

Sensibilidad Ambiental para proyectos obras y actividades de competencia de la Autoridad Nacional de Licencias Ambientales ANLA

Julio 2022

ACTUALIZACIÓN DEL EJERCICIO DE SENSIBILIDAD AMBIENTAL		
VERSIÓN	FECHA	CAMBIOS EFECTUADOS
1	2020	<p>Desarrolló del ejercicio de sensibilidad ambiental, que involucra los siguientes componentes y/o medios criterios:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Hídrico Superficial • Hídrico Subterráneo • Atmosfera • Biótico • Social
2	2021	<p>Se actualiza las sensibilidades de los componentes y/o medios criterios: Hídrico Superficial, Hídrico Subterráneo, Atmosfera, Biótico y Social</p> <ul style="list-style-type: none"> • Se incorporan nuevos componentes ambientales: <ul style="list-style-type: none"> ○ Licenciamiento ambiental ○ Geotecnia ○ Marino costero ○ Cambio climático
3	2022	<p>Se actualizan las sensibilidades de los componentes Hídrico Superficial, Hídrico Subterráneo, Atmosfera, Biótico, Social, licenciamiento ambiental, Geotecnia, Marino- Costero y Cambio Climático, de acuerdo con los criterios escogidos para cada uno.</p>

<p>Rodrigo Suárez Castaño Director General Autoridad Nacional de Licencias Ambientales</p> <p>Carlos Alonso Rodríguez Subdirector Instrumentos Permisos y Trámites Ambientales</p> <p>Martha Lucia Ramírez Huertas Coordinadora Grupo de Regionalización y Centro de Monitoreo</p> <p>William Alfredo Pabón Líder de Análisis Regional</p> <p>Jorge Alberto Sanabria Líder de Centro de Monitoreo</p> <p>Jairo Alberto Ruiz Líder Temático Componente Hídrico Superficial</p> <p>Wilfredo Marimon Bolívar Profesional Componente Hídrico Superficial</p> <p>David Fajardo Triana Líder Temático Componente Hidrogeológico</p> <p>Oscar Alexander Varila Juan Pablo Malagón Profesional Componente Hidrogeológico</p> <p>Milena Guayacán Componente Geológico – Geotécnico Profesional a Cargo de Ponderación Total</p>	<p>Oscar Julián Guerrero Líder Temático Componente Atmosfera</p> <p>Carlos Andrés Jaimes Javier Beltrán Profesionales componente Atmosférico</p> <p>Marcela Restrepo Líder Temático Medio Biótico</p> <p>Alejandra Neira Leonardo Malagón Juliana Andrea Torres Martha Cecilia Erazo Moreno Profesionales medio Biótico</p> <p>Lorena Amazo Ramírez Profesional medio Socioeconómico</p> <p>Angelica Marica Becerra Profesionales Cambio Climático</p> <p>Enovaldo Herrera Diana Báez Sandoval Natalia Comba González Profesionales Marino-Costeros</p>
---	--

Citar la obra: ANLA. 2022. Sensibilidad Ambiental para proyectos obras y actividades de competencia de la Autoridad Nacional de Licencias Ambientales ANLA 2022. Bogotá. 75 p.

SENSIBILIDAD AMBIENTAL

Desde el año 2020, la Entidad como parte de la estrategia de fortalecimiento de la evaluación temprana del territorio, desarrolló la Sensibilidad Ambiental Regional, que busca generar alertas sobre aspectos de vulnerabilidad ambiental para su consideración durante la evaluación y seguimiento de proyectos bajo la competencia de ANLA.

Este ejercicio identifica con base en información secundaria disponible oficial a escala 1:100.000, criterios de los componentes hídrico superficial, hídrico subterráneo, atmosférico, biótico, socioeconómico y adicionalmente desde el 2021 criterios de los componentes geotécnicos, de cambio climático y marino costeros; que deben ser analizados de manera detallada dentro de las evaluaciones y seguimientos realizados por la Entidad, orientando acerca de los aspectos de mayor demanda en un contexto regional, permitiendo fortalecer la capacidad técnica y gestión institucional en la evaluación de obras, permisos y actividades en competencia.

De esta manera, el ejercicio de sensibilidad ambiental resulta de la ponderación entre la confluencia de los proyectos objeto de licenciamiento por esta Autoridad, y las condiciones de vulnerabilidad de los recursos frente a procesos de licenciamiento ambiental, el cual se actualiza anualmente en virtud de la actualización de los proyectos objeto de evaluación y seguimiento y la generación de instrumentos de ordenamiento y línea base regional por autoridades ambientales regionales e institutos de investigación.

En tal sentido, este documento incluye la descripción general de los criterios utilizados en la actualización del análisis de sensibilidad ambiental para el año 2022, realizada por el grupo de Regionalización y Centro de Monitoreo de la Subdirección de Instrumentos, Permisos y Trámites Ambientales de la Autoridad Nacional de Licencias Ambientales y que constituye un ejercicio para la priorización de áreas de seguimiento y para la generación de alertas que permitan establecer como una necesidad de la Subdirección de Evaluación de Licencias Ambientales-SELA la incorporación dentro del proceso de evaluación de nuevos proyectos, un análisis regional detallado de acuerdo con la criticidad del contexto ambiental en el que se encuentran y aporta en el reconocimiento de las variaciones del territorio para actualizar las medidas de seguimiento y priorizar proyectos por parte de la Subdirección de Seguimiento de Licencias Ambientales – SSLA, de manera que el ejercicio tiene un impacto importante en las diferentes subdirecciones de la entidad.

Es importante mencionar que aun cuando el análisis de sensibilidad ambiental fue realizado para todo el país, los factores a partir de los cuales se determinó la criticidad están directamente relacionados con el comportamiento regional del medio y los componentes seleccionados dentro del mismo y para los cuales se identifica una potencial afectación dentro del proceso de licenciamiento ambiental. Por lo anterior, este ejercicio mantuvo la misma categorización de sensibilidad planteada para la primera (año 2020) y segunda versión (año 2021), incluyendo los rangos de categorización definidos en la **Tabla 1**.

Tabla 1 Categorización de sensibilidad

Rangos de sensibilidad	Muy Alto	Alto	Medio	Bajo	Muy Bajo
-------------------------------	-----------------	-------------	--------------	-------------	-----------------

Fuente: ANLA, 2022.

En la Figura 1 se presenta de manera general el esquema metodológico desarrollado para el ejercicio de sensibilidad ambiental, inicia con la consecución de información secundaria oficial útil para el diagnóstico del estado de los recursos a nivel nacional, así como el listado de proyectos objeto de seguimiento con corte periódico; a partir de esta información se realiza la asignación de las criticidades a los componentes analizados generando las sensibilidades intermedias; las cuales finalmente se ponderan resultando una única sensibilidad total.



Figura 1. Esquema metodológico desarrollado para el ejercicio de sensibilidad ambiental

A continuación, se describen los criterios de análisis tomados en cuenta para cada uno de los componentes incluidos en el ejercicio de sensibilidad ambiental.

1. SENSIBILIDAD DEL LICENCIAMIENTO AMBIENTAL

Criterios de proyectos y sectores de proyectos

Para la actualización 2022 del ejercicio de sensibilidad ambiental en el marco del licenciamiento ambiental se contempla las cinco (5) regiones en las que se subdivide la subdirección de Seguimiento de Licencias Ambientales – SSLA y se contempla la cartografía de áreas y líneas de proyectos licenciados disponibles en el geovisor de la entidad ANLA- AGIL a corte del 30 de junio de 2022; los cuales se utilizaron como información base para el cálculo de los siguientes criterios:

Criterio 1 Frecuencia de Proyectos licenciados

Estado de actualización: 2022

Temporalidad de actualización proyectada: Anual

Para la vigencia 2022, se realiza la actualización de la cantidad de proyectos por subzonas hidrográficas del IDEAM, cuya categorización se realiza según la frecuencia de proyectos por SZH de cada una de las cinco (5) regiones definidas de seguimiento, es decir que los rangos de frecuencia varían por región, tal como se presenta en la siguiente tabla:

Se aclara que para este ejercicio se utiliza la cartografía de proyectos validados disponible en el geovisor AGIL:

Tabla 2. Categorización de Frecuencias de Proyectos en las Subzonas Hidrográficas

Región de Seguimiento	Categoría	N° de Proyectos por SZH
Caribe Pacífico (255 proyectos)	Muy alto	29 - 44 proyectos
	Alto	23 - 29 proyectos
	Medio	12 - 22 proyectos
	Bajo	4 - 11 proyectos
	Muy Bajo	0 - 3 proyectos
Medio Magdalena-Cauca – Catatumbo (302 proyectos)	Muy alto	36 - 62 proyectos
	Alto	17 - 35 proyectos
	Medio	10 - 16 proyectos
	Bajo	4 - 9 proyectos
	Muy Bajo	0 - 3 proyectos
Alto Magdalena –Cauca (247 proyectos)	Muy alto	36 - 62 proyectos
	Alto	20 - 35 proyectos
	Medio	10 - 19 proyectos
	Bajo	4 - 9 proyectos
	Muy Bajo	0 - 3 proyectos
Sur Orinoquía –Amazonia (220 proyectos)	Muy alto	32 - 94 proyectos
	Alto	21 - 34 proyectos
	Medio	11 - 20 proyectos
	Bajo	4 - 10 proyectos
	Muy Bajo	0 - 3 proyectos
Norte Orinoquía (249 proyecto)	Muy alto	62 - 94 proyectos
	Alto	30 - 62 proyectos
	Medio	13 - 29 proyectos
	Bajo	4 - 12 proyectos
	Muy Bajo	0 - 3 proyectos

Fuente: ANLA, 2022

Definición del criterio

Una vez categorizado por región se unifica la categorización de la frecuencia de proyectos por SZH:

Definición del criterio

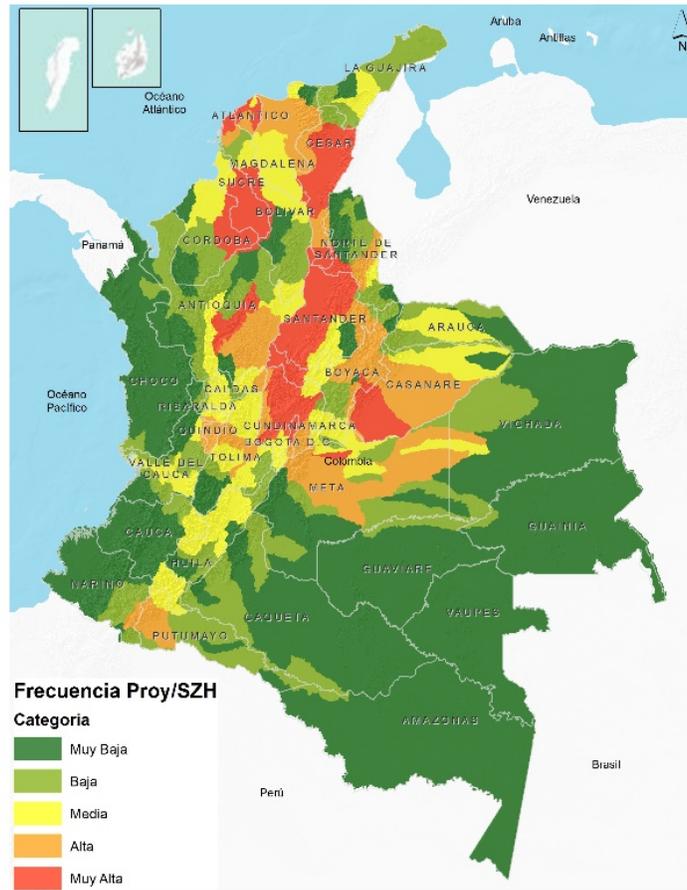


Figura 2. Resultado frecuencia de proyectos por SZH
 Fuente: ANLA, 2022.

Implicaciones en el marco del licenciamiento

Este criterio alerta de manera directa las cuencas del país con mayor concentración de proyectos licenciados

Criterio 2. Categorización criticidad a los subsectores licenciados

Estado de actualización: 2022

Temporalidad de actualización proyectada: Anual

La asignación de criticidad de los subsectores licenciados consiste que cada componente valora en categorías entre Muy baja y Muy Alta la vulnerabilidad del respectivo componente frente al licenciamiento del subsector específico, a partir del cual se genera un promedio de los componentes valorados detallado en la siguiente tabla como "Calificación promedio". Se aclara que estas calificaciones no son objeto de actualización para esta vigencia.

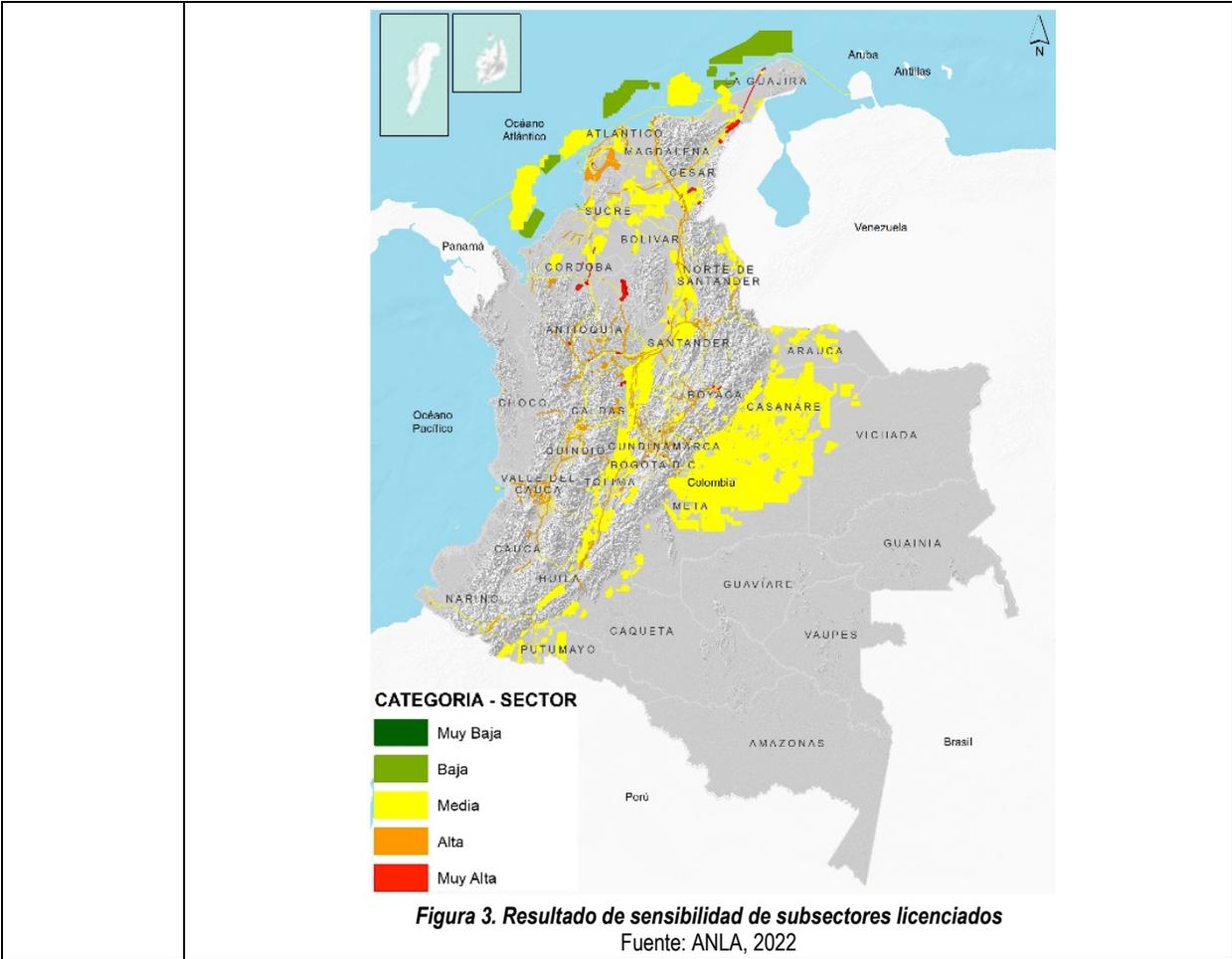
Tabla 3. Categorías de criticidad asignadas por componente por subsector

Sector	Subsector	Hídrico Superficial	Hídrico Subterráneo	Geotecnia	Atmosfera	Biótico	Calificación promedio
Agroquímicos	Control Tratados internacionales	0	0	0	0	0	0
Agroquímicos	Plaguicidas	4	2	0	1	3	2
Agroquímicos	Plaguicidas uso Agrícola	4	2	0	1	3	2
Agroquímicos	Plantas	3	3	0	3	3	2
Hidrocarburos	Exploración Marina	2	2	1	2	4	2
Hidrocarburos	Terminal	2	2	3	2	2	2
Energía	Líneas de Transmisión	2	2	3	2	4	3
Energía	Antenas	2	2		2		3
Energía	Subestaciones	2	2	3	2	4	3
Energía	Energía Alternativa - Eólicos	4	2	3	2	4	3
Energía	Energía Alternativa - Proyectos Solares	4	2	3	2	5	3
Hidrocarburos	Almacenamiento	2	4	2	3	2	3
Hidrocarburos	Sísmica	3	4	3	1	2	3
Hidrocarburos	Transporte y Conducción	2	2	3	3	3	3
Hidrocarburos	Exploración	4	3	3	2	3	3
Hidrocarburos	Refinerías	4	3	3	4	2	3
Hidrocarburos	Exploración / Explotación	4	4	3	3	3	3
Hidrocarburos	Explotación	4	4	3	3	3	3
Infraestructura	Aeropuertos	3	2	3	4	1	3
Infraestructura	Estabilización de Playas	2	2	4	2	3	3
Infraestructura	Distritos de Riego	5	4	2	2	2	3
Infraestructura	Obras Marítimas	4	2	3	2	4	3
Infraestructura	Construcción planta de tratamiento aguas residual	4	3	3	4	2	3
Infraestructura	Parques Nacionales	4	2	4	2	4	3
Infraestructura	Puertos	4	2	3	4	3	3
Infraestructura	Puentes	4	2	5	4	2	3
Energía	Transvase	5	3	3	3	5	4
Energía	Hidroeléctricas	5	3	5	3	5	4
Energía	Termoeléctricas	5	3	4	5	4	4
Energía	Embalses	5	4	5	3	5	4
Infraestructura	Construcción	3	2	5	3	5	4
Infraestructura	Dragados	5	2	4	2	5	4
Infraestructura	Carreteras	3	2	5	4	5	4
Infraestructura	Vías Férreas	4	2	4	4	5	4
Infraestructura	Proyectos CARS	5	5	3	5	2	4
Infraestructura	Segundas Calzadas	4	2	5	4	5	4
Infraestructura	Túneles	4	5	5	4	2	4
Minería	Carbón	5	5	5	5	5	5
Minería	Materiales de construcción y arcillas o minerales industriales no metálicos	5	5	5	5	5	5
Minería	Minerales metálicos y piedras preciosas y semipreciosas	5	5	5	5	5	5

Fuente: ANLA, 2022

Una vez categorizado los componentes ambientales analizados por subsector, el promedio de los componentes se asigna el valor de "calificación promedio" al polígono georreferenciado de los proyectos licenciados como se muestra en la siguiente figura:

Definición del criterio



1.1. Resultado Ponderación sensibilidad del licenciamiento ambiental

La ponderación de la sensibilidad del licenciamiento ambiental se realiza mediante la superposición de los dos criterios anteriores con los siguientes pesos: Criterio 1 frecuencia de proyectos (40%) y criterio 2 categorización de subsectores licenciados (60%); se aclara que en las áreas donde no se cuenta con proyectos licenciados, la sensibilidad del licenciamiento ambiental corresponde únicamente a la categoría calculada del criterio 1 ; de igual forma en la zona marina la sensibilidad del licenciamiento corresponde a la categoría del criterio 2. En la siguiente figura se presentan los resultados obtenidos para el ejercicio de sensibilidad:

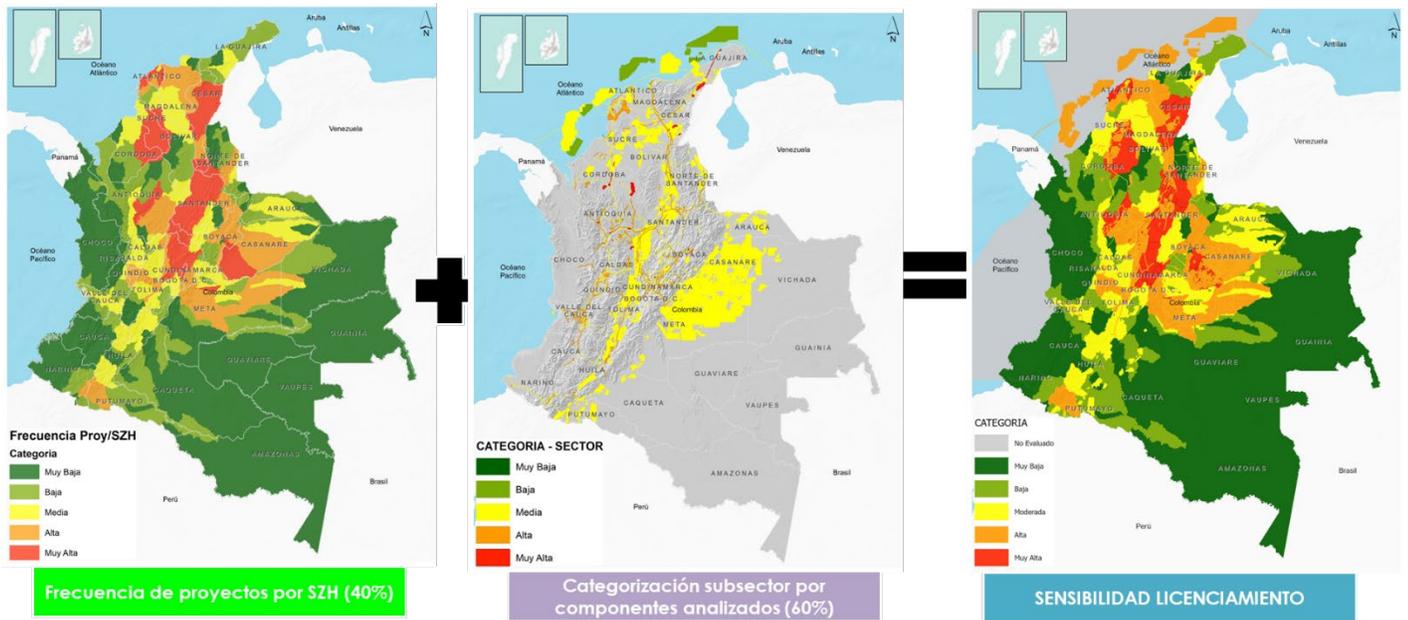


Figura 4. Ponderación resultado sensibilidad Licenciamiento Ambiental año 2022
Fuente: ANLA, 2022

2. SENSIBILIDAD COMPONENTE HÍDRICO SUPERFICIAL

INDICE INTEGRADO DEL AGUA MODIFICADO

Es pertinente indicar que para el ejercicio de sensibilidad del recurso hídrico superficial de 2022 se implementó la metodología 2021 y no se realizó actualización de la capa considerando las razones expuestas más adelante. A continuación, se detalla la metodología implementada en la cual se toma como base la evaluación del estudio nacional del agua del 2018 (ENA 2018) en el que se desarrolló un análisis integrado del recurso, que incluye las condiciones de uso, contaminación y variabilidad de las condiciones naturales del agua en las subzonas hidrográficas del país. Por tanto, teniendo en cuenta esta integración se buscó realizar la modificación del índice de variabilidad del recurso hídrico en condiciones extremas (P2) y el índice de alteración potencial de la calidad del agua (IACAL), siendo este el componente de calidad de agua definido como el índice de sensibilidad ambiental hídrico superficial.

En este sentido, a partir de la información que se ubica en el SIRH, respecto a las concesiones de agua superficial reportadas por las autoridades ambientales en su jurisdicción respectiva, se procede a determinar a nivel de subzona hidrográfica la demanda hídrica total remanente. Con el valor estimado de la demanda se realiza una clasificación de sensibilidad por presión al recurso hídrico. A partir de este valor, clasificando en un rango de 1 a 5, se modifica el componente P2 del índice integrado del agua.

Para la modificación en el componente de calidad del agua (P4) representado en el índice de alteración de potencial de la calidad del agua (IACAL), se procede a incluir los resultados de las mediciones de calidad del agua con que cuenta la ANLA en el territorio nacional, para de manera posterior, interpretar el estado de calidad mediante el índice. Esto se agrupa en un solo valor denominado índice de sensibilidad ambiental a la calidad del agua.

El índice de sensibilidad ambiental a la calidad del agua es un valor numérico que califica en categorías el impacto que tiene la calidad del recurso en la subzona definida de acuerdo con la cantidad de información disponible y su distribución.

El cálculo se realizó por Subzona hidrográfica, en donde para la definición de la variable del Índice de Calidad de Agua (ICA) cuando se tienen más de un valor en la Subzona se establece el promedio ponderado entre los valores medidos en esa zona, luego se realiza la sumatoria de la cantidad de vertimientos en el área de estudio.

En este sentido, la integración de información resultante de cada índice fortalece el indicador, el cual refleja la sensibilidad de los sistemas hídricos superficiales a escala de Subzona hidrográfica. Lo anterior destaca las zonas susceptibles a cambios en la calidad y facilita el análisis de priorización con un enfoque técnico-ambiental del seguimiento regional.

Para la determinación del índice, se procede a extraer la información del Índice de Alteración Potencial de la Calidad de Agua (IACAL) por Subzona hidrográfica e índices de calidad de agua (ICA) de seis (6) parámetros de las bases de datos del Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM), Autoridad Nacional de Licencias Ambientales (ANLA) y POMCA de los ríos involucrados. A continuación, en la Tabla 4 se relacionan los criterios que fueron definidos y considerados en el análisis de sensibilidad del componente hídrico superficial:

Tabla 4. Criterios definidos para el análisis de sensibilidad del componente hídrico superficial

Criterio 1. Demanda hídrica superficial por SZH – cantidad de agua (IVH)																																																						
Estado de actualización: Incorporado en 2021																																																						
Temporalidad de actualización proyectada: Anual, según modelaciones y análisis realizados por grupo de regionalización y centro de monitoreo ANLA.																																																						
Definición del criterio	<p>Variabilidad del recurso hídrico en condiciones extremas a partir de las presiones sobre la oferta hídrica natural, condición hidrológica de año seco (IUA) y variabilidad de esta oferta natural en esta condición extrema. El cálculo de la demanda del recurso hídrico superficial por subzona hidrográfica se desarrolla a partir de la información consignada en el Sistema de Información del Recurso Hídrico (SIRH), específicamente los datos asociados con captaciones.</p> <div style="text-align: center;"> <table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="6">Variabilidad del recurso hídrico, condiciones de año seco (VRH-EX)</th> </tr> <tr> <th rowspan="2">IUA año seco % (demanda/oferta)</th> <th colspan="5">Variabilidad de la oferta hídrica natural condiciones año seco</th> </tr> <tr> <th>Muy alta</th> <th>Alta</th> <th>Media</th> <th>Baja</th> <th>Muy baja</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>▶ Muy bajo</td> <td>Media</td> <td>Media</td> <td>Media</td> <td>Baja</td> <td>Baja</td> </tr> <tr> <td>▶ Bajo</td> <td>Alta</td> <td>Alta</td> <td>Media</td> <td>Media</td> <td>Baja</td> </tr> <tr> <td>▶ Moderado</td> <td>Muy alta</td> <td>Alta</td> <td>Alta</td> <td>Media</td> <td>Media</td> </tr> <tr> <td>▶ Alto</td> <td>Muy alta</td> <td>Muy alta</td> <td>Muy alta</td> <td>Alta</td> <td>Alta</td> </tr> <tr> <td>▶ Muy alto</td> <td>Muy alta</td> <td>Muy alta</td> <td>Muy alta</td> <td>Muy alta</td> <td>Muy alta</td> </tr> <tr> <td>▶ Crítico</td> <td>Muy alta</td> <td>Muy alta</td> <td>Muy alta</td> <td>Muy alta</td> <td>Muy alta</td> </tr> </tbody> </table> <p>Figura 5. Variabilidad de la oferta hídrica natural en condiciones de año seco Fuente: Estudio Nacional del agua - IDEAM 2018</p> </div>	Variabilidad del recurso hídrico, condiciones de año seco (VRH-EX)						IUA año seco % (demanda/oferta)	Variabilidad de la oferta hídrica natural condiciones año seco					Muy alta	Alta	Media	Baja	Muy baja	▶ Muy bajo	Media	Media	Media	Baja	Baja	▶ Bajo	Alta	Alta	Media	Media	Baja	▶ Moderado	Muy alta	Alta	Alta	Media	Media	▶ Alto	Muy alta	Muy alta	Muy alta	Alta	Alta	▶ Muy alto	Muy alta	▶ Crítico	Muy alta								
Variabilidad del recurso hídrico, condiciones de año seco (VRH-EX)																																																						
IUA año seco % (demanda/oferta)	Variabilidad de la oferta hídrica natural condiciones año seco																																																					
	Muy alta	Alta	Media	Baja	Muy baja																																																	
▶ Muy bajo	Media	Media	Media	Baja	Baja																																																	
▶ Bajo	Alta	Alta	Media	Media	Baja																																																	
▶ Moderado	Muy alta	Alta	Alta	Media	Media																																																	
▶ Alto	Muy alta	Muy alta	Muy alta	Alta	Alta																																																	
▶ Muy alto	Muy alta	Muy alta	Muy alta	Muy alta	Muy alta																																																	
▶ Crítico	Muy alta	Muy alta	Muy alta	Muy alta	Muy alta																																																	
Implicaciones en el marco del licenciamiento	<p>En el marco del licenciamiento, se considera que este criterio aplica de la siguiente forma: A nivel de evaluación: este indicador se considera en el marco del análisis de la demanda de los recursos naturales para las épocas en las cuales se pueden presentar sequías extremas o inundaciones, principalmente asociado con los permisos de captación de agua superficial solicitadas y su relación con la disponibilidad del recurso hídrico superficial.</p> <p>A nivel de seguimiento: este indicador permite evidenciar un panorama de la presión ejercida sobre el recurso hídrico superficial por proyectos presentes en la zona o área objeto de análisis.</p>																																																					
Criterio 2. Índice de alteración potencial de la calidad de agua (IACAL) – calidad de agua																																																						
Estado de actualización: Tomado del ENA 2018																																																						
Temporalidad de actualización proyectada: cada cuatro (4) años, según temporalidad de actualización del ENA – IDEAM.																																																						

Definición del criterio	<p>El IACAL asocia la razón existente entre la carga contaminante que se estima recibe una subzona hidrográfica en un periodo de tiempo y la oferta hídrica superficial para año medio y año seco de esta misma subzona estimada a partir de una serie de tiempo.</p> <p>A continuación, se presenta la fórmula del indicador:</p> $IACAL_{jt} = \frac{\sum_{i=1}^n catiacal_{ijt}}{n}$ <p>Donde:</p> <p>IACAL= índice de alteración potencial de la calidad del agua de una subzona hidrográfica j durante el periodo de tiempo t, evaluado para una oferta hídrica propia de un año medio o seco, dependiendo del caso.</p> <p>Catiacal = categoría de clasificación de la vulnerabilidad por la potencial alteración de la calidad del agua que representa el valor de la presión de la carga estimada de la variable de calidad i que se puede estar vertiendo a la subzona hidrográfica j durante el período de tiempo t dividido por la oferta hídrica propia de un año medio o seco, dependiendo del caso.</p> <p>n = número de variables de la calidad involucradas en el cálculo del indicador, n es igual a 5.</p> <p>El indicador se calcula a partir de las estimaciones de las cargas que de cada una de 5 variables fisicoquímicas se pueden estar vertiendo a las corrientes superficiales (DBO5, DQO, sólidos suspendidos totales, nitrógeno total y fósforo total), las cuales son ponderadas por la oferta hídrica. Los valores obtenidos en cada una de las estimaciones se comparan con los rangos establecidos en tablas de referencia. El valor del indicador surge de promediar el valor de las categorías de clasificación obtenidas para cada una de las variables.</p> <p>En la Tabla 5 se presentan los valores que puede tomar el IACAL, la categoría de clasificación que se afirma a cada uno de ellos, la calificación del nivel de presión al que corresponde y el color que la representa.</p>																		
	<p>Tabla 5. categorías y rangos IACAL.</p> <table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <thead> <tr> <th>Rangos</th> <th>Categoría de clasificación</th> <th>Clasificación de la presión</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1 ≤ IACAL ≤ 1,5</td> <td style="background-color: #00b0f0; color: white;">1</td> <td style="background-color: #00b0f0; color: white;">Baja</td> </tr> <tr> <td>1,5 ≤ IACAL ≤ 2,5</td> <td style="background-color: #90d090;">2</td> <td style="background-color: #90d090;">Moderada</td> </tr> <tr> <td>2,5 ≤ IACAL ≤ 3,5</td> <td style="background-color: #ffff00;">3</td> <td style="background-color: #ffff00;">Media-alta</td> </tr> <tr> <td>3,5 ≤ IACAL ≤ 4,5</td> <td style="background-color: #ffcc00;">4</td> <td style="background-color: #ffcc00;">Alta</td> </tr> <tr> <td>4,5 ≤ IACAL ≤ 5,0</td> <td style="background-color: #ff0000; color: white;">5</td> <td style="background-color: #ff0000; color: white;">Muy alta</td> </tr> </tbody> </table> <p style="text-align: center;">Fuente: IDEAM, 2013¹.</p>	Rangos	Categoría de clasificación	Clasificación de la presión	1 ≤ IACAL ≤ 1,5	1	Baja	1,5 ≤ IACAL ≤ 2,5	2	Moderada	2,5 ≤ IACAL ≤ 3,5	3	Media-alta	3,5 ≤ IACAL ≤ 4,5	4	Alta	4,5 ≤ IACAL ≤ 5,0	5	Muy alta
	Rangos	Categoría de clasificación	Clasificación de la presión																
	1 ≤ IACAL ≤ 1,5	1	Baja																
	1,5 ≤ IACAL ≤ 2,5	2	Moderada																
	2,5 ≤ IACAL ≤ 3,5	3	Media-alta																
	3,5 ≤ IACAL ≤ 4,5	4	Alta																
	4,5 ≤ IACAL ≤ 5,0	5	Muy alta																
	<p>Tabla 6. Categorías y rangos para la DBO.</p> <table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <thead> <tr> <th>Rangos</th> <th>Categoría de clasificación</th> <th>Clasificación de la presión</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>IACAL_{DBO} < 0,14</td> <td style="background-color: #00b0f0; color: white;">1</td> <td style="background-color: #00b0f0; color: white;">Baja</td> </tr> <tr> <td>0,14 ≤ IACAL_{DBO} < 0,40</td> <td style="background-color: #90d090;">2</td> <td style="background-color: #90d090;">Moderada</td> </tr> <tr> <td>0,40 ≤ IACAL_{DBO} < 1,21</td> <td style="background-color: #ffff00;">3</td> <td style="background-color: #ffff00;">Media-alta</td> </tr> <tr> <td>1,21 ≤ IACAL_{DBO} < 4,86</td> <td style="background-color: #ffcc00;">4</td> <td style="background-color: #ffcc00;">Alta</td> </tr> <tr> <td>IACAL_{DBO} ≥ 4,86</td> <td style="background-color: #ff0000; color: white;">5</td> <td style="background-color: #ff0000; color: white;">Muy alta</td> </tr> </tbody> </table> <p style="text-align: center;">Fuente: IDEAM, 2013</p>	Rangos	Categoría de clasificación	Clasificación de la presión	IACAL _{DBO} < 0,14	1	Baja	0,14 ≤ IACAL _{DBO} < 0,40	2	Moderada	0,40 ≤ IACAL _{DBO} < 1,21	3	Media-alta	1,21 ≤ IACAL _{DBO} < 4,86	4	Alta	IACAL _{DBO} ≥ 4,86	5	Muy alta
	Rangos	Categoría de clasificación	Clasificación de la presión																
IACAL _{DBO} < 0,14	1	Baja																	
0,14 ≤ IACAL _{DBO} < 0,40	2	Moderada																	
0,40 ≤ IACAL _{DBO} < 1,21	3	Media-alta																	
1,21 ≤ IACAL _{DBO} < 4,86	4	Alta																	
IACAL _{DBO} ≥ 4,86	5	Muy alta																	

¹ Orjuela L. C., López M. O. (2013). Hoja metodológica del indicador Índice de alteración potencial de la calidad del agua (Versión 1,00). Sistema de Indicadores Ambientales de Colombia. Colombia: Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales - IDEAM. 14p.

Tabla 7. Categorías y rangos para la diferencia entre DQO y DBO.

Rangos	Categoría de clasificación	Clasificación de la presión
$IACAL_{DQO-DBO} < 0,14$	1	Baja
$0,14 \leq IACAL_{DQO-DBO} < 0,36$	2	Moderada
$0,36 \leq IACAL_{DQO-DBO} < 1,17$	3	Media-alta
$1,17 \leq IACAL_{DQO-DBO} < 6,78$	4	Alta
$IACAL_{DQO-DBO} \geq 6,78$	5	Muy alta

Fuente: IDEAM, 2013

Tabla 8. Categorías y rangos para los sólidos suspendidos totales.

Rangos	Categoría de clasificación	Clasificación de la presión
$IACAL_{SST} < 0,4$	1	Baja
$0,4 \leq IACAL_{SST} < 0,8$	2	Moderada
$0,8 \leq IACAL_{SST} < 1,9$	3	Media-alta
$1,9 \leq IACAL_{SST} < 7,7$	4	Alta
$IACAL_{SST} \geq 7,7$	5	Muy alta

Fuente: IDEAM, 2013

Tabla 9. Categorías y rangos para el nitrógeno total.

Rangos	Categoría de clasificación	Clasificación de la presión
$IACAL_{NT} < 0,03$	1	Baja
$0,03 \leq IACAL_{NT} < 0,06$	2	Moderada
$0,06 \leq IACAL_{NT} < 1,14$	3	Media-alta
$1,14 \leq IACAL_{NT} < 1,56$	4	Alta
$IACAL_{NT} \geq 1,56$	5	Muy alta

Fuente: IDEAM, 2013

Tabla 10. Categorías y rangos para el fósforo total.

Rangos	Categoría de clasificación	Clasificación de la presión
$IACAL_{PT} < 0,005$	1	Baja
$0,005 \leq IACAL_{PT} < 0,014$	2	Moderada
$0,014 \leq IACAL_{PT} < 0,036$	3	Media-alta
$0,036 \leq IACAL_{PT} < 0,135$	4	Alta
$IACAL_{PT} \geq 0,135$	5	Muy alta

Fuente: IDEAM, 2013

Implicaciones en el marco del licenciamiento ambiental	<p>En el marco del licenciamiento, se considera que este criterio aplica de la siguiente forma:</p> <p>A nivel de evaluación: este indicador permite identificar áreas con mayor presión en términos de cargas contaminantes a los cuerpos hídricos y como el otorgamiento de nuevas licencias o permisos podrían afectar la relación entre cargas contaminante en relación con la cantidad de recurso hídrico disponible</p>
Criterio 3. Índice de calidad de agua (ICA) – calidad de agua	
Estado de actualización: Incorporado en 2021	
Temporalidad de actualización proyectada: Anual, según modelaciones y análisis realizados por grupo de regionalización y centro de monitoreo ANLA.	
Definición del criterio	<p>El ICA es el valor numérico que se le otorga a la calidad del agua de una corriente superficial, en el presente documento se calcula con base en seis variables: saturación de oxígeno disuelto, concentración de sólidos suspendidos totales, demanda bioquímica de oxígeno, la relación de fósforo y nitrógeno total, la conductividad eléctrica y el pH.</p> <p>Cada uno de estos parámetros es sumado y ponderado de acuerdo con el peso otorgado (0,17 en el caso de</p>

	<p>seis parámetros y 0,2 en el caso de cinco). Por último, los resultados son clasificados de acuerdo con los criterios establecidos en la Tabla 11:</p> <p style="text-align: center;">Tabla 11. Caracterización de los índices de calidad del agua.</p> <table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <thead> <tr> <th>Índice</th> <th>Caracterización</th> <th>Color</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>0,0 a 0,25</td> <td>Muy mala</td> <td style="background-color: red;"></td> </tr> <tr> <td>0,25 a 0,50</td> <td>Mala</td> <td style="background-color: orange;"></td> </tr> <tr> <td>0,51 a 0,70</td> <td>Regular</td> <td style="background-color: yellow;"></td> </tr> <tr> <td>0,71 a 0,90</td> <td>Aceptable</td> <td style="background-color: lightgreen;"></td> </tr> <tr> <td>0,91 a 1,0</td> <td>Buena</td> <td style="background-color: lightblue;"></td> </tr> </tbody> </table> <p style="text-align: center;">Fuente: IDEAM, 2013</p>	Índice	Caracterización	Color	0,0 a 0,25	Muy mala		0,25 a 0,50	Mala		0,51 a 0,70	Regular		0,71 a 0,90	Aceptable		0,91 a 1,0	Buena	
Índice	Caracterización	Color																	
0,0 a 0,25	Muy mala																		
0,25 a 0,50	Mala																		
0,51 a 0,70	Regular																		
0,71 a 0,90	Aceptable																		
0,91 a 1,0	Buena																		
Implicaciones en el marco del licenciamiento ambiental	<p>En el marco del licenciamiento, se considera que este criterio aplica de la siguiente forma:</p> <p>A nivel de evaluación: este indicador permite identificar el estado actual (antes del proyecto) de la calidad del agua respecto a los parámetros medidos.</p> <p>A nivel de seguimiento: este indicador permite evidenciar la posible influencia de los proyectos en la calidad del recurso hídrico superficial respecto a la línea base (condición antes del proyecto).</p>																		

Fuente: ANLA, 2022

El cálculo del índice se realiza siguiendo la formulación la cual incorpora el valor del IACAL, los vertimientos sobre el área de la Subzona y el ICA ponderado de las estaciones que se encuentren dentro del tramo analizado, dependiendo la cantidad de información se establece el índice:

$$\text{Índice de Sensibilidad Ambiental a la calidad del recurso Hídrico} = 0.5(IACAL) + 0.5(1 - ICA) * 5$$

Se definen condiciones teniendo en cuenta tanto el Ica como el IACAL, considerando que en aquellas subzonas hidrográficas que no se cuente con información de calidad del agua (ICA) el índice toma el valor del IACAL:

$$ISA = \{Si\ ICA = 0; ISA = IACAL$$

Finalmente, se hace la clasificación por categorías teniendo en cuenta la escala establecida para el IACAL:

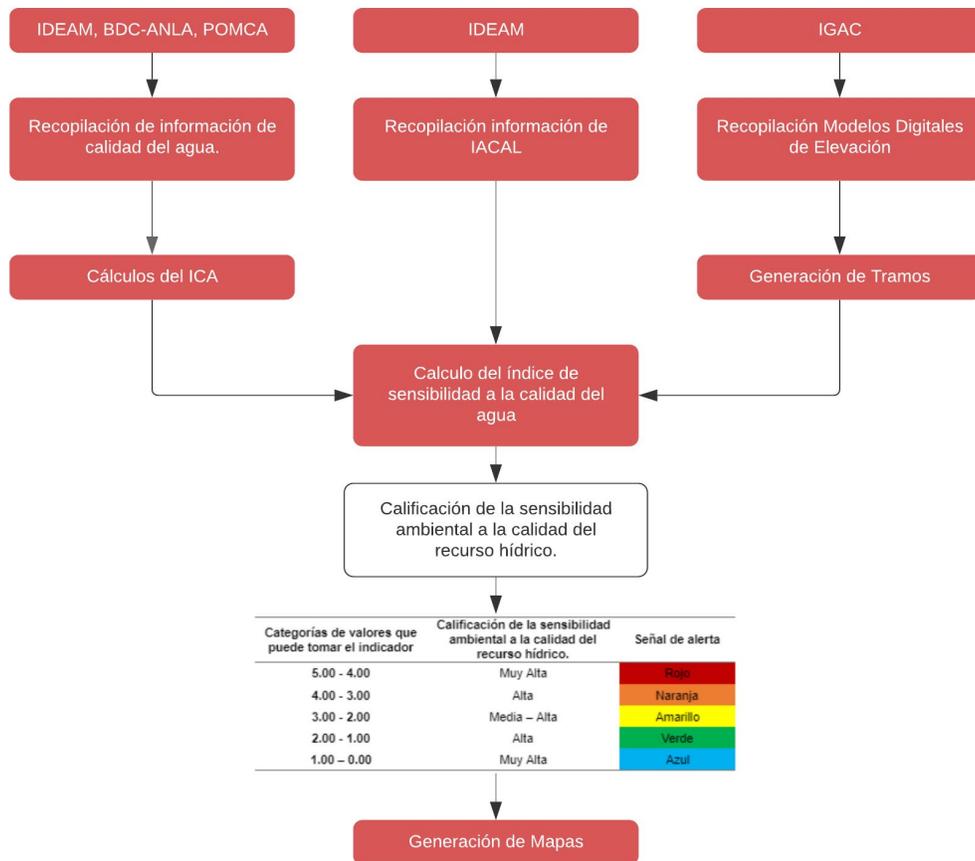
Tabla 12. Clasificación del índice de sensibilidad ambiental a la calidad del recurso hídrico.

Categorías de valores que puede tomar el indicador	Calificación de la sensibilidad ambiental a la calidad del recurso hídrico.	Señal de alerta
5.00 - 4.00	Muy Alta	Rojo
4.00 - 3.00	Alta	Naranja
3.00 - 2.00	Media – Alta	Amarillo
2.00 - 1.00	Alta	Verde
1.00 – 0.00	Muy Alta	Azul

Fuente: ANLA, 2022

En la Figura 6 se presenta un resumen del cálculo del índice de sensibilidad ambiental hídrico, relacionando en cada aspecto considerado los insumos a partir de los cuales se realizaron los cálculos:

Figura 6. Metodología de cálculo del Índice de Sensibilidad Ambiental Hídrico.



Fuente: ANLA, 2022

Una vez hecha la evaluación e integración de los criterios, se presentan los resultados obtenidos para el ejercicio de sensibilidad del recurso hídrico superficial.

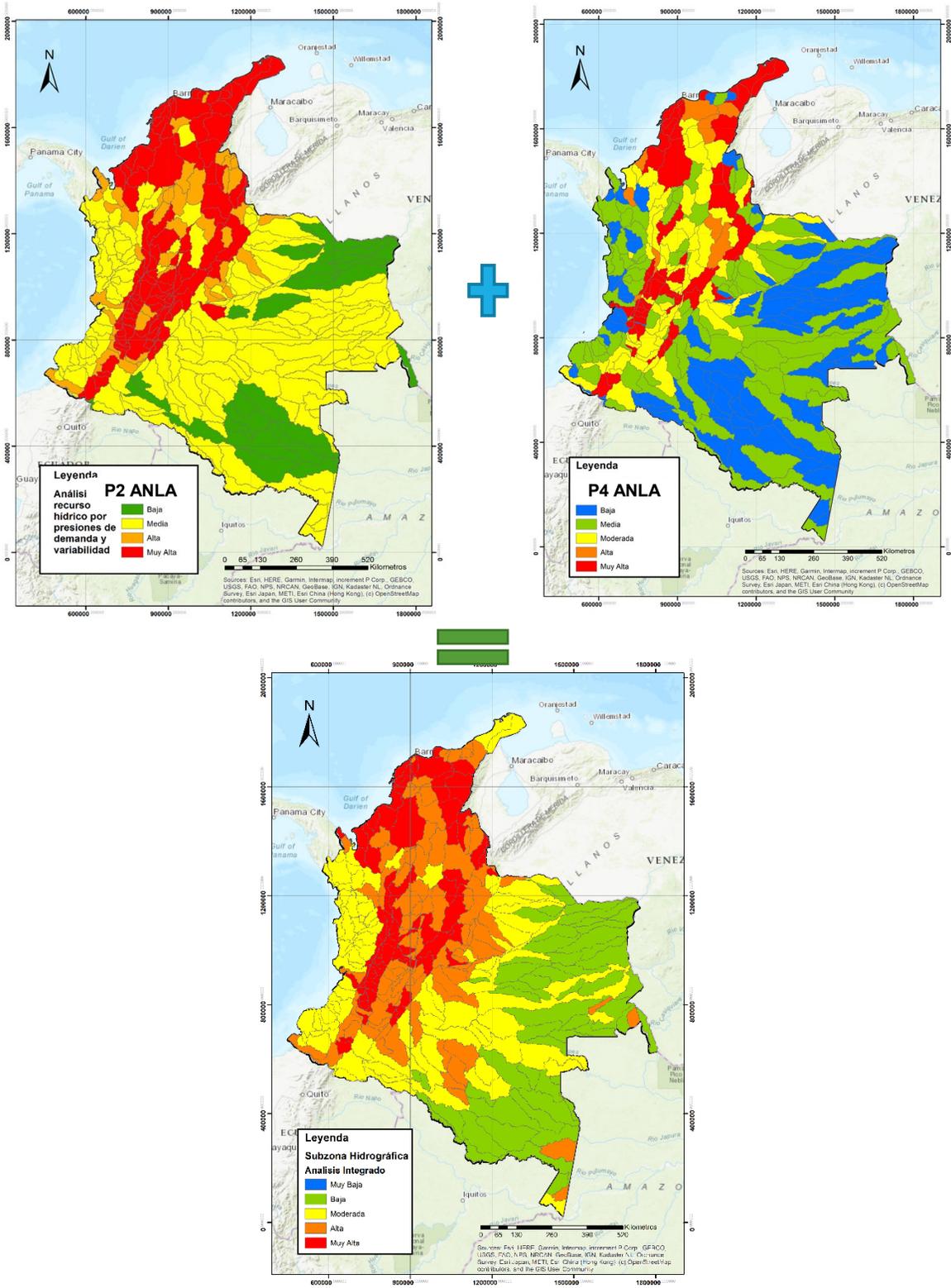


Figura 7. Determinación de la sensibilidad hidrica superficial.

Para la actualización a corte del año 2022 del componente hídrico superficial, se debe tener en cuenta que de los 6 factores que componen el AI para la sensibilidad ambiental se modifican los componentes: P2 definida como la variabilidad del recurso hídrico en condiciones extremas a partir de las presiones sobre la oferta hídrica natural, condición hidrológica de año seco (IUA) y variabilidad de esta oferta natural en esta condición extrema y el P4 asociado al componente de la calidad del agua, que en total suman el 35% de la sensibilidad del componente según la siguiente ecuación:

$$AI = 0.25*P1 + 0.25*P2 + 0.25*P3 + 0.1*P4 + 0.05*P5 + 0.1P6$$

En este sentido, el P2 es calculado a partir de datos históricos de los registros de estaciones hidroclimatológicas por lo cual su actualización será cada 4 años según la información del ENA, bajo lo cual restaría la actualización del 10% de la capa de sensibilidad asociada al factor P4, el cual se puede complementar con el índice de calidad del agua calculado a partir de las mediciones sobre cuerpos de agua contempladas en el SIRH y la BDC, llegando a una ponderación entre el IACAL y el ICA. Teniendo en cuenta esto, el IACAL para el nivel de ZSH se toma la actualización dada por IDEAM en el marco de la elaboración del Estudio Nacional del Agua, cuya actualización será publicada en el año 2023; mientras que por último el criterio asociado al Índice de Calidad del Agua (ICA) si puede ser actualizado cada año teniendo en cuenta las nuevas mediciones realizadas por corporaciones, proyectos, etc.

Teniendo en cuenta lo anterior, se revisaron los análisis regionales y modelaciones realizadas en el año 2021 y primer semestre del 2022 (Alto San Jorge, Zona Minera del Cesar, Guajira, Sogamoso – Lebrija y otros directos al Magdalena) donde, a partir de la actualización de permisos de captaciones, puntos de monitoreo de calidad del agua y los resultados de la condición del recurso hídrico superficial de las modelaciones se pudo apreciar que no había cambio en el índice integrado modificado.

Esto se da ya que la información de los nuevos permisos de captaciones (algunos del segundo semestre de 2021 y primer semestre de 2022) no modificaban considerablemente los índices de presión del uso sobre la oferta hídrica respecto al 2021. Adicionalmente, los nuevos puntos de monitoreo de calidad del agua y los cambios observados en puntos existentes no son significativos toda vez que han pasado sólo 6 meses desde la última evaluación. Es así como metodológicamente se establece que la revisión y ajuste del ICA debe ser anual, además que se puede afirmar que el peso del cambio en la calidad del agua en la clasificación de la sensibilidad ambiental para el componente hídrico superficial basado en el AI tiene un peso del 5% (la mitad del 10% que es el peso del P4 en el AI) teniendo en cuenta la disponibilidad total de la información para ajustar también el cálculo del IACAL para todas las subzonas hidrográficas.

Por lo tanto, no se presentan variaciones en la calificación de la sensibilidad ambiental del componente al considerar los registros disponibles para corte de 6 meses (1 enero a junio 30 de 2022), concluyendo que la capa de sensibilidad actual (2021) es representativa de las condiciones del recurso para el periodo 2022.

3. SENSIBILIDAD COMPONENTE HÍDRICO SUBTERRÁNEO

De modo particular para el componente hidrogeológico, la actualización del ejercicio de sensibilidad ambiental, correspondiente a la vigencia 2022, tiene como propósito ampliar, en términos espaciales, la información de referencia y análisis, con lo cual se busca cubrir los territorios del país donde se presenta una confluencia importante de proyectos, obras y actividades objeto de licenciamiento ambiental. Toda vez que, para el año 2021 la información utilizada para el análisis de sensibilidad de este medio, solo contemplaba las áreas del país que contaban con información de referente a modelos hidrogeológicos conceptuales formulados por el Servicio Geológico Colombiano -SGC a nivel nacional.

En dicha medida, se emplea la cartografía concerniente a la delimitación de las zonas potenciales de recarga de aguas subterráneas (ZPRAS), elaborada por el IDEAM en el marco del Estudio Nacional del Agua del año 2018, la cual ofrece información espacial a escala 1:1.000.000 (escala nacional). Dada la escala de estudio, y debido a que no se estiman volúmenes de recarga potencial, es de relevancia anotar que el mapa nacional de ZPRAS brinda un reconocimiento preliminar o de carácter indicativo. A continuación, se detalla el criterio definido.

Criterio 1. Zonas potenciales de recarga de aguas subterráneas	
Estado de actualización: Tomado del ENA 2018	
Temporalidad de actualización: Según la actualización de la información hidrogeológica generada por el Estudio Nacional del Agua - ENA	
<p>Definición del criterio</p>	<p>La metodología desarrollada por el IDEAM tuvo en cuenta las distintas variables o elementos biofísicos que se encuentran involucrados en el proceso de recarga de los acuíferos, como el fracturamiento geológico, la pendiente topográfica, la litología de las formaciones geológicas, la textura de los suelos y la cobertura vegetal. La selección de estas variables estuvo condicionada por la escala y la información georreferenciada publicada por entes oficiales. También es de destacar que los datos fueron manejados mediante un sistema de información geográfica (SIG), donde se asumió el mismo peso a cada una de las variables, previo a su integración espacial a través de un álgebra de mapas. La siguiente figura detalla la metodología implementada por el IDEAM para la elaboración de mapa de ZRPAS a nivel nacional.</p> <p style="text-align: center;">Figura 8. Esquema para la elaboración del mapa nacional de ZPRAS</p> <p>The flowchart 'Figura 8. Esquema para la elaboración del mapa nacional de ZPRAS' details the methodology. It starts with 'Identificación de variables y atributos' and 'Recopilación y análisis de mapas por variable'. Data sources include the 'Mapa Geológico de Colombia (SGC, 2015)', 'Planchas geológicas 1:100000 (SGC)', 'Mapa de coberturas de la tierra, metodología Corine Land Cover (IDEAM, 2010)', 'Modelo de Elevación Digital resolución de 30 m (IGAC)', and 'Mapa de Uso de Suelos (IDEAM, 2014)'. The 'Formulación de la Ecuación de Recarga' uses the equation $ZPRAS=0.5 [K(df)+K(p)+K(L)+K(s)+K(c)]$, where K is the weighting factor. Variables include 'Densidad de fracturamiento (df)', 'Pendiente (p)', 'Litología (L)', 'Textura de suelos (s)', and 'Cobertura y Uso (c)'. The process continues through 'Pruebas en SIG. Álgebra de mapas', 'Ajuste de ponderaciones con validaciones regionales empíricas y conocimiento experto', 'Generación de mapa preliminar de Zonas Potenciales de Recarga de Aguas Subterráneas (ZPRAS)', and 'Ajuste de polígonos y validaciones con álgebra de mapas en SIG'. The final steps are 'Análisis de resultados', 'Mapa de Zonas Potenciales de Recarga de Aguas Subterráneas', and 'Revisión final'.</p> <p style="text-align: center;">Fuente: IDEAM, 2019.</p> <p>Como resultado de dicho ejercicio de álgebra de mapas, se delimitan las zonas de alta, moderada, baja y muy baja potencialidad de recarga hídrica en el territorio nacional. En este orden de ideas, y como así lo expone el IDEAM (2019), las zonas de alto potencial de recarga se asocian a pendientes ligeramente inclinadas, vegetación boscosa y suelos de textura predominantemente arenosa, condiciones que, en conjunto, propician la infiltración del agua lluvia. Desde el punto de vista geomorfológico, las zonas con alto potencial de recarga se presentan en áreas de valles que conforman ríos de gran envergadura hasta áreas de piedemonte; depósitos y llanuras aluviales, abanicos y dunas de edad cuaternaria y ambientes estructurales denudativos de edad terciaria y</p>

cretácica. Dichas geoformas se pueden identificar en el piedemonte de la cordillera Oriental, a la altura de Yopal y Villavicencio, en la cuenca Cauca-Patia, en los abanicos de la cordillera Central, hacia el municipio de Ibaguè, los depósitos cuaternarios de la cuenca Vaupés-Amazonas y en las dunas del departamento de la Guajira.

Por su parte, las zonas de moderado potencial de recarga se encuentran asociadas, principalmente, a pendientes levemente inclinadas y coberturas de origen antrópico (cultivos). Se localizan especialmente en el piedemonte de la provincia hidrogeológica Caguán-Putumayo, en las provincias hidrogeológicas de los Llanos Orientales, los valles Inferior y Medio del Magdalena, Tumaco, Choco, Sinú-San Jacinto y La Guajira, así como en los departamentos de Casanare, Arauca y Meta.

En tanto, las zonas que se caracterizan por su baja potencialidad de recarga hídrica se asocian a pendientes muy inclinadas (entre 18 y 40 grados), suelos de composición predominantemente arcillosa y coberturas de vegetación con vocación ganadera, donde, a raíz de dichas condiciones, se minimiza el proceso de infiltración y percolación del agua proveniente de las precipitaciones. Las zonas de bajas tasa de recarga se identifican, en esencia, en las provincias hidrogeológicas de los Llanos Orientales, Vaupés-Amazonas, Caguán Putumayo, valle Bajo del Magdalena, Urabá y en la cordillera Oriental. Por último, las zonas de muy bajo potencial y recarga se asocian a pendientes subverticales a verticales, áreas urbanas y suelos de granulometría muy fina, donde se ve restringido, en gran medida, el proceso de infiltración.

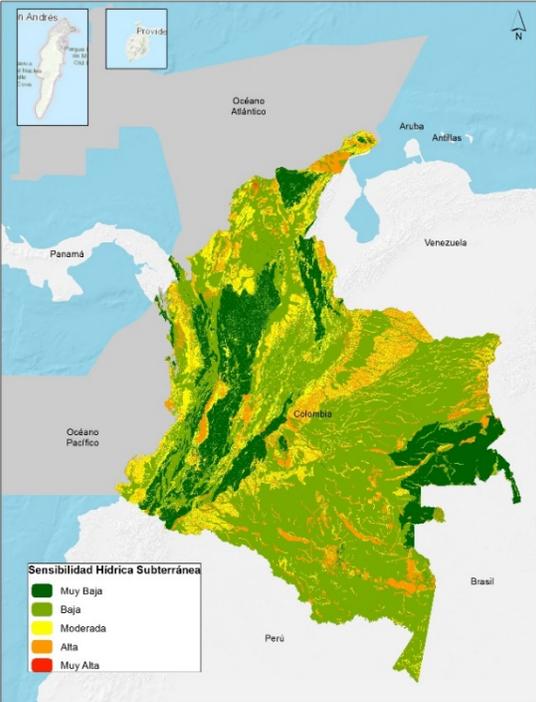
Ahora bien, con el fin de traducir la delimitación de las ZPRAS en términos de sensibilidad ambiental, se realizó una calificación del territorio, partiendo de la premisa que explica que las zonas con un alto potencial de recarga hídrica constituyen áreas donde los acuíferos son más vulnerables ante cargas de contaminación que tienen lugar en superficie, las cuales pueden introducir cambios en la calidad de las aguas subterráneas, y, por el contrario, las zonas con una baja potencialidad de recarga conforman áreas donde los acuíferos son menos susceptibles frente a focos de contaminación. A tal efecto, se empleó el siguiente esquema de calificación:

Tabla 13. Definición de categorías de sensibilidad ambiental a partir de la delimitación de zonas de recarga

Potencial de Recarga		Sensibilidad Ambiental		
Factor de Recarga	Categoría	Factor de Recarga	Categoría	
1	Muy Baja	1	Muy Baja	
1.01 - 2	Baja	2	Baja	
2.01 - 3	Moderada	3	Moderada	
3.01 - 5	Alta	4	Alta	
		5	Muy Alta	

Fuente: ANLA, 2022.

La Figura 9 presenta los resultados alcanzados con la calificación de las zonas potenciales de recarga de aguas subterráneas (ZPRAS) delimitadas en el territorio nacional:

	<p style="text-align: center;">Figura 9. Sensibilidad ambiental para el componente hídrico subterráneo</p>  <p style="text-align: center;">Fuente: ANLA, 2022, a partir de IDEAM, 2019.</p>
<p>Implicaciones en el marco del licenciamiento</p>	<p>En el marco del licenciamiento ambiental, tanto en los procesos de evaluación como en los procesos de seguimiento de los proyectos, obras o actividades de competencia de la ANLA, el criterio considerado ofrece una primera aproximación o un reconocimiento preliminar frente a la sensibilidad espacial o territorial de los acuíferos a escala nacional. En este orden de ideas, la capa de sensibilidad ambiental correspondiente al componente hídrico subterráneo puede ser empleada para de identificación de las áreas que requieren un estudio y un análisis más detallado respecto a la delimitación de las zonas con potencial de infiltración o recarga hídrica y la espacialización de las zonas de alta vulnerabilidad intrínseca de los acuíferos ante cargas o presiones que tienen lugar en superficie, donde se requiere, de manera particular, del planteamiento de medidas de manejo ambiental orientadas a la prevención de impactos negativos o alteraciones sobre la calidad fisicoquímica y microbiológica del recurso.</p>

4. SENSIBILIDAD COMPONTE ATMOSFÉRICO

La sensibilidad atmosférica comprende el análisis de cinco (5) criterios, concentración de material particulado, velocidad media de viento, precipitación total anual, número de habitantes y zonas declaradas áreas fuente de contaminación por autoridades ambientales.

Específicamente, para convertir los datos puntuales de cada variable temática a un campo continuo se aplicó el método geoestadístico de interpolación Kriging el cual permite estimar los valores de una variable en lugares no muestreados utilizando la información proporcionada por la muestra. En el software utilizado es ArcGIS se han utilizado las herramientas del ArcToolbox (Spatial Analyst Tools – Interpolation – Kriging).

A continuación, se presenta la fuente de la información y categorización de las diferentes variables temáticas utilizadas en el análisis de sensibilidad del componente atmosférico.

Tabla 14. Criterios definidos para el análisis de sensibilidad del componente atmosférico

Criterio 1. Concentración de material particulado																																					
Estado de actualización: 2022																																					
Temporalidad de actualización proyectada: Anual																																					
Definición del criterio	<p>La concentración de material particulado es generada teniendo en cuenta el conjunto de datos de reanálisis global de composición atmosférica producido por el Servicio de Monitoreo de la Atmósfera de Copernicus (CAM5)² para el año 2021 y los promedios anuales de concentración de material particulado medidos en las estaciones de los Sistemas de Vigilancia de Calidad de Aire³ fijos para el año 2021, con una representatividad temporal para un año mayor al 75%.</p> <p>Una vez generada la superficie continua con los datos de concentración, tanto para PM₁₀ como para PM_{2.5}, se reclasifica según lo establecido en la Tabla 15 y Tabla 16 respectivamente, rangos que fueron establecidos teniendo en cuenta los criterios de clasificación, de acuerdo con las guías de la OMS de 2021.</p> <p style="text-align: center;">Tabla 15 Categorización de la concentración de PM₁₀</p> <table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <thead> <tr> <th></th> <th>Rango (µg/m³)</th> <th>Escala</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="background-color: red; color: white;">Muy Alto</td> <td>> 50</td> <td>5</td> </tr> <tr> <td style="background-color: orange;">Alto</td> <td>30-50</td> <td>4</td> </tr> <tr> <td style="background-color: yellow;">Medio</td> <td>20-30</td> <td>3</td> </tr> <tr> <td style="background-color: lightgreen;">Bajo</td> <td>15-20</td> <td>2</td> </tr> <tr> <td style="background-color: green;">Muy Bajo</td> <td><15</td> <td>1</td> </tr> </tbody> </table> <p style="text-align: center;">Fuente: ANLA, 2022</p> <p style="text-align: center;">Tabla 16 Categorización de la concentración de PM_{2.5}</p> <table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <thead> <tr> <th></th> <th>Rango (µg/m³)</th> <th>Escala</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="background-color: red; color: white;">Muy Alto</td> <td>> 25</td> <td>5</td> </tr> <tr> <td style="background-color: orange;">Alto</td> <td>15-25</td> <td>4</td> </tr> <tr> <td style="background-color: yellow;">Medio</td> <td>10-15</td> <td>3</td> </tr> <tr> <td style="background-color: lightgreen;">Bajo</td> <td>5-10</td> <td>2</td> </tr> <tr> <td style="background-color: green;">Muy Bajo</td> <td><5</td> <td>1</td> </tr> </tbody> </table> <p style="text-align: center;">Fuente: ANLA, 2022</p> <p>Posteriormente la escala de la capa de material particulado corresponde al máximo obtenido entre la categorización para PM₁₀ y PM_{2.5}.</p> <p style="text-align: center;">Material particulado = máx(PM₁₀, PM_{2.5})</p>		Rango (µg/m³)	Escala	Muy Alto	> 50	5	Alto	30-50	4	Medio	20-30	3	Bajo	15-20	2	Muy Bajo	<15	1		Rango (µg/m³)	Escala	Muy Alto	> 25	5	Alto	15-25	4	Medio	10-15	3	Bajo	5-10	2	Muy Bajo	<5	1
	Rango (µg/m³)	Escala																																			
Muy Alto	> 50	5																																			
Alto	30-50	4																																			
Medio	20-30	3																																			
Bajo	15-20	2																																			
Muy Bajo	<15	1																																			
	Rango (µg/m³)	Escala																																			
Muy Alto	> 25	5																																			
Alto	15-25	4																																			
Medio	10-15	3																																			
Bajo	5-10	2																																			
Muy Bajo	<5	1																																			
Implicaciones en el marco del licenciamiento	<p>En el marco del licenciamiento, se considera que este criterio brinda alertas sobre las áreas del país que presentan concentraciones altas de material particulado.</p>																																				
Criterio 2. Velocidad media de viento																																					
Estado de actualización: 2022																																					
Temporalidad de actualización proyectada: Anual																																					

² ATMOSPHERE DATA STORE (ADS). CAM5 global reanalysis (EAC4). [en línea]. 2022. [citado en 2022-07-14]. Disponible en Internet: <https://ads.atmosphere.copernicus.eu/cdsapp#!/dataset/cams-global-reanalysis-eac4?tab=overview>

³ INSTITUTO DE HIDROLOGÍA, METEOROLOGÍA Y ESTUDIOS AMBIENTALES (IDEAM). Subsistema de Información Sobre Calidad del Aire - SISAIRE. [en línea]. 2022. [citado en 2022-07-14]. Disponible en Internet: <http://sisaire.ideam.gov.co/ideam-sisaire-web/>

Definición del criterio	<p>La información de velocidad de viento es tomada de la modelación numérica de tiempo y clima realizada por el Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM) con el modelo <i>Weather Research and Forecasting</i> (WRF) 4. Estos datos de velocidad del viento del año 2021 se reclasifican según lo indicado en la Tabla 17, rangos que fueron establecidos teniendo en cuenta la escala Beaufort⁵.</p> <p style="text-align: center;">Tabla 17 Categorización de la velocidad del viento</p> <table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <thead> <tr> <th></th> <th>Rango (m/s)</th> <th>Escala</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="background-color: red; color: white;">Muy Alto</td> <td>< 0.2</td> <td>5</td> </tr> <tr> <td style="background-color: orange;">Alto</td> <td>0.2-1.5</td> <td>4</td> </tr> <tr> <td style="background-color: yellow;">Medio</td> <td>1.5-3.3</td> <td>3</td> </tr> <tr> <td style="background-color: lightgreen;">Bajo</td> <td>3.3-5.4</td> <td>2</td> </tr> <tr> <td style="background-color: green;">Muy Bajo</td> <td>> 5.4</td> <td>1</td> </tr> </tbody> </table> <p style="text-align: center;">Fuente: ANLA, 2022</p>		Rango (m/s)	Escala	Muy Alto	< 0.2	5	Alto	0.2-1.5	4	Medio	1.5-3.3	3	Bajo	3.3-5.4	2	Muy Bajo	> 5.4	1
	Rango (m/s)	Escala																	
Muy Alto	< 0.2	5																	
Alto	0.2-1.5	4																	
Medio	1.5-3.3	3																	
Bajo	3.3-5.4	2																	
Muy Bajo	> 5.4	1																	
Implicaciones en el marco del licenciamiento	En el marco del licenciamiento, se considera que este criterio brinda información sobre las áreas del país que presentan menores o mayores procesos de dispersión de contaminantes.																		
Criterio 3. Precipitación total anual																			
Estado de actualización: 2020																			
Temporalidad de actualización proyectada: Anual																			
Definición del criterio	<p>En precipitación se descargan los datos diarios de precipitación acumulada de las estaciones pertenecientes a la red hidrometeorológica del IDEAM⁶, en donde se buscó establecer un rango de tiempo en donde la información contara con más del 80% de datos. Con este criterio el rango de tiempo establecido fue del año 2005 al 2020, en donde se obtuvo información de 1187 estaciones.</p> <p>Con los datos diarios acumulados de precipitación obtenidos para cada de las estaciones se calcula el dato acumulado de precipitación mensual y finalmente el acumulado anual por estación, estos últimos datos son los que se utilizan para la generación de la superficie continua que posteriormente se reclasifica utilizando los rangos indicados en la Tabla 18, los cuales están basados en la clasificación de la Organización Meteorológica Mundial.</p> <p style="text-align: center;">Tabla 18 Categorización de la precipitación total anual</p> <table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <thead> <tr> <th></th> <th>Rango (mm)</th> <th>Escala</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="background-color: red; color: white;">Muy Alto</td> <td>< 200</td> <td>5</td> </tr> <tr> <td style="background-color: orange;">Alto</td> <td>200 - 500</td> <td>4</td> </tr> <tr> <td style="background-color: yellow;">Medio</td> <td>500 - 1000</td> <td>3</td> </tr> <tr> <td style="background-color: lightgreen;">Bajo</td> <td>1000 - 2000</td> <td>2</td> </tr> <tr> <td style="background-color: green;">Muy Bajo</td> <td>> 2000</td> <td>1</td> </tr> </tbody> </table> <p style="text-align: center;">Fuente: ANLA, 2022</p>		Rango (mm)	Escala	Muy Alto	< 200	5	Alto	200 - 500	4	Medio	500 - 1000	3	Bajo	1000 - 2000	2	Muy Bajo	> 2000	1
	Rango (mm)	Escala																	
Muy Alto	< 200	5																	
Alto	200 - 500	4																	
Medio	500 - 1000	3																	
Bajo	1000 - 2000	2																	
Muy Bajo	> 2000	1																	
Implicaciones en el marco del licenciamiento	En el marco del licenciamiento, se considera que este criterio brinda información sobre las áreas del país que presentan menores o mayores precipitaciones en donde al análisis de calidad de aire debe correlacionarse con esta variable.																		
Criterio 4. Número de habitantes																			
Estado de actualización: 2018																			
Temporalidad de actualización proyectada: Anual																			

⁴ INSTITUTO DE HIDROLOGÍA, METEOROLOGÍA Y ESTUDIOS AMBIENTALES (IDEAM). WRF Colombia. [en línea]. 2021. [citado en 2021-05-24]. Disponible en Internet: http://bart.ideam.gov.co/wrfideam/new_modelo/WRF00COLOMBIA/tif/

⁵ ORGANIZACIÓN METEOROLÓGICA MUNDAL (OMM). Guía de Instrumentos meteorológicos y métodos de observación - OMM-N°8. Suiza: OMM, 2014.

⁶ INSTITUTO DE HIDROLOGÍA, METEOROLOGÍA Y ESTUDIOS AMBIENTALES (IDEAM). Sistema de Información para la Gestión de Datos de Hidrología y Meteorología – DHIME. [en línea]. 2021. [citado en 2021-05-24]. Disponible en Internet: <http://dhime.ideam.gov.co/atencionciudadano/>

Definición del criterio	<p>La población se obtiene del servicio de descarga de datos geográficos correspondientes a los niveles de información del Marco Geoestadístico Nacional (MGN) del Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE). Específicamente se consultó la capa geográfica denominada “Grilla 1km2 Vihope”⁷, correspondiente a los resultados del Censo Nacional de Población y Vivienda (CNPV) de 2018, la cual cubre la totalidad del territorio colombiano. Posteriormente, los datos de población se reclasifican según lo establecido en la Tabla 19.</p> <p style="text-align: center;">Tabla 19 Categorización del número de habitantes</p> <table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <thead> <tr> <th></th> <th>Rango (hab)</th> <th>Escala</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Muy Alto</td> <td>>10000</td> <td>5</td> </tr> <tr> <td>Alto</td> <td>10000-1000</td> <td>4</td> </tr> <tr> <td>Medio</td> <td>1000-100</td> <td>3</td> </tr> <tr> <td>Bajo</td> <td>100-10</td> <td>2</td> </tr> <tr> <td>Muy Bajo</td> <td><10</td> <td>1</td> </tr> </tbody> </table> <p style="text-align: center;">Fuente: ANLA, 2022</p>		Rango (hab)	Escala	Muy Alto	>10000	5	Alto	10000-1000	4	Medio	1000-100	3	Bajo	100-10	2	Muy Bajo	<10	1
	Rango (hab)	Escala																	
Muy Alto	>10000	5																	
Alto	10000-1000	4																	
Medio	1000-100	3																	
Bajo	100-10	2																	
Muy Bajo	<10	1																	
Implicaciones en el marco del licenciamiento	En el marco del licenciamiento, se considera que este criterio brinda información sobre las áreas del país que presentan menor o mayor población sensible a la contaminación atmosférica.																		
Criterio 5. Área fuente																			
Estado de actualización: 2021																			
Temporalidad de actualización proyectada: Anual																			
Definición del criterio	<p>Las zonas con clasificación de áreas fuente de contaminación del aire de que trata el artículo 2.2.5.1.10.4 del Decreto número 1076 de 2015 se les asigna una calificación de sensibilidad para el componente atmosférico Muy alta. A continuación, se listan las áreas fuente declaradas.</p> <p>CORPOCESAR: Resolución 0071 del 2 de febrero de 2021, Por la cual se deroga la Resolución 0335 de 2011, se reclasifican las áreas – fuente de contaminación en la zona Carbonífera del Cesar y se adoptan otras determinaciones.</p> <p>SDA: Decreto 623 del 26 de diciembre de 2011, Por medio del cual se clasifican las áreas-fuente de contaminación ambiental Clase I, II y III de Bogotá, D.C., y se dictan otras disposiciones.</p> <p>AMVA: Acuerdo Metropolitano 16 del 6 de diciembre de 2017, Por el cual se adopta el Plan Integral de Gestión de la Calidad del Aire en el Valle de Aburra – PIGECA y se dictan otras determinaciones.</p>																		
Implicaciones en el marco del licenciamiento	En el marco del licenciamiento, se considera que este criterio brinda información sobre las áreas del país que presentan áreas fuentes normalizadas, en donde el otorgamiento de nuevos permisos de emisiones debe ser restringido o condicionado.																		

Una vez se tienen categorizadas las variables temáticas, se les asignó un peso por capa en donde Material Particulado (MP) y Número de habitantes (NH) tienen un peso de dos (2), cada uno; esto debido a que las concentraciones de material particulado (MP) son un indicador directo del estado de la calidad del aire y para NH son las áreas con más densidad de receptores sensibles. Por otro lado, a las capas Velocidad Media de Viento (VMV) y Precipitación Total Anual (PTA) se les asignó un peso de uno (1), debido a que estas variables inciden en los resultados de las concentraciones de MP y la afectación de este depende la población receptora que está definida en la capa NH. Teniendo en cuenta lo anterior se aplicó la siguiente fórmula:

$$\text{Sensibilidad Final} = \frac{(2 * PM) + (1 * VMV) + (1 * PTA) + (2 * NH)}{6}$$

⁷ DEPARTAMENTO ADMINISTRATIVO NACIONAL DE ESTADÍSTICA (DANE). Censo Nacional de Población y Vivienda-CNPV 2018. [en línea]. 2018. [citado en 2022-07-14]. <https://geportal.dane.gov.co/servicios/descarga-y-metadatos/visor-descarga-geovisores/>

Para el ejercicio descrito previamente, se exceptúan las zonas declaradas como áreas fuente, donde la calificación será siempre Muy Alta. Este análisis se desarrolla en el software ArcGIS utilizando las herramientas del ArcToolbox (*Spatial Analyst Tools – Map Algebra – Raster Calculator*). Finalmente, la calificación de la sensibilidad atmosférica está dada por cinco categorías tal como se indica en la Tabla 20.

Tabla 20 Categorización de la sensibilidad atmosférica

Categoría	Resultado ponderación
Muy Alto	5
Alto	4
Medio	3
Bajo	2
Muy Bajo	1

Fuente: ANLA, 2022

A continuación, en la Figura 10 se presenta las capas intermedias y el resultado obtenido del ejercicio según metodología descrita anteriormente.

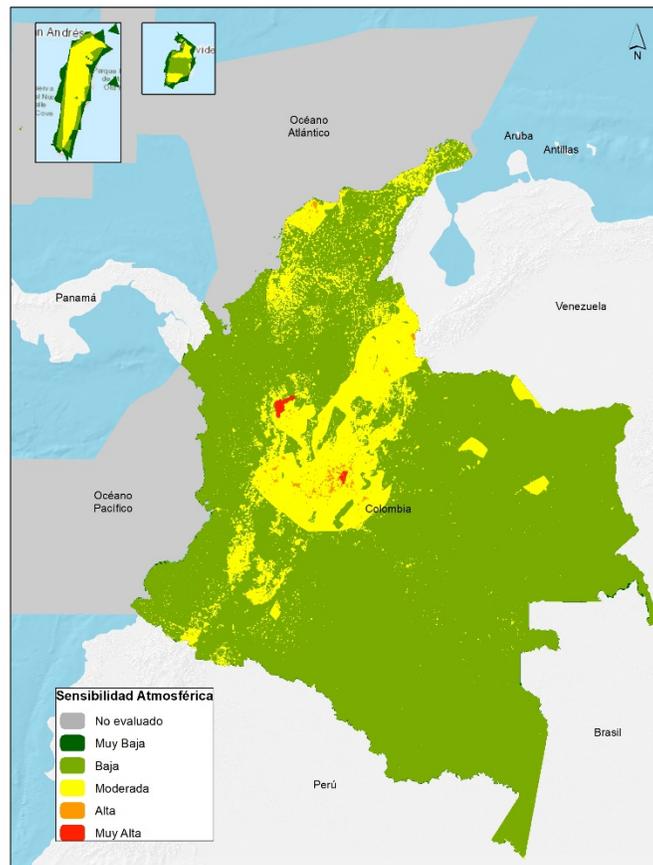


Figura 10. Resultados obtenidos del ejercicio de sensibilidad atmosférica en su actualización al año 2022

5. SENSIBILIDAD GEOTECNICA

La capa de sensibilidad ambiental se desarrolló a partir del criterio experto de los profesionales en las áreas de Geotecnia, Geología y Sistemas de Información Geográfica de la SIPTA, tomando en consideración el mapa de amenaza por remoción en masa del todo el país, previamente desarrollada por el Servicio Geológico Colombiano (SGC) en el año 2017 a escala 1:100.000, el cual, debido a que no ha sido actualizado desde el SGC, se mantuvo desde el ejercicio de 2021.

Este capítulo reúne los aspectos más relevantes sobre los criterios que fueron tenidos en cuenta por el SGC para la elaboración del mapa de amenaza por movimientos de remoción en masa y el modelo de zonificación, insumo base para la definición de la sensibilidad geotécnica.

El Servicio Geológico Colombiano SGC utiliza como los parámetros más relevantes para la generación del modelo de zonificación de amenazas por movimientos en masa, las variables geológico estructural, geomorfológico y cobertura del uso del suelo. Enfocados, para el caso geológico estructural, en la clasificación de la litología y la calidad de las rocas como base para la calificación del material litológico, respecto a particularidades como textura/fábrica, densidad de fracturamiento y dureza. En lo concerniente con el modelo geomorfológico, mediante la definición de ambientes y unidades geomorfológicas a partir de la descripción de un área específica, desde el punto de vista morfométrico, morfodinámico y de morfogénesis y, clasificados según condiciones físicas, químicas, bióticas y climáticas bajo las cuales se generaron dichas geoformas. Para el caso de los suelos, los cuales componen la predominancia de material sin estructura de roca y es el medio por el cual se establece la cobertura vegetal, se incluyen variables como taxonomía, textura, profundidad radicular, tipo de arcilla y drenaje natural, los cambios de cobertura contribuyen y modifican la dinámica natural de la superficie terrestre, (p. e. cambios en el patrón de ciclos hidrológicos, formas del relieve, erosión y humedad del suelo y del ambiente).

A continuación, se explica el criterio tenido en cuenta para el análisis de sensibilidad geotécnica.

Tabla 21. Criterios definidos para el análisis de sensibilidad geotécnica

Criterio 1. Mapa Nacional por amenaza por movimientos en masa.
Estado de actualización: Basado en el Mapa de Amenaza por Movimientos en Masa del SGC, y en las memorias explicativas (SGC,2016:2017)
Temporalidad de actualización proyectada: Según la actualización del Mapa Nacional de amenaza por movimientos en masa y de las guías metodológicas para la elaboración de los mapas de amenaza.

<p>Definición del criterio</p>	<p>El criterio corresponde al Mapa Nacional de amenaza por movimientos en masa generado por el Servicio geológico colombiano a escala 1:100.000 (2017), y comprende dos aspectos importantes: la zonificación de la susceptibilidad y la zonificación de amenaza relativa por movimientos en masa.</p> <p>Zonificación de la susceptibilidad</p> <p>Comprende dos etapas fundamentales: la identificación de escenarios de vulnerabilidad y la zonificación de la vulnerabilidad. Los escenarios de vulnerabilidad se construyen con base en los escenarios de amenaza y consisten en la identificación de los tipos de daños esperados, considerando como variables de entrada los elementos expuestos (bienes físicos y personas) y la fragilidad de estos ante el tipo de amenaza definida en el escenario que se evalúa. Una vez definidos los escenarios se procede a realizar la zonificación de vulnerabilidad, mediante la construcción de mapas en los que se identifiquen las zonas de vulnerabilidad alta, media y baja. Existen diferentes metodologías para el cálculo y zonificación de vulnerabilidad, en este caso, el SGC adopta el modelo de Du et al. (2013) y Du et al. (2014).</p> <p>Con base en los valores de vulnerabilidad definidos se preparará un mapa en el que se identifiquen y clasifiquen los elementos expuestos, de acuerdo con la clasificación de la vulnerabilidad correspondiente. La vulnerabilidad alta se identificará con color rojo, la vulnerabilidad media con color amarillo y la vulnerabilidad baja con color verde.</p> <p>Zonificación de la Amenaza Relativa Por Movimientos en Masa</p> <p>Los análisis detallados de amenaza por movimientos en masa se desarrollan para aquellas zonas que hayan quedado clasificadas como de amenazas alta y media en el estudio básico de amenaza, de acuerdo con el procedimiento y los criterios establecidos anteriormente.</p> <p>En particular, se incluyen los análisis de estabilidad para determinar la amenaza por los efectos debido a sobrecargas, cortes y cambios en las condiciones de flujos de aguas superficiales y subsuperficiales, los cuales se han de evaluar de manera particular para cada sección de análisis. La probabilidad de falla se requiere de las siguientes actividades:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Definir las zonas con condición de amenaza y riesgo. • Definir las unidades de análisis y secciones de análisis. • Determinar el modelo geológico-geotécnico en la sección de análisis. • Determinar la cabeza de presión para cada escenario de análisis. • Determinar la aceleración para cada escenario de análisis. • Calcular la probabilidad de falla para cada escenario de análisis. • Calcular la probabilidad de falla total. <p>Zonificación Geotécnica de Detalle</p> <p>Esta zonificación es un mecanismo que permite presentar cartográficamente la información geotécnica con el fin de que sirva como insumo para la planificación y determinación del uso del territorio para un proyecto específico. Dicho mapa aporta datos sobre las características y propiedades del suelo y del subsuelo para evaluar su comportamiento y prever los problemas geológicos y geotécnicos. Así, un mapa de zonificación geotécnica debe contener información muy detallada de las características de los materiales geológicos, con el fin de comprender el comportamiento físico y de resistencia de los suelos y las rocas que van a ser intervenidos.</p> <p>El proceso de zonificación geotécnica consiste en calificar la estabilidad del territorio, para lo cual se desarrolla el Método Heurístico de zonificación cualitativa asignando pesos o valores para categorizar y ponderar los factores relevantes causantes de inestabilidad según la influencia esperada y así obtener un resultado de tipo cualitativo del posible comportamiento mecánico del material geológico por efectos naturales frente a la acción antrópica. Adicional a este resultado, se debe desarrollar una tercera etapa de tipo cuantitativo, para complementar los datos obtenidos.</p>
--------------------------------	---

	<p>Inventario de Procesos Morfodinámicos</p> <p>Una primera etapa del proceso de zonificación geotécnica debe considerar la amenaza en donde se deben definir las características geoambientales de la zona de estudio, tomando como base el inventario de procesos morfodinámicos, el cual preferiblemente debe estar asociado sus factores causales (condicionantes y detonantes), distribución espacial y frecuencia de ocurrencia.</p> <p>A su vez, el inventario de procesos morfodinámicos debe considerar la ubicación de los procesos, tipos, factores causales, frecuencia de ocurrencia, volúmenes y daños que han causado (van Westen et al., 2008) y ser cartografiados bajo los lineamientos propuestos por el SGC.</p> <p>Cada una de las variables mencionadas anteriormente, fueron parámetros clave para la elaboración del Mapa Nacional por Amenaza de Movimientos de Remoción en Masa del SGC, en donde factores como la sismicidad, los agentes detonantes y tensionantes, los mapas de susceptibilidad del territorio, la geomorfología y la geología, permitieron definir categorías relativas de amenaza que van desde baja a muy alta. Teniendo en cuenta lo anterior, se evidencia, además, que la sensibilidad geotécnica se relaciona directamente con la estabilidad del territorio frente a los movimientos en masa, pues permite generar alertas sobre la presencia de proyectos en áreas que puedan presentar riesgos a nivel geotécnico, razón por la cual, las categorías definidas por el SGC para el insumo descrito, son acordes con el objetivo de este ejercicio.</p> <p>Fuente de la información:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Rodríguez Castiblanco, E., Sandoval Ramírez, J., Chaparro Córdón J., Trejos Gonzalez, G., Medina Bello E., Ramírez Hernández, K., Castro Marí, E., Castro Guerra J. & Ruíz Peña, G. (2017). Guía Metodológica para la zonificación de amenaza por movimientos en masa escala 1:25.000. Servicio Geológico Colombiano. Dirección de Geoamenazas. Grupo de Evaluación de Amenaza por Movimientos en masa. • Ávila Álvarez, G., Cubillos Peña, C., Granados Becerra, A., Medina Bello, E., Rodríguez Castiblanco, E., Rodríguez Pineda, C. & Ruíz Peña, G. (2016). Guía Metodológica para estudios de amenaza, vulnerabilidad y riesgo por movimientos en masa. Servicio Geológico Colombiano (SGC). • Servicio Geológico Colombiano (SGC). (2017). Mapa Nacional de Amenaza por Movimientos en masa escala 1:100000. Tomado de http://geoportal.sgc.gov.co/Flexviewer/Amenaza_Movimiento_Remocion_Masa/
<p>Implicaciones en el marco del licenciamiento ambiental</p>	<p>Este criterio permite la identificación de las zonas más sensibles a nivel geotécnico, por lo cual genera alertas en cuanto a la susceptibilidad física del territorio relacionada con las características intrínsecas del terreno, los factores detonantes, los factores tensionantes, y demás características relacionadas con las amenazas por movimientos en masa que pueden poner en riesgo las condiciones iniciales de los proyectos a nivel ambiental.</p> <p>El ejercicio adelantado de Sensibilidad Ambiental para la Condición Geotécnica realizado para todo el país es un mapa que permite la priorización de áreas de seguimiento y la generación de alertas, pero que debe ser ampliado a un análisis regional o local detallado de acuerdo con la criticidad del contexto ambiental cuando se trata de hacer seguimiento y control ambiental a proyectos, y especialmente cuando se trate de proyectos en evaluación.</p>

Definiciones	<ul style="list-style-type: none"> • Zonas con condición de amenaza y riesgo: Son aquellas clasificadas como de amenazas media y alta en la zonificación básica de amenaza, al igual que aquellas en las que se hayan identificado procesos de inestabilidad en el inventario de deslizamientos y sus zonas de acumulación. Los análisis de amenaza detallados y los análisis de riesgo se harán en aquellas zonas clasificadas como de amenaza alta, al igual que en zonas urbanizadas, edificadas o donde se identifique la existencia de edificaciones indispensables y líneas vitales. • Unidades y secciones de análisis: Con base en las celdas definidas como de amenaza alta, se establecen polígonos homogéneos en cuanto al nivel de amenaza, posteriormente, se realiza el análisis de amenaza detallada y el análisis de riesgo. Como unidad de análisis, en esta etapa se definen unidades de ladera, las que se obtienen de dividir las zonas de amenaza alta a partir de las divisorias de agua y los drenajes naturales. Para cada unidad de ladera por analizar se define una sección de análisis, que generalmente es la de máxima pendiente o la que se alinea con el aspecto del talud. • Mapas de unidades Superficiales (UGS): Las Unidades Geológicas Superficiales (UGS) corresponden a un conjunto (homogéneo) de materiales geológicos (suelos o roca) que afloran en la superficie, que provienen del mismo origen y conservan en general las mismas características físicas y de comportamiento geomecánico, hasta algunas decenas de metros por debajo de la superficie (Hermelín, 1985 e INGEOMINAS, 2004b) • Zonificación Geotécnica – Cálculo de la probabilidad de falla: Esta zonificación se define en términos probabilísticos como la probabilidad anual de falla de un talud, la cual se puede obtener al determinar la probabilidad anual de falla considerando la aceleración del terreno por eventos sísmicos como una variable aleatoria y efectuando un análisis por confiabilidad. La probabilidad de falla se define como la probabilidad anual de que el factor de seguridad sea inferior o igual a 1,0 (bajo condiciones de equilibrio límite).
--------------	--

Teniendo en cuenta el criterio descrito anteriormente, los rangos de sensibilidad se obtienen a partir de los definidos en el mapa de amenaza por remoción en masa, cuyo objetivo dentro de este proceso de sensibilidad ambiental es la identificación de las zonas más susceptibles geotécnicamente, en los cuales no sólo se tienen en cuenta aspectos físicos intrínsecos del terreno, que hacen parte del análisis de amenaza, sino también el potencial de modificación del terreno por parte de los proyectos. Finalmente, el mapa de sensibilidad geotécnica, basado únicamente en el mapa mencionado en la tabla anterior del SGC, es el siguiente

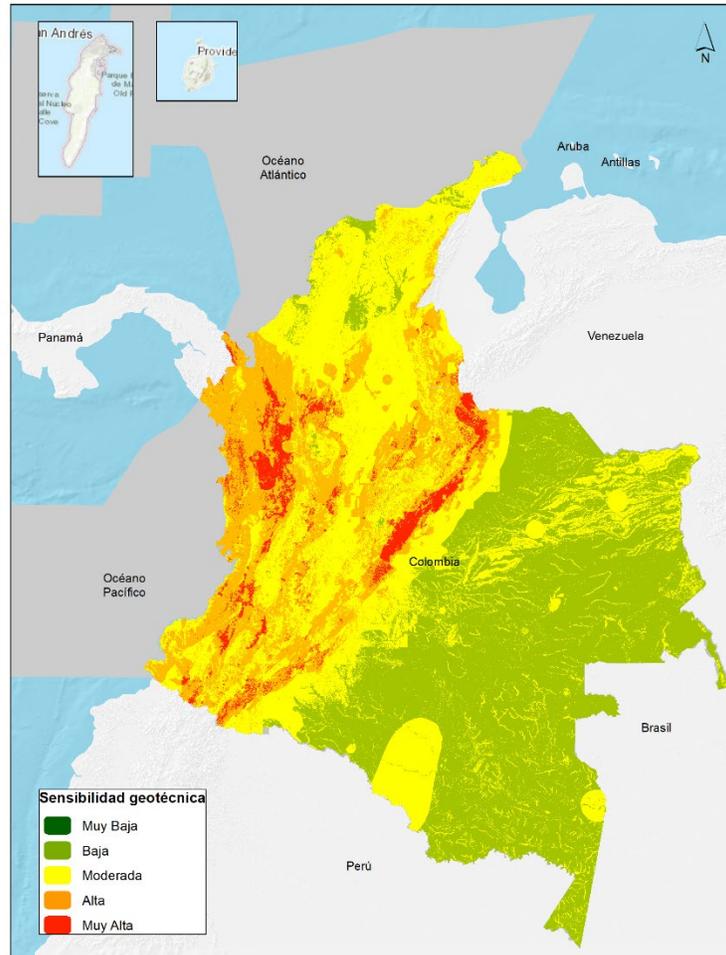


Figura 11. Mapa de amenaza por PRM del SCG (2017) tomado como capa de sensibilidad geotécnica. Fuente: Servicio Geológico Colombiano (2017).

6. SENSIBILIDAD MEDIO BIÓTICO

Para la definición de la sensibilidad del medio biótico se tomaron como referencia las particularidades regionales en lo referente al tipo de biomas existentes (MADS, 2018), las unidades bióticas compartidas, las características específicas de las ecorregiones reconocidas por la Corporaciones Autónomas Regionales, las formaciones vegetales existentes (Rangel-Ch, 2011)⁸, las áreas de importancia ecológica como áreas protegidas y zonas con mayor potencial en la contribución de la conectividad funcional, las capas de bosque/ no bosque del IDEAM (2013- 2019) y la información de riqueza de especies disponible en los repositorios del IAvH (2013)⁹.

Una vez realizado un diagnóstico preliminar de los elementos con potencial de vulnerabilidad en cada una de las regiones, se procedió a verificar la información disponible a nivel nacional, como punto de referencia para establecer criterios que permitieran incluir la heterogeneidad de los elementos anteriormente mencionados y que potencialmente ayudaran a actualizar la información de sensibilidad asociada a las condiciones de mayor criticidad, según la particularidad de cada región en el marco del licenciamiento ambiental.

⁸ Rangel-Ch, J. Colección Colombia Diversidad Biótica. Disponible en la URL:

http://www.colombiadiversidadbiotica.com/Sitio_web/LIBROS_DE_LA_IV/Entradas/2011/3/28_COLOMBIA_DIVERSIDAD_BIOTICA_IV.html.

⁹ Disponible en la URL: <http://geonetwork.humboldt.org.co/geonetwork/srv/spa/catalog.search#/metadata/fb781283-c149-4c98-8dfd-96a51b2626ac>

Como resultado de lo anterior, para el presente periodo, se procedió a la actualización de dos de los criterios trabajados en el 2021 correspondientes a la capa de conectividad funcional y compensaciones en estado de evaluación y seguimiento, los tres criterios restantes (dinámica de transformación de bosques, ecosistemas acuáticos, representatividad de ecosistemas y ecosistemas en condición de amenaza) permanecieron con la misma información todas vez, que la fuente oficial sobre la cual es definida cada uno de estos criterios no surtió ningún cambio en el periodo de actualización. En la Tabla 21 se describen los criterios utilizados en la presente actualización y la justificación de su incorporación en la definición de la sensibilidad biótica por el licenciamiento ambiental y en los cuales se recoge gran parte de la vulnerabilidad identificada para el medio biótico a nivel regional para el ejercicio del año 2022.

Tabla 22. Criterios definidos para el análisis de sensibilidad biótica

Criterio 1. Representatividad.																					
Estado de actualización: Se mantiene en iguales condiciones al ejercicio de 2021.																					
Temporalidad de actualización proyectada: Según la actualización de coberturas a nivel país generada por el IDEAM.																					
Definición del criterio	<p>Este criterio es considerado para la definición del factor objeto de compensación establecido por el Manual de Compensaciones del Componente Biótico (2018). Se refiere a la proporción de conservación de un bioma en el esquema de áreas protegidas del país. En este caso, se recalculó el criterio tomando en cuenta además las áreas protegidas regionales y locales existentes, de tal manera que, los resultados incluyen una versión actualizada del estado de protección de los biomas dentro del esquema de áreas protegidas regional.</p> <p>La escala de la información generada es de 1:100.000 ya que toma como referencia los datos de coberturas del año 2017 suministrados por el IDEAM. Los valores de representatividad son los siguientes:</p> <p style="text-align: center;">Tabla 23. Valores de criticidad de acuerdo con la representatividad.</p> <table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <thead> <tr> <th>Criticidad</th> <th>Representatividad</th> <th>Rangos de ocupación de ecosistema en áreas protegidas</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="background-color: red; color: white;">Muy alta</td> <td>Sin representatividad</td> <td>0%</td> </tr> <tr> <td style="background-color: orange;">Alta</td> <td>Muy baja representatividad</td> <td>>0 ≤ 1%</td> </tr> <tr> <td style="background-color: yellow;">Media</td> <td>Baja representatividad</td> <td>>1 ≤ 6%</td> </tr> <tr> <td style="background-color: lightgreen;">Baja</td> <td>Media representatividad</td> <td>>6 ≤ 12%</td> </tr> <tr> <td rowspan="2" style="background-color: blue; color: white;">Muy baja</td> <td>Alta representatividad</td> <td>>12 ≤ 24%</td> </tr> <tr> <td>Muy alta representatividad</td> <td>>24 ≤ 100%</td> </tr> </tbody> </table>	Criticidad	Representatividad	Rangos de ocupación de ecosistema en áreas protegidas	Muy alta	Sin representatividad	0%	Alta	Muy baja representatividad	>0 ≤ 1%	Media	Baja representatividad	>1 ≤ 6%	Baja	Media representatividad	>6 ≤ 12%	Muy baja	Alta representatividad	>12 ≤ 24%	Muy alta representatividad	>24 ≤ 100%
Criticidad	Representatividad	Rangos de ocupación de ecosistema en áreas protegidas																			
Muy alta	Sin representatividad	0%																			
Alta	Muy baja representatividad	>0 ≤ 1%																			
Media	Baja representatividad	>1 ≤ 6%																			
Baja	Media representatividad	>6 ≤ 12%																			
Muy baja	Alta representatividad	>12 ≤ 24%																			
	Muy alta representatividad	>24 ≤ 100%																			
Implicaciones en el marco del licenciamiento	<p>En el marco del licenciamiento, se considera que este criterio brinda alertas para el manejo del medio biótico desde dos abordajes</p> <p>1) A nivel de evaluación: brinda información sobre el estado regional del bioma al cual se relaciona una posible intervención, sirviendo como alerta para el tomador de decisiones cuando la intervención se refiere a biomas poco conservados dentro del SIRAP o el RUNAP. Para este nivel, el criterio debe ser evaluado juntamente con la condición de amenaza, ya que un bioma poco conservado que tiene una alta tasa de transformación es más vulnerable a los cambios generados por las acciones de licenciamiento ambiental que un bioma con una tasa de transformación mínima, aun cuando tengan una categorización de representatividad idéntica.</p> <p>2) A nivel de seguimiento: Permiten identificar áreas prioritarias para su inclusión dentro de figuras de conservación enmarcadas en los procesos de compensación del medio biótico y/o asociadas a diferentes obligaciones de los planes de manejo ambiental, donde se busque la conservación de elementos de flora y fauna claves tales como especies amenazadas, endémicas, en veda, entre otros.</p>																				

Criterio 2. Ecosistemas en condición de amenaza

Estado de actualización: Se mantiene en iguales condiciones al ejercicio de 2021 según la fuente original de la información.

Temporalidad de actualización proyectada: Según la actualización del ejercicio de lista roja de ecosistemas proyectada por los autores de la capa.

La fuente de información de este criterio se remite al informe sobre el Estado de los Ecosistemas Colombianos realizado por Etter *et al.* (2017), el cual incluye una evaluación del estado actual y de las condiciones de vulnerabilidad de los ecosistemas colombianos a nivel nacional, incorporando entre sus factores de evaluación elementos de análisis sobre el proceso de transformación generado durante los últimos 50 años, las proyecciones de transformación existentes a un escenario futuro del año 2040 y los pronósticos de degradación futura de componentes y procesos físicos y bióticos. También considera, los cambios o desplazamientos en los rangos de distribución de las especies de fauna y flora a causa del cambio climático.

La escala de la información generada es de 1:100.000 ya que toma como referencia los datos de coberturas del año 2017 suministrados por el IDEAM.

Los valores de criticidad según lista roja de ecosistemas son los siguientes:

Tabla 24. Valores de criticidad según la lista roja de ecosistemas.

Criticidad	Valor en ráster	Lista roja de ecosistemas
Muy alta	5	Estado crítico (CR)
Alta	4	En peligro (EN)
Media	3	Vulnerable (VU)
Baja	2	Preocupación menor (LC)
Muy baja	1	Sin categoría de amenaza

Fuente. ANLA, 2020

Definición del criterio

Ecosistemas en estado crítico (CR): Ecosistemas localizados en áreas con alto reemplazo por coberturas antropogénicas, susceptibles a constante reducción de su extensión y aislamiento geográfico. En estos ecosistemas se percibe una pérdida de procesos ecológicos (mayor al 80%) tales como dispersión de semillas y polinización como consecuencia de su proceso de transformación. Entre las principales amenazas de estos ecosistemas se encuentran la degradación del suelo por erosión, el inadecuado uso del suelo, el riesgo de incendios y la ejecución de proyectos de infraestructura e hidrocarburos.

Ecosistemas en peligro (EN): Ecosistemas que presentan condiciones que amenazan su integridad y su capacidad de proveer servicios a la sociedad, existiendo una pérdida del 30-50% de procesos ecológicos. Los factores que presentan una mayor amenaza para estos ecosistemas son la degradación del suelo por erosión y el inadecuado uso del suelo.

Ecosistemas vulnerables (VU): Ecosistemas que actualmente exhiben un riesgo de colapso generado por la pérdida del 15-30% de los procesos ecológicos de dispersión de semillas y polinización, como consecuencia principalmente de actividades que promueven la degradación del suelo.

Ecosistemas en preocupación menor (LC): Ecosistemas con procesos de transformación en curso que aunque no se han generado de forma acelerada están iniciando a tener efectos sobre los procesos ecológicos.

Fuente de la información: Etter A., Andrade A., Saavedra K., Amaya P. y P. Arévalo 2017. Estado de los Ecosistemas Colombianos: una aplicación de la metodología de la Lista Roja de Ecosistemas (Vers2.0). Informe Final. Pontificia Universidad Javeriana y Conservación Internacional Colombia. Bogotá. 138 pp.

Implicaciones en el marco del licenciamiento ambiental	<p>La categorización de amenaza de un ecosistema permite en el marco del licenciamiento ambiental priorizar acciones de manejo y recuperación en ecosistemas en Estado Crítico (CR) y/o En Peligro (EN), incluyendo dentro de estas la aprobación de áreas para compensación y la validación del estado de cumplimiento de las obligaciones impuestas por otras compensaciones (veda, aprovechamiento forestal en licencias antiguas, entre otros).</p> <p>En el marco de la evaluación, este criterio puede ser tomado en cuenta como referencia en la toma de decisiones sobre las extensiones de aprovechamiento forestal a otorgar y/o sobre las obligaciones a definir en el marco de la protección de posibles procesos bióticos por afectar y que deben ser validados con el análisis de servicios ecosistémicos desarrollado por los usuarios.</p>
Criterio 3: Conectividad funcional potencial	
<p>Estado de actualización: Actualizado para el ejercicio 2022 según</p> <p>i) modelaciones realizadas por ANLA en procesos de evaluación y seguimiento, a corte de marzo de 2022.</p> <p>ii) modelaciones de reportes de alertas, a corte de mayo de 2022.</p> <p>iii) Información secundaria Proyecto Sulu- WWF (2020), Panthera (2016) y PNUD (2020) (información que continúa del ejercicio de 2021)</p>	
<p>Temporalidad de actualización proyectada: Anual, según modelaciones realizadas por grupo de regionalización y centro de monitoreo ANLA.</p>	
Definición del criterio	<p>Este criterio incluye la espacialización de las áreas fuente, áreas corredor y/o parches de hábitat identificados a nivel nacional y obtenidas de las siguientes fuentes:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Payan, E., C, Soto, Ruiz- Garcia, M., Nijhawan, S, J.F. González- Maya, Valderrama- Vásquez, C y Castaño-Uribe, C. Unidades de conservación, conectividad y calidad de hábitat de jaguar en Colombia. En: Medellín R, A. de la Torre, Zarza, H, C. Cuauhtémoc y Ceballos, G. 2016. El Jaguar en el siglo XXI. La perspectiva continental. UNAM. Instituto de Ecología. México. • FAO. 2018. Modelación de las prioridades de conectividad para el Caribe 2030. Proyecto Conexión BioCaribe. Tejiendo Región. • Corredores de conectividad entre áreas protegidas- IAvH (2018). Fuente: Areiza, A., Corzo, G., Castillo, S., Matallana, C. y C.A. Correa Ayram. (2018). Áreas protegidas regionales y reservas privadas: los protagonistas de las últimas décadas. En Moreno, L. A, Andrade, G. I. y Gómez, M.F. (Eds.). 2019. Biodiversidad 2018. Estado y tendencias de la biodiversidad continental de Colombia. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. Bogotá, D. C., Colombia. • IDEAM et al. (2017) y Tavera (2020). Proyecto Sulu- WWF, 2020. • PNUD (2020). Proyecto Amazonía Sostenible para la paz. Área corredor Área corredora de conservación Jaguar y Veredas focalizadas para inventarios de palmas naturales. Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo, Asociación Empresarial Campesinos del Yari San Vicente del Caguán y Fundación Panthera Colombia. • Análisis de conectividad realizados por el grupo de regionalización en el marco de la elaboración de los reportes de alertas. Fecha de corte: Mayo 2022. • Análisis de conectividad realizados por el grupo de regionalización en el marco de la evaluación de

- proyectos con análisis de contexto regional. Fecha de corte: Marzo de 2022.

La escala de la información generada es de 1:100.000 ya que toma como referencia los datos de coberturas del año 2017 suministrados por el IDEAM. Para algunos de los análisis realizados por el grupo de regionalización la fuente de información es a escala 1:25.000 y 1:10.000.

Con la actualización de la información de análisis de conectividad regional para el año 2022, se incrementó la información para la región Caribe (ej. La Guajira), Orinoquía y Andina, respecto con 2020 y 2021. En el Pacífico no hay casi información, se mantuvo igual. El criterio de conectividad ecológica se actualizará cada año en regiones conforme se generan ejercicios de conectividad funcional adicionales.

Una vez establecidos los criterios, se procedió a realizar la ponderación en formato ráster siguiendo las categorías de criticidad presentadas en la siguiente tabla.

Tabla 25. Categorías de criticidad definidas para los criterios seleccionados.

Categoría de criticidad	Valor en ráster	Conectividad funcional potencial
Muy Alta	5	Área núcleo
Alta	4	Corredor de conectividad
Media	3	Parche de hábitat
Baja	2	Sin papel en la conectividad funcional
Muy Baja	1	No aplica

Fuente: ANLA, 2020

Implicaciones en el marco del licenciamiento ambiental

Su inclusión como criterio en el marco del licenciamiento ambiental, obedece a la importancia de incorporar elementos de análisis referentes a posibles rutas de movilidad de fauna o posibles flujos de energía entre áreas de importancia estratégica identificadas a nivel regional, de tal manera que la toma de decisiones incluya la evaluación de los posibles efectos que pueden tener las intervenciones solicitadas sobre la fauna y la definición de nuevas medidas orientadas a fomentar la conectividad funcional del paisaje para las especies focales que se distribuyen en el territorio.

En el marco del seguimiento, este criterio es de importancia en la validación de la recuperación de áreas objeto de obligaciones de compensación y en el monitoreo de la efectividad de las estrategias de mitigación de impacto definidas en la licencia y/o impuestas vía seguimiento. Este monitoreo permitirá, además, evaluar si se requieren acciones adicionales a las ya establecidas dentro del marco de un ejercicio de licenciamiento adaptativo y/o si por el contrario, las acciones desarrolladas por los licenciarios son suficientes y pueden ser replicados en contextos regionales similares.

Definiciones

- **Hábitat:** Corresponde a fragmentos que, por sus características de tamaño, tipo de vegetación y localización espacial, ofrecen las condiciones aptas para el desarrollo de cierta especie dentro de una región. La definición de hábitat esta estrictamente ligada para la especie de análisis, toda vez que, cada especie tiene requerimientos de recursos diferentes relacionados con su tamaño, porte, grupo funcional, dieta, entre otros.
- **Núcleo:** Son fragmentos que por su ubicación estructural en el paisaje y por sus condiciones de tamaño, tipo de vegetación y forma, tienen una mayor disponibilidad de hábitat efectivo para el desarrollo de las especies, siendo nodos funcionalmente relevantes para el mantenimiento de las poblaciones dentro del paisaje:
- **Corredor:** Corresponden a parches de hábitat que por su localización en el espacio pueden llegar a ser rutas de movilidad efectivas para las poblaciones, permitiendo la conectividad entre áreas núcleo, hábitat y otros corredores.
- **Núcleo- Corredor:** Son fragmentos que por su condición estructural y posición en el paisaje pueden cumplir la función de núcleo y corredor.

Criterio 4: Dinámica de transformación de bosques

Estado de actualización: Incorporado en 2021 y que no requiere actualización en 2022

Temporalidad de actualización proyectada: Anual, según información capa bosque/no bosque generado por el IDEAM.

Definición del criterio

Este criterio incorpora al ejercicio de sensibilidad biótica, el análisis sobre los puntos calientes de pérdida de cobertura boscosa para el periodo 2013- 2019, como complemento y actualización del análisis de transformación incluido en la lista de roja de ecosistemas.

Para su desarrollo se llevó a cabo el siguiente esquema metodológico.

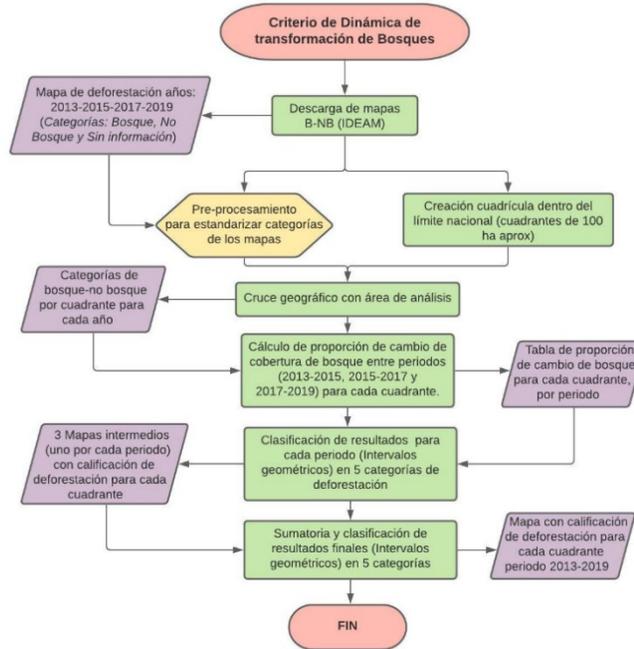


Figura 12. Metodología análisis de transformación de cobertura Bosque.
Fuente: ANLA, 2021.

Los insumos que se utilizaron para elaborar la capa geográfica se presentan a continuación:

Tabla 26. Insumos del análisis de transformación de cobertura Bosque.

Insumo	Escala/ Resolución	Fuente
Mapa de bosque- no bosque años 2013, 2015, 2017 y 2019	30 m	IDEAM
Limite Nacional Colombia	1:100.000	IGAC (2020)

Fuente: ANLA, 2021

El detalle del procesamiento digital de cada capa se incluye en el Anexo 1, siendo necesario indicar que como producto del análisis realizado se generó una única capa resultante que incluía el grado de transformación de la cobertura de bosque, a partir del cual se establecieron las categorías de sensibilidad definidas en la siguiente tabla.

Tabla 27. Categorías de sensibilidad definidas según la clasificación del criterio.

Categoría de sensibilidad	Valor campo "Value"	Descripción
Sin sensibilidad- Sin pérdida de bosque reportada	0	Bosque sin cambios (zonas que no se transformaron y mantuvieron la cobertura de bosque en las transiciones evaluadas).
	10	No Bosque permanente (zonas ya transformadas que no presentaron recuperación de bosque en las transiciones evaluadas).
	20	Regeneración de bosque en los periodos evaluados.
	30	Sin información en los periodos evaluados.
Muy baja	1	Muy baja tasa de transformación de la cobertura de bosque.
Baja	2	Baja tasa de transformación de la cobertura de bosque.
Media	3	Moderada tasa de transformación de la cobertura de bosque.
Alta	4	Alta tasa de transformación de la cobertura de bosque.
Muy alta	5	Muy alta tasa de transformación de la cobertura de bosque.

Fuente: ANLA, 2021

Implicaciones en el marco del licenciamiento ambiental

La incorporación de esta capa dentro del marco de análisis de la sensibilidad biótica para el licenciamiento ambiental se relaciona con la identificación de las áreas con mayor pérdida de cobertura boscosa y sobre las cuales se puede inferir mayor presión sobre las formaciones vegetales que deben ser objeto de análisis para permisos como el aprovechamiento forestal. La presencia de un proyecto en un sector con sensibilidad por este criterio requerirá dentro de la evaluación, la verificación de la identificación y correcta calificación de los impactos que existen sobre el medio y de la acumulación y sinergia que las actividades del proyecto pueden generar en los mismos. Igualmente, estas áreas deberán ser objeto de un manejo especial en el aprovechamiento forestal que se autorice, siendo deseable que se analice durante la evaluación de este permiso, los cambios multitemporales que los proyectos refieran y que se definan medidas de manejo y seguimiento, que garanticen el monitoreo de los efectos del proyecto sobre los bosques.

Para seguimiento, la inclusión de este criterio dentro del análisis de contexto regional, permitirá tener en cuenta la dinámica de transformación sobre la cual se desarrolla un proyecto y verificar si existe coincidencia entre los puntos de intervención de los proyectos objeto de licenciamiento con las zonas calientes de deforestación y sobre esto, verificar que las medidas de manejo y seguimiento si estén aportando en la identificación del efecto del proyecto sobre estos focos de pérdida de cobertura.

Criterio 5: Ecosistemas acuáticos

Estado de actualización: Incorporado en 2021 y que no requiere actualización en 2022

Temporalidad de actualización proyectada: Anual, con actualización de registros de especies migratorias, especies amenazadas y proyectos con impacto sobre la conectividad longitudinal.

Definición del criterio

Este criterio busca incorporar como elementos de análisis de vulnerabilidad de los ecosistemas acuáticos, i) el impacto de grandes proyectos hidroeléctricos sobre la conectividad longitudinal en relación con especies de peces de migración mediana y ii) el número de especies acuáticas por categoría de amenaza. Para su espacialización, se tomó como unidad mínima de análisis, la subzona hidrográfica, según la zonificación y codificación de unidades hidrográficas del IDEAM.

Es importante mencionar, que para vigencia 2022 no fue actualizado, toda vez, que no se identificaron proyectos asociados que pudieran cambiar los resultados ya obtenidos

Subcriterio I. Impacto de grandes proyectos hidroeléctricos sobre la conectividad longitudinal y especies de peces de migración mediana.

Para su definición, se tomó como fundamento técnico, el análisis realizado por Angarita et al. (2018), aplicando el concepto de conectividad longitudinal y el impacto que sobre este generan los proyectos hidroeléctricos objeto de competencia de la ANLA. Se tomaron como referencia los siguientes expedientes:

Definición del criterio

Tabla 28. Proyectos hidroeléctricos incluidos en el análisis sobre el impacto en la conectividad longitudinal.

Expediente	Operador	Proyecto
LAM0005	ISAGEN S.A. E.S.P.	PROYECTO HIDROELÉCTRICO MIEL I
LAM0112	EMPRESA URRÁ S.A. E.S.P.	HIDROELÉCTRICA DE URRÁ I
LAM0237	ISAGEN S.A. E.S.P.	PROYECTO HIDROELÉCTRICO RIO SOGAMOSO
LAM0514	AES CHIVOR	CENTRAL HIDROELÉCTRICA DE CHIVOR
LAM0529	EMGESA S.A. E.S.P.	HIDROELÉCTRICA DEL GUAVIO
LAM1582	EMPRESAS PÚBLICAS DE MEDELLÍN E.S.P.	COMPLEJO HIDROELÉCTRICO PORCE III
LAM2142	EMGESA S.A. E.S.P.	CENTRAL HIDROELÉCTRICA DE BETANIA
LAM2223	EMGESA S.A. E.S.P.	CADENA DE GENERACIÓN HIDROELÉCTRICA PAGUA
LAM2230	EMPRESAS PÚBLICAS DE MEDELLÍN E.S.P. - EPM	CENTRAL HIDROELÉCTRICA DE ANCHICAYA
LAM2233	HIDROITUANGO S.A	PROYECTO HIDROELÉCTRICO PESCADERO ITUANGO
LAM2574	ISAGEN S.A. E.S.P.	CENTRAL HIDROELÉCTRICA JAGUAS - SAN RAFAEL ANTIOQUIA
LAM2575	ISAGEN S.A. E.S.P.	CENTRAL HIDROELÉCTRICA SAN CARLOS - SAN CARLOS ANTIOQUIA
LAM2576	EMPRESAS PÚBLICAS DE MEDELLÍN E.S.P. - EPM	CENTRAL HIDROELÉCTRICA PLAYAS - SAN CARLOS ANTIOQUIA - CENTRAL HIDROELÉCTRICA GUATAPE
LAM2577	EMPRESAS PÚBLICAS DE MEDELLÍN E.S.P. - EPM	CENRAL HIDROELÉCTRICA LA TASAJERA
LAM2578	EMPRESAS PÚBLICAS DE MEDELLÍN E.S.P. - EPM	CENTRAL HIDROELÉCTRICA GUADALUPE III - GOMEZ PLATA - ANTIOQUIA
LAM2581	EMPRESA DE ENERGÍA DEL PACÍFICO S.A. E.S.P. EPSA	CENTRAL HIDROELÉCTRICA SALVAJINA
LAM2582	EMPRESAS PÚBLICAS DE MEDELLÍN E.S.P. - EPM	CENTRAL HIDROELÉCTRICA CALIMA
LAM2583	CENTRAL HIDROELÉCTRICA DE CALDAS S.A. E.S.P. - CHEC S.A. E.S.P.	CENTRAL HIDROELÉCTRICA SAN FRANCISCO - CHNICHINA CALDAS
LAM2611	EMGESA S.A. E.S.P.	CADENA HIDROELECTRICA DEL RIO BOGOTA CENTRALES HIDROELECTRICAS CANOAS, SALTO II, LAGUNETA Y DARIO VALENCIA SAMPE
LAM3563	Empresa de Energía del Pacífico EPSA S.A. E.S.P.	Plan de Manejo Ambiental Operación y Mantenimiento de la Central Hidroeléctrica Alto Anchicayá
LAM3575	EMPRESA DE ENERGIA DE CUNDINAMARCA S.A. EMPRESA DE SERVICIOS PUBLICOS SIGLA E.E.C. E.S.P.	MICROCENTRAL HIDROELÉCTRICA DE RÍO NEGRO
LAM3823	EMPRESAS PÚBLICAS DE MEDELLÍN E.S.P. - EPM	PROYECTO HIDROELÉCTRICO PORCE II
LAM3888	ISAGEN S.A. E.S.P.	CENTRAL HIDROELÉCTRICA CALDERAS
LAM3948	EMPRESAS PÚBLICAS DE MEDELLÍN E.S.P. - EPM	PROYECTO HIDROELÉCTRICO PORCE IV
LAM4037	EMPRESAS PÚBLICAS DE MEDELLÍN E.S.P. - EPM	CENTRAL HIDROELÉCTRICA HIDROPRADO
LAM4090	EMGESA S.A. E.S.P.	PROYECTO HIDROELÉCTRICO EL QUIMBO
LAM4697	INTEGRAL S.A.	PORVENIR II

Estos proyectos fueron ubicados espacialmente con el objetivo de establecer el grado de pérdida de conectividad longitudinal por subzona hidrográfica, correspondiente a la proporción de la longitud perdida de los drenajes dentro de la subzona con respecto a la longitud total de los mismos.

Se calculó de la siguiente forma:

$$\%F = \left(\frac{LP}{LT}\right) * 100$$

Donde:

%F: Porcentaje de conectividad longitudinal perdido.

LP: Longitud de tramo perdido.

LT: Longitud total.

Con base en los resultados obtenidos se establecieron las siguientes categorías para el grado de pérdida de conectividad longitudinal.

Tabla 29. Categorías para el porcentaje de pérdida de conectividad longitudinal.

Intervalo (%)	Categoría
0,0 - 6,2	Muy baja
6,2 - 30,6	Baja
30,6 - 64,9	Media
64,9 - 78,4	Alta
78,4 - 100	Muy Alta

Con el fin de complementar este subcriterio, se utilizaron los registros encontrados en el SIB para las especies de peces de migración mediana en los últimos 10 años. Las especies utilizadas se basaron en lo establecido en la *Guía de las especies migratorias de la biodiversidad en Colombia*¹⁰. Estos registros fueron ubicados con el fin de establecer las zonas que pueden estar presentando una mayor sensibilidad al registrar un alto número de especies migratorias, estableciendo de esta forma las siguientes categorías:

Tabla 30. Categorías para la presencia de especies de migración media por subzona hidrográfica.

Intervalo (especies)	Categoría
0 - 2	Muy baja
3 - 4	Baja
5 - 6	Media
7 - 8	Alta
9 - 10	Muy Alta

Finalmente, teniendo en cuenta las categorías previamente mencionadas se definió la sensibilidad para este subcriterio de la siguiente forma:

Tabla 31. Definición categorías de sensibilidad para el subcriterio 1

Pérdida de Conectividad Longitudinal	Especies de migración mediana				
	Muy baja	Baja	Media	Alta	Muy alta
Muy baja	Muy baja	Baja	Baja	Media	Media
Baja	Baja	Baja	Media	Media	Alta
Media	Baja	Media	Media	Alta	Alta
Alta	Media	Media	Alta	Alta	Muy alta
Muy alta	Media	Alta	Alta	Muy alta	Muy alta

	<p>Subcriterio II. Presencia de especies acuáticas en categoría de amenaza</p> <p>Para establecer esta capa se utilizó como base la información proporcionada por el Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt para peces de importancia pesquera en su Infraestructura Institucional de Datos (I2D)¹¹. Los datos registrados en esta fuente fueron ubicados espacialmente para así determinar el número de especies con algún grado de vulnerabilidad para las diferentes subzonas hidrográficas. Las categorías de sensibilidad para esta capa se presentan en la siguiente tabla:</p> <p style="text-align: center;">Tabla 32. Categorías establecidas para el subcriterio 2.</p> <table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <thead> <tr> <th colspan="3">Intervalo (especies)</th> <th>Categoría</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td colspan="3" style="text-align: center;">0</td> <td>Muy baja</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">1</td> <td style="text-align: center;">-</td> <td style="text-align: center;">4</td> <td>Baja</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">5</td> <td style="text-align: center;">-</td> <td style="text-align: center;">8</td> <td>Media</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">9</td> <td style="text-align: center;">-</td> <td style="text-align: center;">12</td> <td>Alta</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">13</td> <td style="text-align: center;">-</td> <td style="text-align: center;">16</td> <td>Muy Alta</td> </tr> </tbody> </table> <p>Finalmente, para consolidar la capa final del componente de ecosistemas acuáticos se realizó una superposición de los subcriterios, otorgándole a cada uno un peso del 50%.</p>	Intervalo (especies)			Categoría	0			Muy baja	1	-	4	Baja	5	-	8	Media	9	-	12	Alta	13	-	16	Muy Alta
Intervalo (especies)			Categoría																						
0			Muy baja																						
1	-	4	Baja																						
5	-	8	Media																						
9	-	12	Alta																						
13	-	16	Muy Alta																						
Implicaciones en el marco del licenciamiento ambiental	<p>En el marco del proceso de evaluación la información proporcionada por esta capa permitirá establecer áreas de interés cuando los proyectos desarrollen actividades con potencial de causar impactos significativos en el componente de ecosistemas acuáticos. En este caso el evaluador deberá prestar especial atención a este componente para determinar si la evaluación de impactos y las medidas de manejo propuestas son adecuadas. Esto es muy relevante en los proyectos con impactos significativos en la conectividad longitudinal (Ej. presas, embalses) donde esta capa permitirá establecer un primer panorama de la afectación a nivel regional.</p> <p>En el proceso de seguimiento esta capa permitirá delimitar zonas prioritarias para realizar el seguimiento de este componente con el fin de establecer si las medidas de manejo planteadas por los proyectos licenciados están siendo efectivas. Adicionalmente, servirá de insumo para el análisis de impactos acumulativos y sinérgicos en las áreas con alta densidad de proyectos.</p>																								
Conceptos	<p>Conectividad longitudinal: Hace referencia a la continuidad presente en los cuerpos de agua (desde las cabeceras hasta la desembocadura). Es decir, el curso normal que tiene el agua superficial desde aguas arriba hacia aguas abajo.</p>																								

Criterio 6: Áreas aprobadas para ejecución de acciones de compensación e inversión 1%	
Estado de actualización: Incorporado en 2021 y actualizado en 2022	
Temporalidad de actualización proyectada: Anual, según información actualizada por los grupos de valoración y manejo de impactos en trámites de evaluación y seguimiento	
Definición del criterio	<p>Obedece a la espacialización de áreas para las cuales se considera necesario, generar una alerta directa por conflicto entre áreas proyectadas de actividades de proyectos, obras y actividades, con zonas de cumplimiento de obligaciones de compensación e inversión 1%, según la siguiente categorización.</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ Muy Alta Sensibilidad Biótica: Las áreas de compensación e inversión de 1% aprobadas en procesos de seguimiento. Se asigna dentro de la capa un valor de 5. ○ Alta Sensibilidad Biótica: Las áreas consolidadas en los procesos de evaluación que son áreas preliminares propuestas. Se asigna dentro de la capa un valor de 4.
Implicaciones en el marco del licenciamiento ambiental	<p>Esta capa define alertas para la implementación de nuevos proyectos, ya que incluye las áreas donde han sido aprobadas acciones de compensación e inversión del 1%, indicando que en esos puntos deberán generarse análisis sobre posibles efectos de la coexistencia de los proyectos frente a las obligaciones aprobadas por ANLA.</p>

Fuente: ANLA, 2021

¹⁰ Zapata, L. A. & J. S. Usma (Editores). 2013. Guía de las especies Migratorias de la Biodiversidad en Colombia. Peces. Vol. 2. Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible / WWF-Colombia. Bogotá, D.C. Colombia. P. 486.

¹¹ <http://geonetwork.humboldt.org.co/geonetwork/srv/spa/catalog.search#metadata/1b781283-c149-4c98-8dfd-96a51b2626ac>

Una vez establecidos los criterios, se procedió a realizar la ponderación en formato ráster siguiendo las categorías de criticidad presentadas en la Tabla 33.

Tabla 33. Categorías de criticidad definidas para los criterios seleccionados

Valor	Categoría criticidad	Representatividad de ecosistemas	Lista roja de ecosistemas	Ecosistemas acuáticos	Conectividad funcional potencial	Dinámica de transformación de bosques	Áreas con obligaciones de compensación e inversión 1%
5	Muy Alta	Sin representatividad	Estado crítico (CR)	Muy baja conectividad, muy alta presencia de peces migratorios y de importancia pesquera.	Área núcleo	Muy alta tasa de transformación	Áreas consolidadas en seguimiento
4	Alta	Muy baja representatividad	En peligro (EN)	Baja conectividad, alta presencia de peces migratorios y de importancia pesquera.	Corredor de conectividad	Alta tasa de transformación	Áreas consolidadas en proceso de evaluación
3	Media	Baja representatividad	Vulnerable (VU)	Moderada conectividad, moderada presencia de peces migratorios y de importancia pesquera.	Parche de hábitat	Moderada tasa de transformación	NA
2	Baja	Media representatividad	Preocupación menor (LC)	Alta conectividad, poca presencia de peces migratorios y de importancia pesquera.	Sin papel en la conectividad funcional	Baja tasa de transformación	NA
1	Muy Baja	Alta y muy alta representatividad	Sin categoría de amenaza	Muy alta conectividad, muy poca presencia de peces migratorios y de importancia pesquera.	No aplica	Muy baja tasa de transformación	NA
Algebra de mapas		Criterios con superposición en pesos iguales (33,3%) Etapa 1 (Algebra de mapas)			Valor máximo de cada celda entre el Mapa resultante Etapa 1 y los tres criterios restantes: conectividad funcional potencial, dinámica de transformación de bosques y áreas con aprobación de obligaciones de compensación e inversión del 1% en proyectos, obras o actividades objeto de competencia de ANLA.		

Fuente: ANLA, 2022

La superposición ponderada de las capas fue realizada en dos etapas. En la primera, se hizo una superposición entre los criterios 1. Representatividad, 2. Ecosistemas amenazados y 5. Ecosistemas acuáticos, otorgando un mismo peso a las tres capas, 33,3% cada una, esto teniendo en cuenta que son las únicas capas con información en todo el territorio nacional. En la segunda fase, se calculó el valor máximo por cada celda entre los resultados obtenidos en la fase anterior (etapa 1) y los criterios restantes: 3. Conectividad funcional, 4. Dinámica de transformación de bosques y 6. Áreas con obligaciones de compensaciones e inversión 1%. En la siguiente figura se presentan los resultados obtenidos para el ejercicio de sensibilidad biótica.

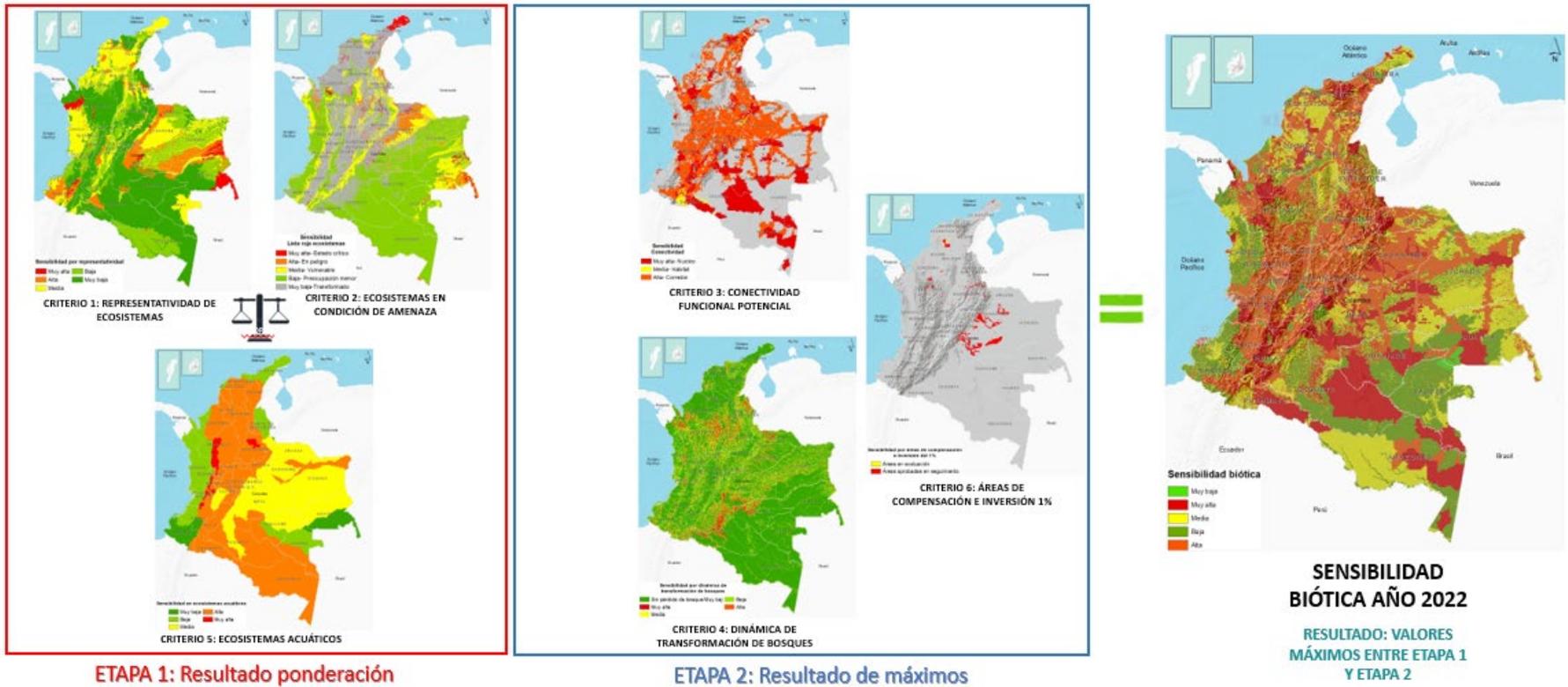


Figura 13. Resultados obtenidos del ejercicio de sensibilidad biótica en su actualización al año 2022

7. SENSIBILIDAD MEDIO SOCIOECONÓMICO

Para la definición de la sensibilidad del medio socioeconómico se tomaron como referencia la información disponible en los diferentes Tableros de Control de la Subdirección de Mecanismos de Participación Ciudadana Ambiental, donde se identificaron 4 elementos que permiten identificar los territorios donde se podría estar presentando una presunta afectación a algún recurso natural y un mayor nivel de sensibilidad social, y de esta manera generar las acciones oportunas en materia de seguimiento ambiental y las estrategias para prevención y la transformación positiva de la conflictividad. Los elementos identificados corresponden a 1) Denuncias por presuntas infracciones ambientales, 2) Análisis de trámites de atención de PQRS- ECOS, 3) QUEDASI y 4) Procesos judiciales y/o tutelas reportadas por municipios.

En la **Tabla 34** se describen los criterios utilizados en la presente actualización y la justificación de su incorporación en la definición de la sensibilidad socioeconómica por el licenciamiento ambiental y en los cuales se recopila gran parte de la vulnerabilidad identificada para el medio socioeconómico a nivel regional para el ejercicio del año 2022.

Tabla 34. Criterios definidos para el análisis de sensibilidad del medio socioeconómico

Criterio 1. Denuncias por presuntas infracciones ambientales													
Estado de actualización: Incorporado en 2021 y actualizado en 2022													
Temporalidad de actualización proyectada: anual, de acuerdo con la información disponible en los tableros de control de la Entidad desde 02/01/2019 a 08/07/2022.													
Definición del criterio	<p>El primer criterio se refiere a las denuncias ambientales radicadas en el geovisor sobre presuntas infracciones ambientales de la Autoridad Nacional de Licencias Ambientales (ANLA), a partir de la cual se reciben las inquietudes, preocupaciones y percepciones de diversos actores territoriales en lo referente a los impactos generados por los proyectos objeto de licenciamiento y a las posibles afectaciones sobre los diferentes recursos..</p> <p>Esta información se asocia a nivel de municipio, de tal manera que, la especialización de la criticidad para este componente se relaciona con los límites municipales y con la cantidad de denuncias existentes en estos, de acuerdo con los siguientes rangos:</p> <p style="text-align: center;">Tabla 35. Categorías de criticidad definidas según número de denuncias</p> <table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <thead> <tr> <th>Categoría de criticidad</th> <th>Número de denuncias por presuntas infracciones ambientales por municipio</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="background-color: red; color: white; text-align: center;">Muy Alta</td> <td style="text-align: center;">>55</td> </tr> <tr> <td style="background-color: orange; text-align: center;">Alta</td> <td style="text-align: center;">30 - 55</td> </tr> <tr> <td style="background-color: yellow; text-align: center;">Media</td> <td style="text-align: center;">5 - 30</td> </tr> <tr> <td style="background-color: lightgreen; text-align: center;">Baja</td> <td style="text-align: center;">1 - 5</td> </tr> <tr> <td style="background-color: green; text-align: center;">Muy Baja</td> <td style="text-align: center;">0</td> </tr> </tbody> </table> <p style="text-align: center;">Fuente: ANLA, 2022</p>	Categoría de criticidad	Número de denuncias por presuntas infracciones ambientales por municipio	Muy Alta	>55	Alta	30 - 55	Media	5 - 30	Baja	1 - 5	Muy Baja	0
Categoría de criticidad	Número de denuncias por presuntas infracciones ambientales por municipio												
Muy Alta	>55												
Alta	30 - 55												
Media	5 - 30												
Baja	1 - 5												
Muy Baja	0												

Criterio 2. Análisis de Trámites de Atención de PQRS

Estado de actualización: Incorporado en 2021 y actualizado en 2022

Temporalidad de actualización proyectada: anual, de acuerdo con la información disponible en los tableros de control de la Entidad desde 01/01/2021 a 08/07/2022

Definición del criterio

Este criterio se refiere al reporte y atención de PQRS caracterizadas en el tablero de control de Análisis de Trámites de Atención de PQRS, que permite que la Entidad estandarice los controles en la oportunidad de la respuesta a PQRS - ECOS y la caracterización de los peticionarios y de la petición, a través de la integración en un solo sistema de información, siendo el Sistema de Información de Licencias Ambientales (SILA) el aplicativo en donde se están atendiendo todas las respuestas escritas a PQRS_ECO recibidas, lo cual facilita el control y seguimiento de la oportunidad en la respuesta de la Entidad, la permanente retroalimentación de los usuarios y la caracterización de peticionarios y respuestas.

Esta información se asocia a nivel de municipio, de tal manera que, la especialización de la criticidad para este componente se relaciona con los límites municipales y con la cantidad de denuncias existentes en estos, de acuerdo con los siguientes rangos:

Tabla 36. Categorías de criticidad definidas según número de quejas.

Categoría de criticidad	Número de quejas por municipio
Muy Alta	>55
Alta	30 - 55
Media	5 - 30
Baja	1 - 5
Muy Baja	0

Fuente: ANLA, 2022

Criterio 3. Quejas, Denuncias Ambientales y Solicitudes de Información (QUEDASI)

Estado de actualización: Incorporado en 2021 y actualizado en 2022

Temporalidad de actualización proyectada: anual, de acuerdo con la información disponible en los Reporte de Alertas desde el 2019 a 2022

Definición del criterio

Este criterio se encuentra asociado con los resultados de la revisión de la información reportada en los últimos conceptos técnicos de seguimiento de los proyectos, obras o actividades ubicados en las áreas regionalizadas durante el año 2021, que permiten identificar aspectos ambientales de interés identificados durante la visita de seguimiento y que son sistematizados en la base de datos de Quejas al Trámite, Denuncias Ambientales y Solicitudes de Información (QUEDASI).

Esta información se asocia a nivel de municipio, de tal manera que, la especialización de la criticidad para este componente se relaciona con los límites municipales y con la cantidad de denuncias existentes en estos, de acuerdo con los siguientes rangos:

Tabla 37. Categorías de criticidad definidas según número de QUEDASI.

Categoría de criticidad	Número de QUEDASI por municipio
Muy Alta	>55
Alta	30 - 55
Media	5 - 30
Baja	1 - 5
Muy Baja	0

Fuente: ANLA, 2022

Criterio 4. Procesos judiciales en proyectos licenciados

Estado de actualización: Incorporado en 2021 y actualizado en 2022

Temporalidad de actualización proyectada: anual, de acuerdo con la información disponible en los tableros de control de la Entidad

Definición del criterio	<p>Este criterio se relaciona con la presencia de proyectos con órdenes judiciales o con procesos enmarcados en acciones de tutela, para los cuales, pueden existir condicionantes para la ejecución de actividades por parte de los licenciatarios, teniendo como resultado medidas de especial atención en el proceso de seguimiento. De esta manera, en la siguiente tabla se señalan las categorías de criticidad establecidas según este concepto:</p> <p style="text-align: center;">Tabla 38. Categorías de criticidad definidas según procesos judiciales.</p> <table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <thead> <tr> <th data-bbox="508 449 800 489">Categoría de criticidad</th> <th data-bbox="800 449 1317 489">Procesos judiciales en proyectos licenciadados</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td data-bbox="508 489 800 573" style="background-color: red; color: white; text-align: center;">Muy Alta</td> <td data-bbox="800 489 1317 573">Procesos Orden Judicial + tutela/ Sólo con orden judicial Procesos sin orden judicial/ Procesos sin orden + tutelas Procesos con tutela</td> </tr> <tr> <td data-bbox="508 573 800 615" style="background-color: green; color: white; text-align: center;">Muy Baja</td> <td data-bbox="800 573 1317 615">Sin proceso judicial ni tutela</td> </tr> </tbody> </table> <p style="text-align: center;">Fuente: ANLA, 2022</p>	Categoría de criticidad	Procesos judiciales en proyectos licenciadados	Muy Alta	Procesos Orden Judicial + tutela/ Sólo con orden judicial Procesos sin orden judicial/ Procesos sin orden + tutelas Procesos con tutela	Muy Baja	Sin proceso judicial ni tutela
Categoría de criticidad	Procesos judiciales en proyectos licenciadados						
Muy Alta	Procesos Orden Judicial + tutela/ Sólo con orden judicial Procesos sin orden judicial/ Procesos sin orden + tutelas Procesos con tutela						
Muy Baja	Sin proceso judicial ni tutela						

Implicaciones en el marco de licenciamiento	<p>En el marco de los procesos de evaluación y seguimiento, estos datos se convierten en información institucional estratégica y útil para para generar análisis estadísticos e identificar y caracterizar situaciones de potencial conflictividad socioambiental que pueden estar asociados a los proyectos, obras y/o actividades de competencia de le ANLA, generar alertas tempranas, orientar acciones de respuesta institucional para la mejora en los procedimientos de competencia de la Entidad, tomar decisiones de los procesos de evaluación y seguimiento, y todo tipo de análisis que resulte útil para quienes la consultan.</p> <p>En este sentido, la importancia del criterio de “Denuncias por presuntas infracciones ambientales” y “Análisis de Trámites de atención de PQRS”, reside en que dan cuenta de factores que puedan motivar la conflictividad socioambiental e identificar los territorios donde se podría estar presentando una presunta afectación a algún recurso natural y de esta manera generar las acciones oportunas en materia de seguimiento ambiental y de estrategias para prevención y transformación positiva de la conflictividad; el criterio de QUEDASI aportan a la toma de decisiones en los procesos de evaluación y seguimiento ambiental en tanto evidencian, a partir de la percepción, situaciones relacionadas con 1) las inconformidades en los procedimientos del trámite y/o la toma de decisiones de la Autoridad en los procesos de evaluación y seguimiento de los POA (Queja al trámite); 2) alertas sobre posibles afectaciones ambientales, presiones sobre el uso y aprovechamiento de recursos naturales, y situaciones de con actividad socioambiental (Denuncia ambiental) y 3) temas de interés sobre los que se están generando consultas recurrentes de información a la Entidad (Solicitud de información); y por último, el criterio de procesos jurídicos el cual aporta a la identificación de los proyectos de competencia de la Entidad que tienen asociado algún mecanismo de amparo constitucional (proceso judicial o tutela), los cuales cuentan con una serie de disposiciones judiciales y medidas de manejo adicionales que deben ser consideradas durante las actividades de seguimiento para su cumplimiento.</p> <p>De manera complementaria, es de resaltar que como resultado de la identificación y análisis de esta información se han puesto en marcha desde la ANLA estrategias institucionales para dar respuesta como: i) presencia institucional permanente en los territorios más afectados, ii) el desarrollo de acciones de pedagogía orientadas a mejorar el conocimiento de los actores territoriales frente al funcionamiento y competencias de la institución, iii) la presencia institucional para la creación de escenarios de discusión y definición de acciones para la transformación de los conflictos socioambientales identificados; y iv) acciones de seguimiento orientadas por el principio de oportunidad de la gestión.</p>
---	---

De acuerdo con los criterios anteriormente mencionados, la sensibilidad socioeconómica para 2022 es la siguiente:

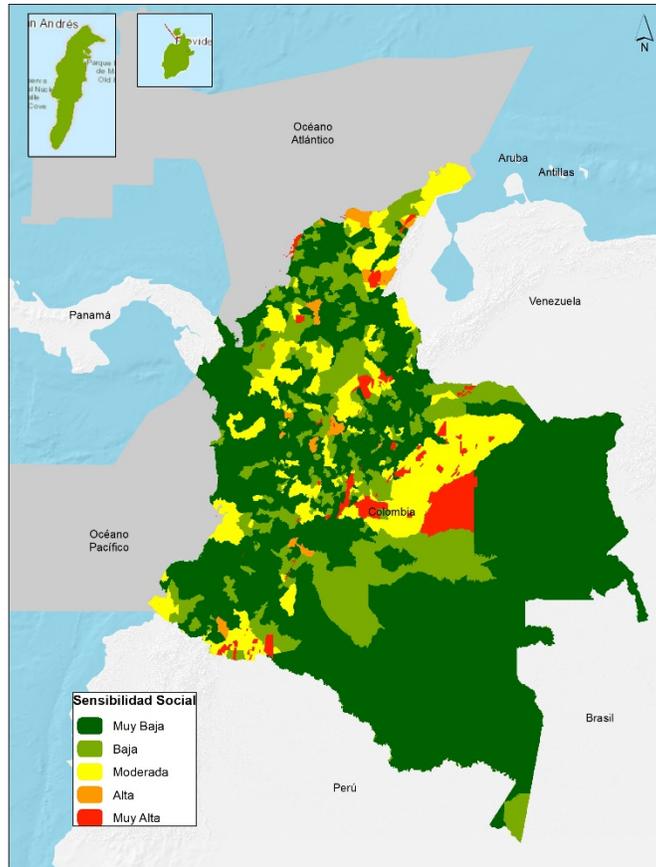


Figura 14. Sensibilidad Social 2022

8. SENSIBILIDAD ZONAS MARINO-COSTERAS

En el marco de la actualización del ejercicio del mapa de sensibilidad para las áreas marino-costeras del país, se tuvo en cuenta información de estudios realizados por INVEMAR cuya información se encuentra actualizada en la página a corte de junio de 2022 y que está disponible a través de su página de acceso a datos ambientales <https://acceso-datos-ambientales-invemar.hub.arcgis.com/>.

MEDIO BIÓTICO

De los datos ambientales disponibles para el medio biótico se escogieron en total ocho capas, seis de las cuales están dentro del área de Biodiversidad y Ecosistemas y dos al área de Conservación de la Biodiversidad, tal como se detalla en la Tabla 39.

Tabla 39. Relación de datos ambientales disponibles para el medio biótico - marino costero

Área	Capa	Descripción	Sitio Web
Biodiversidad y Ecosistemas	Áreas coralinas	cuya capa de polígonos fue construida con información de comunidades bióticas, geomorfológicas y ecológicas de las Áreas Coralinas	https://acceso-datos-ambientales-invemar.hub.arcgis.com/search?tags=arrecifes%20de%20coral

Área	Capa	Descripción	Sitio Web
	Pastos marinos	principalmente de las zonas actualizadas a 2014 para La Guajira, Punta San Bernardo y Chocó Caribe y estudios realizados en los años 2003, 2007 y 2012, para el resto del país	https://acceso-datos-ambientales-invemar.hub.arcgis.com/search?tags=pastos%20marinos%2Cfanerogamas%2Cpraderas%20de%20pastos%20marinos
	Manglares de Colombia	capa vector de manglares multiescalar tomando como base información de proyectos realizados por diferentes entidades	https://acceso-datos-ambientales-invemar.hub.arcgis.com/search?tags=manglar%2Cmanglares
	Humedales costeros del Pacífico Colombiano	enmarcada en el proyecto "Cuantificación y delimitación de humedales costeros del Pacífico chocoano de Colombia a escala 1:100.000"	https://acceso-datos-ambientales-invemar.hub.arcgis.com/datasets/INVEMAR::humedales-pacifico-choco-100k/explore?location=5.557973%2C-77.440512%2C8.11
	Humedales Costeros del Caribe	esta capa se desarrolló complementando el trabajo realizado por el Instituto Alexander Von Humboldt de humedales continentales y costeros de Colombia	https://acceso-datos-ambientales-invemar.hub.arcgis.com/datasets/INVEMAR::humedales-costeros-caribe-100k/explore?location=9.987751%2C-74.180949%2C7.56
	Lagunas Costeras	cuya capa se basa principalmente en la representatividad ecosistémica de las lagunas costeras en ambientes someros marinos y costeros para el "Proyecto Construcción de indicadores esenciales de biodiversidad para el seguimiento de los objetivos del SINAP en el Subsistema de Áreas Marinas Protegidas-SAMP"	https://acceso-datos-ambientales-invemar.hub.arcgis.com/search?tags=lagunas%20costeras
Conservación de la Biodiversidad	Ecosistemas	capa que actualiza el Mapa de Ecosistemas Marinos de Colombia de los fondos marinos someros (0 - 20/30m). a una escala 1:100.000, producto de revisión de información secundaria y cartográfica de expertos	https://acceso-datos-ambientales-invemar.hub.arcgis.com/search?tags=mapa%20de%20ecosistemas%2Cmapa%20de%20ecosistemas%20marinos
	Sitios Prioritarios de Conservación capa basada en ejercicios de planificación ecorregional	utilizando la herramienta MARXAN para el análisis de información espacial de objetos de conservación y amenazas a la biodiversidad	https://acceso-datos-ambientales-invemar.hub.arcgis.com/datasets/INVEMAR::sitios-prioritarios-conservaci%C3%B3n-caribe/explore?location=10.045638%2C-74.241902%2C8.00

Con los insumos anteriormente descritos, producto de los estudios presentados por INVEMAR, y para el desarrollo de la capa marino-costera, que fue integrada al mapa de sensibilidad ambiental desarrollado por la ANLA, se asignó un rango de sensibilidad de 1 a 5 dependiendo de variables definidas para cada ecosistema. En la Tabla 1 se presentan los rangos de categorización y a continuación, se describen los pesos otorgados a las variables que fueron seleccionadas para cada ecosistema.

Tabla 40. Categorización de sensibilidad

Rango de sensibilidad	Muy alto	Alto	Medio	Bajo	Muy Bajo
Valor	5	4	3	2	1

Tabla 41. Criterios definidos para el análisis de sensibilidad

Criterio 1. Ecosistemas sensibles											
Estado de actualización: junio 2022											
Áreas coralinas											
Definición del criterio	<p>Los arrecifes de coral son ecosistemas presentes en los mares cálidos de aguas claras tropicales, que se generan a partir del crecimiento de corales escleractíneos y otros organismos, por lo que comprenden una serie de hábitats asociados, distribuidos en forma de mosaico (Díaz et al. 2000). La región Caribe Continental cuenta con 27.247 hectáreas, el Archipiélago de San Andrés, Providencia y Santa Catalina abarca cerca de 313.795 hectáreas y las áreas coralinas de la región Pacífico cubren aproximadamente 101 hectáreas (Gómez et al. 2020).</p> <p>La degradación de los arrecifes coralinos se debe a factores como la sedimentación asociada a descargas de ríos, la deforestación, la contaminación marina, las actividades náuticas y la pesca (Gómez et al. 2015). Por otra parte, entre los factores globales que más inciden directa o indirectamente en el deterioro coralino, se encuentran: el calentamiento de la atmósfera y el fenómeno de El Niño, dando como resultado el blanqueamiento de los corales, causando mortalidades masivas o haciéndolos más susceptibles a otros tensesores (Díaz et al. 2000).</p> <p>Para las áreas coralinas se seleccionó Unidad Biótica como variable, cuyos pesos se describen en la Tabla 42.</p>										
	<p style="text-align: center;">Tabla 42. Capa áreas coralinas</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Capa áreas coralinas</th> <th>Sensibilidad</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td><i>Acropora cervicornis</i>, <i>Acropora palmata</i>-<i>Pseudodiploria</i> spp., Praderas de pastos marinos, Corales mixtos, <i>Gorgonia</i> spp-Algas y esponjas incrustantes, Mosaico de comunidades coralinas, Octocorales, Octocorales-Corales costrosos, Octocorales-Corales mixtos, Octocorales-esponjas, Octocorales-Esponjas-Antipatarios, <i>Orbicella</i> spp. <i>Pavona</i> spp., <i>Pavona</i> spp-<i>Porites</i> spp, <i>Pocillopora damicornis</i> - <i>Psammocora stellata</i>, <i>Pocillopora</i> spp, <i>Porites porites</i>, <i>Porites porites</i>-pastos marinos.</td> <td>Muy Alta</td> </tr> <tr> <td>Coral-macroalgas-parches de pastos marinos, macroalgas-parches de pastos marinos, Esponjas, Macroalgas-Pastos marinos, Macroalgas-zoantideos, <i>Millepora alcicornis</i>-Pastos marinos, <i>Siderastrea siderea</i>-<i>Millepora complanata</i>.</td> <td>Alta</td> </tr> <tr> <td>Praderas potenciales de pastos marinos, <i>Agaricia</i> spp-Corales mixtos, <i>Agaricia tenuifolia</i>, Algas pétreas-<i>Millepora complanata</i>-Zoantideos, Corales masivos y costrosos sobre escombros coralinos, Esponjas incrustantes, Macroalgas, Rodolitos, Sedimentos bioturbados-algas calcáreas.</td> <td>Media</td> </tr> <tr> <td>Algas sobre escombros coralinos, Arena-escombros coralinos, Cascajo y escombros coralinos, Costras de coral sobre roca, Fondo coralino indeterminado.</td> <td>Baja</td> </tr> </tbody> </table>	Capa áreas coralinas	Sensibilidad	<i>Acropora cervicornis</i> , <i>Acropora palmata</i> - <i>Pseudodiploria</i> spp., Praderas de pastos marinos, Corales mixtos, <i>Gorgonia</i> spp-Algas y esponjas incrustantes, Mosaico de comunidades coralinas, Octocorales, Octocorales-Corales costrosos, Octocorales-Corales mixtos, Octocorales-esponjas, Octocorales-Esponjas-Antipatarios, <i>Orbicella</i> spp. <i>Pavona</i> spp., <i>Pavona</i> spp- <i>Porites</i> spp, <i>Pocillopora damicornis</i> - <i>Psammocora stellata</i> , <i>Pocillopora</i> spp, <i>Porites porites</i> , <i>Porites porites</i> -pastos marinos.	Muy Alta	Coral-macroalgas-parches de pastos marinos, macroalgas-parches de pastos marinos, Esponjas, Macroalgas-Pastos marinos, Macroalgas-zoantideos, <i>Millepora alcicornis</i> -Pastos marinos, <i>Siderastrea siderea</i> - <i>Millepora complanata</i> .	Alta	Praderas potenciales de pastos marinos, <i>Agaricia</i> spp-Corales mixtos, <i>Agaricia tenuifolia</i> , Algas pétreas- <i>Millepora complanata</i> -Zoantideos, Corales masivos y costrosos sobre escombros coralinos, Esponjas incrustantes, Macroalgas, Rodolitos, Sedimentos bioturbados-algas calcáreas.	Media	Algas sobre escombros coralinos, Arena-escombros coralinos, Cascajo y escombros coralinos, Costras de coral sobre roca, Fondo coralino indeterminado.	Baja
	Capa áreas coralinas	Sensibilidad									
	<i>Acropora cervicornis</i> , <i>Acropora palmata</i> - <i>Pseudodiploria</i> spp., Praderas de pastos marinos, Corales mixtos, <i>Gorgonia</i> spp-Algas y esponjas incrustantes, Mosaico de comunidades coralinas, Octocorales, Octocorales-Corales costrosos, Octocorales-Corales mixtos, Octocorales-esponjas, Octocorales-Esponjas-Antipatarios, <i>Orbicella</i> spp. <i>Pavona</i> spp., <i>Pavona</i> spp- <i>Porites</i> spp, <i>Pocillopora damicornis</i> - <i>Psammocora stellata</i> , <i>Pocillopora</i> spp, <i>Porites porites</i> , <i>Porites porites</i> -pastos marinos.	Muy Alta									
	Coral-macroalgas-parches de pastos marinos, macroalgas-parches de pastos marinos, Esponjas, Macroalgas-Pastos marinos, Macroalgas-zoantideos, <i>Millepora alcicornis</i> -Pastos marinos, <i>Siderastrea siderea</i> - <i>Millepora complanata</i> .	Alta									
Praderas potenciales de pastos marinos, <i>Agaricia</i> spp-Corales mixtos, <i>Agaricia tenuifolia</i> , Algas pétreas- <i>Millepora complanata</i> -Zoantideos, Corales masivos y costrosos sobre escombros coralinos, Esponjas incrustantes, Macroalgas, Rodolitos, Sedimentos bioturbados-algas calcáreas.	Media										
Algas sobre escombros coralinos, Arena-escombros coralinos, Cascajo y escombros coralinos, Costras de coral sobre roca, Fondo coralino indeterminado.	Baja										
	Fuente: ANLA, 2022										

Dentro de las unidades de mayor peso se encuentran las relacionadas con *Acropora* spp. al ser de los corales formadores de arrecifes. También se encuentran las unidades relacionadas con *Porites* spp. que conforman montículos coralinos o franjas que bordean la parte trasera de arrecifes franjeantes y de barrera especialmente para el área del Caribe. Por su parte, las unidades relacionadas con *Pocillopora* spp. y *Pavona* spp. son importantes debido a que constituyen zonas dentro de las formaciones coralinas del Pacífico (Díaz *et al.* 2000).

En las unidades con pesos intermedios se destacan las compuestas por corales del género *Millepora* que crecen en profundidades entre 0 y 3 metros, en las crestas de los arrecifes expuestos a fuerte oleaje, la unidad denominada *Siderastrea siderea-Millepora complanata* común en áreas influenciadas en mayor o menor grado por el aporte de sedimentos a través de las desembocaduras de ríos y riachuelos y por la resuspensión de sedimentos por acción del oleaje, así como las Praderas de Macroalgas, en las cuales es común la presencia de fauna acompañante (Díaz *et al.* 2000).

En el grupo de las unidades con menor peso se encuentran Arena-Escombros coralinos, además de Costras de coral sobre roca, en las cuales la cobertura biótica es reducida debido que se trata de ambientes abrasivos (Díaz *et al.* 2000).

Pastos marinos

Las praderas de pastos marinos son un conjunto de plantas vasculares que desarrollan todo su ciclo biológico en ambientes acuáticos a una profundidad máxima de 60 metros (Gómez *et al.* 2015). En Colombia son propias del mar Caribe, se presentan a lo largo de la costa encontrándose más del 85% sobre la plataforma continental del departamento de la Guajira, con una extensión actual de 66.132 hectáreas (INVEMAR 2022, Gómez *et al.* 2020).

Para pastos marinos se seleccionó tipo de fondo como variable, cuyos pesos se describen en la Tabla 43.

Definición del criterio

Tabla 43. Rangos de categorización otorgados a los Pastos Marinos

Capa pastos marinos	Sensibilidad
Praderas de pastos marinos	Muy Alta
Coral-macroalgas-parches de pastos marinos, Macroalgas-parches de pastos marinos.	Alta
Praderas potenciales de pastos marinos.	Media

Fuente: ANLA, 2022

Manglares

Definición del criterio	<p>Colombia cuenta con 79.719 hectáreas de manglar en la costa Caribe y 209.402 hectáreas en la zona del Pacífico (Avendaño <i>et al.</i> 2019).</p> <p>Los manglares desempeñan una función ecológica muy importante en la zona intermareal ya que actúan como filtro natural de las descargas continentales, protegiendo a otros ecosistemas asociados como los pastos marinos y los arrecifes de coral y, son hábitat de crianza, refugio, anidación y alimentación de diversas especies de aves, peces, mamíferos, reptiles y anfibios. Estos ecosistemas también mitigan la erosión costera al reducir la energía del oleaje; la retención, fijación, estabilización y acreción del suelo, aumentando la resiliencia de la zona costera frente a escenarios de cambio climático, la regulación del microclima y la dinámica costera (INVEMAR 2022). Para este ecosistema se seleccionó prioridad de restauración como variable, cuyos pesos se describen en la Tabla 44. Esta variable se categorizó como baja, media, alta y muy alta, adicionalmente se contempló dentro de la categorización a los manglares de aguas mixohalinas, que son aquellos que se desarrollan en zonas con influencia de agua dulce, tales como desembocaduras de ríos, sistemas lagunares, estuarios y ciénagas. La importancia de estos manglares radica en que en ellos ocurre un alto reciclaje de nutrientes que mantiene la productividad <i>in situ</i>, así como la de los ecosistemas adyacentes.</p> <p style="text-align: center;">Tabla 44. Rangos de categorización otorgados a Manglares</p> <table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <thead> <tr> <th style="text-align: center;">Capa manglares</th> <th style="text-align: center;">Sensibilidad</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: center;">Muy alta, Alta, Manglares de aguas mixohalinas.</td> <td style="text-align: center; background-color: red; color: white;">Muy Alta</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">Media, Baja.</td> <td style="text-align: center; background-color: orange;">Alta</td> </tr> </tbody> </table> <p style="text-align: center;">Fuente: ANLA, 2022</p>	Capa manglares	Sensibilidad	Muy alta, Alta, Manglares de aguas mixohalinas.	Muy Alta	Media, Baja.	Alta
Capa manglares	Sensibilidad						
Muy alta, Alta, Manglares de aguas mixohalinas.	Muy Alta						
Media, Baja.	Alta						

Lagunas costeras

Definición del criterio	<p>En el Caribe Colombiano se encuentran 67 lagunas que abarcan un área de 99.427 hectáreas. Las más representativas en cuanto a su extensión por departamento son: Bahía Honda en San Andrés (14 hectáreas), el complejo de piscinas de Manaure en la Guajira (4.740 hectáreas), la Ciénaga del Totumo en Atlántico (1.317 hectáreas), la Ciénaga del Virgen en Bolívar (2.430 hectáreas), el Complejo Ciénaga Santa Marta en Magdalena (76.638 hectáreas) y la Ciénaga La Caimanera en Sucre (169 hectáreas). Para la zona del Pacífico, las lagunas costeras se distribuyen en cuatro zonas: el delta de los ríos Juradó y Apartadó, la desembocadura de los ríos Catipre y Baudó, el delta del río San Juan, Bahía Málaga, la Bahía de Buenaventura y la desembocadura o deltas de los ríos San Juan del Micay, Guapi, Patía y Ensenada de Tumaco (Avendaño <i>et al.</i> 2019).</p> <p>Su importancia radica en que protegen a la costa contra tormentas, reciclan nutrientes, sirven de hábitat de organismos y son sustento de pesquerías. Dado que son utilizadas para la navegación industrial y turística, las lagunas costeras son altamente afectadas por la contaminación de sus aguas, la sobrepesca y la sedimentación excesiva (Díaz 2015). Teniendo en cuenta su importancia y grado de afectación, las lagunas costeras recibieron un rango de categorización intermedio (4).</p>
-------------------------	---

Humedales Pacífico Chocó y Humedales Caribe

Definición del criterio	<p>En Colombia los humedales son considerados como “un tipo de ecosistema que debido a condiciones geomorfológicas e hidrológicas permite la acumulación de agua temporal o permanentemente, creando un suelo característico con organismos adaptados a estas condiciones, estableciendo dinámicas acopladas e interactuantes con flujos económicos y socioculturales que operan alrededor y a distintas escalas” (Jaramillo <i>et al.</i> 2016).</p> <p>La importancia especialmente para los humedales costeros, además de ser reguladores del ciclo del agua y del clima, también radica en la variedad de ambientes que se encuentran en estos ecosistemas tales como: las costas arenosas, las ciénagas y lagunas costeras, los estuarios, los planos inundables intermareales, las zonas pantanosas, los salares, los bosques de manglar, las marismas, entre otros y todos aquellos ambientes inundables cuyos pulsos determinan una dinámica importante en los procesos ecológicos y en las actividades humanas de las comunidades asociadas a estos ambientes (Alonso <i>et al.</i> 2003, en Invemar- Minambiente 2018).</p> <p>Para estos ecosistemas se seleccionó el criterio de permanente y temporal como variable para categorizar (Tabla 45). Lo anterior con razón a que los humedales permanentes permiten tiempos de residencia más estables para los organismos asociados a estos ambientes. Por otro lado, de la capa obtenida los humedales temporales constituyen la mayor cobertura, dado que pueden mantenerse bajo periodos secos significativos.</p> <p style="text-align: center;">Tabla 45. Rangos de categorización otorgados a Humedales</p> <table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <thead> <tr> <th style="text-align: center;">Capa humedales</th> <th style="text-align: center;">Sensibilidad</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: center;">Permanentes</td> <td style="text-align: center; background-color: red; color: white;">Muy Alta</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">Temporales</td> <td style="text-align: center; background-color: orange;">Alta</td> </tr> </tbody> </table> <p style="text-align: center;">Fuente: ANLA, 2022</p>	Capa humedales	Sensibilidad	Permanentes	Muy Alta	Temporales	Alta
Capa humedales	Sensibilidad						
Permanentes	Muy Alta						
Temporales	Alta						
Criterio 2. Sitios Prioritarios de Conservación (SPC)							
Estado de actualización: junio 2022							
Definición del criterio	<p>Los SPC son la base sobre la cual se establecen los escenarios o los portafolios que presenta INVEMAR para la implementación de diversas estrategias de conservación y especialmente como herramienta para un diseño de una red de áreas marinas protegidas que se usa en el SAMP (Subsistema de Áreas Marinas Protegidas), para poder identificar áreas en que pudieran concentrarse esfuerzos de conservación y asegurar así la representatividad de la biodiversidad y el cumplimiento de las metas mínimas que aseguren su preservación en el tiempo.</p> <p>A los SPC se les ha asignado el rango de categorización de muy sensible (5). Si bien la presencia o identificación de SPC no constituyen un argumento para que sean áreas de exclusión o restrictivas al momento de ejecutar proyectos, obras o actividades, la identificación de estos sitios se ha basado en estudios de fuentes cartográficas, biológicas y oceánicas por parte de expertos, y se considera importante que de frente a las áreas de zonificación espacial que hace el usuario en su EIA pueda tener presente e incluir estos SPC, como áreas donde se deben llevar mejores prácticas de la industria para poder identificar esos elementos sensibles en caso tal que se encuentren dentro del área de influencia.</p>						

MEDIO ABIÓTICO

Para el componente físico fueron consideradas 10 capas de geomorfología marino-costera, donde se pueden identificar los paisajes costeros propios de procesos sedimentarios y los de procesos erosivos, además de la geomorfología representativa de fondos marinos en algunos sectores.

Las capas empleadas fueron:

1. **Geomorfología del Caribe** (Posada y Henao 2008),
2. **Geomorfología del Pacífico** (Posada y Henao 2008),
3. **Geomorfología Islas del Rosario** (Posada *et al.* 2011),
4. **Geomorfología Tortuguilla** (Posada *et al.* 2011),
5. **Geomorfología Providencia** (Posada *et al.* 2011),
6. **Geomorfología Malpelo** (Posada *et al.* 2011),
7. **Geomorfología Isla Fuerte** (Posada *et al.* 2011),
8. **Geomorfología Gorgona** (Posada *et al.* 2011),
9. **Geomorfología COL3** (Garrido *et al.* 2014) y **Geomorfología COL5** (Garrido *et al.* 2014)
10. **Geomorfología ANH1** (INVEMAR-ANH 2008).

Además de las anteriores, en la página de accesos a datos ambientales del INVEMAR también se identificaron las capas de Erosión Costera, Playones, Playas y Acantilados; si bien estas capas no se incluyeron de forma directa en la categorización de sensibilidad porque parte de la información redundaba con la de geomorfología, si se tuvieron en cuenta para definir los rangos de categorización de la geomorfología.

Los rangos de categorización empleados para la geomorfología marino-costera corresponden a los presentados en la Tabla 46.

Criterio 3. Geomorfología marino-costera					
Estado de actualización: junio 2022					
Definición del criterio	<p>En Colombia se cuenta con una gran variedad de geoformas marino-costeras asociadas a la geomorfología propia de zonas tropicales y a las tres condiciones de clima marítimo representativo para regiones específicas del país que son: Caribe con costas micromareales, oleajes energéticos en zonas de generación y tres desembocaduras de altos caudales de los ríos Magdalena, Sinú y Atrato; Pacífico con costas macromareales, oleajes de fondo, altas precipitaciones y múltiples desembocaduras; finalmente, zonas insulares con oleajes energéticos y sin fuentes de aportes de sedimentos continentales. De las geoformas dominantes en la zona costera se cuenta con aquellas formadas por la erosión de acantilados y terrazas, las desarrolladas por actividad biológica y las aportadas por fuentes externas. De acuerdo con Posada <i>et al.</i> (2008), Posada <i>et al.</i> (2009) y Posada <i>et al.</i> (2011), a lo largo de las costas colombianas se aprecian fuertes eventos erosivos principalmente concentrados en Guajira, Córdoba y Chocó, además de la fragilidad de las zonas insulares debido al poco aporte de sedimentos que realimenten la franja costera, así como los procesos de sedimentación en cuerpos de agua lénticos como las lagunas costeras y bahías. Lo anterior ha sido confirmado por otros autores como, CEPAL y UC-IH Cantabria (2015), Rangel-Buitrago y Anfuso (2009), Ricaurte-Villota <i>et al.</i> (2018), Restrepo <i>et al.</i> (2018) e INVEMAR-IDEAM (2017). El rango de categorización asignado a cada una de las diferentes geoformas se dio con base en la función que cumplen, su capacidad para transformar la energía del océano, su exposición a los agentes climáticos y su capacidad para mantener su forma modal sin sufrir procesos acelerados de erosión o sedimentación.</p> <p style="text-align: center;">Tabla 46. Rangos de categorización otorgados a las Geoformas Costeras y Marinas</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="text-align: center;">Capa geomorfología marino-costera</th> <th style="text-align: center;">Sensibilidad</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Laguna costera, Bajo coralino, Espigas, Barra de arena, Isla barrera, Pantano de manglar intervenido, Parches arrecifales</td> <td style="background-color: red; color: white; text-align: center;">Muy Alta</td> </tr> </tbody> </table>	Capa geomorfología marino-costera	Sensibilidad	Laguna costera, Bajo coralino, Espigas, Barra de arena, Isla barrera, Pantano de manglar intervenido, Parches arrecifales	Muy Alta
Capa geomorfología marino-costera	Sensibilidad				
Laguna costera, Bajo coralino, Espigas, Barra de arena, Isla barrera, Pantano de manglar intervenido, Parches arrecifales	Muy Alta				

	Pantano de manglar, Plataforma y barras arrecifales, Playas, Playones, Campos de dunas, Isla, Islote, Plataforma marina de abrasión, cayos o cerros residuales por abrasión marina.	Alta
	Terraza marina, Plataforma de abrasión elevada, Llanura marina o costera, Salares y zonas de inundación, Salitral, Terraza coralina, Bajos, Barra intermareal, pantano de transición, llanura costera, Cañón submarino, Talud continental	Media
	Plataforma continental, Abanicos, Cordón litoral, Planicie aluvial, Terraza aluvial costera, Relleno antrópico, Yardangs, Fondos de arena, colinas de disección, Canal, Cono, Domo, Levee.	Baja
	Área urbana, Valle aluvial, Colinas y montañas, Cordón litoral antiguo, Llanura aluvial, Pantano de agua dulce, Pedimentos, Ríos, Valle aluvial, Colinas residuales, fondos de lodo, Falda, Colinas, Cuenca, Hoyo, Loma aislada, Conos Coluvioaluviales.	Muy Baja
Fuente: ANLA, 2022		

Una vez establecidos los criterios para obtener la capa final de sensibilidad marino-costera, se integraron las capas del medio biótico con las capas del medio abiótico.

Inicialmente, se agrupó la información geográfica de cada uno de los ecosistemas evaluados en el primer filtro: Corales, Pastos marinos, Manglares, Lagunas costeras y Humedales, la cual contaba con una ponderación específica por cada ecosistema de 1 a 5, en donde 1 representa el valor más bajo y 5 el más alto.

Una vez agrupada la información para los 5 ecosistemas, en donde se presenta el valor asignado por ecosistema para cada punto evaluado, se tomó el valor máximo encontrado en cada punto, es decir, se priorizó la presencia del ecosistema más sensible sobre los demás. Las capas de Ecosistemas estratégicos y Sitios prioritarios de conservación se usaron para otorgar un peso mayor en las áreas donde se cruzaron con las capas de los ecosistemas específicos, afectando el rango de categorización con un factor de 2. Donde no hubo cruce de capas, se mantuvo el porcentaje inicial.

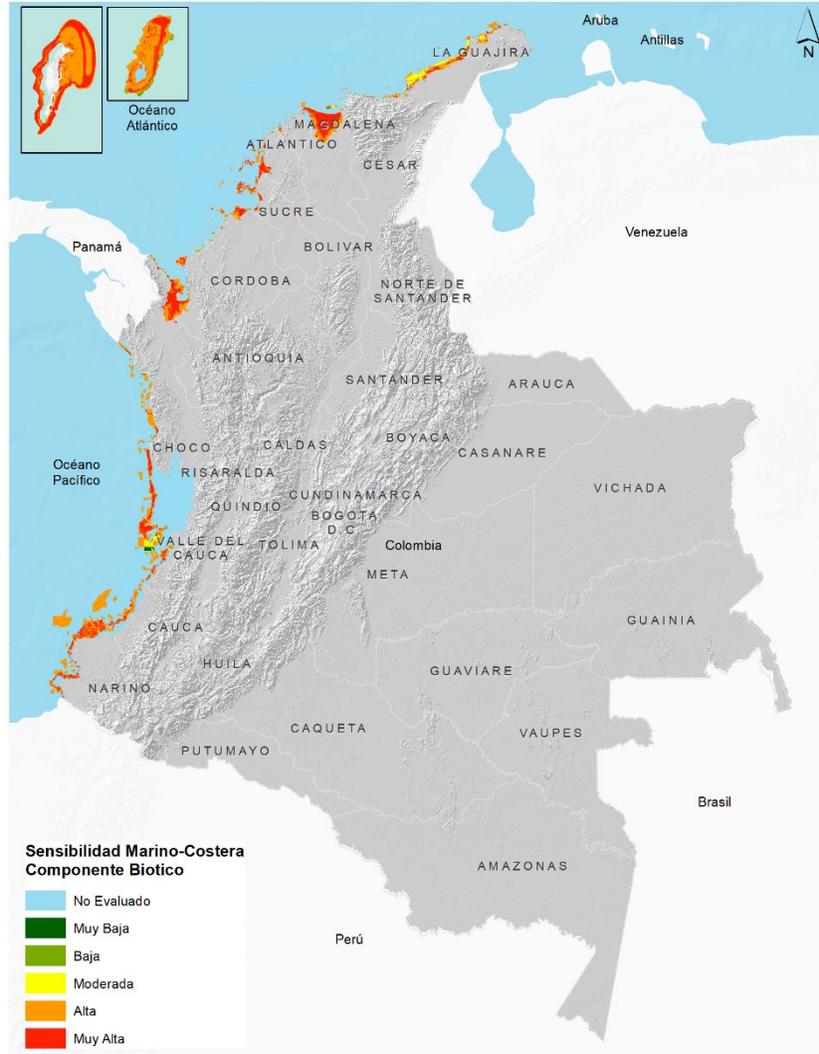


Figura 15. Mapa de sensibilidad Ambiental para el medio biótico.

Por otro lado, las capas geomorfológicas del medio abiótico fueron integradas y no fue necesario hacer ponderaciones con estas, por lo tanto, los rangos de categorización son los mismos definidos desde el inicio.

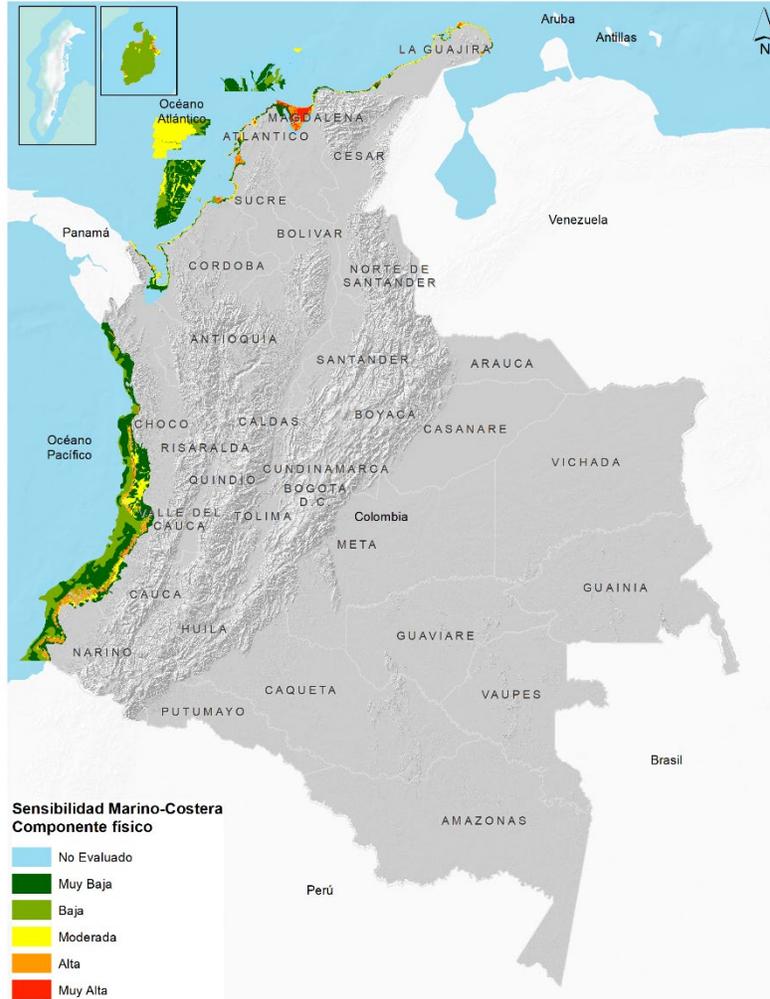


Figura 16. Mapa de sensibilidad Ambiental para el medio abiótico.

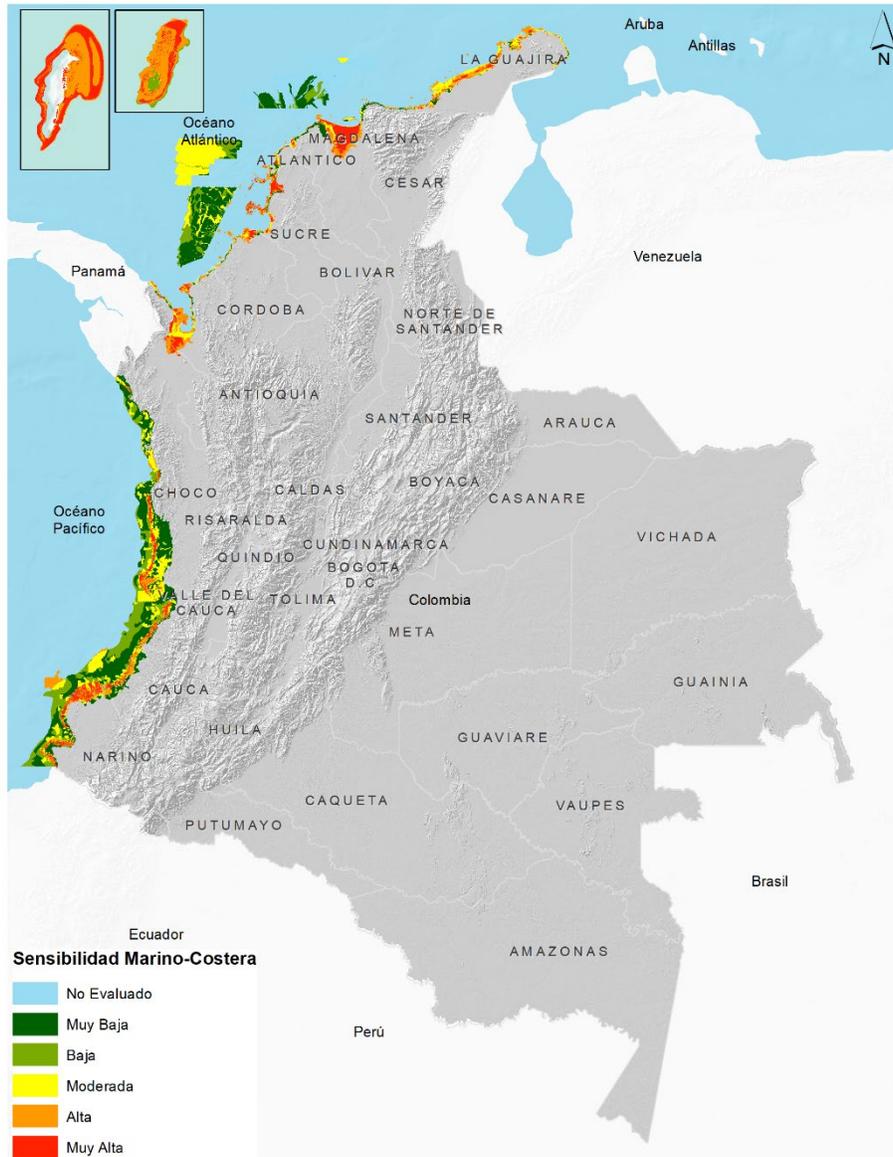
Para obtener la capa ponderada del componente marino-costero, una vez obtenidas las capas de sensibilidad de los medios biótico y abiótico, se asignó un porcentaje de 60% a la sensibilidad biótica y 40% a la sensibilidad física. En las zonas donde no se contaba con datos para definir sensibilidad en alguno de los dos medios, ésta se asignó a partir del medio con información.

De acuerdo con el resultado del ejercicio de sensibilidad, se encontraron áreas con sensibilidad alta y muy alta localizadas principalmente en San Andrés y Providencia, sobre la franja costera del Caribe asociado a la presencia de áreas coralinas, plataformas coralinas y lagunas costeras. Por otra parte, en el Pacífico las sensibilidades alta y muy alta estuvieron asociadas a la presencia de islas barrera, lagunas costeras, flechas litorales, manglares y humedales.

Es importante resaltar que, para el medio biótico en la región del Pacífico, la información disponible es menos representativa por estar limitada a algunas zonas específicas. Por otro lado, la capa de geomorfología del Pacífico es mucho más extensa y por lo tanto los resultados en esta región del país muestran que la sensibilidad final está determinada predominantemente por el medio abiótico.

En la siguiente figura se presentan los resultados obtenidos para el ejercicio de sensibilidad final.

Figura 17. Resultado del Mapa de sensibilidad Ambiental marino-costero



Fuente: ANLA, 2022

9. SENSIBILIDAD FRENTE AL CAMBIO CLIMÁTICO

Para la capa de cambio climático se tomó información generada por el IDEAM en el marco de la Tercera Comunicación Nacional de Cambio Climático e insumos del DNP en cuanto al índice de riesgo de desastres.

De acuerdo con las características internas en cada una de las variables (mapas) incluidas posteriormente (2021) se dio una calificación de 1 a 5 siendo 5 las calificaciones dadas al elemento que generara mayor afectación sobre el territorio y 1 la que menos. La capa de sensibilidad por cambio climático contó con dos criterios:

- El criterio 1: Conformado por las capas de los escenarios de cambio climático 2011 – 2040, escenarios de temperatura 2011 – 2040 y el Índice Municipal de Riesgo de Desastres Ajustado por Capacidades.
- El criterio 2: Conformado por el Índice de precipitación estandarizada e Inundación Fenómeno Niña 2010 -2011 y Asenso del nivel del mar 2040 (18 cm).

Los mapas intermedios que se tuvieron en cuenta para la generación del mapa de sensibilidad del territorio al cambio climático son:

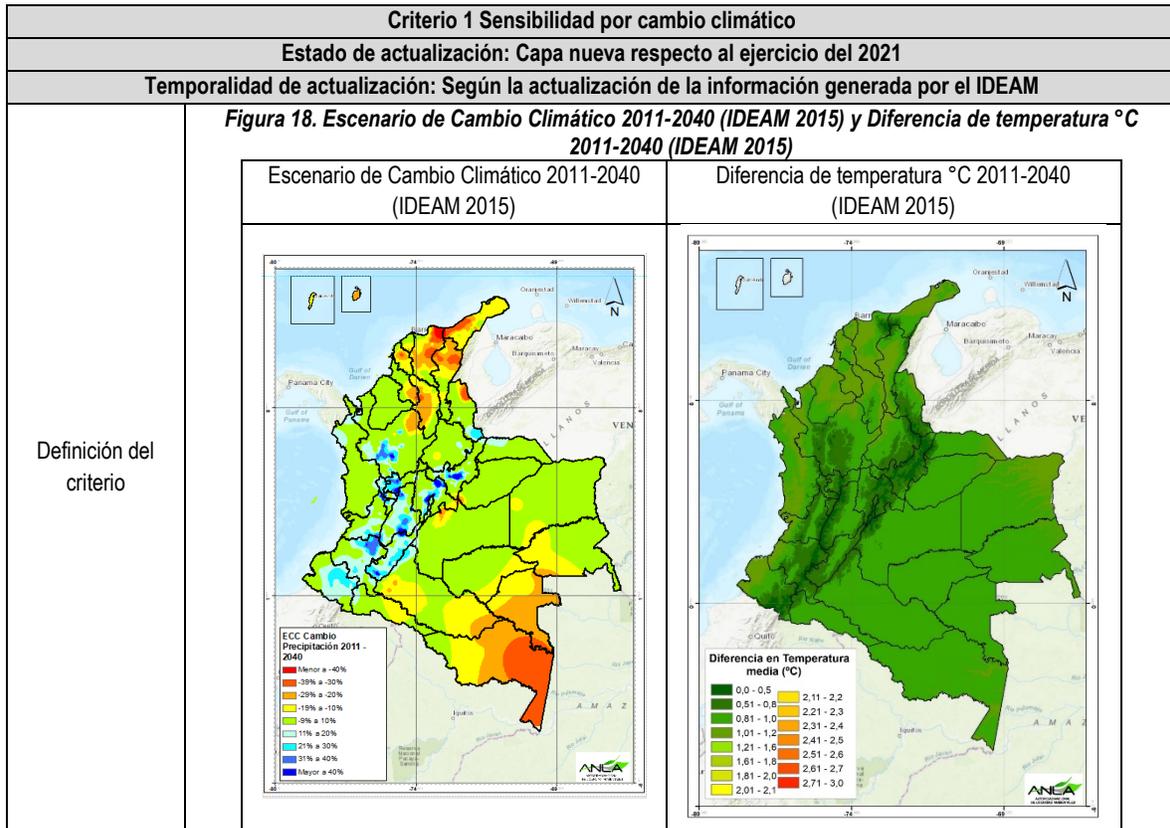
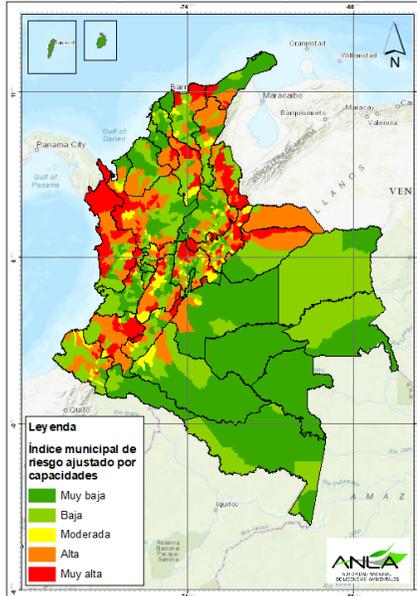


Figura 19. Índice Municipal de Riesgo de Desastres Ajustado por Capacidades (DNP – 2018)



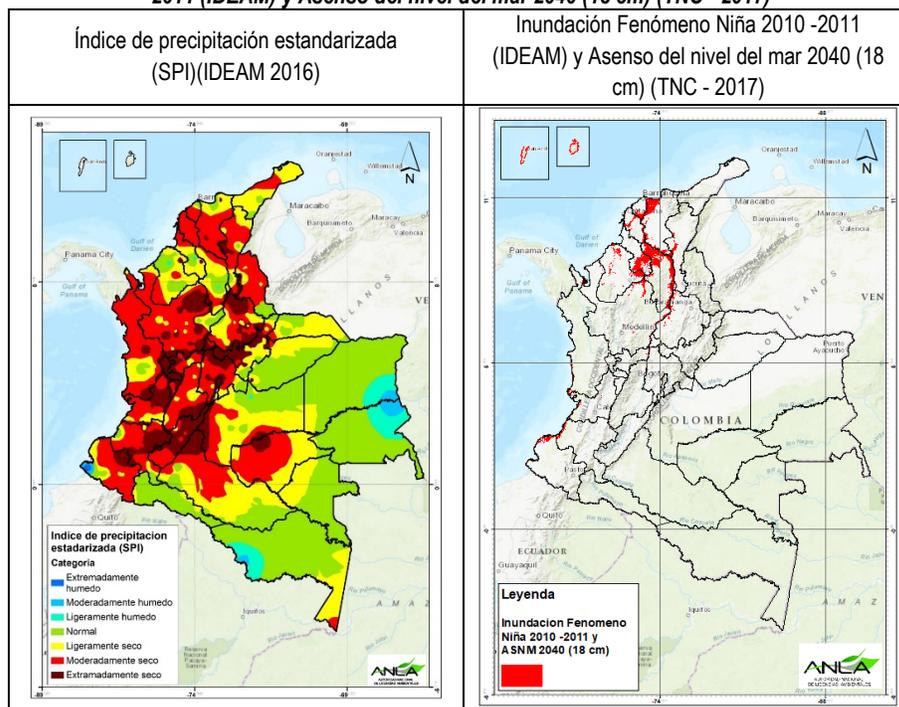
Criterio 2 Sensibilidad por variabilidad climática

Estado de actualización: Capa nueva respecto al ejercicio del 2021

Temporalidad de actualización: Según la actualización de la información generada por el IDEAM

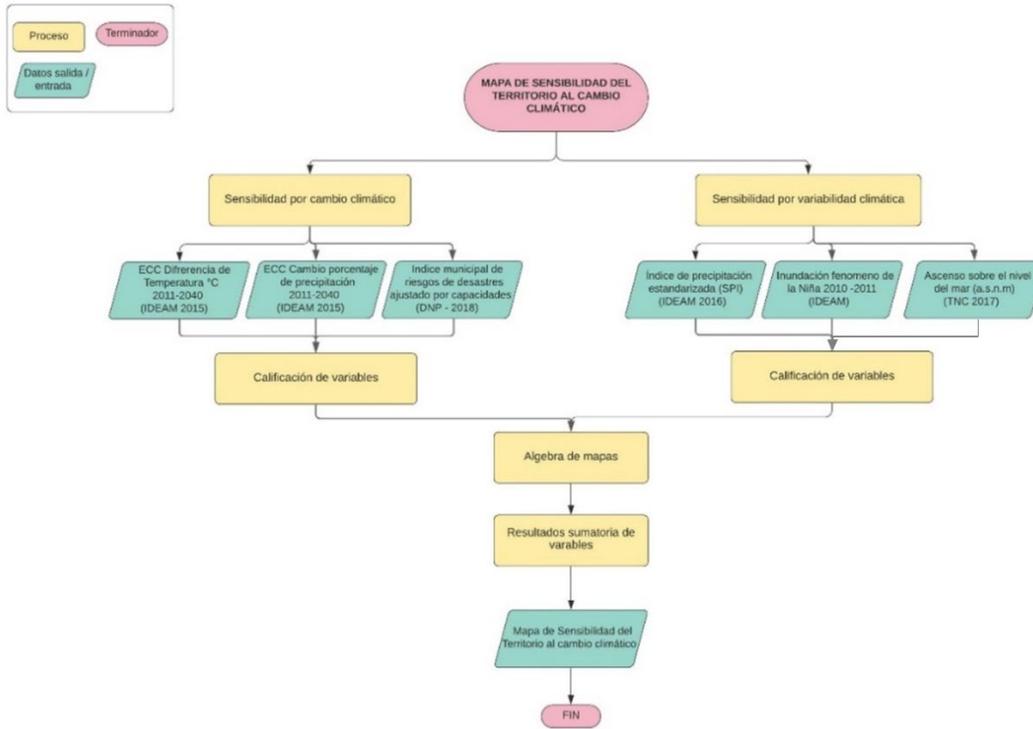
Figura 20. Índice de precipitación estandarizada (SPI)(IDEAM 2016) e Inundación Fenómeno Niña 2010 - 2011 (IDEAM) y Asenso del nivel del mar 2040 (18 cm) (TNC - 2017)

Definición del criterio



Posteriormente se procedió a sumar cada una de las variables y se subdividieron los resultados en unas nuevas 5 categorías mediante el método estadístico de "Natural brakes - Jenks". Estas cinco categorías desde muy alta sensibilidad a muy baja sensibilidad. En la Figura 21 se muestran los pasos que se tuvieron en cuenta para obtener el mapa sensibilidad del territorio al cambio climático.

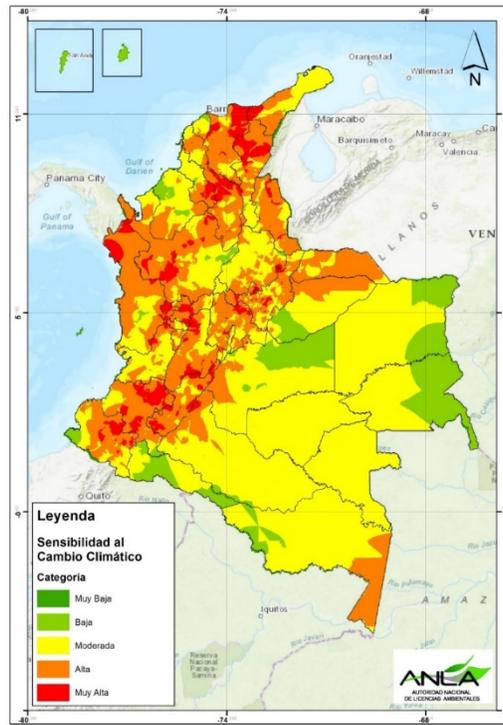
Figura 21. Esquema metodológico - mapa de sensibilidad del territorio al cambio climático.



Fuente: ANLA 2021

Luego de realizar la sumatoria y totalización se procede a generar el mapa final con la sensibilidad del territorio al cambio climático. Es de aclarar que, para la actualización de la capa de sensibilidad del territorio al cambio climático no se contó con información adicional o actualizada respecto a los escenarios de cambio climático generado por el IDEAM y la información del DNP, que permitiera adicionar o complementar las variables medidas en la capa del 2021.

Figura 22. Resultado Sensibilidad del territorio al cambio climático



Fuente: ANLA, 2022

10. PONDERACIÓN SENSIBILIDAD AMBIENTAL TOTAL

El cálculo de la sensibilidad ambiental total se discrimina para el área continental y el área marino-costero de la superficie nacional de Colombia

10.1. Continental

La superposición ponderada de las capas fue realizada en tres (3) etapas (Figura 23):

1). Se realizó una superposición de los componentes analizados del medio físico, con el fin de generar una sensibilidad intermedia de este medio entre los criterios 1. Hídrico superficial, 2. Hídrico Subterráneo, 3. Atmosférico y 4. Geotecnia, otorgando un mayor peso a las capas hídricas (30% cada una), debido a que la afectación a este recurso impacta directamente los sistemas naturales y las estructuras socioeconómicas regionales.

Tabla 47. Porcentajes de peso de ponderación de sensibilidad del medio físico

MEDIO	COMPONENTE	% Peso
Físico	Hídrico superficial	30
	Hídrico Subterráneo*	30
	Atmosférico	20
	Geotecnia	20
TOTAL		

Fuente: ANLA, 2022

2) Se realizó una superposición de los medios ambientales (Físico y Biótico) y las capas transversales de licenciamiento ambiental y sensibilidad frente al cambio climático. Donde los mayores pesos otorgados en la ponderación se asignaron a las sensibilidades de los medios ambientales:

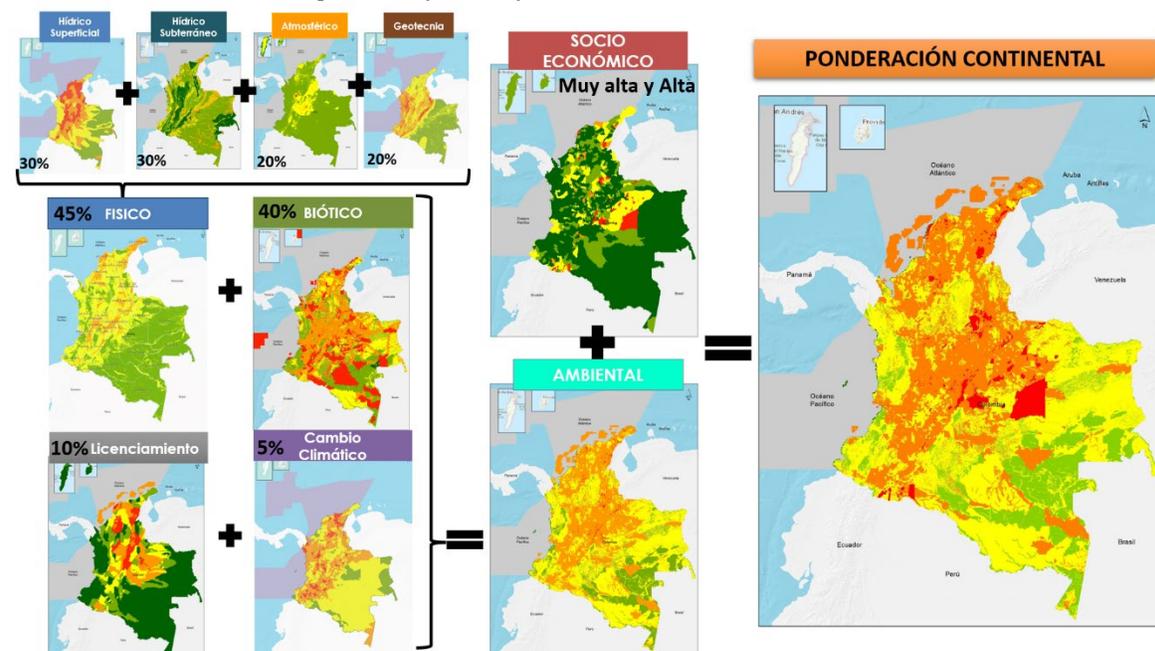
Tabla 48. Porcentajes de pesos de los medios ambientales y capas transversales

Medios Ambiental	Capas Transversales	% Peso
Físico	-	45
Biótico	-	40
-	Licenciamiento	10
-	Cambio Climático	5
TOTAL		100

Fuente: ANLA, 2022

3) Se estableció la suma de los resultados obtenidos en la fase anterior con los valores de mayor sensibilidad (categorías muy alta y alta) del medio Socioeconómico, dando en este caso una alerta directa sobre las áreas con de mayor conflictividad socio ambiental, evidenciado en los municipios con más de 25 quejas, reclamos y/o denuncias ambientales y en las áreas de intervención de los proyectos que presentan un proceso jurídico activo. En la siguiente figura se presentan los resultados obtenidos para el ejercicio de sensibilidad ambiental total continental.

Figura 23. Esquema de ponderación de sensibilidad continental

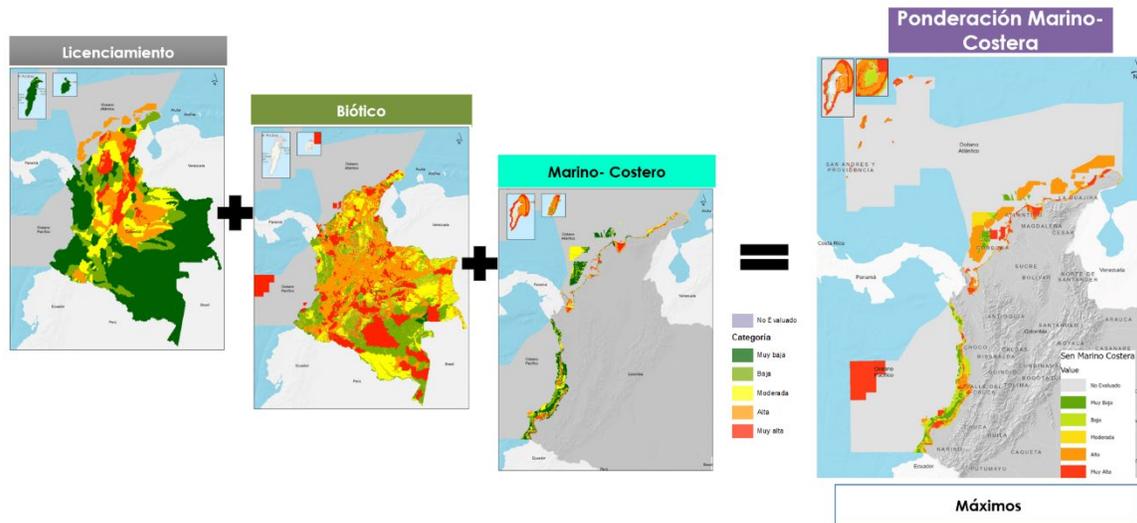


Fuente: ANLA, 2022

10.2. Marino Costero

Para el caso del área marino-costera, debido a la insuficiencia de información detallada (áreas grises), la ponderación corresponde a una suma de estadísticos máximos de las capas con información en esta zona: 1. sensibilidad del licenciamiento ambiental, 2. sensibilidad biótica y 3. sensibilidad generada del componente marino costero.

Figura 24. Ponderación marino-costera
PONDERACIÓN MARINO COSTERA

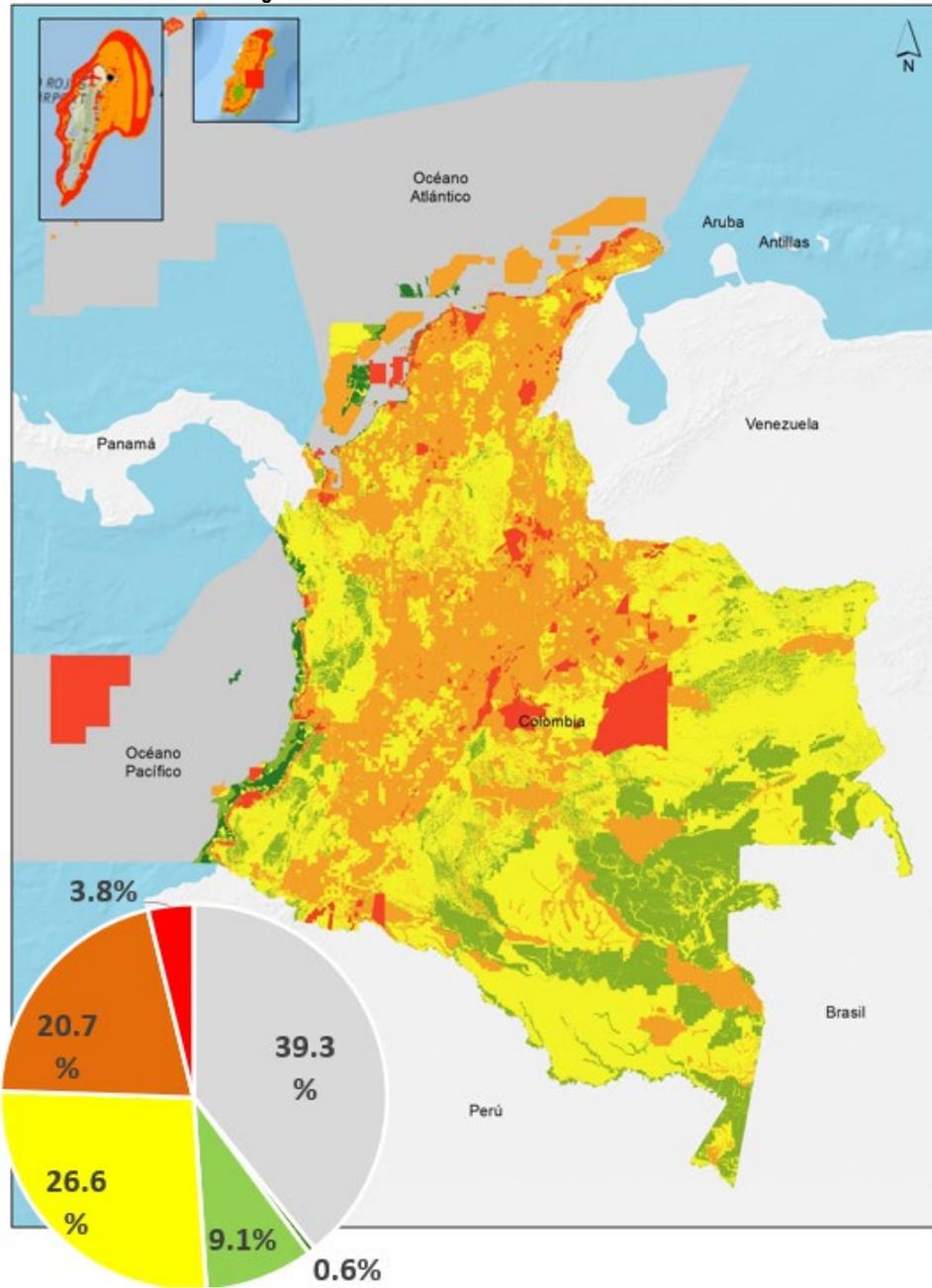


Fuente: ANLA, 2022

10.3. Total

El resultado total de sensibilidad ambiental corresponde a la suma de las ponderaciones generadas del área continental y marino-costero del área nacional, detallado en la siguiente figura

Figura 25. Resultado Total Sensibilidad Ambiental



Fuente: ANLA, 2022

11. PROYECCIÓN ACTUALIZACIÓN SENSIBILIDAD 2023

11.1. Sensibilidad licenciamiento ambiental

La actualización de esta sensibilidad corresponde al recalcule de la frecuencia de proyectos por subzona hidrográfica y la asignación de la categorización de sensibilidad por subsector; incorporando los nuevos

proyectos junto con las modificaciones otorgadas en la vigencia de la actualización, según la cartografía de áreas y líneas de proyectos licenciados disponibles a corte de la revisión en el geovisor de la entidad ANLA-AGIL.

11.2. Sensibilidad Hídrico Superficial

Teniendo en cuenta la metodología utilizada, en la cual se describe el uso del índice integrado del recurso hídrico que es presentado mediante el ENA 2018, será motivo de actualización los resultados que puedan obtenerse del Estudio Nacional del Agua del año 2022, de acuerdo con la entrega y avance de los resultados que pueda presentar el IDEAM, teniendo en cuenta la fecha de corte del documento. De igual forma, hace parte del análisis de sensibilidad hídrica, los monitoreos y concesiones de captación y/o vertimiento que se desarrollen y sistematicen en la ANLA y los que puedan ser obtenidas de la información actualizada del SIRH.

11.3. Sensibilidad Hídrico Subterráneo

La capa de sensibilidad ambiental correspondiente al componente hídrico subterráneo se actualizará en la medida de que el Estudio Nacional de Agua del año 2022 ofrezca un mayor grado de detalle frente a la delimitación de las zonas potenciales de recarga de aguas subterráneas a nivel nacional, o en el caso de que dicho estudio brinde cartografía respecto a la vulnerabilidad intrínseca de los acuíferos ante cargas contaminantes.

11.4. Sensibilidad Atmosférica

Teniendo en cuenta los criterios o descriptores de sensibilidad usados se proyecta realizar las siguientes actualizaciones en 2023:

- Incluir una capa relacionada con la estabilidad atmosférica, o algún indicador similar, de los modelos WRF que se ejecuten en el centro de monitoreo del estado de los recursos naturales en caso de ser posible. en caso de que sea posible incorporar la capa de estabilidad u otra variable similar, retirar la capa velocidad del viento; en caso contrario, actualizar la capa de velocidad del viento.
- Si se considera necesario, actualizar la capa de precipitación. Lo anterior, teniendo en cuenta que esta capa ya cuenta con una tendencia robusta entre los años 2005 y 2020.
- Actualizar la capa de concentraciones de PM₁₀ y PM_{2.5} tanto los datos de CAMS como los datos del SISAIRE, incluyendo los datos reportados por los proyectos, obras o actividades con monitoreo permanente.
- Incluir la capa de AICAS ya que es un área de distinción internacional, la cual es importante para la conservación de las aves y la biodiversidad. Por lo anterior cobra importancia como áreas sensibles en cuanto la generación de emisiones atmosféricas.

11.5. Sensibilidad Geotecnia

Se propone para la vigencia 2023, aterrizar en términos regionales la sensibilidad otorgada por el Servicio Geológico Colombiano-SGC, mediante el instrumento regional de mayor jerarquía - los Planes de Ordenación y Manejo de las Cuencas Hidrográficas – POMCAS; a partir de la revisión e incorporación a la sensibilidad las zonificaciones geotécnicas de los POMCAS adoptados.

Adicionalmente, se propone revisar e incorporar las zonificaciones geotécnicas propuestas por los proyectos licenciados que estén disponible en la Base de datos Corporativa.

11.6. Sensibilidad Medio Biótico

Para el año 2023 se espera incorporar al ejercicio de sensibilidad del medio biótico, las siguientes actualizaciones por criterio.

Tabla 49. Elementos de actualización para el año 2023 de los criterios definidos en el análisis de sensibilidad biótica

Criterio 1. Representatividad.
Proyección de actualización: Según actualización de coberturas a nivel país generada por el IDEAM, en caso tal que se genere una nueva versión del mapa de coberturas actual (2017), se implementará la actualización de este criterio.
Criterio 2. Ecosistemas en condición de amenaza
Proyección de actualización: Según la actualización del ejercicio de lista roja de ecosistemas proyectada por los autores de la capa.
Criterio 3: Conectividad funcional potencial
Proyección de actualización: Criterio con actualización anual e incluirá las modelaciones realizadas por grupo de regionalización y centro de monitoreo ANLA según:
<ul style="list-style-type: none"> i) Modelaciones realizadas por ANLA en procesos de evaluación y seguimiento. ii) Modelaciones de reportes de alertas. iii) Modelaciones realizadas desde el centro de monitoreo. iv) Información secundaria actualizada y disponible para el país.
Criterio 4: Dinámica de transformación de bosques
Proyección de actualización: Anual, según información capa bosque/no bosque generado por el IDEAM incorporando en lo posible, resultados de análisis de deforestación para los años 2020 y 2021.
Criterio 5: Ecosistemas acuáticos
Proyección de actualización: Anual, con actualización de registros de especies migratorias, especies amenazadas y proyectos con impacto sobre la conectividad longitudinal. Se explorará articulación con resultados obtenidos para el componente hídrico superficial según modelaciones generadas para el año 2020 desde el centro de monitoreo.
Criterio 6: Áreas aprobadas para ejecución de acciones de compensación e inversión 1%
Proyección de actualización: Anual, según información actualizada por los grupos de valoración y manejo de impactos en trámites de evaluación y seguimiento.
Criterio 7: Invertebrados
Proyección nueva: Anual, según recolección de registros de especies de insectos polinizadores, descomponedores de materia orgánica, amenazados, migratorios y creación de capa de especies de mariposas endémicas de Colombia.

Fuente: ANLA, 2022

11.7. Sensibilidad Medio Socioeconómico

En el marco de la actualización del ejercicio de sensibilidad ambiental y teniendo en cuenta los insumos estadísticos y de análisis generados por la Subdirección de Mecanismos de Participación Ciudadana Ambiental, se tendrá en cuenta el siguiente elemento:

Tabla 50. Elementos de actualización para el año 2023 de los criterios definidos en el análisis de sensibilidad del medio socioeconómico

Criterio 1. Identificación de Conflictos
Se revisará la información disponible en el tablero de control de Monitoreo de Conflictividad , con el objetivo de evaluar la aplicabilidad en el ejercicio de sensibilidad para el medio socioeconómico y determinar su inclusión en el mismo, considerando que este tablero a partir de las denuncias ambientales interpuestas por la ciudadanía permite identificar los territorios donde se podría estar presentando una presunta afectación a algún recurso natural y de esta manera generar las acciones oportunas en materia de seguimiento ambiental y las estrategias para prevención y la transformación positiva de la conflictividad.
Proyección de actualización: Se realizará actualización anual.

Fuente: ANLA, 2022

11.8. Sensibilidad Marino Costero

En el ejercicio de sensibilidad ambiental marino-costero año 2023, se actualizará la capa según datos disponibles para los medios biótico y abiótico:

Medio biótico

- Recurso Biológico Pesquero.

Medio abiótico

- Sedimentos marinos en el Caribe colombiano.
- Calidad de aguas y sedimentos.
- Ascenso del nivel de mar Caribe y Pacífico.

11.9. Sensibilidad Cambio Climático

Para la capa de sensibilidad ambiental correspondiente al componente de cambio climático se espera a 2023 contar con información más robusta en cuanto a escenarios de cambio climático que pueda presentar el IDEAM, que nos permita incorporar criterios adicionales a los que se encuentran actualmente. Adicionalmente, se espera contar con información generada en lo posible de la Corporaciones Autónomas Regionales en el marco de la gestión al cambio climático teniendo en cuenta los planes integrales de gestión de cambio climático territorial.

12. CONCLUSIONES

El ejercicio de sensibilidad ambiental es una herramienta que permite generar alertas acerca de la vulnerabilidad ambiental del territorio en cada uno de los 9 componentes evaluados (Licenciamiento, Social, Hídrico Superficial, Hídrico subterráneo, Atmosférico, Biótico, Geotécnico, Cambio climático y Marino - Costero) y de manera general, a la confluencia de estos dentro del mapa final de Sensibilidad Ambiental del año 2022.

Este mapa, junto con su respectiva memoria explicativa, pretenden ser un insumo que permita incorporar alertas e información de las necesidades del territorio, además de priorizar proyectos que se encuentren en áreas sensibles, dentro de los conceptos técnicos de evaluación y seguimiento elaborados por la entidad.

La Sensibilidad Ambiental para el año 2022, tomó como punto de partida el ejercicio realizado para el año anterior, en donde se evaluó la necesidad de actualizar cada criterio utilizado por componente o el cambio de estos de acuerdo con las proyecciones realizadas. De esta forma los componentes hídrico superficial, geotécnico y de cambio climático, no tuvieron variaciones, mientras que los componentes atmosférico, de licenciamiento, socioeconómico y biótico actualizaron las capas previamente definidas. Finalmente, tanto el componente marino- costero como hídrico subterráneo añadieron nuevos criterios de estudio.

Es importante considerar que el ejercicio descrito anteriormente, cuenta con una escala regional (1:100.000), por lo que se presenta como una primera aproximación al estado del territorio, ante esto, resulta necesario una evaluación a profundidad según las necesidades de cada proyecto con el fin de tener una idea más acertada de las condiciones ambientales con las que se cuenta.

Finalmente, es importante resaltar que desde el año 2020, la sensibilidad ambiental ha sido un instrumento que se ha involucrado cada vez más en los procesos de evaluación y seguimiento, por lo que es necesario continuar

actualizando los criterios evaluados en cada componente y buscar oportunidades de mejora que permitan tener una herramienta que interprete las realidades del territorio.

13. REFERENCIAS

Abril-Howard, A., C.O. Toro, N.B. Cubillos y H.B. Hooker. 2012. Primera aproximación al conocimiento de las comunidades coralinas de los complejos arrecifales de Serranilla, Bajo Alicia y Bajo Nuevo – Colombia, sección norte de la Reserva de Biósfera Seaflower, Caribe Occidental. *Revista Ciencias Marinas y Costeras*, 4: 51-65.

ATMOSPHERE DATA STORE (ADS). CAMS global reanalysis (EAC4). [en línea]. 2021. [citado en 2021-05-24]. Disponible en Internet: <https://ads.atmosphere.copernicus.eu/cdsapp#!/dataset/cams-global-reanalysis-eac4?tab=overview>.

Avenidaño, J., Rodríguez, A. y D. Gómez. 2019. Servicios Ecosistémicos Marinos y Costeros de Colombia: Énfasis en Manglares y Pastos Marinos. INVEMAR. <http://hdl.handle.net/1834/15783>.

Ávila Álvarez, G., Cubillos Peña, C., Granados Becerra, A., Medina Bello, E., Rodríguez Castiblanco, E., Rodríguez Pineda, C. & Ruíz Peña, G. (2016). Guía Metodológica para estudios de amenaza, vulnerabilidad y riesgo por movimientos en masa. Servicio Geológico Colombiano (SGC).

Burke, L., K. Reytar, M. Spalding and A. Perry. 2011. Reef at Risk revisited. Washington D. C.: World Resources Institute. The Nature Conservancy (TNC), the World Fish Center, the International Coral Reef Action Network (ICRAN), the United Nations Environment Programme - World Conservation Monitoring Centre (UNEP-WCMC), and the Global Coral Reef Monitoring Network (GCRMN). Washington, D.C. 130 p.

CEPAL y UC-IH Cantabria. 2015. Efectos del cambio climático en la costa de América Latina y el Caribe.

DEPARTAMENTO ADMINISTRATIVO NACIONAL DE ESTADÍSTICA (DANE). Censo Nacional de Población y Vivienda-CNPV 2018. [en línea]. 2018. [citado en 2021-05-24]. <https://geoportal.dane.gov.co/servicios/descarga-y-metadatos/visor-descarga-geovisores/>

Del Valle, J. I y E. Restrepo. 1996. Renacientes del guandal: “Grupos negros” de los ríos Satinga y Sanquianga. Bogotá (Colombia).

Díaz, J. M. , L. M. Barrios, M. H. Cendales, J. Garzón-Ferreira, J. Geister, M. López-Victoria, G. H. Ospina, F. Parra-Velandia, J. Pinzón, B. Vargas-Angel, F. A. Zapata y S. Zea. 2000. Áreas coralinas de Colombia. INVEMAR, Serie Publicaciones Especiales No. 5, Santa Marta, 176p.

Díaz, J. M., L. M. Barrios y D. I. Gómez-López (Eds.). 2003. Praderas de pastos marinos en Colombia: Estructura y distribución de un ecosistema estratégico. INVEMAR, Serie Publicaciones Especiales N° 10. 160 p.

Díaz, M. 2015. Afectación y protección de ecosistemas marino-costeros en Colombia. *Verbum*, 10(10): 95-116.

Fourqurean, J.W., C.M. Duarte, H. Kennedy, N. Marbà, M. Holmer, M.A. Mateo, E.T. Apostolaki, G.A. Kendrick, D. Krause-Jensen, K.J. McGlathery and O. Serrano. 2012. Seagrass ecosystems as a globally significant carbon stock. *Nature Geoscience*, 5(7): 505-509.

Garrido-Linares, M., D. Alonso-Carvajal, J.M. Gutiérrez-Salcedo, E. Montoya-Cadavid, A. Rodríguez, M. Bastidas, N. Rangel, A. Jiménez, et al., 2014. Línea base ambiental preliminar del bloque de exploración de hidrocarburos Guajira offshore 3 en el Caribe colombiano. Informe técnico Final. INVEMAR-ANH, Santa Marta, 342 pp.

Garrido-Linares, M., D. Alonso-Carvajal, J.M., Rueda, R., Polanco. A., Cárdenas, A., Cedeño, C., Montoya, E., Escarria, E., Dorado, F., Gutierrez, J., Ayala, K., Tavera. L., Mutis, M., Aguilar, M., Vides, M., Rodríguez, O., Yepes, V., Pizarro, J., Valencia, F., Rodríguez, A., Murcia, M., Peña, C., Bastidas, M. y C. Giraldo. 2014. Informe

técnico final Línea base ambiental preliminar de los bloques de exploración de hidrocarburos Caribe Colombiano: fase Col 4 y Col 5. INVEMAR-ANH, Santa Marta, 284 pp.

Gómez-Cubillos, C., L. Licero, L. Perdomo, A. Rodríguez, D. Romero, D. Ballesteros-Contreras, D. Gómez-López, A. Melo, L. Chasqui, M. A. Ocampo, D. Alonso, J. García, C. Peña, M. Bastidas y C. Ricaurte. 2015. Portafolio “Áreas de arrecifes de coral, pastos marinos, playas de arena y manglares con potencial de restauración en Colombia”. Serie de Publicaciones Generales del Inveimar No. 79, Santa Marta. 69 p.

Gómez-López, D.I., A. Acosta, J. D. González, L. Sánchez, R. Navas-Camacho y D. Alonso. 2020. Reporte del estado de los arrecifes coralinos y pastos marinos en Colombia (2018-2019). Serie de publicaciones periódicas del INVEMAR, Santa Marta. 81 p.

Guzmán-Alvis A y O. D. Solano. 2002. Estado de los fondos blandos de la plataforma continental: 71-75 En Ospina-Salazar G.H. y Acero A. (eds). Informe del estado de los ambientes marinos y costeros en Colombia: año 2001. INVEMAR, Santa Marta, Serie de Publicaciones periódicas No. 8. 178 p.

Guzmán-Alvis, A. y N. E. Ardila. 2004. Estado de los fondos blandos en Colombia: 183-198. En INVEMAR: Informe del estado de los ambientes marinos y costeros en Colombia: año 2003. INVEMAR, Santa Marta, Serie de Publicaciones periódicas No. 8. 329 p.

Hermelín, M. (1985). Suelos, Rocas y Formaciones Superficiales. DYNA, (106), 25-29.

INSTITUTO DE HIDROLOGÍA, METEOROLOGÍA Y ESTUDIOS AMBIENTALES (IDEAM). Sistema de Información para la Gestión de Datos de Hidrología y Meteorología – DHIME. [en línea]. 2021. [citado en 2021-05-24]. Disponible en Internet: <http://dhime.ideam.gov.co/atencionciudadano/>

INSTITUTO DE HIDROLOGÍA, METEOROLOGÍA Y ESTUDIOS AMBIENTALES (IDEAM). Subsistema de Información Sobre Calidad del Aire - SISAIRE. [en línea]. 2021. [citado en 2021-05-24]. Disponible en Internet: <http://sisaire.ideam.gov.co/ideam-sisaire-web/>

INSTITUTO DE HIDROLOGÍA, METEOROLOGÍA Y ESTUDIOS AMBIENTALES (IDEAM). WRF Colombia. [en línea]. 2021. [citado en 2021-05-24]. Disponible en Internet: http://bart.ideam.gov.co/wrfideam/new_modelo/WRF00COLOMBIA/tif/

IDEAM. 2018. “Evaluación Nacional Del Agua 2018.” *Cartilla ENA 2018*: 56.

INVEMAR-ANH. 2008. Especies, ensamblajes y paisajes de los bloques marinos sujetos a exploración de hidrocarburos. Editores. Informe técnico final, Santa Marta, 461p.

INVEMAR-IDEAM. 2017. Elaboración del Análisis de Vulnerabilidad Marino Costera e Insular ante el Cambio Climático para el País. 0000040357, 1–256.

INVEMAR. 2020. Informe del estado de los ambientes y recursos marinos y costeros en Colombia, 2019. Serie de Publicaciones Periódicas No. 3. Santa Marta. 183 p.

INVEMAR. (2022). Informe del estado de los ambientes y recursos marinos y costeros en Colombia, 2021. Serie de Publicaciones Periódicas No. 3. Santa Marta. 254 p.

Jaramillo, U., Cortés-Duque, J. y Flórez, C. (Eds.). 2016. Colombia Anfibia. Un país de humedales. Volumen 2. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. Bogotá D. C., Colombia. 116 p.

Rebolledo, R. 2009. *MODELO DE SENSIBILIDAD AMBIENTAL BASADO EN LA VALORACION DE RELACIONES ESPACIALES*.

Sandia Rondón, Luis Alfonso, and Angela Henao de Vásquez. 2017. *SENSIBILIDAD AMBIENTAL Y SISTEMAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA*.

ORGANIZACIÓN METEOROLÓGICA MUNDAL (OMM). Guía de Instrumentos meteorológicos y métodos de observación - OMM-N°8. Suiza: OMM, 2014.

Posada, P., Blanca Oliva y Henao P., William. 2008. Diagnóstico de la erosión en la zona costera del Caribe colombiano. INVEMAR, Serie Publicaciones Especiales No. 13, Santa Marta, 200 p.

Posada, B.O.; W. Henao y G. Guzmán. 2009. Diagnóstico de la erosión y sedimentación en la zona costera del Pacífico colombiano. INVEMAR, Serie Publicaciones Especiales No. 17, Santa Marta, 148 p.

Posada, B. O.; D. Morales-G. y W. Henao P. 2011. Diagnóstico de la erosión costera del territorio insular colombiano, INVEMAR, Serie Publicaciones Especiales No. 24, Santa Marta. 112 p.

Rangel-Buitrago, N. y Anfuso, G. 2009. Assessment of Coastal Vulnerability in La Guajira Peninsula Colombian Caribbean Sea. *Journal of Coastal Research*, 59, 792-796

Restrepo, J. D., Escobar, R., and Totic, M. 2018. Fluvial fluxes from the Magdalena River into Cartagena Bay, Caribbean Colombia: Trends, future scenarios, and connections with upstream human impacts. *Geomorphology*, 302, 92–105. <https://doi.org/10.1016/j.geomorph.2016.11.007>

Ricaurte-Villota, C., Coca-Domínguez, M. E., Bejarano-Espinoza, M., Morales, D. F., Correa-Rojas, C., Briceño-Zuluaga, F., Legarda, G. A., & Arteaga, M. E. 2018. Amenaza y Vulnerabilidad por Erosión Costera en Colombia. Enfoque regional para la gestión del riesgo. In Serie de Publicaciones Espaciales de INVEMAR # 33.

Rodríguez Castiblanco, E., Sandoval Ramírez, J., Chaparro Cordón J., Trejos Gonzalez, G., Medina Bello E., Ramírez Hernández, K., Castro Marí, E., Castro Guerra J. & Ruíz Peña, G. (2017). Guía Metodológica para la zonificación de amenaza por movimientos en masa escala 1:25.000. Servicio Geológico Colombiano. Dirección de Geoamenazas. Grupo de Evaluación de Amenaza por Movimientos en masa.

Sánchez-Páez, H. y Álvarez-León, R. 1997. Zonificación y categorías de manejo para áreas silvestres costeras de Colombia y su representatividad en los ecosistemas de manglar. Mem. del Taller sobre Áreas Costeras y Marinas Protegidas, CEPAL / UICN / FAO / GTZ / CORPOMAG / PROCENAGA I Congr. Lat.-Amer. de Parques Nacionales y Otras Áreas Protegidas, MMA / UAESPNN / FAO / UICN-RLACTPN-OAP-FFS. Santa Marta (Mag.) Colombia, mayo 21-28, 1997.

Scott, D. A. & M. Carbonell (Eds.). 1986. *A Directory of Neotropical Wetlands*. IUCN, Gland, Switzerland.

•Servicio Geológico Colombiano (SGC). (2017). Mapa Nacional de Amenaza por Movimientos en masa escala 1:100000. Tomado de http://geoportal.sgc.gov.co/Flexviewer/Amenaza_Movimiento_Remocion_Masa/

van Westen, C. J., Castellanos, E., & Kuriakose, S. L. (2008). Spatial data for landslide susceptibility, hazard, and vulnerability assessment: An overview. *Engineering Geology*, 102(3-4), 112-131.

14. ANEXO 1. MEMORIA DETALLADA CRITERIO “DINÁMICA DE TRANSFORMACIÓN DE BOSQUES”

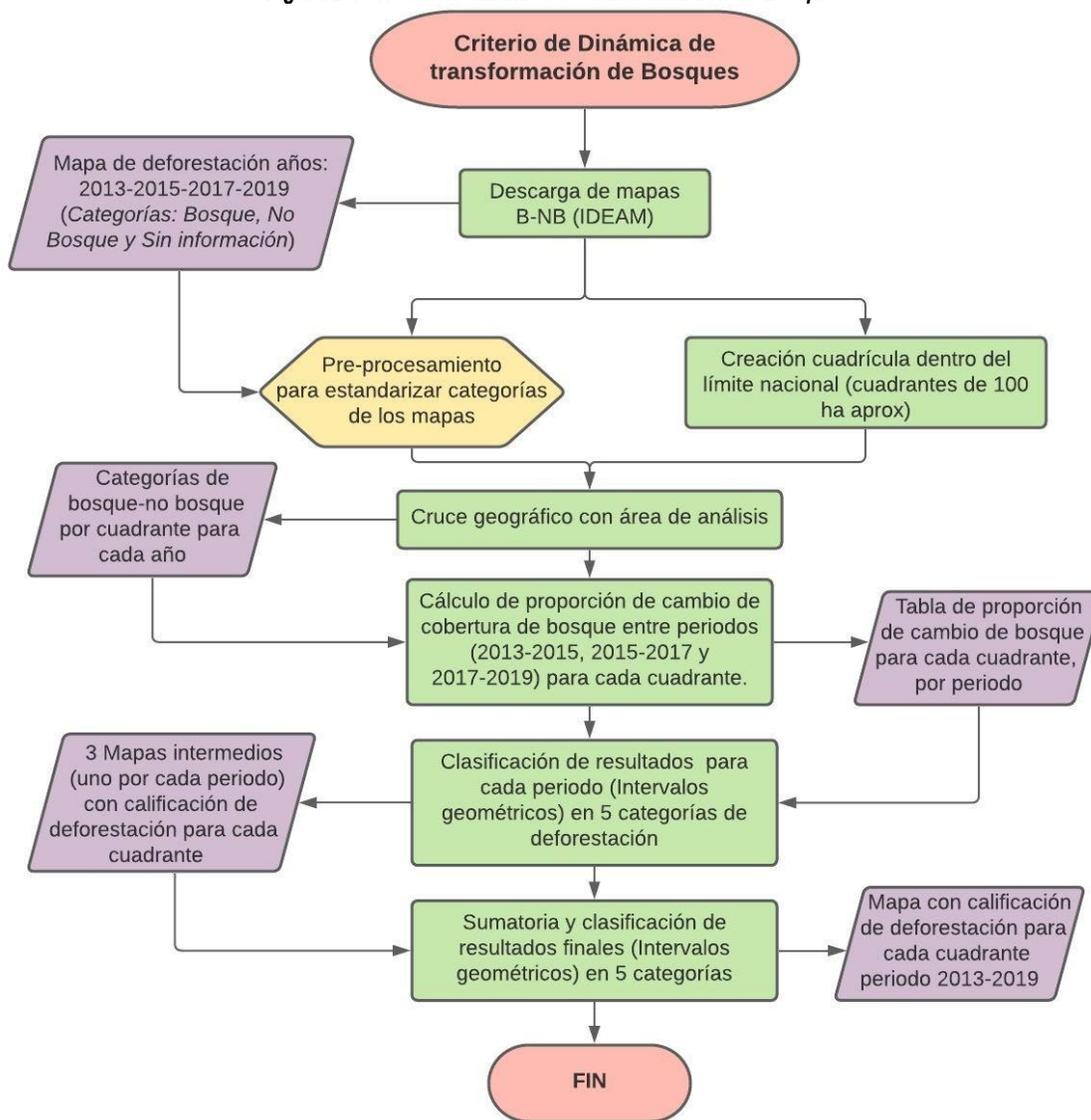
Este documento es una memoria explicativa del proceso que se llevó a cabo para la creación de la capa geográfica correspondiente al nuevo criterio “Dinámica de transformación de bosques”, a ser incorporado en la actualización del análisis de sensibilidad ambiental para el medio biótico realizado por el grupo de regionalización de la Subdirección de Instrumentos, Permisos y Trámites Ambientales de la Autoridad Nacional de Licencias Ambientales.

OBJETIVO

Generar la capa intermedia del medio biótico para el ejercicio de actualización del mapa de sensibilidad ambiental, bajo el criterio de dinámica de transformación de la cobertura de bosque.

METODOLOGÍA

Figura 26. Criterio de dinámico de transformación de Bosques



Insumos

Los insumos que se utilizaron para elaborar la capa geográfica se presentan a continuación:

Tabla 51. Insumos del análisis de transformación de cobertura Bosque

INSUMO	ESCALA/RESOLUCIÓN	FUENTE
Mapas de bosque-no bosque (2013-2015-2017-2019)	30m	IDEAM
Límite nacional Colombia	1:100.000	IGAC (2020)

Procesamiento digital

Las capas *raster* de información de Bosque - No Bosque para los diferentes años analizados fueron sometidos a una reclasificación con el fin de homogenizar las categorías con las cuales viene la capa original, de manera que se mostraran los siguientes valores: 1 para Bosque, 2 para No Bosque y 3 para Sin Información (esta última categoría se genera debido a nubosidad).

Paralelamente, se generó una cuadrícula de muestreo en formato *shape* para el límite nacional (IGAC, 2021), en donde cada cuadrante se calculó para un área aproximada de **100 ha**. Posteriormente, se realizó una transformación a formato *raster* cuyo tamaño de *pixel* fue de 30*30m. El sustento técnico para la elección del tamaño de cada cuadrante radica en la capacidad de procesamiento que los equipos utilizados soportaban, además del detalle de la información de cobertura de bosque que se tiene (30 x 30 m de tamaño de pixel), y en ese sentido para evitar perder dicho nivel de detalle.

Con esta cuadrícula en formato *raster*, y la información de Bosque - No Bosque para los diferentes años, se utiliza la función “Combinar” del software ArcGIS 10.5 para unir los atributos de las dos capas y poder tener en un solo *raster* la información de la cobertura de bosque que se aloja dentro de cada cuadrante. Lo anterior, se realizó con los mapas de Bosque - No bosque de cada año: 2013, 2015, 2017 y 2019, resultando así cuatro tablas de valores que luego fueron sujetas a un tratamiento para poder relacionarse una con otra.

Con el número de hectáreas con categoría de bosque (valor=1) para cada año, se calculó la tasa de transformación¹² entre las hectáreas del año inicial, y las hectáreas del año final, con el fin de evidenciar el nivel de deforestación que se presenta para cada cuadrante en un periodo determinado (periodos estudiados: 2013-2015, 2015-2017 y 2017-2019). Se cálculo el cambio únicamente teniendo en cuenta los cuadrantes donde había bosque, es decir aquellos que tenían la categoría 1 para el año inicial y 1 para el año final. Los cuadrantes con categorías 2 (no bosque) en el año inicial y no bosque en el año final, se consideraron como “No bosque permanente” y dichas áreas se excluyeron del análisis por cuanto no se podía calcular tasa de transformación de la cobertura bosque para ese periodo. Por su parte, para los cuadrantes en los que en el año inicial presentan una categoría 3 (Sin información), se consideró como “Sin Información” para el análisis de ese periodo. A pesar de que dentro del análisis se identificaron áreas de regeneración, estas no fueron tenidas en cuenta en el análisis de transformación por pérdida de cobertura de bosque.

De esta manera, para cada periodo de transición se obtiene una clasificación con cinco (5) valores de la tasa de transformación (de 1 a 5), con base en el método de clasificación “Intervalos geométricos”, el cual está diseñado para datos continuos y crea cortes de clase basados en los intervalos de clase que tienen una serie geométrica equilibrando los cambios resaltados en los valores centrales y en los valores extremos.

¹² Zapata, L. A. & J. S. Usma (Editores). 2013. Guía de las especies Migratorias

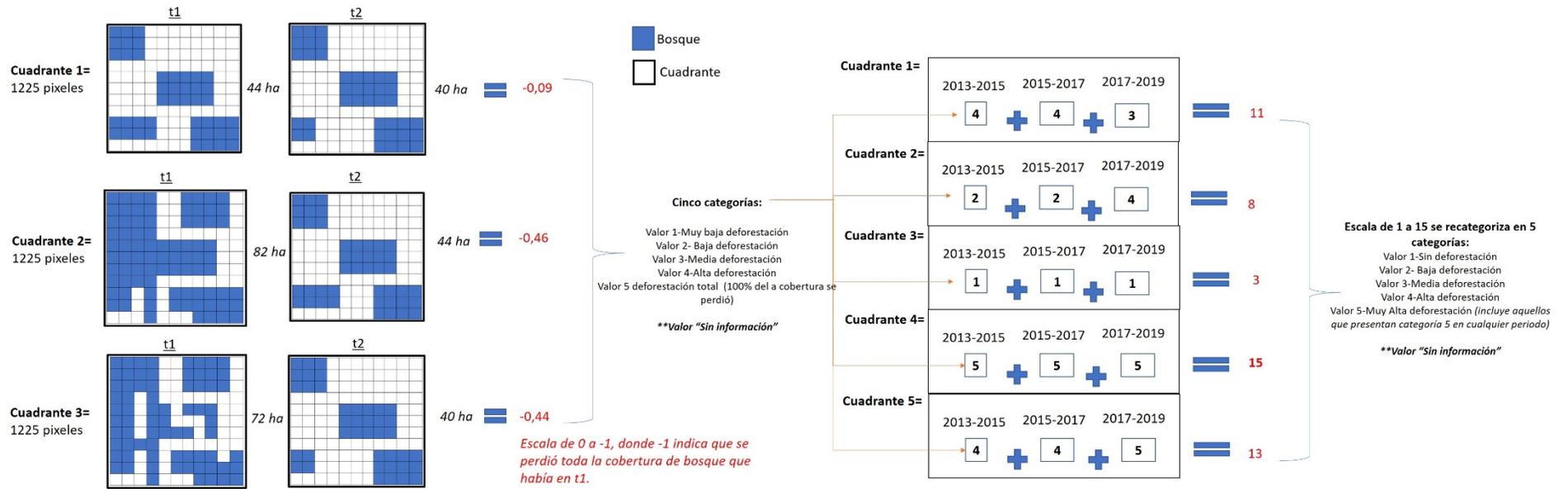
Tabla 52. Clasificación dada a los cuadrantes en cada periodo evaluado.

VALOR	DESCRIPCIÓN
0	Cuadrante con bosque, pero sin transformación en los dos años.
1	Cuadrante con Muy baja tasa de deforestación
2	Cuadrante con Baja tasa de deforestación
3	Cuadrante con Media tasa de deforestación
4	Cuadrante con Alta tasa de deforestación
5	Cuadrante con Muy alta tasa de deforestación
10	Cuadrante con No Bosque permanente en los dos años.
20	Cuadrante con regeneración.
30	Cuadrante sin información.

Posteriormente, se utilizó el resultado de los tres (3) periodos evaluados con la calificación de deforestación obtenida en cada uno de los cuadrantes y se calculó la sensibilidad ambiental final para todo el territorio colombiano. Para ello, se sumaron los valores de clasificación de deforestación (valores de 1 a 5), asignados a cada cuadrante mediante la función “*Field calculator*” obteniendo así un mapa con valores entre uno (1) y 15. Estos últimos fueron reclasificados nuevamente con base en el método de clasificación “*Natural breaks*” en cinco (5) categorías. Los valores que en la Tabla 52 hacían referencia a cero (0), 10, 20 y 30, se mantuvieron en la calificación final para conservar la trazabilidad de dicha información.

El resumen gráfico del proceso metodológico se presenta en el siguiente esquema:

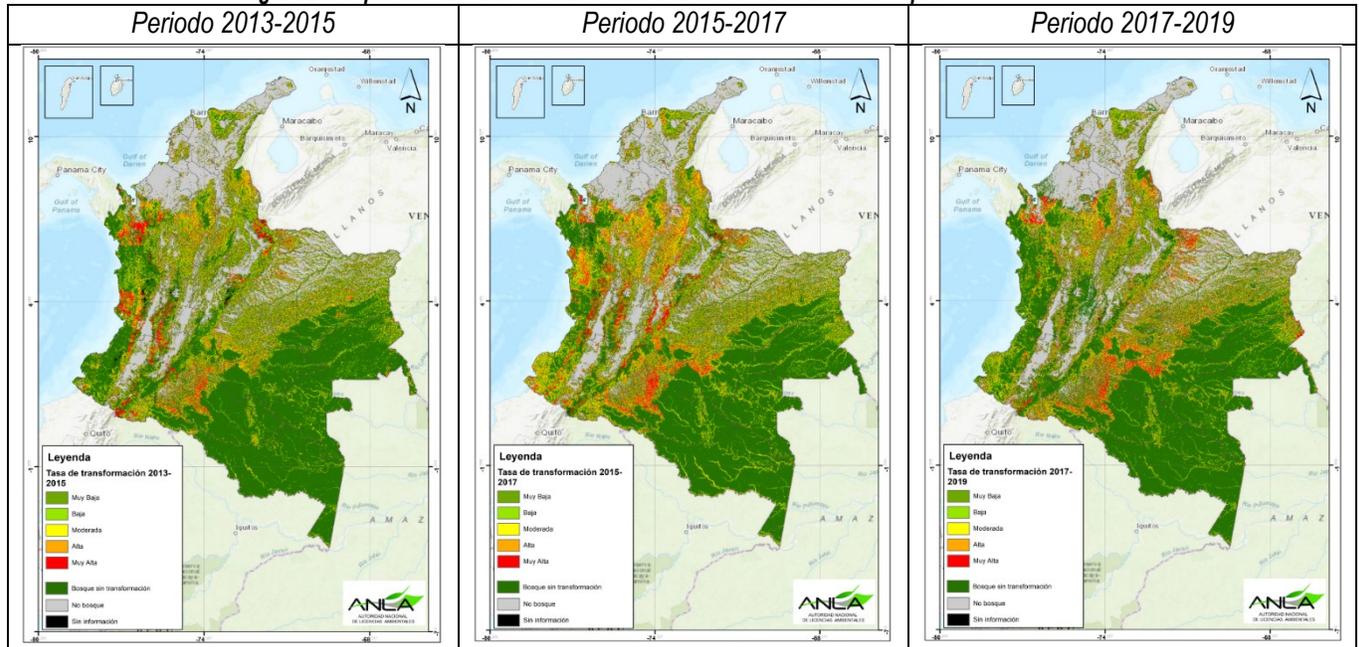
Figura 27. Esquema metodológico del procesamiento digital de información para el componente biótico.



RESULTADOS

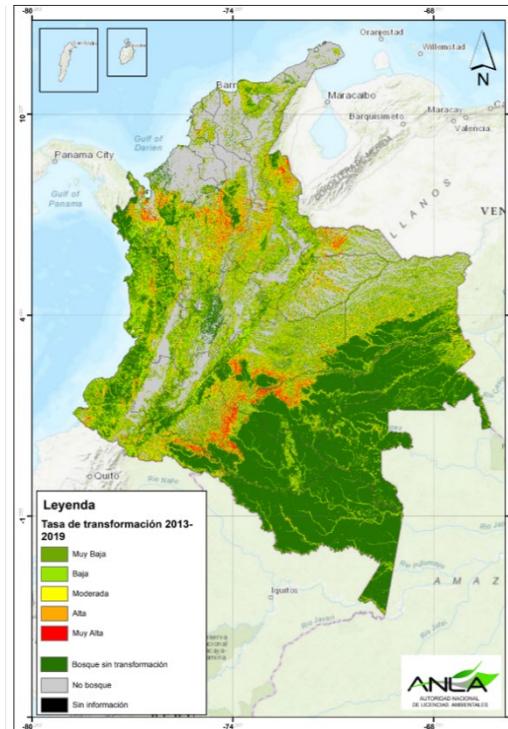
A continuación, se muestran las capas intermedias donde se muestran los valores de sensibilidad a transformación de la cobertura de bosque, que se generaron para los tres periodos estudiados.

Figura 28. Capas intermedias de transformación de la cobertura de bosque.



Con estas tres capas geográficas se construyó el resultado final de sensibilidad por el criterio de dinámica de transformación de cobertura de bosque que se muestra a continuación.

Figura 29. Tasa de transformación de la cobertura de bosque (2013-2015-2017-2019)



Respecto a la calificación final de la capa geográfica, en la siguiente tabla se presentan los valores que se alojan en el campo “VALUE” el cual resume el criterio estudiado para definir la sensibilidad ambiental:

Tabla 53. Clasificación final de la tasa de transformación de la cobertura Bosque.

VALOR CAMPO “VALUE”	DESCRIPCIÓN
0	Bosque sin cambios (zonas que no se transformaron y mantuvieron la cobertura de bosque en las transiciones evaluadas).
1	Muy baja tasa de transformación de la cobertura de bosque.
2	Baja tasa de transformación de la cobertura de bosque.
3	Moderada tasa de transformación de la cobertura de bosque.
4	Alta tasa de transformación de la cobertura de bosque.
5	Muy alta tasa de transformación de la cobertura de bosque.
10	No Bosque permanente (zonas ya transformadas que no presentaron recuperación de bosque en las transiciones evaluadas).
20	Regeneración de bosque en los periodos evaluados.
30	Sin información en los periodos evaluados.

LIMITANTES Y PREMISAS

Para el ejercicio que se presenta en este documento, se trabajó bajo las siguientes asunciones:

1. Los cuadrantes que en el año inicial reportaron *Sin información* se trabajaron como tal para el cálculo al interior del periodo. Es decir, si el cuadrante reportaba *Sin información* para el año inicial, y *Cobertura de bosque* para el año final, esta última no se tenía en cuenta en el cálculo y se consideraba con categoría de “Sin Información” (Valor 30) para el cálculo del periodo.

2. Los cuadrantes que en el año inicial tenían categoría *No Bosque*, y en el año final presentaban categoría *Bosque*, se clasificaban con Valor 20 (regeneración) para ese periodo. A pesar de que dentro del análisis se identificaron áreas de regeneración, estas no fueron tenidas en cuenta en el análisis de transformación por pérdida de cobertura de bosque.
3. Los cuadrantes que en el año inicial presentaban categoría *Bosque*, y en el año final, las hectáreas de esa categoría *Bosque* aumentaban, fueron clasificados con Valor 20 (regeneración).
4. Los cuadrantes que en el año inicial presentaban categoría *Bosque*, y no sufrían variaciones en las hectáreas de dicha cobertura para el año final, fueron clasificados con Valor 0 (Bosque sin transformación).
5. Los cuadrantes que en el año inicial tenían categoría *No Bosque*, y en el año final presentaban categoría *No Bosque*, se clasificaban con Valor 10 (No Bosque permanente) para ese periodo.
6. Para los cuadrantes en los que en el año inicial se reportó categoría de *Bosque* y en el año final dentro del cuadrante no se encontró bosque, se asumió una deforestación total, y por consiguiente se calificó con un Valor 5: Cuadrante con muy alta tasa de deforestación.
7. Si en el año inicial el cuadrante presentaba categoría *No Bosque*, y en el año final se presentaba *Sin Información*, se clasificaba con Valor 10 (No Bosque permanente).

En cuanto a los limitantes, es necesario acotar que debido a que la generación de la cuadrícula se hizo teniendo en extensión del polígono Colombia, los cuadrantes en la parte limitrofe quedarán sub o sobre valorados, según sea el caso, porque abarcan más o menos área de la que deberían. A continuación, se muestra una figura que describe dicha situación en la que se observa el límite de Colombia (vectorial) en color rojo, y la cuadrícula de muestreo generada superpuesta.

Figura 30. Limitantes de extensión de la información para el componente biótico.

