN DE IMPACTOS PARA EL ESCENARIO CON PROYECTO

A partir de la evaluación ambiental para el escenario sin proyecto, y de las calificaciones obtenidas para cada impacto, se deben identificar, describir y calificar los impactos a generar por el proyecto sobre el entorno, como resultado de la interacción entre las actividades del mismo y los componentes de cada medio. Cabe aclarar que esta valoración se realiza sin tener en cuenta los programas de manejo ambiental, dado que, de acuerdo con su significancia, es que se formula el Plan de Manejo Ambiental.

Cuando existan incertidumbres acerca de la magnitud y/o alcance de algún impacto del proyecto sobre el ambiente, se deben realizar y describir las predicciones para el escenario más crítico posible y que haya ocurrido históricamente en este tipo de actividades (sin tener en cuenta contingencias o eventos no planeados).

Se debe presentar la información relacionada con los conflictos ambientales existentes que puedan potenciarse frente al desarrollo del proyecto, para los medios abiótico, biótico y socioeconómico, incluyendo los que se presentan por el uso de los recursos naturales (agua, suelo, forestal, entre otros).

8.3 EVALUACIÓN ECONÓMICA AMBIENTAL

El desarrollo de este numeral implica la realización de un análisis costo beneficio que identifique y estime el valor económico de los beneficios y costos ambientales que potencialmente generará la ejecución del proyecto, de tal manera que éstos puedan incluirse dentro del análisis de evaluación económica ambiental del proyecto y contribuir en la determinación de la viabilidad del mismo.

Al final, toda la información que se derive del análisis económico integrado al proceso de evaluación de impacto ambiental, servirá de manera directa para contribuir al objetivo de ejecutar la gestión ambiental dentro de un modelo de desarrollo económico sostenible, procurando la conservación e inclusión de la depreciación del capital natural dentro de las actividades económicas que se desarrollan en el país.

Para este fin, el solicitante de la licencia ambiental puede utilizar los métodos de valoración económica sugeridos en la siguiente tabla:







Tabla 8. Métodos de valoración económica sugeridos para el EIA.

| ЕТАРА | | GRUPOS METODOLÓGICOS | | | | |
|-------------------------|--|--|--|--|--|--|
| | | Métodos basados en costos | Métodos de preferencias reveladas | Métodos de | | |
| | | | reveiadas | preferencias declaradas | | |
| VALORACIÓN ECONÓMICA | Orientación | Intentan cuantificar lo que las personas están dispuestas a pagar por atender, mitigar o evitar una situación que les empeora su bienestar a partir de sus decisiones de gasto. | Estiman el valor de uso directo e indirecto de los bienes y servicios ambientales por tipo de uso (recreación, salud, insumos de producción, entre otros), aprovechando la relación que exista entre la calidad ambiental y un bien o servicio de mercado. | preferencias declaradas se le pide a la gente expresar directamente sus preferencias y valores, en lugar de deducir los valores de las opciones | | |
| | Métodos más usados | a. Costos de mitigación. b. Costos de reposición. c. Costos de reemplazo. d. Costos evitados. e. Costos de reemplazo. de enfermedad/morbilidad. | | a. Valoración contingente. b. Elección contigente (análisis conjoint). | | |
| | Método de transferencia de beneficios. | | | | | |
| EVALUACIÓN ECONÓMICA | | ANÁLISIS DE COSTO BENEFICIO Indicadores: Valor Presente Neto (VPN), Tasa Interna de Retorno (TIR), Relación Beneficio Costo (RBC). | | | | |

Fuente: Grupo Valoración Económica – SIPTA, 2016

9. ZONIFICACIÓN DE MANEJO AMBIENTAL DEL PROYECTO

A partir de la zonificación ambiental y teniendo en cuenta la evaluación de impactos realizada se debe determinar la zonificación de manejo ambiental.

El análisis de cada una de las unidades de manejo debe realizarse de manera cualitativa y cuantitativa, utilizando un *softwar*e de análisis de información geográfica. La evaluación debe definir las restricciones de tipo abiótico, biótico y socioeconómico. Las unidades de manejo deben agruparse indicando la superficie (ha) de cada una de ellas y su porcentaje de participación con respecto al área total del proyecto, en las siguientes áreas de manejo:

• Áreas de Intervención: corresponde a áreas donde se puede ejecutar el proyecto, con un manejo ambiental acorde a las actividades y fases del mismo.







- Áreas de intervención con restricciones: corresponde a áreas donde se deben tener en cuenta manejos especiales y restricciones propias acordes con las actividades y fases del proyecto y con la vulnerabilidad ambiental de la zona; se deben establecer grados, tipos de restricción y condiciones para la ejecución de las mismas. Estas áreas deben clasificarse según categoría de restricción (alta, media y baja), la cual determina las condiciones que se han de cumplir para la ejecución de actividades en las mismas.
- Áreas de exclusión: corresponde a áreas que no pueden ser intervenidas por las actividades del proyecto. Para definir estas áreas se deben considerar criterios de exclusión tales como vulnerabilidad y funcionalidad ambiental y restricciones impuestas legalmente al uso del territorio.

Tanto la zonificación de manejo ambiental de cada medio (mapas intermedios), como la zonificación de manejo ambiental final (la suma de los mapas de cada medio), deben cartografiarse a escala 1:25.000, o la más detallada posible en función de la extensión del proyecto y la sensibilidad ambiental del área.

10. PLANES Y PROGRAMAS

10.1 PLAN DE MANEJO AMBIENTAL

10.1.1 Programas de Manejo Ambiental

Es el conjunto detallado de medidas y actividades que, producto de una evaluación ambiental, están orientadas a prevenir, mitigar, corregir y compensar los impactos ambientales debidamente identificados, que se causen por el desarrollo de un proyecto, obra o actividad.

Se debe presentar un Plan de Manejo Ambiental (en adelante PMA), estructurado en programas y subprogramas (cuando se requiera), con base en la jerarquía del manejo de potenciales impactos identificados, considerando como primera opción, medidas para prevenir y evitar la ocurrencia de los impactos; en segunda opción, medidas para mitigarlos y/o minimizarlos, posteriormente medidas para corregir o restaurar las condiciones del medio ambiente; y por último, medidas compensatorias.

Para los impactos identificados, se deben plantear medidas de manejo ambiental teniendo en cuenta que una misma medida puede aplicar para el manejo de diferentes impactos y que un impacto puede ser manejado a través de diferentes medidas.







El planteamiento de los programas, subprogramas y medidas debe enfocarse al control integral de los impactos ambientales; para ello se debe tener en cuenta que puede haber impactos que se manifiesten en diferentes medios (por ejemplo, la contaminación del recurso hídrico superficial puede afectar elementos de los medios abiótico, biótico y socioeconómico) y/o componentes (por ejemplo, la alteración de las actividades económicas tradicionales de la población puede afectar los componentes económico, demográfico, cultural, etc.).

En la formulación del PMA se debe tener en cuenta e incorporar, en caso de ser pertinentes, las percepciones y comentarios que resulten de los procesos participativos con las comunidades, organizaciones y autoridades del área de influencia de los componentes del medio socioeconómico.

Los programas del PMA deben especificar:

- Objetivo(s) de cada programa y subprograma.
- Metas relacionadas con los objetivos identificados.
- Indicadores que permitan hacer seguimiento al cumplimiento de las metas propuestas para cada objetivo, así como determinar la efectividad de cada programa y subprograma.^{36, 37}
- Impactos a manejar por cada programa (con base en la evaluación de impactos).
- Fase(s) del proyecto en la(s) que se implementaría cada programa y subprograma.
- Lugar(es) de aplicación (ubicación cartográfica, siempre que sea posible).
- Descripción de medidas de manejo (acciones específicas) a desarrollar dentro de cada programa y subprograma, especificando el tipo de medida (de prevención, de mitigación, de corrección y de compensación).
- Relación de las obras propuestas a implementar. Los diseños deben presentarse como documentos anexos al EIA.
- Cronograma estimado de implementación de los programas.
- Costos estimados de implementación de cada programa.

_

³⁶Los objetivos planteados deben aludir al cambio que se quiere lograr, y las metas por su parte, deben ser formuladas en términos cuantificables de cantidad, calidad, tiempo, y tener relación directa con las actividades, con los objetivos y poder ser verificadas de manera objetiva.

Los indicadores deben permitir que se establezca la gradualidad en que se van alcanzando los objetivos de cada Programa. La descripción de éstos debe incluir medidas de cantidad, calidad y tiempo de implementación, con el propósito de conocer si la medida está siendo efectiva para prevenir o mitigar los impactos a los que alude.

³⁷En caso de que la autoridad ambiental establezca o adopte con posterioridad a estos términos de referencia un sistema de indicadores, estos deberán ser utilizados por el solicitante.





Se debe presentar un cuadro o esquema en el que se indiquen las medidas de manejo ambiental que corresponden a cada impacto identificado.

En la elaboración del PMA se debe considerar que:

- Los objetivos, metas e indicadores de los programas de manejo ambiental estén orientados al manejo efectivo de todos los impactos identificados.
- Los programas propuestos en el PMA tengan en cuenta, en caso de existir, los planes de desarrollo regional, local y el ordenamiento ambiental territorial.

10.1.2 Plan de seguimiento y monitoreo

El Plan de seguimiento y monitoreo debe estar dividido en:

a. Seguimiento y monitoreo a los planes y programas

El seguimiento y monitoreo a los planes y programas tiene como propósito revisar la validez y confiabilidad de los mismos. En tal sentido, este Plan está dirigido a vigilar y verificar el comportamiento y efectividad de dichos planes y programas, e identificar potenciales oportunidades de mejora en el desarrollo del proyecto, que permitan la aplicación de los ajustes a los que haya lugar.

Para tal fin, en este Plan se deben precisar:

- Acciones a desarrollar para obtener la información y/o los datos que permitan calcular los indicadores propuestos en el PMA.
- Criterios utilizados para el planteamiento de cada indicador.
- Frecuencia de medición.
- Justificación de la representatividad del indicador planteado, así como de la información utilizada para su cálculo.

b. Seguimiento y monitoreo a la calidad del medio

Corresponde al seguimiento y monitoreo a los componentes ambientales, de acuerdo con el análisis de impactos realizado y la evaluación de la magnitud real de las alteraciones que se producen como consecuencia del proyecto.

El solicitante debe proponer un sistema de indicadores que permita monitorear los componentes identificados y tener una visión holística de la calidad del medio y su comportamiento.

Para el efecto debe considerar los siguientes aspectos:







- Caracterización ambiental de los componentes ambientales de cada medio.
- Cumplimiento de las normas ambientales.

Para el seguimiento y monitoreo de los componentes ambientales, el Plan debe incluir como mínimo:

- Objetivos.
- Componentes ambientales a monitorear.
- Indicadores (cuantitativos y cualitativos) orientados a establecer las alteraciones en la tendencia del medio, especificando lo que se pretende medir y monitorear con cada uno de ellos.
- Localización de los sitios de monitoreo, cuando aplique, con su respectiva ubicación cartográfica.
- Identificación de las medidas de manejo que inciden en la tendencia del medio.
- Descripción de los procedimientos utilizados para medir la tendencia del medio relacionando los instrumentos necesarios.
- Periodicidad y duración del monitoreo.
- Criterios para el análisis e interpretación de resultados.

En caso que el proyecto tenga como objeto la estabilidad de playas o bordes litorales, el Plan de seguimiento y monitoreo debe ser presentado conforme a lo establecido por el Protocolo de Monitoreo de playas, ajustado al alcance del proyecto.

10.1.3 Plan de gestión del riesgo

Se debe formular y presentar un plan de gestión del riesgo de acuerdo a las consideraciones previstas en la Ley 1523 de 2012 (Política nacional de gestión del riesgo de desastres) y la normativa sectorial específica, o aquella que la modifique, sustituya o derogue, que se soporte en el análisis y valoración de los riesgos derivados de amenazas de origen natural, antrópico, socio-natural y operacional que puedan afectar el proyecto y de los riesgos que puedan generarse a causa de la ejecución de las actividades del mismo.

El análisis y valoración de los riesgos, constituye la base para el diseño e implementación de medidas de reducción del riesgo y la formulación de un plan de contingencia para dar respuesta a riesgos que se materialicen. Tanto las medidas de reducción del riesgo como el plan de contingencia son de obligatorio cumplimiento de acuerdo a lo estipulado en la Ley 1523 de 2012 o aquella norma que la reglamente, sustituya o derogue.







La gestión del riesgo debe abordar los procesos de conocimiento del riesgo, reducción del riego y manejo de desastres. En este contexto, se deben identificar: i) hechos, acciones y/o actividades generadores de riesgo, que pueden conducir a la ocurrencia de efectos no previstos dentro del normal funcionamiento y desarrollo del proyecto, ii) medidas dirigidas a la reducción de la exposición a las amenazas y a la disminución de la vulnerabilidad de las personas, el ambiente y la infraestructura, y iii) acciones de manejo de desastres.

El análisis y valoración de los riesgos debe realizarse para cada una de las fases del proyecto; debe ser cuantitativo para actividades que involucren el uso y manejo de sustancias peligrosas, explosivas, químicas y contaminantes, e hidrocarburos y sus derivados; y semicuantitativo para las demás actividades. En todos los casos se deben presentar los métodos utilizados y los resultados de los cálculos realizados para la valoración de los riesgos.

El Plan de gestión del riesgo debe contemplar como mínimo:

10.1.3.1 Conocimiento del riesgo

Como parte de la gestión del riesgo es necesario que exista un proceso de conocimiento del mismo, el cual debe incluir el análisis de las amenazas y de la vulnerabilidad de elementos expuestos, la identificación de escenarios de riesgo, la estimación de áreas de afectación, y el análisis y valoración del riesgo.

a. Identificación, caracterización, análisis y evaluación de amenazas

Se deben identificar las amenazas (endógenas y exógenas), en cada una de las fases del proyecto (construcción, operación, mantenimiento, desmantelamiento y abandono), que puedan generar consecuencias sobre los elementos expuestos.

Las amenazas se deben clasificar de la siguiente manera:

- Amenazas de origen natural que puedan desencadenar riesgos directos e indirectos no previstos, que afecten al proyecto y generar consecuencias sobre el ambiente (medios abiótico, biótico y socioeconómico).
- Amenazas de origen antrópico (intencionales y no intencionales), que puedan afectar al proyecto y generar consecuencias sobre el ambiente (medios abiótico, biótico y socioeconómico).
- Amenazas de origen socio-natural que puedan afectar al proyecto y generar consecuencias sobre el ambiente (medios abiótico, biótico y socioeconómico).
- Amenazas operacionales que puedan afectar al ambiente (medios abiótico, biótico y socioeconómico).





Para el análisis se deben tener en cuenta:

- Los equipos y/o actividades involucradas en cada una de las fases del proyecto.
- El tipo de amenaza involucrada (natural, antrópica, socio-natural u operacional).
- Los sucesos finales (p. e. inundaciones, derrumbes, incendios, derrames de sustancias peligrosas, formación de nubes contaminantes, chorros de fuego, llamaradas, contaminación de acuíferos).
- Las posibles causas y frecuencias de falla; identificadas con base en experiencias a nivel nacional (o internacional en caso de no contar con información nacional).
- El análisis de la probabilidad de ocurrencia para cada amenaza identificada.

b. Identificación, caracterización, análisis y evaluación de la vulnerabilidad de elementos expuestos

Se debe realizar un análisis de la vulnerabilidad de elementos expuestos. La línea base ambiental debe ser el punto de partida para la identificación de elementos expuestos y para la cuantificación de eventuales pérdidas o daños ambientales asociados a la materialización del riesgo. Este análisis debe tener en cuenta adicionalmente otros elementos expuestos que puedan verse afectados por un evento amenazante.

El análisis de vulnerabilidad debe realizarse como mínimo sobre los siguientes elementos:

- Asentamientos humanos.
- Infraestructura pública.
- Infraestructura productiva.
- Cultivos de pancoger.
- Bienes de interés cultural.
- Empresas e infraestructura que manejen sustancias peligrosas.
- Sitios de captación de agua (p. e. bocatomas, pozos, sistemas de riego).
- Áreas ambientalmente sensibles.

Se debe presentar un mapa con la identificación de los elementos expuestos, a una escala detallada en función del tipo y extensión del proyecto.

c. Identificación, caracterización, análisis y evaluación de escenarios de riesgo

Teniendo en cuenta las actividades del proyecto, la caracterización de su área de influencia y la evaluación de impactos ambientales, se deben identificar y caracterizar los escenarios bajo los cuales pueden materializarse riesgos derivados de amenazas de origen natural, incluyendo aquellas debidas a eventos extremos generados por la







variabilidad climática o el cambio climático; de amenazas de origen antrópico, ya sean intencionales o no intencionales; de amenazas socio-naturales que siendo de origen antrópico su detonante es un evento natural, o de amenazas operacionales producto de la ejecución de actividades del proyecto, que desencadenen impactos ambientales no previstos en la evaluación ambiental, que puedan generar emergencias afectando a las personas, la infraestructura y el ambiente, entre otros.

Se deben identificar y describir eventos asociados al proyecto que puedan generar amenazas dentro de su área de influencia. Asimismo, se deben establecer los hechos o eventualidades que se puedan presentar configurándose como emergencias.

d. Estimación de áreas de afectación

Se deben determinar las áreas de posible afectación, tanto directas como indirectas, para cada uno de los eventos amenazantes identificados en cada una de las fases del proyecto, definiendo y georreferenciando dichas áreas para los diferentes escenarios de riesgo identificados, con base en la vulnerabilidad de los medios abiótico, biótico y socioeconómico.

Se deben presentar mapas de las áreas de afectación, a una escala detallada, en función de su extensión.

e. Análisis y valoración del riesgo

Una vez identificadas las amenazas, endógenas y exógenas, y la vulnerabilidad de los elementos expuestos, se debe realizar un análisis que permita conocer los riesgos que puedan afectar el proyecto o que puedan generarse a causa de la ejecución del mismo. Se deben analizar los siguientes tipos de riesgo:

- Riesgo individual.
- Riesgo social.
- Riesgo socioeconómico.
- Riesgo ambiental.

Se debe describir detalladamente la metodología y los criterios utilizados para efectuar el análisis, junto con la justificación de su selección.

Se debe presentar mapas de riesgos, a una escala detallada en función de su extensión.

Se debe indicar el nivel de aceptabilidad del riesgo; para ello se deben realizar comparaciones con países que tengan definidas políticas en el tema de aceptabilidad





del nivel de riesgo identificando en especial aquellos que tengan condiciones similares a las de Colombia.

10.1.3.2 Reducción del riesgo

Para la reducción del riesgo se deben formular medidas que contemplen acciones de prevención y mitigación que se deben adoptar para disminuir las amenazas, la exposición y/o la vulnerabilidad de los elementos expuestos al riesgo, con el fin de evitar o minimizar los daños y pérdidas en caso de que el riesgo llegue a materializarse. Estas medidas deben ser formuladas en función de las diferentes fases y actividades del proyecto.

Se deben establecer las políticas, estrategias y prácticas orientadas a prevenir y reducir los riesgos identificados, y a minimizar los efectos negativos. Las medidas de reducción del riesgo deben estar contempladas para tres instancias:

- Prospectiva: para los riesgos esperados identificados en el análisis de riesgo.
- Reactiva: para los riesgos que se materialicen.
- Correctiva: para los riesgos residuales.

10.1.3.3 Manejo del desastre

Para el manejo del desastre se debe formular un plan de contingencia, que contenga las medidas de prevención, control y atención ante potenciales situaciones de emergencia derivadas de la materialización de riesgos previamente identificados.

El plan de contingencia debe incluir los siguientes planes:

- Plan estratégico: debe contener los resultados del análisis del riesgo y las diferentes medidas de reducción y mitigación, e involucrar la definición de los diferentes niveles de respuesta ante la materialización de un riesgo.
- Plan operativo: debe establecer los procedimientos básicos de la atención o plan de respuesta a una contingencia, y definir los mecanismos de notificación, organización y funcionamiento para la eventual activación del plan de contingencia.
- Plan informático: debe establecer los protocolos relacionados con los sistemas de manejo de información y de logística, incluyendo datos como: i) teléfonos del personal involucrado en la respuesta ante una emergencia, tanto interno como externo, perteneciente a los diferentes consejos municipales y departamentales de gestión del riesgo, ii) planes de ayuda mutua, iii) listado de equipos disponibles







para la atención de la emergencia, entre otros, requeridos a fin de que los planes estratégico y operativo sean eficientes.

El Plan de contingencia debe además, según corresponda:

- Designar las funciones.
- Determinar las prioridades de protección.
- Definir los sitios estratégicos para el control de contingencias, teniendo en cuenta las características de las áreas sensibles.
- Establecer los procedimientos de respuesta a emergencias que permitan la rápida movilización de los recursos humanos y técnicos para poner en marcha las acciones inmediatas de la respuesta.
- Elaborar una guía de procedimientos que asegure una efectiva comunicación entre el personal que conforma las brigadas, las entidades de apoyo externo y la comunidad afectada.
- Presentar el programa de entrenamiento y capacitación para el personal responsable de la aplicación del plan de contingencia.
- Reportar los equipos específicos que son requeridos para atender las contingencias según los eventos de posible ocurrencia identificados.
- Cartografiar las áreas de riesgo identificadas y la localización de los equipos necesarios para dar respuesta a las contingencias. En el caso de proyectos puntuales, las vías de evacuación de plantas, estaciones y otras instalaciones.
- Presentar un programa de capacitación y divulgación sobre el plan de contingencia para el personal del proyecto, las comunidades identificadas como vulnerables y las entidades del Sistema Nacional de la Gestión del Riesgo que sea pertinente convocar, de acuerdo con la magnitud del riesgo identificado.

El plan de contingencia debe estar articulado con los planes de contingencia municipal, departamental y regional, e incluir información reciente sobre la capacidad de respuesta, propia y de las entidades de atención de emergencias en la región.

Se deben realizar como mínimo las siguientes actividades propias de mantenimiento y actualización del plan de contingencia:

- Simulación anual (simulacro de escritorio). Cuando a lo largo del proyecto la región geográfica y/o los consejos municipales o departamentales de gestión del riesgo cambien, el simulacro de escritorio debe realizarse por cada instalación y/o responsable de las diferentes fases operacionales del proyecto.
- Simulacro anual involucrando la comunidad. Cuando a lo largo del proyecto la región geográfica y/o los consejos municipales o departamentales de gestión del riesgo cambien, el simulacro involucrando la comunidad escritorio debe realizarse







por cada instalación y/o responsable de las diferentes fases operacionales del proyecto.

10.1.4 Medidas de descontaminación ambiental y compensación

De manera consistente con la magnitud de los posibles eventos que generen consecuencias a nivel ambiental y social; se deben plantear medidas de limpieza de suelos y aguas, y medidas de compensación tanto ambiental como social. Dichas medidas deben ser cuantificables y presentarse a nivel de prediseño.

10.1.5 Plan de desmantelamiento y abandono

Para las áreas e infraestructura intervenidas de manera directa por el proyecto, se debe:

- Presentar la relación de las actividades y obras necesarias para realizar el abandono, desmantelamiento y restauración de las obras temporales en las diferentes fases del proyecto.
- Presentar una propuesta de uso final del suelo en armonía con el medio circundante.
- Señalar las medidas de manejo y reconformación morfológica que garanticen la estabilidad y restablecimiento de la cobertura vegetal y la reconformación paisajística, según aplique y en concordancia con la propuesta del uso final del suelo.
- Presentar una estrategia de información a las comunidades y autoridades del área de influencia del componente o grupo de componentes acerca de la finalización del proyecto y las medidas de manejo ambiental.
- Presentar una propuesta de los indicadores de los impactos acumulativos y sinérgicos así como los resultados alcanzados con el desarrollo del Plan de Manejo Ambiental.

10.2 OTROS PLANES Y PROGRAMAS

10.2.1 Plan de inversión del 1%

En caso que aplique, por el uso del recurso hídrico tomado de fuente natural (superficial y/o subterráneo), se debe presentar una propuesta técnico-económica para la inversión del 1%, de conformidad con lo establecido en la Sección 1, Capitulo 3, Titulo 9, Parte 2, Libro 2 del Decreto 1076 de 2015, o aquel que lo modifique, sustituya o derogue.

Dicha propuesta debe tener como mínimo la siguiente información:







- Título.
- Objetivos del plan de inversión del 1%.
- Alcance de las acciones a desarrollar y su justificación de acuerdo con la caracterización de las áreas de influencia por componente.
- Metodología.
- Localización tentativa del área donde se planea realizar la inversión, dentro de la cuenca de la cual se hace uso del recurso, incluyendo el respectivo mapa a una escala 1:25.000 o más detallada, en donde se represente cada área de intervención.
- Propuesta de obras o actividades que se van a ejecutar a fin de determinar su viabilidad, de acuerdo con lo establecido en la Sección 1, Capitulo 3, Titulo 9, Parte 2, Libro 2 del Decreto 1076 de 2015, o aquel que lo modifique, sustituya o derogue.
- Monto de la inversión del 1% estimado en pesos, de acuerdo a los ítems establecidos en la Sección 1, Capitulo 3, Titulo 9, Parte 2, Libro 2 del Decreto 1076 de 2015 o la norma que lo modifique, sustituya o derogue, discriminando los costos para cada una de las actividades del proyecto que se contemplan en el cálculo de dicho monto.
- Cronograma de ejecución de las actividades a realizar.
- Presupuesto para el desarrollo de cada una de las actividades seleccionadas.

Si la cuenca hidrográfica de la cual se hace uso del recurso cuenta con POMCA, se debe articular el Plan de inversión con los proyectos definidos en dicho POMCA.

De acuerdo a lo establecido en la Sección 1, Capitulo 3, Titulo 9, Parte 2, Libro 2 del Decreto 1076 de 2015, se debe anexar al EIA la constancia de la radicación ante las autoridades ambientales con jurisdicción en el área del proyecto de la que trata el parágrafo 1 del artículo 2.2.9.3.1.4 del decreto en mención.

10.2.2 Plan de compensación por pérdida de biodiversidad

Teniendo en cuenta lo establecido en el Manual para la Asignación de Compensaciones por Pérdida de Biodiversidad, expedido mediante Resolución 1517 de agosto de 2012 o aquella norma que la modifique, sustituya o derogue, se debe presentar un Plan de compensación por pérdida de biodiversidad que contemple por lo menos los siguientes aspectos:

 Línea base ambiental del área impactada y evaluación de los impactos residuales significativos, identificando los ecosistemas (naturales o seminaturales) que serán objeto de afectación por las obras o actividades que están relacionadas con la construcción del proyecto.







- Cálculo del área a afectar para cada uno de los anteriores ecosistemas, identificando su rareza, representatividad en el Sistema Nacional de Áreas Protegidas - SINAP, y remanencia y potencial de pérdida en el contexto nacional, según lo establecido en el listado nacional de factores de compensación.
- Presentación de tabla resumen donde se identifique: ecosistema a afectar, área de afectación, infraestructura que afecta el ecosistema, factor de compensación para ese ecosistema y el área total a compensar.
- Descripción detallada de las áreas ecológicamente equivalentes para compensación.
- Propuesta detallada de las acciones de compensación, los resultados esperados, el cronograma de implementación y el plan de inversiones.
- Evaluación de los potenciales riesgos de implementación del Plan de compensación y una propuesta para minimizarlos.
- Definición del mecanismo de implementación y administración.
- Plan de monitoreo y seguimiento.

El Plan que contemple acciones de compensación en áreas protegidas públicas, debe contener anexo por lo menos la siguiente información:

- Shape file a escala cartográfica 1:10.000 o más detallada que permita una identificación clara de las áreas ecológicamente equivalentes para compensación.
- Avalúo catastral o comercial del predio emitido por el IGAC o una lonja adscrita a Asolonjas, según el caso.
- Detalle del tipo de ecosistema, su estructura, condición y composición, así como de la riqueza de especies y poblaciones, entre otros. La información debe ser consistente con la presentada en el numeral correspondiente a "Caracterización del área de influencia" del medio biótico de los presentes términos de referencia.
- Declaratoria del área protegida conforme a lo establecido en el Decreto 1076 de 2015 o la norma que lo modifique, sustituya o derogue.
- Documento de Acuerdo y/o Compromiso de la respectiva autoridad, garantizando la no enajenación de los predios o su invasión por terceros y la destinación exclusiva de los mismos a conservación.

El Plan que contemple acciones de compensación en predios privados, debe contener anexo por lo menos la siguiente información:

- Shape file a escala cartográfica 1:10.000 o más detallada que permita una identificación clara de las áreas ecológicamente equivalentes para compensación.
- Avalúo catastral o comercial del predio emitido por el IGAC o una lonja adscrita a Asolonjas, según el caso.
- Detalle del tipo de ecosistema, su estructura, condición y composición, así como de la riqueza de especies y poblaciones, entre otros. La información debe ser







consistente con la presentada en el numeral correspondiente a "Caracterización del área de influencia" del medio biótico de los presentes términos de referencia.

- Identificación y cuantificación del uso actual del suelo de los predios a conservar y de los aledaños.
- Documento de Acuerdo y Compromiso con los propietarios privados, poseedores o tenedores, comunidades indígenas o negras, garantizando la no enajenación de los predios o su invasión por terceros y la destinación exclusiva de los mismos a conservación.





11. BIBLIOGRAFÍA

^[1] Adaptado de: COLOMBIA. MINISTERIO DE AMBIENTE, VIVIENDA Y DESARROLLO TERRITORIAL – MAVDT. Decreto 2820. Bogotá: Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, 2010.

- ^[2] Adaptado de: COLOMBIA. CONGRESO DE LA REPÚBLICA. Ley 1523 del 2012. "Por la cual se adopta la política nacional de gestión del riesgo de desastres y se establece el Sistema Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres". Bogotá: Congreso de la República, 2012.
- [3] Adaptado de: COLOMBIA. MINISTERIO DEL MEDIO AMBIENTE. Ley 165 (Convenio de Diversidad Biológica). Bogotá: Ministerio del Medio Ambiente, 1994.
- [4] Adaptado de: COLOMBIA. MINISTERIO DE AMBIENTE Y DESARROLLO SOSTENIBLE Minambiente. Política Nacional para la Gestión Integral de la Biodiversidad y sus Servicios Ecosistémicos (PNGIBSE). s. f.
- [5] COLOMBIA. DEPARTAMENTO ADMINISTRATIVO NACIONAL DE ESTADISTICA DANE-. Conceptos Básicos. Disponible en http://www.dane.gov.co/files/inf_geo/4Ge_ConceptosBasicos.pdf>. Consultado 20 de agosto de 2013.
- [6] Adaptado de: COLOMBIA. MINISTERIO DE AMBIENTE, VIVIENDA Y DESARROLLO TERRITORIAL MAVDT. Tesauro Ambiental para Colombia. [Tesauro]. *s. l.* Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. Centro de Referencia y documentación. *s. f.* Disponible en http://biblovirtual.minambiente.gov.co:3000/>.
- [7] COLOMBIA. MINISTERIO DE AMBIENTE Y DESARROLLO SOSTENIBLE Minambiente. Decreto 1076 "Por medio del cual se expide el Decreto Único Reglamentario del Sector Ambiente y Desarrollo Sostenible". Bogotá: Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2015.
- [8] COLOMBIA. MINISTERIO DE AMBIENTE, VIVIENDA Y DESARROLLO TERRITORIAL MAVDT. Tesauro Ambiental para Colombia. [Tesauro]. s. l. Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. Centro de Referencia y documentación. s. f. Disponible en http://biblovirtual.minambiente.gov.co:3000/>.







- [9] Adaptado de: COLOMBIA. CONGRESO DE LA REPÚBLICA. Ley 1523 del 2012. "Por la cual se adopta la política nacional de gestión del riesgo de desastres y se establece el Sistema Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres". Bogotá: Congreso de la República, 2012.
- [10] COLOMBIA. MINISTERIO DE AMBIENTE, VIVIENDA Y DESARROLLO TERRITORIAL MAVDT. Tesauro Ambiental para Colombia. [Tesauro]. s.l. Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. Centro de Referencia y documentación. s.f. Disponible en http://biblovirtual.minambiente.gov.co:3000/>.
- [11] COLOMBIA. CONGRESO DE LA REPÚBLICA. Ley 1523 del 2012. "Por la cual se adopta la política nacional de gestión del riesgo de desastres y se establece el Sistema Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres". Bogotá: Congreso de la República, 2012.
- ^[12] Biología. Curtis H., Barnes S., Schnek A. y Massarini A. 7^a Edición. Editorial Médica Panamericana, 2015.
- ^[13] Adaptado de: DE GROOT, R.S., 1992. Functions of Nature: Evaluation of Nature in Environmental Planning, Management and Decision Making. Wolters Noordhoff, Groningen.
- DAILY, G.C., 1997. Nature's Services: Societal Dependence on Natural Ecosystems. Island Press, Washington.
- MORRIS, P. & THERIVEL, R. 2009. Methods of Environmental Impact Assessment, Tercera Edición. Routledge. Londres.
- ^[14] COLOMBIA. CONGRESO DE LA REPÚBLICA. Ley 1682 "Por la cual se adoptan medidas y disposiciones para los proyectos de infraestructura de transporte y se conceden facultades extraordinarias". Bogotá: Congreso de la República, 2013.
- ^[15] Adaptado de: NEBEL, B. J. y WRIGTH, R. T. 1999. Ciencias ambientales: ecología y desarrollo sostenible. (Ed) Pearson Educación Sexta Edición. 698 Páginas ISBN 970-17-0233-6.
- ^[16] Adaptado de: GRUPO BANCO MUNDIAL. Cumulative Impact Assessment and Management: Guidance for the Private Sector in Emerging Markets. s.l. Corporación Financiera Internacional- IFC. 2013.
- [17] Adaptado de: COLOMBIA. MINISTERIO DE AMBIENTE, VIVIENDA Y DESARROLLO TERRITORIAL MAVDT. Decreto 2820. Bogotá: Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, 2010.







- [18] Adaptado de: COLOMBIA. CONGRESO DE LA REPÚBLICA. Ley 99 de 1993. "Por la cual se crea el Ministerio del Medio Ambiente, se reordena el Sector Público encargado de la gestión y conservación del medio ambiente y los recursos naturales renovables, se organiza el Sistema Nacional Ambiental, SINA, y se dictan otras disposiciones". Bogotá: Congreso de la República, 1993.
- [19] Adaptado de: GÓMEZ OREA, D., 2002. Evaluación de impacto ambiental: un instrumento preventivo para la gestión ambiental (2nd ed.). Madrid España: Ediciones Mundi-Prensa.
- CONESA, V., 2010. Guía metodológica para la evaluación del impacto ambiental (4th ed., p. 90). Madrid España: Ediciones Mundi-Prensa.
- RAITER, K. G., POSSINGHAM, H. P., PROBER, S. M., Y HOBBS, R. J., 2014. Under the radar: mitigating enigmatic ecological impacts. Trends in Ecology and Evolution, 29(11), 635–644. doi:10.1016/j.tree.2014.09.003 Ray, Debraj (2002). Economía del Desarrollo. Edición en castellano: Antoni Bosch. Editor S.A., Barcelona.
- ^[20] COLOMBIA. MINISTERIO DE TRANSPORTE. Manual de Normatividad Férrea. Bogotá: Ministerio de Transporte, 2013.
- ^[21] COLOMBIA. CONGRESO DE LA REPÚBLICA. Ley 1523 del 2012. "Por la cual se adopta la política nacional de gestión del riesgo de desastres y se establece el Sistema Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres". Bogotá: Congreso de la República, 2012.
- ^[22] COLOMBIA. MINISTERIO DE AMBIENTE, VIVIENDA Y DESARROLLO TERRITORIAL MAVDT. Tesauro Ambiental para Colombia. [Tesauro]. s.l. Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. Centro de Referencia y documentación. s. f. Disponible en http://biblovirtual.minambiente.gov.co:3000>.
- ^[23] COLOMBIA. CONGRESO DE LA REPÚBLICA. Ley 1523 del 2012. "Por la cual se adopta la política nacional de gestión del riesgo de desastres y se establece el Sistema Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres". Bogotá: Congreso de la República, 2012.
- ^[24] Adaptado de: VILLOTA, Hugo. El Sistema CIAF de clasificación fisiográfica del terreno. Bogotá: Instituto Geográfico Agustín Codazzi, Centro de Investigación en Percepción Remota CIAF, 1995.
- ^[25] COLOMBIA. CONGRESO DE LA REPÚBLICA. Ley 1523 del 2012. "Por la cual se adopta la política nacional de gestión del riesgo de desastres y se establece el Sistema







Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres". Bogotá: Congreso de la República, 2012.

- [26] Adaptado de: COLOMBIA. MINISTERIO DE AMBIENTE Y DESARROLLO SOSTENIBLE Minambiente. Decreto 1076 "Por medio del cual se expide el Decreto Único Reglamentario del Sector Ambiente y Desarrollo Sostenible". Bogotá: Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2015.
- [27] COLOMBIA. CONGRESO DE LA REPÚBLICA. Ley 1523 del 2012. "Por la cual se adopta la política nacional de gestión del riesgo de desastres y se establece el Sistema Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres". Bogotá: Congreso de la República, 2012.
- ^[28] Adaptado de: COLOMBIA. CONGRESO DE LA REPÚBLICA. Ley 1523 del 2012. "Por la cual se adopta la política nacional de gestión del riesgo de desastres y se establece el Sistema Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres". Bogotá: Congreso de la República, 2012.
- [29] Adaptado de: COLOMBIA. CONGRESO DE LA REPÚBLICA. Ley 1523 del 2012. "Por la cual se adopta la política nacional de gestión del riesgo de desastres y se establece el Sistema Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres". Bogotá: Congreso de la República, 2012.
- [30] Adaptado de: COLOMBIA. CONGRESO DE LA REPÚBLICA. Ley 1523 del 2012. "Por la cual se adopta la política nacional de gestión del riesgo de desastres y se establece el Sistema Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres". Bogotá: Congreso de la República, 2012.
- [31] Adaptado de: COLOMBIA. CONGRESO DE LA REPÚBLICA. Ley 1523 del 2012. "Por la cual se adopta la política nacional de gestión del riesgo de desastres y se establece el Sistema Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres". Bogotá: Congreso de la República, 2012.
- [32] Adaptado de: COLOMBIA. CONGRESO DE LA REPÚBLICA. Ley 1523 del 2012. "Por la cual se adopta la política nacional de gestión del riesgo de desastres y se establece el Sistema Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres". Bogotá: Congreso de la República, 2012.
- [33] Tomado de SANDIA, L. A. y HENAO, A. Sensibilidad Ambiental y Sistemas de Información Geográfica. Proyecto Sistemas Ambientales Venezolanos: VEN/79/001. Metodologías para la elaboración de los mapas de vegetación, uso potencial, agrícola.







Caracas. MARNR. Dirección general sectorial de planificación y ordenamiento del ambiente. 1983.

- ^[34] COLOMBIA. MINISTERIO DE AMBIENTE Y DESARROLLO SOSTENIBLE. Política Nacional para la Gestión Integral de la Biodiversidad y sus Servicios Ecosistémicos (PNGIBSE). Bogotá. Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2012.
- [35] COLOMBIA. MINISTERIO DE AMBIENTE Y DESARROLLO SOSTENIBLE. Política Nacional para la Gestión Integral de la Biodiversidad y sus Servicios Ecosistémicos (PNGIBSE). Bogotá. Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2012.
- [36] COLOMBIA. MINISTERIO DE AMBIENTE Y DESARROLLO SOSTENIBLE. Política Nacional para la Gestión Integral de la Biodiversidad y sus Servicios Ecosistémicos (PNGIBSE). Bogotá. Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2012.
- [37] COLOMBIA. MINISTERIO DE AMBIENTE Y DESARROLLO SOSTENIBLE. Política Nacional para la Gestión Integral de la Biodiversidad y sus Servicios Ecosistémicos (PNGIBSE). Bogotá. Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2012.
- [38] COLOMBIA. MINISTERIO DE AMBIENTE Y DESARROLLO SOSTENIBLE. Política Nacional para la Gestión Integral de la Biodiversidad y sus Servicios Ecosistémicos (PNGIBSE). Bogotá. Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2012.
- [39] Adaptado de: COLOMBIA. MINISTERIO DE AMBIENTE, VIVIENDA Y DESARROLLO TERRITORIAL MAVDT. Términos de Referencia Estudio de Impacto Ambiental proyectos de perforación exploratoria de hidrocarburos HI-TER-1-02. Bogotá: Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. Dirección de Licencias, Permisos y Trámites Ambientales, 2010.
- [40] Adaptado de: COLOMBIA. MINISTERIO DE AMBIENTE, VIVIENDA Y DESARROLLO TERRITORIAL MAVDT. Términos de Referencia Estudio de Impacto Ambiental proyectos de perforación exploratoria de hidrocarburos HI-TER-1-02. Bogotá: Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. Dirección de Licencias, Permisos y Trámites Ambientales, 2010.
- [41] Adaptado de: CORREA CORTÉS, Elena. Impactos socio-económicos de grandes proyectos: Evaluación y manejo. s. l. s. n. 1999.
- [42] Adaptado de: COLOMBIA. CONGRESO DE LA REPÚBLICA. Ley 1523 del 2012. "Por la cual se adopta la política nacional de gestión del riesgo de desastres y se







establece el Sistema Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres". Bogotá: Congreso de la República, 2012.

[43] Adaptado de: COLOMBIA. MINISTERIO DE AMBIENTE, VIVIENDA Y DESARROLLO TERRITORIAL – MAVDT. Tesauro Ambiental para Colombia. [Tesauro]. s. I. Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. Centro de Referencia y documentación. s. f. Disponible en http://biblovirtual.minambiente.gov.co:3000/>.





MINISTERIO DE AMBIENTE Y DESARROLLO SOSTENIBLE AUTORIDAD NACIONAL DE LICENCIAS AMBIENTALES

TÉRMINOS DE REFERENCIA PARA LA ELABORACIÓN DEL ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL - EIA EN PROYECTOS DE CONSTRUCCIÓN DE LÍNEAS FÉRREAS

ANEXO
METODOLOGÍA PARA LA MEDICIÓN DE EMISIÓN DE RUIDO Y
VIBRACIONES EN EL ÁREA DE INFLUENCIA DE UNA LÍNEA FÉRREA

BOGOTÁ D.C. 2016







TABLA DE CONTENIDO

| 1. | DEFINICIONES GENERALES | 120 |
|--------|--|-----|
| 2. | MÉTODOLOGÍA PARA LA MEDICIÓN DE RUIDO | 126 |
| 2.1 | EQUIPOS DE MEDICIÓN | 126 |
| 2.1.1 | MEDIDOR DE NIVEL DE PRESIÓN SONORA | 126 |
| 2.1.2 | SOFTWARE DE POST - PROCESAMIENTO DE DATOS | 126 |
| 2.1.3 | EQUIPOS DE MEDICIÓN DE PARÁMETROS METEOROLÓGICOS | 126 |
| 2.1.4 | CONDICIONES METEOROLÓGICAS | 127 |
| 2.1.5 | PROCESOS DE VERIFICACIÓN Y/O CALIBRACIÓN | 127 |
| 2.1.5. | 1 VERIFICACIÓN DE LA CALIBRACIÓN EN CAMPO | 127 |
| 2.1.5. | 2 CALIBRACIÓN EN FÁBRICA | 128 |
| 2.2 | RUIDO AMBIENTAL | 128 |
| 2.2.1 | DETERMINACIÓN DEL RUIDO AMBIENTAL | |
| 2.2.1. | | |
| 2.2.1. | 2 MODELACIÓN | 128 |
| 2.2.2 | NIVEL DE REFERENCIA PARA DETERMINACIÓN DEL ÁREA DE | |
| | JENCIA CRÍTICA DE LA ACTIVIDAD | |
| 2.2.3 | INDICADORES DE RUIDO | 129 |
| 2.2.4 | CÁLCULO DE LOS INDICADORES LD, LN Y LDN | 129 |
| 3. | MÉTODOLOGÍA PARA LA MEDICIÓN DE VIBRACIONES | |
| 3.1 | EQUIPOS DE MEDICIÓN | 130 |
| 3.2 | EVALUACION DE LAS VIBRACIONES GENERADAS POR LA OPERACI | _ |
| DE UI | N TREN | 130 |
| 3.2.1 | ELECCIÓN DEL LUGAR DE MEDICIÓN Y PUNTOS DE MONITOREO | 130 |
| 3.2.2 | POSICIONAMIENTO DEL INSTRUMENTAL | 131 |
| 3.2.3 | INDICADORES DE EVALUACIÓN | 132 |







| 3.2.4 | DETERMINACIÓN DE LAS VIBRACIONES AMBIENTALES DE FONDO/ SIN | 1 |
|-------|--|----|
| LA F | JENTE OPERANDO1 | 32 |
| 3.2.5 | DETERMINACIÓN DE LAS VIBRACIONES CON LA FUENTE OPERANDO 1 | 32 |
| 3.2.6 | ANÁLISIS Y EVALUACIÓN DE LOS NIVELES REGISTRADOS Y | |
| ESTÁ | NDARES MÁXIMOS PERMISIBLES1 | 33 |
| 4. | REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS SUGERIDAS1 | 34 |





1. DEFINICIONES GENERALES

Para efectos de la aplicación del protocolo, se adoptan las siguientes definiciones:

 Ajuste: toda cantidad, positiva o negativa, constante o variable, que se suma a un nivel de presión sonora medido o pronosticado para considerar parte del carácter acústico, la hora del día o el tipo de fuente. [1]

En notación matemática, el nivel de presión sonora continuo equivalente corregido por un ajuste aditivo, está dado por la ecuación:

$$L_{RAeq.T} = L_{Aeq.T} + K \tag{1}$$

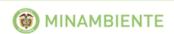
Donde:

L_{Aeq,T}: nivel de presión sonora continuo equivalente.

K: Ajuste K de que trata el Anexo 2 de la Resolución 627 de 2006 o aquella que la adicione, modifique o sustituya.

- Ajuste (de un instrumento de medición): operación destinada a poner un instrumento de medición en estado de funcionamiento adecuado para su uso. El ajuste puede ser automático, semiautomático o manual. [1]
- Ancho de banda: extensión del espectro de las frecuencias comprendidas en el interior de una banda. Se mide por la diferencia entre las frecuencias extremas de aquella. [1]
- Autopista: vía de calzadas separadas, cada una con dos o más carriles, control total de acceso y salida, con intersecciones en desnivel o mediante entradas y salidas directas a otras carreteras y con control de velocidades mínimas y máximas por carril.
 [2]
- Banda: segmento del espectro de frecuencias. [3]
- Banda de octava: espectro que tiene una octava de ancho. Es un conjunto continuo de frecuencias en torno a una frecuencia central que cumple la relación $f_2=2f_1$ y además, $f_1 = \sqrt{f_1 \times f_2}$, donde fc son las frecuencias centrales, que toman valores normalizados según la Norma ISO-266-75. La percepción del oído humano contiene aproximadamente 10 bandas de octava. [1]







- **Tercios de octava**: tercera parte de una banda de octava. Es un conjunto continuo de frecuencias en torno a una frecuencia central que cumple la relación $f_2 = \sqrt[3]{2f_1}$ $f_2 = \sqrt[3]{2} \times f_1$ y además, $f_2 = \sqrt[3]{f_1 \times f_2}$, donde fc son las frecuencias centrales, que toman valores normalizados según la Norma ISO-266-75. [1]
- Calibración: conjunto de operaciones que establecen, bajo condiciones especificadas, la relación entre los valores de magnitudes indicados por un instrumento o sistema de medición, o valores representados por una medida materializada o un material de referencia y los correspondientes valores reportados por patrones. El resultado de la calibración permite tanto la asignación de valores a las indicaciones de la magnitud a medir como la determinación de las correcciones con respecto a las indicaciones. Una calibración también puede determinar otras propiedades metrológicas, tales como el efecto de las magnitudes influyentes. El resultado de una calibración puede ser registrado en un documento, frecuentemente denominado certificado de calibración o informe de calibración. [1]
- **Decibel (dB):** décima parte del Bel, razón de energía, potencia o intensidad que cumple con la siguiente expresión: Log R = 1dB/10. [1]
- Espectro: descripción de una cantidad en función de la frecuencia; el término puede utilizarse para significar un rango continuo de componentes, habitualmente amplio en extensión, que poseen algunas características comunes, como el espectro de bandas auditivas. [3]
- **Filtro de tercios de octava**: dispositivo que permite efectuar el análisis de una señal acústica según sus componentes en bandas de tercios de octava. [1]
- Frecuencia: número de ciclos realizados en una unidad de tiempo (f=c/s), en una función que es periódica en el tiempo. La frecuencia es la inversa del periodo. La unidad de medida de la frecuencia es el Hertzio (Hz) que es igual a 1/s. [1]
- **Fuente:** elemento que origina la energía mecánica vibratoria, definida como ruido o sonido. Puede considerarse estadísticamente como una familia de generadores de ruido que pueden tener características físicas diferentes, distribuidas en el tiempo y en el espacio. [1]
- **Hercio**: es la unidad de frecuencia, equivalente al ciclo por segundo (c/s). Un fenómeno periódico de 1 segundo de período tiene frecuencia 1 Hz. [1]







- Índices de ruido: diversos parámetros de medida cuya aplicación está en función de la fuente productora del ruido y el medio donde incide. Ejemplos: Leq, L₁₀, L₉₀,, TNI. [1]
- **Locomotora**: vehículo ferroviario destinado a remolcar otros vehículos. Según la energía que utilice puede ser de vapor, diésel o eléctrica. [4]
- **Nivel de presión sonora**: nivel de presión sonora (L_p) (dB): Es la cantidad expresada en decibeles y calculada según la siguiente ecuación: [3]

$$L_{p} = 20 \log \left(\frac{p}{p_{0}}\right) \tag{2}$$

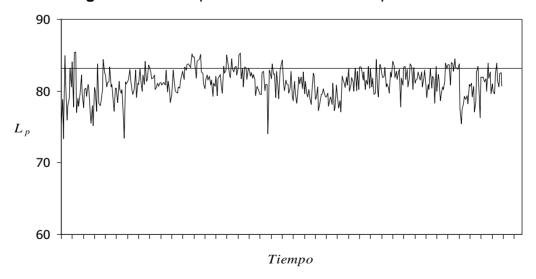
Donde:

L_p: nivel de presión sonora, expresado en dB.

P = valor cuadrático medio de la presión sonora. P_0 = presión sonora de referencia, en el aire. (2x10⁻⁵ Pascales)

 Nivel sonoro continuo equivalente (Leq): nivel de un sonido de intensidad estable que, en un periodo de tiempo establecido y en una localización determinada, tiene la misma energía sonora que el sonido que varía con el tiempo. (ver Figura 1). [3]

Figura 1. Nivel de presión sonora continúo equivalente



Su expresión matemática es:







$$L_{eq} = 10 \log \left[\frac{\sum T_i \times 10^{\left(\frac{L_i}{10}\right)}}{\sum T_i} \right]$$
 (3)

Donde:

Ti: tiempo de medición de los niveles.

Li: nivel medido en cada una de las muestras tomadas.

Si los intervalos unitarios de tiempo de medición son iguales, la ecuación 3 se puede expresar como:

$$L_{eq,T} = 10 \log \left[\frac{1}{N} \sum 10^{\left(\frac{L_{eq,T_i}}{10}\right)} \right]$$

Donde:

N: número de mediciones en el intervalo de tiempo T.

• Nivel equivalente corregido día-noche (LRAeq,dn): nivel de presión sonora continuo equivalente con filtro de ponderación A, para un período de 24 horas, con un ajuste de 10 dB(A) para el nivel equivalente representativo del período nocturno. Para calcularlo se obtiene el nivel equivalente para el período diurno (LAeq,d) y el nivel equivalente para el período nocturno (LAeq,n). A este último se le suma 10 dB(A), y luego se promedia con el LAeq del día, ponderando cada uno de estos valores por su duración, de acuerdo a la siguiente ecuación [5]:

$$L_{\text{RAeq,dn}} = 10 \log \left[\frac{\frac{14 \times 10^{\left(\frac{L_{\text{Aeq,d}}}{10}\right)} + 10 \times 10^{\left(\frac{L_{\text{Aeq,n}}+10}{10}\right)}}{24}}{24} \right]$$
(4)

- Nivel máximo de presión sonora: extremo superior del rango de los niveles sonoros registrados por el instrumento en un determinado período de medición, obtenido con la respuesta temporal y la escala de ponderación con que se esté midiendo [5].
- **Nivel sonoro diurno medio**: nivel sonoro continuo equivalente para un periodo de 14 horas de las 7:01 a las 21:00. [3]
- **Nivel sonoro medio nocturno**: nivel sonoro continuo equivalente para un periodo de 10 horas de las 21:01 a las 7:00. [3]







- Octava: intervalo entre dos frecuencias cuya relación es 2. Es corriente medir en octavas el intervalo que separa dos frecuencias cualesquiera; para ello, basta hallar el logaritmo en base 2 de la relación de frecuencias. [1]
- Pantalla protectora del viento (pantalla antiviento): cubierta porosa para un micrófono diseñada para reducir la señal eléctrica producida por dicho micrófono, como resultado del ruido generado por el paso del viento. [3]
- Pascal: unidad de presión en el sistema MKS equivalente a: 1 Newton / m2 = 10 barias.
 [1]
- Pistófono: instrumento que consta de una cavidad provista de un pistón con movimiento de vaivén y desplazamiento medible, que permite establecer una presión conocida en el interior de la cavidad. Generalmente utilizado para verificar la calibración en los sonómetros. [1]
- Presión sonora: diferencia entre la presión total instantánea en un punto cuando existe una onda sonora y la presión estática en dicho punto. [1]
- Ponderación A: ponderación de frecuencia que ofrece una correlación adecuada con la respuesta humana para distintos tipos de fuentes de ruido. [3]
- Respuesta temporal por impulsos: respuesta cuya constante nominal de tiempo equivalente a 0,035 s (35 ms) para señales de intensidad creciente y a 1,5 s para señales de intensidad decreciente. Se denota por I (del inglés impulse). [3]
- Respuesta temporal lenta: respuesta cuya una constante nominal de tiempo de 1 segundo (1.000 ms). Se denota por S (del inglés slow). [3]
- Respuesta temporal rápida: respuesta cuya constante nominal de tiempo de 0,125 segundos (125 ms). Se denota por F (del inglés fast). [3]
- Ruido: sonido desagradable o no deseado por el receptor. En este concepto están
 incluidas las características físicas del ruido y las psicofisiológicas del receptor [1].
- Ruido ambiental: ruido envolvente asociado con un entorno determinado en un momento específico, compuesto habitualmente del sonido de varias fuentes, próximas y lejanas; con la característica de que ningún sonido en particular es dominante. [3]
- Ruido de baja frecuencia: ruido que posee una energía acústica significante en el intervalo de frecuencias de 8 a 100 Hz. Este tipo de ruido es típico en grandes motores







diésel de trenes, barcos y plantas de energía y, puesto que este ruido es difícil de amortiguar, se extiende fácilmente en todas direcciones y puede ser oído a muchos kilómetros. [1]

- Ruido impulsivo: ruido en el que se presentan variaciones rápidas de un nivel de presión sonora en intervalos de tiempo mínimos, es breve y abrupto, por ejemplo, el generado por troqueladoras y pistolas, entre otras. [1]
- Ruido tonal: es aquél que manifiesta la presencia de componentes tonales, es decir, que mediante un análisis espectral de la señal en 1/3 (un tercio) de octava, si al menos uno de los tonos es mayor en 5 dBA que los adyacentes, o es claramente audible, la fuente emisora tiene características tonales. Frecuentemente las máquinas con partes rotativas tales como motores, cajas de cambios, ventiladores y bombas, crean tonos. Los desequilibrios o impactos repetidos causan vibraciones que, transmitidas a través de las superficies al aire, pueden ser oídos como tonos. [1]
- Sonómetro: instrumento de medición de presión sonora, compuesto de micrófono, amplificador, filtros de ponderación e indicador de medida, destinado a la medida de niveles sonoros, siguiendo unas determinadas especificaciones. [1]
- **Tercios de Octava**: tercera parte de una banda de octava y grupo de frecuencias en torno a una banda central que cumplen la relación $f_2 = 2^{1/3} x f_1 y f_c = (f_1 x f_2)^{1/2} f_c$ son las frecuencias centrales, que toman valores normalizados según la Norma ISO-266-75. [1]
- Tono: el atributo de la sensación auditiva en términos de cual pueden ordenarse los sonidos sobre una escala que va de bajo a alto. (El tono de un sonido complejo depende fundamentalmente del contenido de frecuencia del sonido, así como de la presión sonora y de la forma de la onda.) [3]
- Tono puro: 1) es una onda sonora cuya presión sonora instantánea es una función sinusoidal simple del tiempo y 2) es una sensación sonora caracterizada por tener una única altura tonal. [1]
- **Vagón**: unidad móvil ferroviaria sin sistema de propulsión propio destinada al transporte de mercancías. Su equivalente para el transporte de viajeros se denomina coche [4].
- Verificación: aportación de evidencia objetiva de que un elemento dado satisface los requisitos especificados. [6]





MÉTODOLOGÍA PARA LA MEDICIÓN DE RUIDO 2.

2.1 **EQUIPOS DE MEDICIÓN**

2.1.1 Medidor de nivel de presión sonora

Los dispositivos medidores del nivel de presión sonora deben ser clase 1 o 2 que cumplan con los requerimientos de la norma de la Comisión Electrotécnica Internacional - IEC1 61672 1:2002 o de aquella que la modifique o sustituya. Deben estar dotados de un pistófono, una pantalla antiviento y un trípode para su montaie.

Los equipos a utilizar deben tener la capacidad de realizar mediciones simultáneas y reportar, como mínimo, los siguientes parámetros en su descarga de datos:

- Leg A en Slow, Fast e Impulse.
- Indicadores Lmax, Ld y Ln.
- Valores en bandas de octava y tercio de octava.
- Para las mediciones en bandas de octava o de tercio de octava, los sistemas de instrumentación clase 1 y clase 2 deben cumplir los requisitos de un filtro clase 1 o clase 2, respectivamente, como se especifica en la norma IEC 61260:1995 o aquella que la modifique o sustituya.

Los equipos deben tener la capacidad de registrar la composición espectral en bandas de tercios de octava entre 20 Hz y 20.000 Hz en tiempo real y tener micrófono omnidireccional.

Se deben tener en cuenta las indicaciones dadas por el fabricante de los equipos en el manual del usuario en cuanto a intervalos de medición, tiempos de calentamiento, influencia de la humedad, influencia de los campos magnéticos y electrostáticos, vibraciones y toda aquella información adicional que asegure el correcto uso del equipo.

2.1.2 Software de post - procesamiento de datos

El software de post - procesamiento de datos debe tener la capacidad de permitir el análisis del historial temporal y espectral de la medición, detección de eventos a partir de parámetros de nivel de presión sonora, identificación de fuentes y cálculo de LAeq a partir de parámetros y/o fuentes identificadas.

2.1.3 Equipos de medición de parámetros meteorológicos

Para la realización del proceso de medición de variables meteorológicas se debe ubicar a 1,5 metros del lugar de medición una estación meteorológica portátil, que reporte como mínimo

¹ IEC por sus siglas en ingles de *International Electrotechnical Commission*.







dirección y velocidad del viento, y temperatura y humedad ambiente. Los sensores deben estar calibrados.

2.1.4 Condiciones meteorológicas

Las mediciones de ruido siempre deben efectuarse con pantalla antiviento, en tiempo seco, no debe haber lluvias, lloviznas, truenos o caída de granizo, los pavimentos deben estar secos, la velocidad del viento no debe ser superior a tres metros por segundo (3 m/s). Para los casos en que este último valor sea superado, se debe utilizar una pantalla antiviento adecuada de acuerdo con la velocidad del viento medida, y aplicar la respectiva corrección de acuerdo con las curvas de respuesta que el fabricante de las pantallas antiviento y los micrófonos suministra.

Nota: si las evaluaciones de ruido se realizan sobre un pavimento y/o superficie donde se presente tráfico de vehículos, éste debe estar completamente seco. Si no hay tráfico de vehículos, la medición puede realizarse aunque el pavimento esté mojado, siempre y cuando la humedad relativa del aire esté dentro del intervalo de trabajo establecido por el fabricante del equipo (generalmente es de 5% a 80%).

Nota: la medición de la velocidad del viento se debe hacer a la misma altura a la que está ubicado el micrófono y en el mismo momento y lugar donde se llevan a cabo las mediciones de emisión de ruido o de evaluación del impacto, es decir, simultáneamente. Si la velocidad del viento no se mide con un anemómetro de copas, ésta se debe medir en la dirección en la cual sopla el viento. La dirección del viento se puede obtener por observación directa o a través de una veleta de viento. El instrumento para medir la velocidad del viento debe tener una resolución mínima de 0,1 m/s y una exactitud en la medición de 0,2 m/s.

2.1.5 Procesos de verificación y/o calibración

2.1.5.1 Verificación de la calibración en campo

Este procedimiento se realiza antes de la medición y consiste en un proceso de verificación de dos pasos, como parte de la configuración del instrumento de medición de ruido.

- Se debe colocar el pistófono en el micrófono, y ajustar el instrumento de modo que el nivel de presión sonora y la frecuencia representadas por el equipo coincidan con el nivel y el tono de referencia de la verificación. El resultado de la verificación debe documentarse en el registro de la medición.
- El proceso de verificación debe realizarse antes y después de los cambios que se hacen para configuración o cambio de baterías. Tales cambios pueden incluir el movimiento del instrumento a otra ubicación (especialmente si el instrumento es desmontado).







Nota: la verificación y/o ajuste de la calibración de los sonómetros se debe realizar con equipos que cumplan con la norma IEC 60942:2003².

2.1.5.2 Calibración en fábrica

Los equipos de medición de ruido deben enviarse a la casa matriz o a un laboratorio de calibración de equipos debidamente acreditado con trazabilidad a patrones nacionales o internacionales, para evaluar las condiciones de funcionamiento de éstos y el cumplimiento de las normas IEC 60942:2003 e IEC 61672-1:2002. La periodicidad de la calibración debe ser anual para los sonómetros y bienal para los pistófonos.

El certificado de calibración acústica y electrónica de cada equipo (sonómetro, analizador de espectro, pistófono) debe estar vigente según las especificaciones definidas en dicho documento o según lo que determine el fabricante. Se debe adjuntar copia de los mismos en el informe técnico.

2.2 RUIDO AMBIENTAL

2.2.1 Determinación del ruido ambiental

2.2.1.1 Ruido ambiental de línea base

Para la determinación del ruido ambiental de línea base se deben realizar mediciones de acuerdo con lo establecido en el capítulo II del Anexo 3 de la Resolución 627 de 2006, acogiéndose a lo consagrado en el numeral 5 de la ISO 1996 -1 y los lineamientos de medición y evaluación de ruido ferroviario, establecidos en la ISO 1996 – 2, por un periodo mínimo de siete días continuos durante 24 horas.

Debe hacerse una caracterización del ruido de fondo de la zona objeto de estudio, a fin de obtener información sobre el ambiente acústico de cada zona evaluada.

Los indicadores que se deben reportar para cada uno de los días monitoreados y el promedio total son: Ld, Ln y Ldn. Los niveles diurno y nocturno deben contener los ajustes de que trata el artículo 6 de la Resolución 627 de 2006.

Los puntos de medición se definen con base en los criterios establecidos en el numeral 5.1.10.4 de los presentes términos de referencia.

2.2.1.2 Modelación

Las modelaciones se deben realizar teniendo en cuenta los siguientes lineamientos:

_

² International Electrotechnical Commission IEC 60942:2003 Electroacoustics - Sound calibrators







- El software a utilizar debe ser especializado para análisis de impacto acústico y aceptado internacionalmente.
- El método de cálculo seleccionado debe estar técnicamente sustentado del tal manera que permita establecer una correlación clara y representativa de las condiciones del caso evaluado.
- El proceso de caracterización u homologación de los niveles de emisión de ruido de las fuentes objeto de estudio debe estar ampliamente sustentado en normas técnicas internacionales.
- La grilla de cálculo utilizada no debe superar una resolución de 10x10 m.
- La información cartográfica y el modelo digital de terreno (resolución no superior a 5 m), utilizados para la modelación deben estar elaborados en 3D de manera detallada.
- El software debe calcular los niveles de presión sonora ponderados A en los puntos en donde se levantó la información de línea base.
- Se debe entregar memorias en Excel de los datos de entrada del modelo utilizado así como los archivos de la información cartográfica y topográfica.
- Se debe informar detalladamente la configuración de los motores de cálculo del modelo utilizado.
- Las salidas de información deben entregarse en formato vector y raster.
- Se debe calcular la población expuesta dentro de la curva de impacto definida en el presente anexo.
- Se deben entregar mapas de ruido anuales en 2D y 3D para los indicadores Ld, Ln y
 I dn
- Se deben informar las condiciones meteorológicas empleadas para la modelación de mínimo un año y los análisis que sustenten la representatividad de la misma.

2.2.2 <u>Nivel de referencia para determinación del área de influencia crítica de la</u> actividad

Como nivel de referencia para el establecimiento de medidas de mitigación del impacto por ruido ambiental generado por la vía férrea se determina un Ldn de 65 dB(A).

2.2.3 Indicadores de ruido

Los indicadores de ruido para las etapas de construcción y operación deben acogerse a lo establecido en la norma ISO 1996.

Los niveles percentiles a reportar son L₁₀ y L₉₀. La ponderación temporal de las mediciones debe ser Fast. La ponderación de frecuencia debe ser A.

2.2.4 Cálculo de los indicadores Ld, Ln y Ldn







Con los resultados obtenidos de las mediciones se determinarán los indicadores de ruido objeto de estudio Ld, Ln y Ldn de conformidad con lo establecido en el numeral 8 de la ISO 1996-2 para ambientes exteriores.

Nota: todas las mediciones o estudios de ruido deben presentarse con los correspondientes análisis de incertidumbre asociada a las mediciones establecidos en la el numeral 4 de la ISO 1996-2.

3. MÉTODOLOGÍA PARA LA MEDICIÓN DE VIBRACIONES

3.1 EQUIPOS DE MEDICIÓN

Para la medición de vibraciones de deben utilizar sensores sísmicos y equipos de almacenamiento y procesamiento de datos que permitan evaluar los diferentes parámetros de aceleración y velocidad considerando los siguientes requerimientos mínimos:

- Alta sensibilidad Amplificador entre 500 1.000 (milivoltios- por unidad g) (mV/g).
- Rango de frecuencia de 0,05 a 200 Hz.
- Tolerancia a la alta temperatura.
- Linealidad < 0.3%.
- Bajo ruido de fondo.
- Interfaz de adquisición de datos.
- Analizador de señal.
- Registro de historia temporal.
- Análisis 1/3 octava, Maximun Transient Vibration Value (MTVV), Aw.

3.2 EVALUACION DE LAS VIBRACIONES GENERADAS POR LA OPERACIÓN DE UN TREN

El propósito de este numeral es realizar una evaluación general, mediante un método relativamente simple que permita estimar los niveles globales de vibración del suelo que puedan llegar a generar riesgo o daño cosmético en las edificaciones dentro del área de influencia de la operación de un tren. El enfoque básico para la evaluación general es definir dos o más puntos de medición que permitan evaluar la vibración global de la superficie del suelo en función de la distancia desde la fuente.

3.2.1 Elección del lugar de medición y puntos de monitoreo

A menudo es conveniente realizar varias mediciones representativas de propagación de la vibración a lo largo del desarrollo de la operación, esto en los casos en que las condiciones de terreno varíen, con lo cual también varían las condiciones de propagación. Otras veces,







con dos o más puntos de medición generalizada puede ser suficiente para la evaluación global del comportamiento de las vibraciones en la superficie.

Aunque la vibración del suelo es casi exclusivamente un problema dentro de los edificios, las mediciones de vibración ambiental existente generalmente se debe realizar al aire libre, dado que al medir al interior de las edificaciones los valores de vibración pueden variar debido a que la estructura tiene una respuesta específica a los fenómenos de vibración generados. En este caso, las mediciones de vibración ambientales y en operación de la fuente se realizan al aire libre, pero cerca a las edificaciones receptoras con el fin de estimar de manera global si los valores de vibración generados por la operación del tren pueden estar generando daños en las edificaciones y/o molestias de confort de la población de acuerdo con los estándares internacionales.

El sitio elegido para la medición de la vibración generada por la operación de un tren debe tener en cuenta los siguientes requisitos:

- Los puntos de medición se deben ubicar principalmente sobre la zona de emisión directa de la vía férrea, ubicando los puntos en los límites de la servidumbre. Para el caso de corredores con servidumbre de 30 m, las mediciones deben realizarse a lado y lado del eje de la vía a como mínimo 30 m y 60 m de la fuente. Para el caso de corredores con servidumbre de 15 m, las mediciones deben realizarse a lado y lado del eje de la vía a como mínimo 15 m y a 30 m. Para el caso de corredores con servidumbre de 20 m, las mediciones deben realizarse a lado y lado del eje de la vía a como mínimo 20 m y 40 m. Para zonas en las cuales exista un valor de servidumbre diferente a los mencionados aquí se debe consultar a la Autoridad Ambiental Competente.
- Si por condiciones de la zona de estudio, en las distancias señaladas existen construcciones, se debe buscar un punto de medición libre de apantallamientos entre la fuente y los equipos, es decir, evitar cualquier obstáculo que altere la medida real.
- El número de puntos de evaluación debe ser dos o más de acuerdo con lo que se considere necesario para cada caso en particular. La elección de puntos de evaluación debe estar debidamente justificada.

3.2.2 Posicionamiento del instrumental

El objetivo de la mayoría de pruebas de vibración ambiental es caracterizar la raíz cuadrada vertical del nivel de velocidad de vibración en la superficie de terreno. En estos casos es suficiente medir sólo vibración vertical y pasar por alto las componentes transversales de la vibración. Aunque los componentes transversales pueden transmitir la energía de vibración significativa en un edificio, la componente vertical por lo general tiene amplitudes mayores que vibración transversal. Por otra parte, la vibración vertical se transmite generalmente de manera más eficiente en la construcción de cimientos que vibración transversal. Por lo anterior, el sensor de medición debe ubicarse sobre la superficie terrestre o el pavimento para







la medición de vibraciones, a 1 m de construcciones cercanas; teniendo en cuenta los lineamientos dados para la elección de los puntos de monitoreo del numeral 3.2.1. Intervalo de tiempo de medición, de este anexo.

Se deben realizar monitoreos de vibración en los puntos estipulados de mínimo un día de operación de la vía férrea. Se deben reportar los niveles de vibración ambiental y los niveles de vibración generados a paso de tren para todas y cada una de las operaciones que se presenten en el día de monitoreo.

3.2.3 Indicadores de evaluación

Los indicadores de evaluación son:

- Aw: el valor eficaz (RMS, slow) de la señal de aceleración expresado en m/s². Se obtiene del promedio exponencial con constante de tiempo 1s (slow).
- Historial temporal espectral (valores de velocidad en mm/s de 1-100 Hz).
- Valores de aceleración m/s² de 1 100 Hz.

3.2.4 <u>Determinación de las vibraciones ambientales de fondo/ sin la fuente operando</u>

En la mayoría de los casos, las mediciones de los niveles existentes de vibraciones de fondo pueden ser útiles simplemente para documentar que, como se esperaba, la vibración está por debajo del umbral normal de la percepción humana. Si un lugar de medición tiene niveles de vibración que se acercan el rango de la percepción humana [por ejemplo, si los niveles máximos de velocidad de vibración son mayores que aproximadamente 65 vibraciones (expresadas en decibeles - VdB) existentes], a continuación, este sitio debe ser evaluado cuidadosamente por la posibilidad de propagación de la vibración eficiente. Las áreas con la propagación de vibraciones eficientes podrían tener problemas de vibración cuando se ubica un nuevo proyecto o se cambian las condiciones del proyecto en operación.

Se debe documentar si en la zona de evaluación existen fuentes que pueden generar niveles de vibración significativos, como por ejemplo vías de tráfico pesado o de maquinaria industrial.

3.2.5 Determinación de las vibraciones con la fuente operando

Con los valores obtenidos a paso de tren durante 24 horas, se debe generar una tabla de valores con los indicadores de evaluación anteriormente descritos para todos y cada uno de los eventos que se presentaron durante el periodo de medición.

De igual manera que para las vibraciones ambientales de fondo, se debe caracterizar el entorno del punto de evaluación describiendo si hay existencia de otras fuentes generadoras





MINAMBIENTE

de vibraciones. Se debe evitar realizar mediciones en lugares con fuentes que puedan generar niveles de vibración significativos para no contaminar los registros.

3.2.6 <u>Análisis y evaluación de los niveles registrados y estándares máximos</u> permisibles

- Determinar los valores de velocidad (mm/s) de cada evento de paso de tren para el espectro de frecuencia de 1 - 100 Hz.
- Comparar los niveles obtenidos con los valores máximos de velocidad de partícula para evitar daños en edificaciones (Norma DIN 4150), consignados en la tabla 1.
- Determinar los valores de aceleración (m/s²) para cada evento de paso de tren y compararlos con la figura 2 de umbrales de riesgo de daño para estructuras.

Tabla 1. Valores máximos de velocidad de partícula (mm/s) para evitar daños en edificaciones

| TIPO DE EDIFICACIÓN | FRECUENCIA (mm/s) | | |
|---|-------------------|------------|-------------|
| TIPO DE EDIFICACION | <10 Hz | 10 - 50 Hz | 50 - 100 Hz |
| Estructuras delicadas, muy sensibles a la vibración | 3 | 3-8 | 8-10 |
| Viviendas y edificios | 5 | 5-15 | 15-20 |
| Comercial e industrial | 20 | 20-40 | 40-50 |

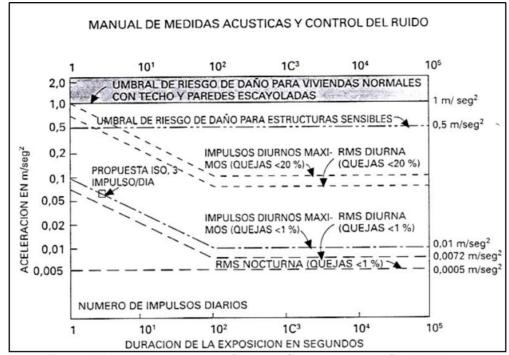
Fuente: Norma DIN 4150

Figura 2. Umbrales de riesgo de daño para estructuras









Fuente: Manual de Medidas acústicas y Control de ruido. Cyril M Harris

4. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] V. y. D. T. Ministerio de Ambiente, *Resolución 627 Norma Nacional de Emisión de Ruido y Ruido Ambiental*, Bogotá : Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, 2006.
- [2] C. N. d. I. República, *Ley 769 Código Nacional de Tránsito*, Bogotá: Diario oficial 44893 del 7 de agosto de 2002 y 44.932 de septiembre 13 de 2002, 2002.
- [3] C. M. Harris, Manual de medidas acústicas y control del ruido, Madrid España: Mc Graw Hill, 1995.
- [4] M. d. Transporte, *MANUAL DE NORMATIVIDAD FÉRREA*, Bogotá: Ministerio de Transporte, 2013.
- [5] I. C. d. N. T. y. Certificación, ACUSTICA. DESCRIPCION, MEDICION Y EVALUACIÓN DEL RUIDO AMBIENTAL. PARTE 1: CANTIDADES BASICAS Y PROCEDIMIENTOS DE EVALUACIÓN., Bogotá: Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación, 2005.
- [6] T. J. C. f. G. i. Metrology, *Vocabulario Internacional de Metrología 3 Edición*, Madrid, España: Centro Españo de Meteorología, 2012.
- [8] f. S. Echazarreta, «Ruido de Trafico: Ferrocarriles,» EOI. Escuela de Negocios. Master en ingenieria y gestion ambiental, 2007-2008.







- [9] R. Barti, «Cap. 9 Ruido de Ferrocarrl,» de *Acústica Medioambiental Vol II*, Editorial Club Universitario, 2012.
- [10] E. R. G. F. A. S. R. G. B. BOEKER, Federal Railroad Administration. Handbook for Railroad Noise Measurement and Analysis., Washington: Department of Transportation, 2009.
- [10] BOEKER, E. R., GREGG Fleming, Amanda S. RAPOZA, Gina BARBERIO. Department of Transportation Federal Railroad Administration. Handbook for Railroad Noise Measurement and Analysis. Washington, DC. October 2009.
- [11] CANADIAN TRANSPORTATION AGENCY. Railway Noise Measurement and Reporting Methodology. http://www.cta-otc.gc.ca/eng/node/190329/livre-book.
- [12] ECHAZARRETA, F. S. Ruido de Trafico: Ferrocarriles. EOI. Escuela de Negocios. Master en ingeniería y gestión ambiental. 2007-2008.
- [13] GÁMEZ, H., Jorge Alberto RODRIGUEZ, Daniel RUIZ VALENCIA. Medición e interpretación de Vibraciones por el tráfico en Bogotá D.C. Pontificia Universidad Javeriana. Revista. Ingeniería de Construcción. Vol. 26 No 1. Santiago de Chile 2011. Pag. 61 80.
- [14] HANSON, C. A. David A. TOWERS, and Lance D. MEISTER U.S. DEPARTMENT OF TRANSPORTATION FEDERAL TRANSIT ADMINISTRATION. Transit Noise and Vibration Impact Assessment. Washington, DC. May. 2006.
- [15] ISO 2631 1 Mechanical vibration and shock Evaluation of human exposure to Whole body vibrations. Part 1. General requirements. 1997.
- [16] ISO 2631 2 Mechanical vibration and shock Evaluation of human exposure to Whole body vibrations Part 2. Vibration buildings (1Hz to 80Hz). 2003.
- [17] OTALORA, C. A., Daniel Mauricio RUIZ VALENCIA, Jorge Alberto RODRIGUEZ ORDONEZ, Efecto de las vibraciones generadas por voladuras en minas sobre edificaciones residenciales de mampostería en Colombia Puerto Rico, Revista Internacional De Desastres Naturales, Accidentes E Infraestructura Civil ISSN: 1535-0088, 2007 vol:7.
- [18] WORLD HEALTH ORGANIZATION, Guidelines for Community Noise, edited by Birgitta Berglund, Thomas Lindvall, Dietrich H Schwela, April 1999.