

TABLA DE CONTENIDO

<u>3. EJECUCIÓN, SEGUIMIENTO Y CONTROL</u>	3-1
3.1 CRONOGRAMA DE EJECUCIÓN DEL POMCA	3-2
3.2 PLAN OPERATIVO	3-14
3.3 RECURSOS DE FINANCIACIÓN	3-24
3.3.1 Recursos disponibles en Corantioquia	3-26
3.3.2 Recursos disponibles en Cornare	3-27
3.3.3 Recursos disponibles en el Área Metropolitana del Valle de Aburrá	3-27
3.4 CUMPLIMIENTO DEL PLAN OPERATIVO	3-28
3.5 CUMPLIMIENTO DE CRONOGRAMA	3-29
3.6 INDICADORES	3-30
3.6.1 Indicadores de gestión	3-31
3.6.2 Indicadores de la línea base	3-32

LISTA DE TABLAS

Tabla 1.1. Cronograma de ejecución formulado para el POMCA.....	3-4
Tabla 1.2. Plan Operativo formulado para el POMCA.....	3-15
Tabla 1.3. Recursos de inversión de cada Autoridad Ambiental con jurisdicción en la Cuenca del río Aburrá.....	3-25
Tabla 1.4. Presupuesto anual de las entidades ambientales con jurisdicción en la cuenca del río Aburrá.....	3-28

3. EJECUCIÓN, SEGUIMIENTO Y CONTROL

El Decreto 1729 establece que se deben definir mecanismos e instrumentos de seguimiento y evaluación, así como indicadores ambientales y de gestión que permitan evaluar el cumplimiento del plan de ordenación. Si como resultado de este proceso, se requieren ajustes al plan la respectiva Autoridad Ambiental o Comisión Conjunta procederá a realizarlos.

El objetivo central en esta fase es proponer un seguimiento a la ejecución del Plan de Ordenación y Manejo de la Cuenca del río Aburrá (POMCA). Específicamente, analizar si se cumple con el cronograma y se logran los objetivos planteados para la cuenca, propuestos en la fase de formulación, lo cual incluye las acciones, estrategias, programas, proyectos y lineamientos del Plan.

El POMCA es un instrumento de planificación de largo plazo, que permite a las entidades ambientales que tienen jurisdicción sobre la Cuenca del río Aburrá orientar su gestión y realizar acciones con un objetivo común: avanzar en el desarrollo hacia la sostenibilidad.

A través del diagnóstico, se hicieron visibles problemáticas que se deben abordar de manera conjunta por las corporaciones que tienen autoridad sobre la cuenca y para enfrentarlas problemáticas se estableció un escenario deseado, concertado con los actores de la cuenca, y se determinaron unas líneas estratégicas sobre las cuales se deberán enfocar la gestión y las acciones de las corporaciones autónomas, siguiendo los principios del desarrollo sostenible y en concordancia con las políticas ambientales actuales.

Para hacer el seguimiento y control del POMCA es necesario establecer un sistema que permita monitorear y conocer el impacto de las acciones a corto plazo y detectar su validez y necesidad de cambios. Para este fin, se define un sistema de indicadores que permite de forma fácil y rápida conocer la eficacia y eficiencia de cada una de las acciones implementadas por las entidades ambientales; estos indicadores permitirán conocer el impacto de las acciones sobre cada una de las problemáticas identificadas. Es entonces, necesario que se elabore o diseñe un programa de seguimiento y evaluación del POMCA que permita determinar:

- Cumplimiento de los planes operativo y de acción del POMCA
- Ejecución de programas y proyectos propuestos
- Logro de los objetivos propuestos
- Implementación de las estrategias propuestas

Este seguimiento y evaluación se puede hacer utilizando una serie de herramientas, entre las cuáles está el uso de indicadores. Aunque esta metodología se ha generalizado mucho, es una herramienta que debe usarse con cuidado, dado que hay muchas situaciones complejas en la cuenca que difícilmente podrían ser representadas mediante el uso de unos pocos indicadores.

Un seguimiento y evaluación de la Cuenca del río Aburrá que considere los aspectos mencionados anteriormente, permitirá a la Comisión Conjunta reaccionar oportunamente ante todas las situaciones.

El POMCA no genera un sistema de indicadores propio, sino que adapta parte de los definidos en la metodología PIOM (Unalmed, 2003) y los definidos por el Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial con apoyo del IDEAM y de expertos en el tema (MAVDT, 2002). Los indicadores seleccionados permiten un seguimiento y evaluación y dan una idea de la variación de la línea base con las acciones y actividades propuestas en los diferentes programas y proyectos formulados por el POMCA, y a su vez muestran el impacto generado en la cuenca.

3.1 CRONOGRAMA DE EJECUCIÓN DEL POMCA

Para garantizar la ejecución de los objetivos propuestos en el POMCA es importante que en la ejecución se tenga un cronograma de ejecución. Los diferentes programas y proyectos formulados en el POMCA están diseñados para solucionar un conjunto de problemas y/o potencializar situaciones deseables o positivas en la Cuenca del río Aburrá. A medida que se van implementando los programas y proyectos las condiciones en la cuenca se van transformando hacia situaciones deseables.

El cronograma de ejecución, a alcanzar con la ejecución del POMCA, se construyó a partir de la siguiente información:

- El diagnóstico de la cuenca

- Los programas y proyectos formulados
- Objetivos o logros esperados

Los programas y proyectos resultantes de la fase de formulación del POMCA tienden a solucionar los problemas detectados, parcial o totalmente. La solución de los mismos representará para la comunidad el logro de algunas situaciones positivas, que podrían ser formuladas como metas a ser alcanzadas.

Teniendo en cuenta que las Entidades Ambientales generan un Plan de Acción Trienal definido como: “instrumento de planeación de las Corporaciones Autónomas Regionales, en el cual se concreta el compromiso institucional de éstas para el logro de los objetivos y metas planteados en el Plan de Gestión Ambiental Regional. En él se definen las acciones e inversiones que se adelantarán en el área de su jurisdicción y su proyección será de 3 años” (decreto 1200 de 2004), el POMCA define sus metas para un periodo de igual duración, con el objeto de articularlo a estos planes, tanto desde el punto de vista operativo como financiero.

En la Tabla 1.1 se presenta el cronograma de ejecución formulado.

Tabla 1.1. Cronograma de ejecución formulado para el POMCA

NOMBRE PROYECTO Y/O PROGRAMA	AÑO (2007-2009)	AÑO (2010-2012)	AÑO (2013-2015)	AÑO (2016-2018)	AÑO (2019-2021)	AÑO (2022-2024)
Cartilla de diseño de obras hidráulicas (captaciones, vertimientos, manejo de taludes, canales, estructuras complementarias de alcantarillado).	Cartilla de diseño de obras hidráulicas y guía de gestión ambiental					
Sistema de información geográfica de la Cuenca del río Aburrá	Diseño de un sistema de información unificado para la Cuenca del río Aburrá	Sistema de información geográfico unificado para la Cuenca del río Aburrá				
Gestión ambiental interinstitucional coordinada y efectiva	Coordinación y articulación de actores	Coordinación y articulación de actores	Coordinación y articulación de actores	Coordinación y articulación de actores		
Actualización de la Red Hídrica, reglamentación del uso del agua y Ordenación de las cuencas afluentes del río Aburrá	Definición de la metodología para actualizaciones hídricas, diagnóstico y priorización en afluentes del río Aburrá Actualización Hídrica, Reglamentación del uso del agua e implementación de	Actualización Hídrica, Reglamentación del uso del agua e implementación de Planes de ordenación y manejo de cuencas hidrográficas para afluentes del río Aburrá	Actualización Hídrica, Reglamentación del uso del agua e implementación de Planes de ordenación y manejo de cuencas hidrográficas para afluentes del río Aburrá	Implementación de los Planes de ordenación y manejo de cuencas hidrográficas en afluentes del río Aburrá		

NOMBRE PROYECTO Y/O PROGRAMA	AÑO (2007-2009)	AÑO (2010-2012)	AÑO (2013-2015)	AÑO (2016-2018)	AÑO (2019-2021)	AÑO (2022-2024)
	Planes de ordenación y manejo de cuencas hidrográficas para afluentes del río Aburrá					
Mantenimiento y rehabilitación de obras y cauces	Documento que define criterios para la evaluación de cauces y obras, priorización a cauces con actualización hídrica y criterios técnicos para mantenimiento Diagnóstico de las corrientes sin actualización hídrica y priorización	Diagnóstico de las corrientes sin actualización hídrica y priorización	Diagnóstico de las corrientes sin actualización hídrica y priorización	Cauces y corrientes en buen estado y obras en perfectas condiciones		
Creación de un centro de investigación, capacitación y asesoría para acueductos comunitarios en la cuenca ICAAC	Centro de ICAAC	Identificación de beneficiarios y capacitación de acueductos comunitarios	Investigación y capacitación a los acueductos comunitarios	Investigación y capacitación a los acueductos comunitarios		
Implementar sistemas no convencionales de recolección,	Diagnóstico técnico, económico e institucional, situación del	Caracterización física, ambiental y socioeconómica de la población	Implementación de sistemas alternativos de disposición de	Implementación de sistemas alternativos de disposición de		

NOMBRE PROYECTO Y/O PROGRAMA	AÑO (2007-2009)	AÑO (2010-2012)	AÑO (2013-2015)	AÑO (2016-2018)	AÑO (2019-2021)	AÑO (2022-2024)
transporte y tratamiento de aguas residuales domésticas para la zona urbana y rural de la Cuenca del Valle de Aburrá.	suministro de agua potable, definición de alternativas	beneficiaria	aguas residuales (50%)	aguas residuales (100%)		
Implementación de sistemas unitarios de tratamiento de aguas residuales para las zonas rurales con baja densidad poblacional en la Cuenca del Valle de Aburrá	Identificación, selección y priorización de zonas beneficiarias del proyecto	Definición y diseño de alternativas viables para el manejo de aguas residuales	Implementación de alternativas en la Cuenca del río Aburrá (50%)	Implementación de alternativas en la Cuenca del río Aburrá (100%)		
Estudio de los impactos ambientales de los sitios de disposición final de residuos sólidos sobre el recurso hídrico		Determinación de zonas con vulnerabilidad del recurso hídrico por disposición final de residuos	Plan de Manejo de zonas vulnerables	Monitoreo y seguimiento de los planes de manejo		
Definición, identificación, caracterización y priorización de zonas degradadas		Identificación, caracterización y priorización de áreas degradadas				
Recuperación de las zonas degradadas en la Cuenca del río aburrá			Intervención en el 50% de áreas degradadas	Intervención en el 100% de las áreas degradadas		

NOMBRE PROYECTO Y/O PROGRAMA	AÑO (2007-2009)	AÑO (2010-2012)	AÑO (2013-2015)	AÑO (2016-2018)	AÑO (2019-2021)	AÑO (2022-2024)
Modelamiento de la escorrentía superficial ante eventos extremos de lluvia en una cuenca piloto urbana	Instrumentación de la cuenca piloto La Presidenta para monitorear eventos extremos	Recopilación y análisis de datos y mantenimiento de equipos	Recopilación y análisis de datos y mantenimiento de equipos	Definición de metodología para la evaluación de escorrentía en cuencas urbanizadas		
Programa de pago por servicios ambientales hídricos para la Cuenca del río Aburrá	Definición de mecanismos para la implementación de Pago por servicios Ambientales hídricos	Consolidación e Implementación de los Pago por servicios Ambientales hídricos	Seguimiento y monitoreo Pago por servicios Ambientales hídricos	Seguimiento y monitoreo Pago por servicios Ambientales hídricos		
El hábitat rural sostenible	Diagnóstico sobre densidades de ocupación y zonificación por características freáticas y de percolación	Políticas y reglamentación del hábitat rural sostenible				
Las aguas subterráneas en el Valle de Aburrá	Localización y definición de áreas con potencial acuífero	Estudio hidrogeológico de los acuíferos localizados Modelo hidrogeológico	Plan de manejo para agua subterráneas	Monitoreo y seguimiento de las aguas subterráneas		
Manejo Integral de áreas de manejo especial, que garanticen el uso sostenible de los	Guía Ambiental sectorial para el manejo integral de áreas de manejo especial					

NOMBRE PROYECTO Y/O PROGRAMA	AÑO (2007-2009)	AÑO (2010-2012)	AÑO (2013-2015)	AÑO (2016-2018)	AÑO (2019-2021)	AÑO (2022-2024)
Recursos Naturales Renovables de la Cuenca del río Aburrá.						
Control del saqueo y tráfico de flora y fauna silvestre nativa de la Cuenca del río Aburrá.		Implementación de alternativas económicas bajo el esquema de Comercio Justo para Mercados Verdes	Fase I: Estrategias pedagógicas para promover la protección de la biodiversidad	Fase II: Estrategias pedagógicas para promover la protección de la biodiversidad	Fase III: Estrategias pedagógicas para promover la protección de la biodiversidad	Fase IV: Estrategias pedagógicas para promover la protección de la biodiversidad
Evaluación ambiental estratégica del plan o programa de aprovechamiento sostenible de los recursos mineros en la Cuenca del río Aburrá			Evaluación EAE, explotación minera			
Oferta y demanda del material de arrastre	Identificación de oferta y demanda de material de arrastre en el Valle de Aburrá	Determinación capacidad de arrastre	Determinación capacidad de arrastre			
Criterios para una explotación minera adecuada en el Valle de Aburrá		Manual para recuperación de frentes mineros: tipos de explotaciones y restricciones				

NOMBRE PROYECTO Y/O PROGRAMA	AÑO (2007-2009)	AÑO (2010-2012)	AÑO (2013-2015)	AÑO (2016-2018)	AÑO (2019-2021)	AÑO (2022-2024)
Estructura del paisaje y base natural estructurante del Parque Central de Antioquia en la Cuenca del río Aburrá	Fase I: Mecanismos para restaurar la base natural Parque Central de Antioquia	Fase II: Determinación estructura del paisaje, estructura y composición de fragmentos	Fase III: Estudio sobre estructura predial y mecanismos de adquisición de predios			
Consolidación de la estructura de base natural del Parque Central de Antioquia en la Cuenca del río Aburrá.	Fase I: Definición Áreas de preservación estricta, áreas mínimas dinámicas a especies focales y evaluación de pasivos ambientales	Fase III: Declaración de áreas de protección para el logro del Parque Central de Antioquia y definición de manejo, metodología de restauración				
Lineamientos para el modelo de ocupación del suelo rural de la Cuenca del río Aburrá			Definición de un modelo de ocupación territorial del suelo rural de la Cuenca del río Aburrá			
Estudios de biología de conservación para recuperación de poblaciones silvestres nativas de la Cuenca del río Aburrá.		Fase I: recuperación de poblaciones silvestres nativas de la Cuenca del río Aburrá.	Fase II: recuperación de poblaciones silvestres nativas de la Cuenca del río Aburrá.	Seguimiento y control	Seguimiento y control	Seguimiento y control

NOMBRE PROYECTO Y/O PROGRAMA	AÑO (2007-2009)	AÑO (2010-2012)	AÑO (2013-2015)	AÑO (2016-2018)	AÑO (2019-2021)	AÑO (2022-2024)
Recuperación de áreas de manejo especial de la Cuenca del río Aburrá.		Fase I: Identificación de fragmentos de bosque, ampliación de su cobertura e implementación de restauración de hábitats	Fase II: recuperación de áreas de restricción ambiental	Fase III: Identificación y restauración de unidades ecosistémicas representativas	Fase IV: Seguimiento y control en la recuperación de hábitats, áreas de restricción ambiental y unidades ecosistémicas	Fase V: Seguimiento y control a la restauración y Base natural del Parque Central de Antioquia estructurada y definición de manejo posterior
Protección al agro en la Cuenca del río Aburrá			Identificación de potenciales, oportunidades económicas, productivas , y Configuración de enclaves productivos			
Efectos locales del cambio climático en la Cuenca del río Aburrá				Identificación de disponibilidad hídrica a partir de escenarios con tendencias climáticas, diseño de plan de contingencia		
Recuperación ambiental de sitios de disposición final de residuos sólidos clausurados o en proceso de clausura.			Estudio detallado de recuperación de sitios de disposición final de residuos	Plan para la recuperación de sitios de disposición final		

NOMBRE PROYECTO Y/O PROGRAMA	AÑO (2007-2009)	AÑO (2010-2012)	AÑO (2013-2015)	AÑO (2016-2018)	AÑO (2019-2021)	AÑO (2022-2024)
Ampliación de la red de calidad del aire – Redaire y Modelación de dispersión de material particulado en la Cuenca del río Aburrá	Red de calidad del aire ampliada		Modelación material particulado			
Cupos transferibles de emisión	Fase I: Grandes fuentes fijas en zona urbana de municipios de Medellín, Itagüí, La Estrella y Sabaneta. Contaminante: Partículas suspendidas totales (TSP).	Fase II: Fuentes fijas en municipios de Medellín, Itagüí, La Estrella, Sabaneta y Envigado. Contaminantes Partículas suspendidas totales (PST) y Dióxido de azufre (SOx)	Fase III: Fuentes fijas en municipios de Medellín, Itagüí, La Estrella, Sabaneta y Envigado. Contaminantes Partículas suspendidas totales (PST) y Dióxido de azufre SOx	Fase IV: Fuentes fijas en todos los municipios del Valle de Aburrá. Contaminantes Material Particulado (PM ₁₀), Dióxido de azufre (SOx) y Oxido de Nitrógeno (NOx)		
Pagos por servicios ambientales por belleza escénica y paisajística			Mecanismos para la implementación de Pago por servicios Ambientales	Implementación Pago por servicios Ambientales		
Normativa para el hábitat en la nueva ruralidad de la Cuenca del río Aburra		Resolución sobre ocupación, usos y densidades en el suelo rural de la Cuenca del río Aburra				

NOMBRE PROYECTO Y/O PROGRAMA	AÑO (2007-2009)	AÑO (2010-2012)	AÑO (2013-2015)	AÑO (2016-2018)	AÑO (2019-2021)	AÑO (2022-2024)
Definición de mecanismo de monitoreo para la vigilancia y control de las zonas recuperadas en la Cuenca del río Aburrá.			Establecimiento de mecanismo de monitoreo y vigilancia áreas recuperadas	Establecimiento de mecanismo de monitoreo y vigilancia áreas recuperadas		
Incorporación de la contaminación atmosférica en el ordenamiento territorial		Determinantes para incorporar la contaminación atmosférica en los Planes de ordenamiento territorial	Reglamentación para aplicar rigor subsidiario para Material Particulado (PM ₁₀)	Investigación		
Programa: Cultura de la Cuenca del río Aburrá	Fase I: Implementación cultura Cuenca del río Aburrá	Fase II: Implementación cultura Cuenca del río Aburrá	Fase III: Implementación cultura Cuenca del río Aburrá	Fase IV: Implementación cultura Cuenca del río Aburrá		
Formulación de alternativas e instrumentos para incentivar la producción más limpia a nivel de los grandes generadores de residuos sólidos comerciales e industriales		Alternativas e instrumentos para incentivar la producción más limpia a nivel de los grandes generadores de residuos sólidos comerciales e industriales	Implementación de alternativas	Implementación de alternativas		

NOMBRE PROYECTO Y/O PROGRAMA	AÑO (2007-2009)	AÑO (2010-2012)	AÑO (2013-2015)	AÑO (2016-2018)	AÑO (2019-2021)	AÑO (2022-2024)
Las centralidades en las áreas rurales			Directrices para la definición de las centralidades rurales			

3.2 PLAN OPERATIVO

En el Plan Operativo se consideran los elementos o instrumentos a través de los cuales se va a materializar el plan de ordenación de la cuenca. En este sentido, existen dos instrumentos fundamentales o primarios, la parte normativa y el programa de actuaciones. El programa de actuaciones es el conjunto, de aplicación práctica y real, de los resultados que arroja el análisis de la información.

Por la parte normativa se entiende la serie de reglas a las que deben ajustarse y someterse las actuaciones previstas en el plan. Algunas de estas normas pueden ser de aplicación directa y hay otras que operan mediante planeamiento urbanístico, gestión de las instituciones implicadas y otros mecanismos. La parte normativa tiene una intención reguladora del uso del suelo, aprovechamientos, actos y comportamientos en y sobre el territorio. Por ello, la materialización del plan de ordenación y manejo requiere el ajuste de actuaciones, como intervenciones sobre el medio, a una normatividad vigente que concilie los intereses privados, públicos, estatales y donde impere el bien común sobre el particular, sin desconocer los derechos de los últimos.

El programa de actuaciones puede presentarse como un compendio de proyectos y programas dispuestos de manera ordenada de acuerdo a un conjunto de necesidades de intervención detectadas y de gestión que permitan llevar los primeros a cabo de manera satisfactoria, tal como fue presentado en la Fase de Formulación.

El plan operativo define cuales son las actividades paso a paso que se tienen en cuenta para el cumplimiento del objetivo propuesto; es decir, debe hacerse un cronograma general de tiempo estimado para cada una de las fases que componen el plan.

En el cronograma se indica no solo los programas y proyectos a ser ejecutados con sus respectivos tiempos y duraciones, sino además las ejecuciones presupuestales respectivas. En la Tabla 1.2 se presenta el plan operativo de la ejecución del POMCA para el cronograma, el cual se presenta de forma trianual como ya se explicó para el cronograma. Los valores totales de la ejecución se incrementaron con el valor promedio actual del Índice de precios al consumidor (IPC).

El valor total de los proyectos y programas formulados por el POMCA, corregido anualmente con el IPC del 2007, por el POMCA es de \$481.800.000.000 de pesos. Los precios presentados para los proyectos no son detallados, estos se deben reevaluar cuando se vayan a ejecutar.

Tabla 1.2. Plan Operativo formulado para el POMCA

NOMBRE PROYECTO Y/O PROGRAMA	AÑO (2007-2009)	COSTOS	AÑO (2010-2012)	COSTOS	AÑO (2013-2015)	COSTOS	AÑO (2016-2018)	COSTOS	AÑO (2019-2021)	COSTOS	AÑO (2022-2024)	COSTOS
Cartilla de diseño de obras hidráulicas (captaciones, vertimientos, manejo de taludes, canales, estructuras complementarias de alcantarillado).	Cartilla de diseño de obras hidráulicas y guía de gestión ambiental	0.2										
Sistema de información geográfica de la Cuenca del río Aburrá	Diseño de un sistema de información unificado para la Cuenca del río Aburrá	0.2	Sistema de información geográfico unificado para la Cuenca del río Aburrá	0.3								
Gestión ambiental interinstitucional coordinada y efectiva	Coordinación y articulación de actores	0.5	Coordinación y articulación de actores	0.7	Coordinación y articulación de actores	0.7	Coordinación y articulación de actores	0.9				
Actualización de la Red Hídrica, reglamentación del uso del agua y Ordenación de las cuencas afluentes del río Aburrá	Definición de la metodología para actualizaciones hídricas, diagnóstico y priorización en afluentes del río Aburrá Actualización Hídrica, Reglamentación del uso del agua e implementación de Planes de ordenación y manejo de cuencas	23.3	Actualización Hídrica, Reglamentación del uso del agua e implementación de Planes de ordenación y manejo de cuencas hidrográficas para afluentes del río Aburrá	44.1	Actualización Hídrica, Reglamentación del uso del agua e implementación de Planes de ordenación y manejo de cuencas hidrográficas para afluentes del río Aburrá	46.3	Implementación de los Planes de ordenación y manejo de cuencas hidrográficas en afluentes del río Aburrá	58.3				

NOMBRE PROYECTO Y/O PROGRAMA	AÑO (2007-2009)	COSTOS	AÑO (2010-2012)	COSTOS	AÑO (2013-2015)	COSTOS	AÑO (2016-2018)	COSTOS	AÑO (2019-2021)	COSTOS	AÑO (2022-2024)	COSTOS
	hidrográficas para afluentes del río Aburrá											
Mantenimiento y rehabilitación de obras y cauces	Documento que define criterios para la evaluación de cauces y obras, priorización a cauces con actualización hídrica y criterios técnicos para mantenimiento. Diagnóstico de las corrientes sin actualización hídrica y priorización. Mantenimiento y rehabilitación de los cauces de las corrientes priorizadas a la fecha	23.3	Diagnóstico de las corrientes sin actualización hídrica y priorización. Mantenimiento y rehabilitación de los cauces de las corrientes priorizadas a la fecha	44.1	Diagnóstico de las corrientes sin actualización hídrica y priorización. Mantenimiento y rehabilitación de los cauces de las corrientes priorizadas a la fecha	55.5	Cauces y corrientes en buen estado y obras en perfectas condiciones	69.9				
Creación de un centro de investigación, capacitación y asesoría para acueductos comunitarios en la cuenca (ICAAC)	Centro de ICAAC	0.5	Identificación de beneficiarios y capacitación de acueductos comunitarios	0.4	Investigación y capacitación a los acueductos comunitarios	0.6	Investigación y capacitación a los acueductos comunitarios	0.7				
Implementar sistemas no convencionales de recolección,	Diagnóstico técnico, económico e institucional, situación del	0.1	Caracterización física, ambiental y socioeconómica	0.1	Implementación de sistemas alternativos de disposición de	0.9	Implementación de sistemas alternativos de disposición de	1.2		0.0		0.0

NOMBRE PROYECTO Y/O PROGRAMA	AÑO (2007-2009)	COSTOS	AÑO (2010-2012)	COSTOS	AÑO (2013-2015)	COSTOS	AÑO (2016-2018)	COSTOS	AÑO (2019-2021)	COSTOS	AÑO (2022-2024)	COSTOS
transporte y tratamiento de aguas residuales domésticas para la zona urbana y rural de la Cuenca del Valle de Aburrá.	suministro de agua potable, definición de alternativas		de la población beneficiaria		aguas residuales (50%)		aguas residuales (100%)					
Implementación de sistemas unitarios de tratamiento de aguas residuales para las zonas rurales con baja densidad poblacional en la Cuenca del Valle de Aburrá	Identificación, selección y priorización de zonas beneficiarias del proyecto	0.1	Definición y diseño de alternativas viables para el manejo de aguas residuales	0.1	Implementación de alternativas en la Cuenca del río Aburrá (50%)	0.8	Implementación de alternativas en la Cuenca del río Aburrá (100%)	1.2				
Estudio de los impactos ambientales de los sitios de disposición final de residuos sólidos sobre el recurso hídrico			Determinación de zonas con vulnerabilidad del recurso hídrico por disposición final de residuos	0.5	Plan de Manejo de zonas vulnerables	9.3	Monitoreo y seguimiento de los planes de manejo	3.5				
Definición, identificación, caracterización y priorización de zonas degradadas			Identificación, caracterización y priorización de áreas degradadas	0.2								
Recuperación de las zonas degradadas en la Cuenca del río aburrá					Intervención en el 50% de áreas degradadas	4.6	Intervención en el 100% de las áreas degradadas	5.8				
Modelamiento de la escorrentía superficial ante eventos extremos de	Instrumentación de la cuenca piloto La Presidenta para monitorear eventos	0.1	Recopilación y análisis de datos y mantenimiento	0.1	Recopilación y análisis de datos y mantenimiento	0.1	Definición de metodología para la evaluación de	0.4				

NOMBRE PROYECTO Y/O PROGRAMA	AÑO (2007-2009)	COSTOS	AÑO (2010-2012)	COSTOS	AÑO (2013-2015)	COSTOS	AÑO (2016-2018)	COSTOS	AÑO (2019-2021)	COSTOS	AÑO (2022-2024)	COSTOS
lluvia en una cuenca piloto urbana.	extremos		de equipos		de equipos		escorrentía en cuencas urbanizadas					
Programa de pago por servicios ambientales hídricos para la Cuenca del río Aburrá	Definición de mecanismos para la implementación de pago por servicios ambientales hídricos	0.2	Consolidación e Implementación de los pago por servicios ambientales hídricos	0.3	Seguimiento y monitoreo pago por servicios ambientales	0.3	Seguimiento y monitoreo pago por servicios ambientales	0.4				
El hábitat rural sostenible	Diagnóstico sobre densidades de ocupación y zonificación por características freáticas y de percolación	0.9	Políticas y reglamentación del hábitat rural sostenible	0.1								
Las aguas subterráneas en el Valle de Aburrá	Localización y definición de áreas con potencial acuífero	0.4	Estudio hidrogeológico de los acuíferos localizados. Modelo hidrogeológico	1.1	Plan de manejo para agua subterráneas	2.8	Monitoreo y seguimiento de las aguas subterráneas	3.5				
Manejo Integral de áreas de manejo especial, que garanticen el uso sostenible de los Recursos Naturales Renovables de la Cuenca del río Aburrá.	Guía Ambiental sectorial para el manejo integral de áreas de manejo especial											

NOMBRE PROYECTO Y/O PROGRAMA	AÑO (2007-2009)	COSTOS	AÑO (2010-2012)	COSTOS	AÑO (2013-2015)	COSTOS	AÑO (2016-2018)	COSTOS	AÑO (2019-2021)	COSTOS	AÑO (2022-2024)	COSTOS
Control del saqueo y tráfico de flora y fauna silvestre nativa de la Cuenca del río Aburrá.			Implementación de alternativas económicas bajo el esquema de Comercio Justo para Mercados Verdes	0.2	Fase I: Estrategias pedagógicas para promover la protección de la biodiversidad	0.3	Fase II: Estrategias pedagógicas para promover la protección de la biodiversidad	0.3	Fase III: Estrategias pedagógicas para promover la protección de la biodiversidad	0.4	Fase IV: Estrategias pedagógicas para promover la protección de la biodiversidad	0.6
Evaluación ambiental estratégica del plan o programa de aprovechamiento sostenible de los recursos mineros en la Cuenca del río Aburrá					Evaluación EAE, explotación minera	0.6						
Oferta y demanda del material de arrastre	Identificación de oferta y demanda de material de arrastre en el Valle de Aburrá	0.4	Determinación capacidad de arrastre	1.6	Determinación capacidad de arrastre	1.6						
Criterios para una explotación minera adecuada en el Valle de Aburrá			Manual para recuperación de frentes mineros: tipos de explotaciones y restricciones	0.5								
Estructura del paisaje y base natural estructurante del Parque Central Antioquia en la Cuenca del río	Fase I: Mecanismos para restaurar la base natural Parque Central Antioquia	0.2	Fase II: Determinación estructura del paisaje, estructura y composición de	0.7	Fase III: Estudio sobre estructura predial y mecanismos de adquisición de predios	0.3						

NOMBRE PROYECTO Y/O PROGRAMA	AÑO (2007-2009)	COSTOS	AÑO (2010-2012)	COSTOS	AÑO (2013-2015)	COSTOS	AÑO (2016-2018)	COSTOS	AÑO (2019-2021)	COSTOS	AÑO (2022-2024)	COSTOS
Aburrá			fragmentos									
Consolidación de la estructura de base natural del Parque Central de Antioquia en la Cuenca del río Aburrá.	Fase I: Definición Áreas de preservación estricta, áreas mínimas dinámicas a especies focales y evaluación de pasivos ambientales	0.2	Fase III: Declaración de áreas de protección para el logro del Parque Central Antioquia y definición de manejo, metodología de restauración	0.2								
Lineamientos para el modelo de ocupación del suelo rural de la Cuenca del río Aburrá					Definición de un modelo de ocupación territorial del suelo rural de la Cuenca del río Aburrá	0.9						
Estudios de biología de conservación para recuperación de poblaciones silvestres nativas de la Cuenca del río Aburrá.			Fase I: recuperación de poblaciones silvestres nativas de la Cuenca del río Aburrá.	1.8	Fase II: recuperación de poblaciones silvestres nativas de la Cuenca del río Aburrá.	2.3	Seguimiento y control	1.4	Seguimiento y control	1.8	Seguimiento y control	2.2

NOMBRE PROYECTO Y/O PROGRAMA	AÑO (2007-2009)	COSTOS	AÑO (2010-2012)	COSTOS	AÑO (2013-2015)	COSTOS	AÑO (2016-2018)	COSTOS	AÑO (2019-2021)	COSTOS	AÑO (2022-2024)	COSTOS
Recuperación de áreas de manejo especial de la Cuenca del río Aburrá.			Fase I: Identificación de fragmentos de bosque, ampliación de su cobertura e implementación de restauración de hábitats	1.8	Fase II: recuperación de áreas de restricción ambiental	2.2	Fase III: Identificación y restauración de unidades ecosistémicas representativas	2.8	Fase IV: Seguimiento y control en la recuperación de hábitats, áreas de restricción ambiental y unidades ecosistémicas	2.6	Fase V: Seguimiento y control a la restauración y Base natural del Parque Central Antioquia estructurada y definición de manejo posterior	3.3
Protección al agro de la Cuenca del río Aburrá					Identificación de potenciales, oportunidades económicas, productivas , y Configuración de enclaves productivos	1.3						
Efectos locales del cambio climático en la Cuenca del río Aburrá							Identificación de disponibilidad hídrica a partir de escenarios con tendencias climáticas, diseño de plan de contingencia	1.2				
Recuperación ambiental de sitios de disposición final de residuos sólidos clausurados o en proceso de clausura.					Estudio detallado de recuperación de sitios de disposición final de residuos	0.2	Plan para la recuperación de sitios de disposición final	0.1				

NOMBRE PROYECTO Y/O PROGRAMA	AÑO (2007-2009)	COSTOS	AÑO (2010-2012)	COSTOS	AÑO (2013-2015)	COSTOS	AÑO (2016-2018)	COSTOS	AÑO (2019-2021)	COSTOS	AÑO (2022-2024)	COSTOS
Ampliación de la red de calidad del aire – Redaire y Modelación de dispersión de material particulado en la Cuenca del río Aburrá	Red de calidad del aire ampliada	0.6			Modelación material particulado	0.4						
Cupos transferibles de emisión	Fase I: Grandes fuentes fijas en zona urbana de municipios de Medellín, Itagüí, La Estrella y Sabaneta. Contaminante: Partículas suspendidas totales (TSP).	0.3	Fase II: Fuentes fijas en municipios de Medellín, Itagüí, La Estrella, Sabaneta y Envigado. Contaminantes Partículas suspendidas totales (PST) y Dióxido de azufre (SOx)	0.3	Fase III: Fuentes fijas en municipios de Medellín, Itagüí, La Estrella, Sabaneta y Envigado. Contaminantes Partículas suspendidas totales (PST) y Dióxido de azufre SOx	0.4	Fase IV: Fuentes fijas en todos los municipios del Valle de Aburrá. Contaminantes Material Particulado (PM ₁₀), Dióxido de azufre (SOx) y Oxido de Nitrógeno (NOx)	0.2				
Normativa para el hábitat en la nueva ruralidad de la Cuenca del río Aburrá			Resolución sobre ocupación, usos y densidades en el suelo rural de la Cuenca del río Aburrá	0.1		0.0		0.0				
Definición de mecanismo de monitoreo para la vigilancia y control de las zonas recuperadas en la Cuenca del río Aburrá.					Establecimiento de mecanismo de monitoreo y vigilancia áreas recuperadas	1.5	Establecimiento de mecanismo de monitoreo y vigilancia áreas recuperadas	1.9				

NOMBRE PROYECTO Y/O PROGRAMA	AÑO (2007-2009)	COSTOS	AÑO (2010-2012)	COSTOS	AÑO (2013-2015)	COSTOS	AÑO (2016-2018)	COSTOS	AÑO (2019-2021)	COSTOS	AÑO (2022-2024)	COSTOS
Incorporación de la contaminación atmosférica en el ordenamiento territorial			Determinantes para incorporar la contaminación atmosférica en los Planes de ordenamiento territorial	14.7	Reglamentación para aplicar rigor subsidiario para Material Paticualdo (PM ₁₀)	0.6	Investigación	1.9				
Programa: Cultura de la Cuenca del río Aburrá	Fase I: Implementación cultura Cuenca del río Aburrá	2.3	Fase II: Implementación cultura Cuenca del río Aburrá	2.2	Fase III: Implementación cultura Cuenca del río Aburrá	2.8	Fase IV: Implementación cultura Cuenca del río Aburrá	2.3				
Formulación de alternativas e instrumentos para incentivar la producción más limpia a nivel de los grandes generadores de residuos sólidos comerciales e industriales			Alternativas e instrumentos para incentivar la producción más limpia a nivel de los grandes generadores de residuos sólidos comerciales e industriales	0.1	Implementación de alternativas	2.3	Implementación de alternativas	2.9				
Las centralidades en las áreas rurales					Directrices para la definición de las centralidades rurales	1.5						
TOTAL (Miles de Millones)		54.0		116.3		141.0		160.9		4.8		6.1
TOTAL DISPONIBLE (Miles de Millones)		155.2		195.5		246.2		310.15		390.71		492.2

3.3 RECURSOS DE FINANCIACIÓN

El análisis de los recursos disponibles de las Autoridades ambientales, con jurisdicción en la cuenca, para la ejecución de los proyectos y programas formulados por el POMCA se hizo con la información encontrada en el Plan de acción 2007 – 2009 de Corantioquia, los documentos preliminares del plan de acción 2007 – 2009 de Cornare y en el Presupuesto para el año 2007 del programa de gestión ambiental del Área Metropolitana del Valle de Aburrá. Dado lo expuesto anteriormente es importante resaltar que los recursos disponibles de cada entidad para la ejecución del POMCA deben ajustarse anualmente.

El artículo 23 del Decreto 1729 de 2002 identifica las siguientes fuentes de financiación de los Planes de Ordenación y Manejo de Cuencas:

- Con el producto de las tasas retributivas, compensatorias y por utilización de aguas.
- Con el producto de las contribuciones por valorización.
- Con el producto de los empréstitos internos o externos que el gobierno o las autoridades ambientales contraten.
- Con las donaciones que hagan las autoridades ambientales, las personas naturales o jurídicas, nacionales o extranjeras.
- Con los recursos provenientes del 1% de que trata el parágrafo del artículo 43 de la ley 99 de 1993.
- Con los recursos provenientes de las transferencias del sector eléctrico.
- Y demás fuentes económicas y financieras que se identifiquen en el componente financiero del plan de ordenación y manejo.

El listado anterior tiene como énfasis los recursos propios de las autoridades ambientales (tasas, contribuciones por valorización, transferencias del sector eléctrico y créditos); lo que permite afirmar que el Decreto les otorgó una mayor responsabilidad a las autoridades ambientales para la financiación del POMCA. Para el caso de la Cuenca del río Aburrá, dado que se ubica en la jurisdicción de tres autoridades ambientales, la financiación del Plan deberá estar compartida entre las mismas, así como se deberá realizar gestión interinstitucional con personas naturales o jurídicas, nacionales o

extranjeras y otras entidades con jurisdicción en la cuenca para contribuir al mejoramiento de la Cuenca del río Aburrá.

A continuación se presentan los recursos de inversión propia de cada autoridad ambiental con jurisdicción en la Cuenca del río Aburrá.

Tabla 1.3. Recursos de inversión de cada Autoridad Ambiental con jurisdicción en la Cuenca del río Aburrá

CONCEPTO	CORANTIOQUIA (1)	CORNARE (2)	ÁREA METROPOLITANA DEL VALLE DE ABURRÁ (3)
INGRESOS (MILLONES DE PESOS)			
% de participación en impuesto predial	13.915	3.400	----
Tasa Retributivas	1.723	1.040	----
Tasa por Utilización de aguas	2.270	253	----
Transferencias del Sector Eléctrico	11.186	16.786	----
Convenios y Aportes	24.701	5.000	----
Otros rentas propias	811	1.200	----
Créditos	----	1.667	----
Aportes de la Nación	1.435	----	----
Ingresos no operacionales	9.039	1.236	----
Total Ingresos	65.079	30.581	30.698
GASTOS (MILLONES DE PESOS)			
Funcionamiento	32.344	2.137	----
Inversión	32.735	21.989	30.698
Transferencias al fondo de compensación	----	3.755	3.755
Servicio de la deuda	----	2.700	----
Total	65.079	30.581	30.698

(1) Basado en el Plan de Acción 2007 - 2009

(2) Basado en documentos preliminares del Plan de Acción 2007 - 2009

(3) Basado en el Presupuesto para el año 2007 del Programa de Gestión Ambiental.

El presupuesto anual de inversión de las autoridades ambientales asciende aproximadamente a 85.422 millones de pesos. Aunque este presupuesto puede considerarse suficiente para implementar el POMCA, es importante resaltar que la cuenca del río Aburrá representa un porcentaje pequeño de las jurisdicciones de Corantioquia y Cornare, y por lo tanto, no es realista suponer que dedicarán la mayor parte de sus

presupuestos de inversión al desarrollo de los programas y proyectos del Plan. Por tal motivo, a continuación se analizan los recursos que podrían destinar las autoridades ambientales al POMCA debido ya sea a la naturaleza de sus fuentes de inversión o por la naturaleza de los programas incluidos en sus Planes de Acción Trienal o sus Planes de Inversión.

3.3.1 Recursos disponibles en Corantioquia

La jurisdicción de Corantioquia en la cuenca del río Aburrá representa el 11% del total de su jurisdicción (975.304 ha). Administrativamente, la cuenca se encuentra repartida entre las Oficinas Territoriales de Aburrá Norte y Aburrá Sur.

Los recursos con destinación específica a la cuenca: tasas retributivas y tasas por utilización de aguas presentan un bajo nivel de implementación en Corantioquia. De acuerdo con la información remitida por la Corporación al Ministerio, Corantioquia se encuentra cobrando tasas retributivas en 18 de los 79 municipios de su jurisdicción. Particularmente, la Corporación cobra tasas retributivas en los siguientes municipios del Valle de Aburrá: Copacabana, Bello, Barbosa y Girardota. Aunque en promedio, la Corporación factura anualmente 440 millones de pesos por tasas retributivas, en los municipios de la cuenca del río Aburrá, se factura anualmente aproximadamente \$6.590.000 pesos, recursos que se podrían dedicar a inversión en el POMCA.

Por otra parte, las transferencias del sector eléctrico que recibe la Corporación provienen de otras cuencas y por lo tanto no pueden ser invertidas en la cuenca del río Aburrá.

Sin embargo, la actual coyuntura de reducción drástica de sus recursos por transferencia de impuesto predial presenta una oportunidad de inversión en el Plan. Desde el año 2007 y a raíz de las sentencias del Consejo de Estado y el Tribunal Administrativo de Antioquia, el municipio de Medellín, trasladó los recursos de la sobretasa ambiental del impuesto predial al Área Metropolitana del Valle de Aburrá para que ésta entidad vía convenios interadministrativos, trasladara el 50% a Corantioquia. Antes del año 2007, Corantioquia recibía estos recursos directamente del municipio de Medellín. Este cambio implica que los recursos recibidos por Corantioquia deban ser ejecutados en proyectos de inversión ambiental relacionados con el Valle de Aburrá y por lo tanto, los proyectos de inversión del POMCA pueden orientar la inversión de dichos recursos.

A 2007 el Área Metropolitana del Valle de Aburrá trasladó vía convenios interadministrativos \$16.000 millones a Corantioquia. En el Plan de Acción Trienal 2007 – 2009, la Corporación estima recibir por esta vía aproximadamente 9.900 millones anuales, recursos que podrían orientarse a los proyectos de inversión del Plan.

3.3.2 Recursos disponibles en Cornare

El área de jurisdicción de Cornare en la cuenca del río Aburrá representa el 2% del total de su jurisdicción (827.600 hectáreas), y por lo tanto es previsible que su inversión en el POMCA no sea significativa.

Cornare cobra la tasa retributiva en la totalidad de los 26 municipios de su jurisdicción, incluyendo los municipios de Guarne, Santo Domingo y San Vicente que hacen parte de la cuenca del río Aburrá. Por concepto de tasas retributivas, Cornare ha facturado anualmente en los últimos dos años \$800 millones de pesos. Sin embargo, los vertimientos de las cabeceras municipales de Guarne, Santo Domingo y San Vicente drenan a otras cuencas diferentes a la del río Aburrá y por lo tanto Cornare no podría dedicar estos recursos al POMCA.

Así mismo, las transferencias del sector eléctrico que recibe la Corporación se generan en cuencas distintas a las del río Aburrá y por lo tanto no podrán ser invertidos en el Plan.

En consecuencia, un estimativo realista de la inversión de Cornare en el Plan de Ordenación y Manejo de la Cuenca del río Aburrá puede basarse en la aplicación del porcentaje de la cuenca del río Aburrá con respecto a la totalidad de la jurisdicción de la Corporación (2%), al presupuesto de inversión (\$21.989 millones), es decir, \$440 millones de pesos anuales.

3.3.3 Recursos disponibles en el Área Metropolitana del Valle de Aburrá

El Área Metropolitana del Valle de Aburrá es la única autoridad de las tres, que tiene la totalidad de su jurisdicción en la cuenca del río Aburrá y por lo tanto podría dedicar gran parte de sus recursos de inversión a la implementación del Plan. Sin embargo, es importante tener en cuenta que la entidad, además de inversiones ambientales, realiza actividades de planeación, transporte e infraestructura de acuerdo con sus funciones establecidas en las leyes 152 de 1994 y 128 de 1994. Por lo tanto, aunque la entidad tiene un presupuesto total anual de inversión para el 2007 de \$ 122.557 millones, destinó durante este año aproximadamente \$ 34.000 millones a la gestión ambiental.

Aunque en teoría, la entidad podría invertir la totalidad de su presupuesto ambiental en la ejecución del POMCA, su dedicación efectiva dependerá del grado de apropiación del Plan en la entidad, particularmente su incorporación en el Plan Metrópoli 2002 – 2020 que constituye el instrumento que direcciona la planeación de la entidad en el largo plazo.

Se resalta que dentro de los lineamientos formulados en el POMCA hay programas y proyectos existentes en la Entidades (Red riesgos, Plan integral de gestión de residuos sólidos, Red río, entre otros.) que deben seguir ejecutándose y potencializarse, estos costos no se consideran dentro de los totales presentados en la sección 3.2, por lo tanto deberán considerarse como costos extras de ejecución del Plan.

De acuerdo con el análisis de la disponibilidad de recursos en las tres autoridades ambientales, la Tabla 1.4 muestra los **potenciales** recursos de cada Entidad para la implementación del Plan de Ordenación y Manejo de la Cuenca del río Aburrá. Se resalta que hay entes territoriales, autónomos y particulares que pueden aportar recursos, según los objetivos específicos de algún proyecto, para la ejecución del POMCA, estos no se consideran en este análisis dado que no se tienen definidos claramente estos actores ni sus presupuestos de inversión.

Tabla 1.4. Presupuesto anual de las entidades ambientales con jurisdicción en la cuenca del río Aburrá

AUTORIDAD	PRESUPUESTO ANUAL (\$ MILLONES)
Área Metropolitana del Valle de Aburrá	34.000
Cornare	440
Corantioquia	9.900
Total	44.340

El total de potenciales recursos disponibles anualmente de inversión de las tres autoridades ambientales es de \$44.340 millones de pesos.

Es de aclarar que la Comisión Conjunta de la Cuenca del río Aburrá determinó que anualmente definirán los proyectos y montos a ejecutar por cada anualidad, así como los recursos aportados por las tres entidades.

3.4 CUMPLIMIENTO DEL PLAN OPERATIVO

Se refiere al seguimiento y monitoreo del cumplimiento del plan operativo del POMCA, a medida que se va materializando la ejecución. La tarea de realizar este seguimiento corresponde a la comisión Conjunta de la Cuenca del río Aburrá. En general se debe evaluar el comportamiento del plan en términos de:

- Cumplimiento de cronogramas

- Cumplimiento de presupuestos
- Grado de satisfacción y calidad en la implementación de los diferentes programas y proyectos

Para evaluar ese comportamiento es necesario la formulación de unos indicadores de gestión, los cuales deben permitir llegar a una evaluación de la parte financiera y medir la eficiencia y eficacia con que se está llevando a cabo la parte operativa y de implementación del POMCA para llevar un control y hacer las medidas correctivas del caso, en el momento que sea necesario.

3.5 CUMPLIMIENTO DE CRONOGRAMA

En la fase de formulación se definió un cronograma a ser alcanzado en el POMCA, para el mejoramiento de los recursos naturales, estas fueron formuladas como logros específicos en determinados periodos de tiempo. Ese cronograma se definió de acuerdo con los logros asociados a la ejecución progresiva de los diferentes programas y proyectos.

El cronograma está definido de manera cuantitativa y es relativamente fácil hacerle un seguimiento. Se debe entonces, implementar un sistema para recopilar información cada cierto tiempo en la cuenca. Esta información se refiere a las variables que representan los programas incluidos en el cronograma que se definieron en la fase de ejecución. Una vez recopilada esa información, se debe comparar con el cronograma a implementar y determinar en que estado se encuentra: si se están logrando o si hay desfases importantes con respecto al mismo.

Para verificar este cumplimiento se diseñan los indicadores ambientales de la línea base, con esta información se hace el análisis de cómo está evolucionando las variables ambientales, para verificar la recuperación y sostenibilidad de la cuenca. El esquema de recolección de información para el seguimiento del progreso del estado de los recursos naturales de la cuenca dependerá del cronograma definido en la fase de ejecución, el cual a su vez depende de los programas y proyectos propuestos que son una consecuencia directa de la problemática específica de cada cuenca.

En el caso de que algunos de los objetivos del cronograma no se estén cumpliendo de acuerdo a lo planeado habría que hacer un análisis para determinar las causas y hacer ajustes a la ejecución de cronograma. Esta situación puede ser muy simple de corregir en el caso de pequeños desfases, o puede incluso significar un replanteamiento completo del POMCA en el caso de grandes desfases. En las situaciones críticas es muy importante

determinar cuales son las causas para que se presenten tantas diferencias entre lo que está ocurriendo y lo que estaba planeado.

Dependiendo de cual sea el problema se necesitará una acción decidida de la Comisión Conjunta para hacer los ajustes que se requieran en el POMCA, la cual pueden ir desde algunas gestiones para la financiación de algunos proyectos, hasta hacer una reformulación completa del POMCA.

3.6 INDICADORES

Una de las herramientas para realizar seguimiento y evaluación del cambio en las condiciones de los recursos naturales en la cuenca son los indicadores ambientales de la línea base y de gestión, evaluados en diferentes periodos de tiempo. Ellos indicarían la evolución de la cuenca, el estado de la implementación del POMCA, o el éxito de los planes operativo y de acción (gestión del POMCA).

Si los cambios son significativos y se esta presentando una situación no esperada en la cuenca, o la gestión del POMCA no es la que estaba planeada, se deben hacer los ajustes respectivos.

Se trata entonces de diseñar y adoptar un sistema de indicadores que pueda ser evaluado periódicamente para determinar el estado de la cuenca de manera comparativa con la evaluación anterior. Igualmente el sistema debe indicar la evolución en la gestión de ejecución del POMCA (plan operativo y cronograma de ejecución).

Los indicadores ambientales son variables o estimaciones ambientales que dan una información sintética sobre una situación, estado, fenómeno, acción, etc., más allá de su capacidad de representación propia. Además son una propuesta que intenta ofrecer mecanismos prácticos para involucrar los aspectos ambientales en los procesos de toma de decisiones.

Existen actualmente varios sistemas de indicadores ya diseñados, propuestos e implementados, orientados a describir la situación ambiental a nivel local y regional, tales como los del Sistema de Indicadores del Perfil Ambiental – SIPA – de la Secretaría de Planeación Municipal del Municipio de Medellín, el Sistema de Indicadores Ambientales Urbanos – SIAU – del Ministerio del Medio Ambiente y los desarrollados en la metodología del PIOM. A nivel nacional el Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial con el IDEAM y un grupo de investigación de apoyo diseñó un sistema de 146 indicadores de la línea base, de los cuales tiene la respectiva ficha técnica y aplicaciones de cálculo a nivel nacional.

En este sentido el diseño de un sistema de indicadores para el POMCA del río Aburrá recoge las iniciativas de los sistemas de indicadores ya diseñados y es armónico con la normatividad ambiental que apoya el Sistema de Información Ambiental Nacional – SINA.

Se propone entonces un grupo de indicadores de gestión y ambientales de la línea base que se usan para hacer un seguimiento a la implementación o ejecución del POMCA del río Aburrá y seguimiento del estado de los recursos naturales. Básicamente estos indicadores apoyan el seguimiento de los planes operativo del POMCA.

En el Anexo 3.1 se presentan las fichas técnicas de los indicadores de gestión propuestos y los que requisen la construcción de la línea Base.

3.6.1 Indicadores de gestión

Este grupo de indicadores son los que se proponen para hacer un seguimiento a los planes operativo del POMCA, para controlar el cumplimiento de los cronogramas, ejecución de los programas y proyectos propuestos. Se proponen 10 indicadores específicos para hacer seguimiento al desarrollo de los programas y proyectos.

- Cumplimiento del cronograma (programas y proyectos programados / programas y proyectos realizados).
- Necesidades presupuestales (presupuesto requerido / presupuesto asignado).
- Eficiencia (presupuestado / realmente ejecutado).
- Numero de instituciones comprometidas con la ejecución del POMCA.
- Cumplimiento de responsabilidades de acuerdo con el cronograma (programas y proyectos programados / programas y proyectos realizados por cada institución responsable).
- Cumplimiento de responsabilidades de acuerdo con presupuesto asignado (presupuesto requerido / presupuesto asignado por cada institución responsable).
- Numero de instituciones comprometidas / Numero de instituciones que cumplen con compromisos.
- Numero de programas y proyectos realizados / numero de programas y proyectos programados para realizar en cada grupo de priorización.

- Cubrimiento (población beneficiada propuesta / población realmente beneficiada).

3.6.2 Indicadores de la línea base

Este grupo de indicadores servirá para hacer seguimiento del comportamiento de las variables de la línea base de la cuenca del río Aburrá y con el cual se podrá analizar los cambios que se producen en el tiempo. A partir de la información obtenida con estos indicadores se puede detectar posibles cambios, problemas o dinámicas en la cuenca que ameriten una mirada más detallada a la misma.

Los indicadores acá propuesto para la línea base son básicamente una selección de los definidos por el MAVDT en el 2002 y los propuestos por el PIOM. Este grupo de indicadores se presenta siguiendo la división temática adoptada para la presentación del diagnóstico.

■ Recurso Agua

- Índice de recursos y reservas de agua subterránea
- Demanda bioquímica de oxígeno – DBO₅ –
- Potencial de asimilación de carga orgánica biodegradable en corrientes superficiales
- Déficit de oxígeno disuelto en corrientes superficiales
- Variación de concentración de sedimentos en suspensión
- Variación de la carga de sedimentos en suspensión
- Aguas subterráneas - evolución de la conductividad eléctrica – CE – en los acuíferos del país
- Índice de escasez de agua
- Alteración de la precipitación
- Alteración de la temperatura media mensual del aire
- Número de personas que no tiene agua potable

- Número de viviendas que no tienen conexión a acueducto
 - Oferta natural en diferentes sitios
 - Disponibilidad u Oferta real en varios sitios
 - Áreas de importancia estratégica para la conservación del recurso hídrico
 - Déficit para la corriente representado por la disponibilidad menos la demanda
 - Numero de obras hidráulicas con funcionamiento deficiente
 - Número de concesiones / Número de captaciones
 - Volumen de agua otorgado en concesión / Volumen de agua captado
 - Caudal concedido en pozos / caudal captado en pozos
 - Numero de estaciones hidrológicas en la cuenca
 - Numero de quebradas con mediciones de caudal
 - Dotaciones actuales / dotaciones de referencia
 - Caudal de déficit para toda la cuenca
 - Índice de calidad NFS – WQI aditivo en sitios de interés (captaciones, puntos de control y confluencias) en las quebradas
 - Índice de calidad NFS – WQI multiplicativo en sitios de interés (captaciones, puntos de control y confluencias) en las quebradas
- **Recurso Suelo**
- Vulnerabilidad por disponibilidad de agua
 - Contenido de humedad del suelo
 - Erosión de suelos
 - Compactación de suelos

■ **Recurso aire**

- Emisiones atmosféricas de contaminantes por el sector industrial a nivel municipal
- Índice de Calidad Atmosférica – ICA – para el Valle de Aburrá

■ **Fauna y Flora**

- Afectación por los incendios de la cobertura vegetal
- Terrenos afectados por remociones en masa
- Índice de amenaza por nivel de inundación
- Índice de amenaza por niveles mínimos
- Superficie de los ecosistemas
- Tasa de cambio de los ecosistemas
- Diversidad de los ecosistemas
- Cambio multitemporal del área de páramos, bosques, sabanas, agroecosistemas y humedales
- Fragmentación de los ecosistemas
- Densidad poblacional en áreas asociadas a ecosistemas
- Índice de condiciones de vida de la población – ICV –
- Defunciones según principales causas
- Área promedio anual de reforestación protectora y comercial
- Balance de emisiones y capturas de CO2 por actividades silvícolas

■ **Económico**

- Demanda anual de maderas por el sector manufacturero
- Consumo per cápita de energía
- Consumo final de energía por sectores
- Consumo de energía per cápita en el sector residencial
- Tasa de crecimiento del consumo de energía residencial
- Demanda interna per cápita de energía renovable
- Participación de energías renovables en la demanda interna total de energía
- Demanda de agua
- Participación porcentual del gasto de los hogares

■ **Sociocultural**

- Tamaño de población
- Densidad de población
- Tasa de crecimiento
- Tasa de fecundidad
- Tasa neta de migración
- Tasa de mortalidad
- Tasa de mortalidad infantil
- Esperanza de vida
- Proporción de población desplazada
- Población en áreas urbanizadas

- Necesidades básicas insatisfechas
- Índice de condiciones de vida – ICV –
- **Físico espacial**
 - Tasa de urbanización
 - Nivel o grado de urbanización
- **Residuos sólidos**
 - Generación de residuos sólidos
 - Residuos sólidos dispuestos apropiadamente
 - Residuos sólidos aprovechados
 - Utilización de fertilizantes en la agricultura
 - Utilización de plaguicidas en la agricultura

TABLA DE CONTENIDO

A3. FICHAS TÉCNICAS DE LOS INDICADORES	1
A3.1 INDICADORES DE GESTIÓN	1
A3.1.1 Indicador cumplimiento del cronograma	1
A3.1.2 Indicador necesidades presupuéstales	2
A3.1.3 Indicador eficiencia	3
A3.1.4 Indicador número de instituciones comprometidas con la ejecución del POMCA	3
A3.1.5 Indicador cumplimiento de responsabilidades de acuerdo con el cronograma	4
A3.1.6 Indicador cumplimiento de responsabilidades de acuerdo con presupuesto asignado	5
A3.1.7 Indicador número de instituciones comprometidas / número de instituciones que cumplen con compromisos	6
A3.1.8 Indicador número de programas y proyectos realizados / Número de programas y proyectos programados para realizar en cada grupo de priorización	7
A3.1.9 Indicador cumplimiento de metas	7
A3.1.10 Indicador cubrimiento	8
A3.2 INDICADORES DE LA LÍNEA BASE	9
A3.2.1 Recurso Agua	9
A3.2.2 Recurso Suelo	35
A3.2.3 Recurso aire	41
A3.2.4 Fauna y Flora	44
A3.2.5 Económico	68
A3.2.6 Sociocultural	77
A3.2.7 Físico espacial	91
A3.2.8 Residuos Sólidos	93



A3. FICHAS TÉCNICAS DE LOS INDICADORES

A3.1 INDICADORES DE GESTIÓN

A3.1.1 Indicador cumplimiento del cronograma

FACTOR	DESCRIPCIÓN
Nombre	Cumplimiento del cronograma
Descripción	Se trata de hacer un seguimiento al cumplimiento del POMCA evaluando si se están ejecutando los programas y proyectos de la manera prevista y acordada de manera interinstitucional
Justificación	Es muy importante que la entidad coordinadora del POMCA cuente con instrumentos que le permitan evaluar la ejecución del POMCA. Al respecto uno de los aspectos más importantes es si los programas y proyectos se están ejecutando de acuerdo a lo previsto.
Propósito	Evaluar la ejecución de los programas y proyectos del POMCA de acuerdo a lo planeado
Variables Relacionadas	Programas, proyectos, metas, estrategias, gestión del POMCA, recursos financieros
Unidas de medida	Porcentaje (%)
Frecuencia	Semestral o Trimestral
Medición	<p>El indicador se evalúa mediante la relación:</p> $\frac{\text{programas y proyectos programados}}{\text{programas y proyectos realizados}}$ <p>Los programas y proyectos programados resultan del POMCA mientras que los programas y proyectos realizados se definen mediante comprobaciones de campo que realiza la entidad coordinadora del POMCA</p>
Interpretación	Valores cercanos a uno de este indicador muestran una ejecución del POMCA muy cercana a lo programado.

FACTOR	DESCRIPCIÓN
	Valores muy bajo muestran una ejecución muy pobre del POMCA
Limitantes	Ninguna

A3.1.2 Indicador necesidades presupuestales

FACTOR	DESCRIPCIÓN
Nombre	Necesidades presupuestales
Descripción	Cuando se formula un POMCA se define una serie de programas y proyectos que requieren de recursos económicos de varias instituciones. Es posible que algunas instituciones tengan limitaciones presupuestales y solamente asignen parte de los recursos requeridos para la ejecución del POMCA. Se trata entonces de evaluar la asignación presupuestal para la ejecución del POMCA
Justificación	Es muy importante conocer las limitaciones presupuestales que puedan presentarse en la ejecución del POMCA de tal manera que se puedan hacer gestiones oportunas para solucionarlas
Propósito	Evaluar la asignación presupuestal al POMCA por parte de las diversas instituciones
Variables Relacionadas	Presupuesto, instituciones involucradas, programas y proyectos, disponibilidades presupuestales
Unidas de medida	Porcentaje (%)
Frecuencia	Semestral o trimestral
Medición	Se define este indicador por la relación presupuesto requerido / presupuesto asignado. El presupuesto requerido se define a partir de la formulación del POMCA. El presupuesto asignado se define a partir de los recursos asignados por cada una de las entidades responsables de ejecución del POMCA.
Interpretación	Mientras más cercano sea su valor a 100% el presupuesto asignado será más cercano a lo requerido. Valores muy bajos de este indicador significa que las asignaciones presupuestales no se están haciendo.
Limitantes	Ninguna

A3.1.3 Indicador eficiencia

FACTOR	DESCRIPCIÓN
Nombre	Eficiencia
Descripción	Se trata de evaluar la eficiencia en la ejecución del POMCA por medio de la evaluación en la ejecución presupuestal
Justificación	Es muy importante que la ejecución de los POMCA se haga de una manera eficiente
Propósito	Evaluar la eficiencia en la ejecución del POMCA por medio de la eficiencia en la ejecución presupuestal
Variables Relacionadas	Presupuestos, programas y proyectos, entidades responsables, recursos financieros
Unidas de medida	Porcentaje (%)
Frecuencia	Semestral o trimestral
Medición	El indicador esta representado por la relación: $\frac{\text{pre supuesto asignado}}{\text{realmente ejecutado}}$ Estos presupuestos se definen a partir de las entidades responsables de la ejecución de los distintos programas y proyectos del POMCA
Interpretación	Mientras su valor sea más cercano a 100% habrá una mayor coincidencia entre el presupuesto asignado y el ejecutado, lo cual sería la situación deseada. Mientras más bajo su valor más lejos esta la ejecución presupuestal de lo que debería haber sido.
Limitantes	Ninguna

A3.1.4 Indicador número de instituciones comprometidas con la ejecución del POMCA

FACTOR	DESCRIPCIÓN
Nombre	Número de instituciones comprometidas con la ejecución del POMCA
Descripción	Se trata de evaluar el número de instituciones comprometidas con la ejecución del POMCA como un indicador de la complejidad en la ejecución del mismo

FACTOR	DESCRIPCIÓN
Justificación	Mientras más instituciones estén involucradas en la ejecución del POMCA mayor complejidad tendrá la ejecución del mismo. Este es un indicador que trata de evaluar esa complejidad
Propósito	Evaluar la complejidad en la ejecución del POMCA mediante la evaluación del número de instituciones comprometidas en la ejecución del mismo
Variables Relacionadas	Instituciones, compromisos, asignaciones presupuétales, recursos financieros, capacidad de ejecución
Unidas de medida	Número
Frecuencia	Anual
Medición	Es la evaluación del número de instituciones que están comprometidas con la ejecución del POMCA
Interpretación	Mientras mayor sea su valor más compleja será la ejecución del POMCA
Limitantes	Ninguna

A3.1.5 Indicador cumplimiento de responsabilidades de acuerdo con el cronograma

FACTOR	DESCRIPCIÓN
Nombre	Cumplimiento de responsabilidades de acuerdo con el cronograma
Descripción	Se trata de evaluar el cumplimiento del cronograma de programas y proyectos acordado en cada una de las instituciones comprometidas. Esto permitirá detectar cuales de las instituciones están cumpliendo con sus compromisos y cuales no lo están haciendo.
Justificación	Es importante conocer si las diferentes instituciones comprometidas en la ejecución del POMCA están cumpliendo con sus compromisos. Este es un indicador que trata de evaluar ese cumplimiento.
Propósito	Evaluar el cumplimiento de los compromisos para la ejecución del POMCA por parte de las diferentes instituciones
Variables Relacionadas	Instituciones, compromisos, asignaciones presupuétales, recursos financieros, capacidad de ejecución
Unidas de medida	Porcentaje (%)
Frecuencia	Semestral o trimestral
Medición	Este indicador se evalúa por la relación:

FACTOR	DESCRIPCIÓN
	<p>programas y proyectos programados</p> <hr/> <p>programas y proyectos realizados en cada institución comprometida</p> <p>La información para calcular este indicador se toma de las diferentes instituciones comprometidas y de comprobaciones de campo.</p>
Interpretación	Mientras mayor sea su valor más estarán cumpliendo sus compromisos las diferentes instituciones comprometidas
Limitantes	Ninguna

A3.1.6 Indicador cumplimiento de responsabilidades de acuerdo con presupuesto asignado

FACTOR	DESCRIPCIÓN
Nombre	Cumplimiento de responsabilidades de acuerdo con presupuesto asignado
Descripción	Se trata de evaluar si las entidades comprometidas con el POMCA están asignando los presupuestos que se requieren para la ejecución del mismo
Justificación	Es muy importante determinar si las entidades están realmente comprometidas con la ejecución del POMCA y están por tanto asignando los recursos que se requieren para ello
Propósito	Evaluar si las entidades comprometidas con el POMCA están asignando los presupuestos que se requieren para su ejecución
Variables Relacionadas	Instituciones, compromisos, asignaciones presupuéstales, recursos financieros, capacidad de ejecución
Unidas de medida	Porcentaje (%) para cada institución comprometida
Frecuencia	Semestral o trimestral
Medición	<p>Este indicador se evalúa por medio de la relación:</p> <p><u>pre supuesto requerido</u></p> <p>pre supuesto asignado en cada institución responsable</p> <p>La información para su evaluación se toma de las diferentes entidades responsables en la ejecución del POMCA y con comprobaciones de campo</p>
Interpretación	Mientras mayor sea su valor más estarán cumpliendo sus compromisos las diferentes instituciones comprometidas
Limitantes	Ninguna

A3.1.7 Indicador número de instituciones comprometidas / número de instituciones que cumplen con compromisos

FACTOR	DESCRIPCIÓN
Nombre	Número de instituciones comprometidas / Número de instituciones que cumplen con compromisos
Descripción	Se trata de evaluar cuantas de las instituciones comprometidas están cumpliendo con sus compromisos. Si el número de instituciones que no cumplen con sus compromisos con el POMCA es muy elevado habría que reconsiderar esos compromisos.
Justificación	Es muy importante garantizar y hacer seguimiento de los compromisos de las diferentes instituciones en la ejecución del POMCA. Si los compromisos no se cumplen habría que redefinirlos.
Propósito	Evaluar cuantas de las instituciones comprometidas están cumpliendo con sus compromisos
Variables Relacionadas	Instituciones, compromisos, asignaciones presupuétales, recursos financieros, capacidad de ejecución
Unidas de medida	Porcentaje (%)
Frecuencia	Semestral o trimestral
Medición	El indicador se evalúa mediante la relación: $\frac{\text{Número de instituciones comprometidas}}{\text{Número de instituciones que cumplen con compromisos}}$ La información para evaluar el indicador la define la institución coordinadora de la ejecución del POMCA mediante visitas a las entidades comprometidas y comprobaciones de campo
Interpretación	Mientras mayor sea su valor mayor número de instituciones están cumpliendo sus compromisos para la ejecución del POMCA. Mientras menor su valor mayor el número de instituciones que no cumplen sus compromisos
Limitantes	Ninguna

A3.1.8 Indicador número de programas y proyectos realizados / Número de programas y proyectos programados para realizar en cada grupo de priorización

FACTOR	DESCRIPCIÓN
Nombre	Número de programas y proyectos realizados / Número de programas y proyectos programados para realizar en cada grupo de priorización
Descripción	Se trata de evaluar si se están cumpliendo la ejecución de los diferentes programas y proyectos asociados a los diferentes grupos de priorización establecidos para el POMCA. Se trata de comprobar que las instituciones cumplan con las ejecuciones de acuerdo con lo grupos de priorización.
Justificación	Es importante que en la ejecución del POMCA se respeten los grupos de priorización establecidos para los programas y proyectos
Propósito	Evaluar si la ejecución del POMCA se está realizando de acuerdo con las prioridades establecidas para los programas y proyectos
Variables Relacionadas	Presupuestos, programas y proyectos, entidades responsables, recursos financieros
Unidas de medida	Porcentaje (%)
Frecuencia	Semestral o trimestral
Medición	El indicador se calcula por la relación: $\frac{\text{Número de programas y proyectos realizados}}{\text{Número de programas y proyectos programados para realizar en cada grupo de priorización}}$ La información para evaluar el indicador la define la institución coordinadora de la ejecución del POMCA mediante visitas a las entidades comprometidas y comprobaciones de campo
Interpretación	Mientras mayor sea su valor en cada grupo de priorización mayor es la ejecución de los programas y proyectos de acuerdo a lo presupuestado dentro de ese grupo
Limitantes	Ninguna

A3.1.9 Indicador cumplimiento de metas

FACTOR	DESCRIPCIÓN
Nombre	Cumplimiento de metas
Descripción	Se trata de evaluar el cumplimiento de las diferentes metas establecidas para el POMCA de acuerdo con el cronograma de logro de las mismas

FACTOR	DESCRIPCIÓN
Justificación	Es muy importante que a medida que se va ejecutando el POMCA se compruebe se están logrando las diferentes metas establecidas para el mismo
Propósito	Evaluar el cumplimiento de las diferentes metas establecidas para el POMCA
Variables Relacionadas	Presupuestos, programas y proyectos, entidades responsables, recursos financieros
Unidas de medida	Porcentaje (%) para cada meta
Frecuencia	Semestral o trimestral
Medición	Para cada meta se define el porcentaje de logro. La información para el cálculo de este indicador se obtiene de comprobaciones de campo y con información tomada de las diferentes instituciones comprometidas con el POMCA
Interpretación	Mientras mayor sea su valor mayor es el cumplimiento de la meta
Limitantes	Ninguna

A3.1.10 Indicador cubrimiento

FACTOR	DESCRIPCIÓN
Nombre	Cubrimiento
Descripción	Se trata de evaluar cuanto de la población que se supone se beneficiaría del POMCA realmente se esta beneficiando. Es una medida de la cobertura de los beneficios esperados del POMCA
Justificación	Es importante evaluar si la población que se supone que se debe beneficiar con la ejecución del POMCA realmente esta recibiendo esos beneficios
Propósito	Evaluar cuanto de la población que se supone se beneficiaría del POMCA realmente se esta beneficiando
Variables Relacionadas	Presupuestos, programas y proyectos, entidades responsables, recursos financieros
Unidas de medida	Porcentaje (%)
Frecuencia	Semestral
Medición	El indicador se evalúa mediante la relación:

FACTOR	DESCRIPCIÓN
	$\frac{\text{Población beneficiada propuesta}}{\text{Población realmente beneficiada}}$ <p>La información para el calculo de este indicador se obtiene de comprobaciones de campo y con información tomada de las diferentes instituciones comprometidas con el POMCA</p>
Interpretación	Mientras mayor sea su valor mayor es la población beneficiada de acuerdo con lo que se presupuestó
Limitantes	Ninguna

A3.2 INDICADORES DE LA LÍNEA BASE

A3.2.1 Recurso Agua

- Índice de recursos y reservas de agua subterránea

FACTOR	DESCRIPCIÓN
Nombre	Recursos y reservas de agua subterránea
Descripción	El índice de recurso representa la relación recarga - descarga anual de una unidad acuífera en una cuenca hidrogeológica. El índice de reservas representa las variaciones de los volúmenes de un acuífero confinado por efecto elástico o por variaciones de los volúmenes de un acuífero libre por efectos seculares, pasivos o multianuales por drenaje libre.
Justificación	El indicador de recursos y reservas de agua subterránea para cualquier cuenca hidrogeológica permite conocer una metodología a mediano y corto plazo para toma de decisiones de los organismos encargados del uso, manejo, aprovechamiento y conservación del recurso hídrico subterráneo; además permiten conocer las variaciones espaciales y temporales en cantidad, el estado de explotación o sobreexplotación de las mismas, fenómenos de subsidencia, interferencia de conos de bombeo y problemas ambientales asociados tales como drenajes de cuencas o contaminación inducida por bombeo.
Propósito	Los indicadores de recursos y reservas de agua subterránea permiten conocer las variaciones espaciales y temporales en cantidad, el estado de explotación o sobreexplotación de las mismas, fenómenos de subsidencia, interferencia de conos de bombeo y problemas ambientales asociados

FACTOR	DESCRIPCIÓN
	tales como drenajes de cuencas o contaminación inducida por bombeo.
Variables Relacionadas	<ul style="list-style-type: none"> - (R1) = Volumen de las reservas por efecto elástico - A = Área de la unidad acuífera - S = Coeficiente de almacenamiento - s_a = Abatimiento disponible - (R2) = Volumen de las reservas seculares - A = Área de la unidad acuífera. - m = Espesor del acuífero - S_y = Rendimiento específico o porosidad eficaz.
Unidas de medida	<ul style="list-style-type: none"> - Indicador del Recursos en (m^3 o km^3). - Indicador de Reservas (m^3 o km^3)
Frecuencia	Cada año
Medición	<ul style="list-style-type: none"> - Recursos = (R -D) en m^3 o km^3 - Reservas por efecto elástico $R1 = A \times S \times s_a$ en m^3 o km^3 - Reservas por efecto secular $R2 = A \times m \times S_y$ en m^3 o km^3
Interpretación	Da una visión de la situación de disponibilidad de agua subterránea actual y futura para el abastecimiento humano de tal manera que los organismos nacionales, regionales y locales involucrados en la gestión de los recursos hídricos tomen las medidas necesarias para que los planes de gestión y ordenamiento del uso de los recursos hídricos subterráneos, manejo y regulación de las cuencas, tengan en cuenta las zonas que presentan indicadores de los recursos y reservas de agua subterráneas más desfavorables.
Limitantes	Las limitaciones del indicador de los recursos y reservas están solamente restringidas a la adquisición y disponibilidad de información hidrogeológica y temática relacionada, confiable, debidamente validada por parte del IDEAM o CAR o DAMA que tienen funciones específicas en el uso, manejo y aprovechamiento del recurso hídrico subterráneo.

▪ **Demanda bioquímica de oxígeno – DBO₅ –**

FACTOR	DESCRIPCIÓN
Nombre	Demanda bioquímica de oxígeno – DBO ₅ –
Descripción	Representa la cantidad de carga orgánica biodegradable originada por las

FACTOR	DESCRIPCIÓN
	actividades socioeconómicas y vertida a los cuerpos de agua.
Justificación	<p>El indicador permite establecer entre otras:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Prioridades de gestión con base en la cantidad de carga orgánica biodegradable generada, en la ubicación espacial (a nivel municipal) y en la actividad que la origina. - Relaciones con otras variables para la definición de otros indicadores.
Propósito	La estimación de la carga de materia orgánica biodegradable, expresada como DBO ₅ , vertida a los cuerpos de agua, es fundamental para la planificación y ordenamiento del recurso agua en la cuenca.
Variables Relacionadas	<ul style="list-style-type: none"> - DBO₅T = DBO₅ total - DBO₅D = DBO₅ generada por el sector doméstico - DBO₅I = DBO₅ generada por el sector industrial - DBO₅A = DBO₅ generada por el sector agrícola - DBO₅P = DBO₅ generada por el sector pecuario
Unidas de medida	Toneladas por año.
Frecuencia	Cada año
Medición	DBO ₅ T = DBO ₅ D + DBO ₅ I + DBO ₅ A + DBO ₅ P
Interpretación	Decreto 1594/84
Limitantes	<p>No se cuenta con toda la información sobre plantas de tratamiento de aguas residuales para todos los municipios colombianos.</p> <p>El coeficiente de DBO₅ per cápita solo contempla variaciones por la existencia o no de sistemas de alcantarillado, sin tener en cuenta variaciones relacionadas con los hábitos de consumo de la población.</p> <p>La fracción de materia orgánica removida se basa en la eficiencia teórica del sistema utilizado, no en las eficiencias reales de las plantas. En los casos en los que se utilizan dos o más sistemas, se aplica un promedio ponderado de las eficiencias teóricas de los mismos.</p> <p>Las pérdidas por filtración en los sistemas de alcantarillado no están contempladas en las estimaciones.</p> <p>Los factores de generación de DBO₅ para la industria por tipo de producto, son teóricos, tomados de fuentes secundarias y no contemplan el componente tecnológico.</p> <p>La generación de DBO₅ para el sector industrial no contempla los micro-establecimientos (establecimientos de menos de 10 empleados y/o cuyo</p>

FACTOR	DESCRIPCIÓN
	<p>valor de la producción sea igual o inferior a 70,5 millones pesos anuales para 1999), ni el universo de la producción, debido a que no se cuenta con la totalidad de factores de conversión a una unidad única de medida a toneladas para las unidades físicas reportadas en la Encuesta Anual Manufacturera.</p> <p>La estimación del total de materia orgánica biodegradable no contempla las originadas por el sector agrícola y pecuario.</p> <p>En todos los cálculos donde se usan factores reportados por la bibliografía, es necesario ir ajustándolos a medida que se va obteniendo información real para el país, sobre la generación de DBO₅.</p>

▪ **Potencial de asimilación de carga orgánica biodegradable en corrientes superficiales**

FACTOR	DESCRIPCIÓN
Nombre	Potencial de asimilación de carga orgánica biodegradable en corrientes superficiales
Descripción	Capacidad de la corriente superficial para depurar la carga orgánica biodegradable que puede ingresar en diferentes épocas, tanto en condiciones de caudal medio como para caudal mínimo.
Justificación	Este indicador refleja la capacidad de resiliencia o autorecuperación de las aguas superficiales frente a la materia orgánica biodegradable, componente mayoritario en los vertimientos domésticos e industriales. Este indicador no analiza el efecto que causan otro tipo de compuestos de naturaleza tóxica, persistente, acumulativa o de interés sanitario que pueden ser determinantes en la alteración del recurso hídrico.
Propósito	Para escenarios locales con la identificación detallada de presiones por vertimientos con alto contenido de materia orgánica biodegradable asociada a fuentes puntuales (domésticas e industriales) en las corrientes priorizadas por la autoridad ambiental, la magnitud de la relación puede orientar para pactar metas de reducción de contaminación con los sectores involucrados en el deterioro del recurso.
Variables Relacionadas	<ul style="list-style-type: none"> - DBO₅ medida en el cuerpo receptor - DBO₅ máxima permisible
Unidas de medida	Adimensional.
Medición	Se expresa como la relación entre la concentración de demanda bioquímica de oxígeno DBO ₅ medida en el cuerpo receptor del vertimiento y la

FACTOR	DESCRIPCIÓN
	<p>calculada como máxima permisible que correspondería a una concentración de oxígeno disuelto mínimo definida como la meta de calidad en el punto crítico (4 a 5 mg/l).</p> $\frac{\text{DBO}_5 \text{ medida (mg / l)}}{\text{DBO}_5 \text{ máxima permisible (mg / l)}}$
Interpretación	<p>Esta capacidad se considera suficiente o adecuada cuando el resultado de la relación es menor o igual a 1.</p>
Limitantes	<p>El análisis se realiza localmente en los cuerpos de agua priorizados por la autoridad ambiental, pero se reconoce que la afectación más importante está ocurriendo en cuerpos de agua pequeños que reciben directamente los vertimientos, y de los cuales no se cuenta información disponible.</p> <p>La aplicación de las expresiones para condiciones promedio no refleja la dinámica real y las variaciones temporales tan marcadas que se manifiestan en los muestreos de campo.</p> <p>La estimación de la concentración de DBO₅ que ingresa a la corriente analizada depende tanto de la incertidumbre en la medición ó estimación de carga que puede ingresar a la corriente en el punto de análisis, como de la generalización al promediar las variables hidrométricas y fisicoquímicas.</p> <p>La frecuencia de los muestreos puede ser heterogénea y los datos pueden no ser estadísticamente representativos de la tendencia.</p> <p>La concentración de oxígeno disuelto presenta un ciclo diario dependiendo de las radiaciones solares recibidas, lo cual no se refleja en el nivel de agregación de los datos disponibles.</p> <p>Es claro que la reducción en la concentración de oxígeno disuelto esta afectada por otros factores adicionales a la DBO₅ que se supone ingresa a la corriente, entre ellos la presencia de compuestos altamente oxidables, los procesos de nitrificación, la reoxigenación atmosférica (estrechamente relacionada con el caudal y la turbulencia), la fotosíntesis, la respiración animal y vegetal y la demanda béntica. En el análisis básico solamente se considera el efecto de la DBO₅.</p> <p>La validación en campo está sujeta a la disponibilidad presupuestal para monitoreos.</p>

■ **Déficit de oxígeno disuelto en corrientes superficiales**

FACTOR	DESCRIPCIÓN
Nombre	Déficit de oxígeno disuelto en corrientes superficiales
Descripción	El déficit del oxígeno disuelto –OD– es un indicador del estado de la calidad que refleja la contaminación de ríos, lagos, mares y océanos por aguas residuales de origen doméstico, industrial, agrícola y pecuario.
Justificación	El oxígeno disuelto –OD– es uno de los factores más asociados a la vida acuática, al incidir en casi todos los procesos químicos y biológicos; las condiciones aeróbicas (presencia de oxígeno) favorecen la diversidad de especies deseables como los peces (que en general pueden subsistir a concentraciones de OD superiores a 4 mg/L). La medida de OD puede usarse como indicador del grado de contaminación orgánica, de la tasa de degradación de sustancias orgánicas e inorgánicas (susceptibles de ser oxidadas) y de la capacidad de autodepuración de corrientes superficiales.
Propósito	El cálculo del déficit de OD es importante para el control de la contaminación del agua y los procesos de tratamiento de agua residual.
Variables Relacionadas	<ul style="list-style-type: none"> - O_x = Oxígeno disuelto - C_p = Concentración de oxígeno a presión no estándar, mg/L
Unidas de medida	Porcentaje (%)
Frecuencia	El indicador se actualiza y se presenta mensual, anual y promedio multianual, si la serie de datos lo permite.
Medición	<p>Relaciona la concentración de OD con el máximo teórico que pueda presentarse, bajo determinadas condiciones de altitud, presión, temperatura y salinidad (despreciable en aguas continentales) medidos en un punto dado de monitoreo.</p> <p>Se entiende por oxígeno disuelto el oxígeno libremente disponible en el agua.</p> $\left(1 - \frac{O_x}{O_p}\right) * 100$
Interpretación	Aumento o disminución del indicador
Limitantes	Su determinación en campo es muy dependiente de la calibración y mantenimiento adecuados del oxímetro ó del cuidado del analista que toma

FACTOR	DESCRIPCIÓN
	<p>la muestra (no se debe oxigenar por manipulación) o realiza el ensayo y de la precisión de los equipos que miden elevación y temperatura en el sitio.</p> <p>Si el sitio de monitoreo tiene una pendiente alta el dato puede ser engañoso, pues la reaeración simula un mejor estado del recurso</p>

▪ **Variación de concentración de sedimentos en suspensión**

FACTOR	DESCRIPCIÓN
Nombre	Variación de concentración de sedimentos en suspensión
Descripción	<p>Representa el cambio con respecto al comportamiento medio, de la concentración de sedimentos en suspensión espacial y temporal.</p> <p>Se entiende por concentración de sedimentos en suspensión, la cantidad de material (arenas, limos, arcillas y coloides) por unidad de volumen, procedente de la erosión de la cuenca y de su propio cauce.</p>
Justificación	El conocimiento de la cantidad y calidad del sedimento contenido en una corriente, es muy importante para la correcta y adecuada proyección, planeación ambiental, conservación, aprovechamiento y preservación de los sistemas hídricos, y por ende del agua como recurso.
Propósito	Con la cuantificación y conocimiento de los sedimentos en suspensión especialmente de los finos como limos, arcillas y coloides, se puede evaluar la producción de sedimentos, diagnosticando los grados de cambio de las cuencas aferentes.
Variables Relacionadas	<ul style="list-style-type: none"> - Peso (kilogramo): Cantidad de sedimento por muestra. - Volumen (litro): Unidad de solución (sólido-líquido) por muestra de sedimento medido.
Unidas de medida	Kilogramo / metro cúbico
Frecuencia	Cada Año
Medición	Peso / volumen, en un período de tiempo (mensual, anual).
Interpretación	Las concentraciones de sedimento en las corrientes fluviales reflejan las condiciones de sus cuencas en cuanto a su estado de cobertura vegetal, usos de suelo e intensidad de las lluvias, entre otras.

FACTOR	DESCRIPCIÓN
Limitantes	<p>Las características propias de la topografía debido a los diferentes grados de pendiente, determinan la condición erosiva del agua en movimiento, y la gran variabilidad de la concentración de sedimento en suspensión, de un tramo a otro, razón por la cuál es necesario realizar mediciones detalladas en varios puntos a lo largo del cauce.</p> <p>Dificultad en la toma de datos de campo de muestras diarias superficiales, que requiere de equipo especializado y personal calificado.</p> <p>Eficiencia de muestreadores utilizados en los aforos sólidos, debido a la dificultad para medir realmente la distribución de los sedimentos en la vertical por las características propias de las corrientes, la velocidad del flujo, el tiempo de ascenso-descenso del muestreador, selección de la boquilla apropiada.</p> <p>Representatividad de la muestra; dadas las características de variación temporal y espacial del proceso de difusión que gobierna el fenómeno de la suspensión, se puede requerir de un gran número de muestras para definir con exactitud la concentración media en un punto dado del campo de flujo.</p> <p>Tamaño óptimo de la muestra. Debido a la limitada capacidad de los recipientes de los muestreadores en donde se aprecia que cuando la muestra presenta baja concentración y las partículas son de variado tamaño, puede resultar un peso relativamente mayor que el real, distorsionando la distribución de los tamaños de diámetros a la carga medida, para lo cuál es necesario tomar varias muestras del mismo punto.</p> <p>Baja frecuencia de mediciones, con el resultado de disminución y precisión de información.</p>

▪ **Variación de la carga de sedimentos en suspensión**

FACTOR	DESCRIPCIÓN
Nombre	Variación de la carga de sedimentos en suspensión
Descripción	<p>Representa la variabilidad o cambio de la carga o transporte de sedimentos en el espacio y en el tiempo.</p> <p>Se entiende por carga de sedimentos la cantidad de material (arenas, limos, arcillas y coloides) que puede transportar una corriente en la unidad de tiempo, procedente de la erosión de la cuenca y de su propio cauce.</p>

FACTOR	DESCRIPCIÓN
Justificación	El análisis de la intensidad del ciclo erosivo de producción, transporte y depositación de sedimentos y con la descripción, así sea cualitativamente de las tendencias naturales del río, define el estado de equilibrio o desequilibrio de una corriente natural, su susceptibilidad a erodar o agrandar el lecho o su valle, y su habilidad presente y futura de desplazar y renovar su cauce.
Propósito	Con la cuantificación y conocimiento de la carga de sedimentos en suspensión especialmente de los finos como limos, arcillas y coloides, se puede evaluar la producción y transporte de sedimentos, diagnosticando los grados de alteración de las cuencas aferentes.
Variables Relacionadas	<ul style="list-style-type: none"> - Peso (kilotoneladas): Cantidad de sedimento por muestra. - Tiempo (día, año): Período de tiempo en el cuál se produce el transporte de sedimento medido.
Unidas de medida	Kilotoneladas / día
Frecuencia	Cada año
Medición	Peso / tiempo
Interpretación	Aumento o disminución del indicador
Limitantes	<p>Las características propias de la topografía debido a los diferentes grados de pendiente, determinan la condición erosiva del agua en movimiento, y la gran variabilidad de la concentración de sedimento en suspensión, de un tramo a otro, razón por la cuál es necesario realizar mediciones detalladas en varios puntos a lo largo del cauce.</p> <p>Dificultad en la toma de datos de campo de muestras diarias superficiales, que requiere de equipo especializado y personal calificado.</p> <p>Eficiencia de muestreadores utilizados en los aforos sólidos, debido a la dificultad para medir realmente la distribución de los sedimentos en la vertical por las características propias de las corrientes, la velocidad del flujo, el tiempo de ascenso-descenso del muestreador, selección de la boquilla apropiada.</p> <p>Representatividad de la muestra; dadas las características de variación temporal y espacial del proceso de difusión que gobierna el fenómeno de la suspensión, se puede requerir de un gran número de muestras para definir con exactitud la concentración media en un punto dado del campo de flujo.</p>

FACTOR	DESCRIPCIÓN
	<p>Tamaño óptimo de la muestra. Debido a la limitada capacidad de los recipientes de los muestreadores en donde se aprecia que cuando la muestra presenta baja concentración y las partículas son de variado tamaño, puede resultar un peso relativamente mayor que el real, distorsionando la distribución de los tamaños de diámetros a la carga medida, para lo cual es necesario tomar varias muestras del mismo punto.</p> <p>Baja frecuencia de mediciones, con el resultado de disminución y precisión de información.</p>

▪ **Aguas subterráneas - evolución de la conductividad eléctrica – CE – en los acuíferos del país**

FACTOR	DESCRIPCIÓN
Nombre	Aguas subterráneas - evolución de la conductividad eléctrica – CE – en los acuíferos del país
Descripción	Este indicador considera las variaciones de estado de la calidad del agua subterránea en términos de su comparación con la norma existente
Justificación	Este parámetro físico tiene la capacidad de englobar la presencia de iones disueltos en el agua, es de fácil medición en campo, por tanto puede ser un indicador rápido de la calidad del agua.
Propósito	Zonas o acuíferos con aguas por fuera del rango antes mencionado son indicadores de una situación que debe ser definida con análisis de laboratorio específicos.
Variables Relacionadas	Es un dato de medición directa
Unidas de medida	uS/cm
Frecuencia	Cada año
Medición	Se mide directamente con conductivímetro.
Interpretación	Para valores de la CE (referida 25°C) elevados, es decir > de 1000 uS/cm es indicador de alguna restricción en el uso del recurso.

FACTOR	DESCRIPCIÓN
Limitantes	<p>La conductividad eléctrica depende no sólo de la cantidad de iones disueltos en el agua, sino también de la carga eléctrica de dichos iones, de su estado de disociación y su movilidad, entre otras características.</p> <p>Como la conductividad es una suma de todos esos factores, no es posible solo con su lectura estimar concentraciones relativas de las diferentes especies iónicas presentes en el agua, aunque su valor dividido por 100 frecuentemente sea usado como estimativo de la semisuma de cationes o aniones (para aguas con una conductividad menor de 2000 $\mu\text{S}/\text{cm}$). Como algunas especies iónicas imprimen mayores restricciones al uso del agua que otras, no es posible saber con precisión tales restricciones en caso de concentraciones iónicas por fuera de las normas, excepto en caso extremos en donde se consiguen conductividades por encima de 2000 $\mu\text{S}/\text{cm}$ (25°C).</p> <p>En este sentido, la conductividad sólo es indicador de algún factor presente en la composición química del agua, requiriéndose de mediciones adicionales para saber el tipo de fenómeno presente. La conductividad no es sensible a contaminaciones microbianas, y por ende no dan mucha información sobre este tipo de contaminación.</p>

▪ Índice de escasez de agua

FACTOR	DESCRIPCIÓN
Nombre	Índice de escasez de agua
Descripción	Relación porcentual entre la demanda de agua del conjunto de actividades sociales y económicas con la oferta hídrica disponible, luego de aplicar factores de reducción por calidad del agua y caudal ecológico.
Justificación	Este indicador representa la demanda de agua que ejercen en su conjunto las actividades económicas y sociales para su uso y aprovechamiento frente a la oferta hídrica disponible (neta).
Propósito	Esta relación calcula para condiciones hidrológicas medias y secas, dado una visión general de la situación de disponibilidad de agua actual y con las proyecciones futuras del abastecimiento, de manera que las autoridades ambientales tomen las medidas necesarias para que los planes de ordenamiento del uso de los recursos naturales y manejo sostenible se la cuenca tenga en cuenta zonas con índice de escasez e niveles preocupantes y otras características desfavorables.

FACTOR	DESCRIPCIÓN
Variables Relacionadas	<ul style="list-style-type: none"> - Fr: factor de reducción por calidad del agua y el caudal ecológico - Oferta hídrica - Demanda hídrica
Unidas de medida	Porcentaje (%)
Frecuencia	Cada año
Medición	$(\text{Demanda hídrica en m}^3 / \text{oferta hídrica m}^3) \times \text{Fr} \times 100$
Interpretación	Resolución 0865 de 2004 (MAVDT)
Limitantes	El índice tiene problemas conceptuales de definición de las variables involucradas.

▪ **Número de personas que no tiene agua potable**

FACTOR	DESCRIPCIÓN
Nombre	Número de personas que no tiene agua potable
Descripción	Representa el Número de personas que no tienen servicios de agua potable o que reciben servicio de acueducto con agua no tratada
Justificación	Este indicador da una clara idea de las necesidades de agua potable en la cuenca
Propósito	Se busca llamar la atención sobre las necesidades no satisfechas que hay en la cuenca de agua potable
Variables relacionadas	Población rural, niveles de pobreza, disponibilidad de agua, potabilización del agua
Unidad de medida	Número de personas
Frecuencia	Anual
Medición	Se haría un censo para determinar el Número de viviendas y el Número de personas en las viviendas que no tienen servicio de agua potable, o que tienen servicio de acueducto con agua no tratada

FACTOR	DESCRIPCIÓN
Interpretación	La interpretación es directa, mientras mayor sea el indicador mayor es el Número de personas que no tienen sus necesidades de agua potable satisfechas
Limitantes	Costo de hacer el censo para definir quienes no tienen servicio de agua potable

■ **Número de viviendas que no tienen conexión a acueducto**

FACTOR	DESCRIPCIÓN
Nombre	Número de viviendas que no tienen conexión a acueducto
Descripción	Representa el número de viviendas que no tienen conexión a acueducto que garantice un suministro con calidad y cantidad adecuadas. Ocurre en ocasiones que algunas viviendas tienen servicio de acueducto pero por razones del servicio o por costos se ven obligadas a usar sistemas de abastecimiento que no garantizan la calidad y/o cantidad requerida del servicio.
Justificación	Este indicador da una idea de las necesidades de mejora en los sistemas de acueducto y/o la dificultad que pueden tener algunos núcleos de población en cubrir los costos de la prestación del servicio
Propósito	Se busca llamar la atención sobre las necesidades no satisfechas que hay en la cuenca de agua potable por sistemas de acueductos
Variables relacionadas	Población rural, niveles de pobreza, disponibilidad de agua, potabilización del agua
Unidad de medida	Número de viviendas
Frecuencia	Anual
Medición	Se haría un censo para determinar el número de viviendas que no tienen servicio adecuado de acueducto por razones del servicio o por costos del mismo.
Interpretación	La interpretación es directa, mientras mayor sea el indicador mayor es el Número de viviendas que no tienen sus necesidades de agua potable satisfechas

FACTOR	DESCRIPCIÓN
Limitantes	Costo de hacer el censo para definir quienes no tienen servicio de agua potable o tiene servicio de acueducto deficiente

▪ **Oferta natural en diferentes sitios**

FACTOR	DESCRIPCIÓN
Nombre	Oferta natural en diferentes sitios
Descripción	La oferta natural de las quebradas representada por el caudal mínimo correspondiente a un periodo de retorno de 10 años calculada en varios sitios de la cuenca
Justificación	El conocimiento del recurso agua por medio de su disponibilidad es una herramienta fundamental para planificar el uso de este recurso y definir las limitaciones que se puedan presentar por escasez del mismo
Propósito	Se trata de conocer las ofertas naturales disponibles en las diferentes quebradas y sitios de interés para planificar sus potenciales usos
Variables relacionadas	Caudales, distribuciones de probabilidades, periodo de retorno
Unidad de medida	Metros cúbicos por segundo
Frecuencia	Cinco años
Medición	Se deben definir los caudales mínimos medios diarios para un periodo de retorno de 10 años en diferentes sitios. Para este propósito se usan modelos hidrológico que permiten inferir estos valores en los sitios donde no hay información hidrológica
Interpretación	Representa en caudal mínimo que se presenta en promedio cada diez años en la cuenca
Limitantes	Altos niveles de incertidumbre cuando no hay mediciones de caudal de manera permanente en las quebradas

▪ Disponibilidad u oferta real en varios sitios

FACTOR	DESCRIPCIÓN
Nombre	Oferta real en diferentes sitios
Descripción	Es la oferta natural calculada en varios sitios de la cuenca mediante un balance dado por la oferta natural menos las captaciones que se hayan hecho aguas arriba del sitio más los retornos de aguas servidas
Justificación	Se trata de definir las disponibilidades reales actuales en diferentes sitios de la cuenca de tal manera que se puedan tomar decisiones sobre lo que realmente existe
Propósito	Indicar las disponibilidades reales en diferentes sitios de la cuenca para apoyar procesos de toma de decisiones respecto al uso del agua
VARIABLES RELACIONADAS	Captaciones, concesiones, retornos, caudales mínimos, disponibilidades
Unidad de medida	Metros cúbicos por segundo
Frecuencia	Anual
Medición	Se tiene el indicador de oferta natural o disponibilidad calculado usando procedimientos hidrológicos. Se tienen de la Corporación Autónoma correspondiente las concesiones realizadas aguas arriba del punto de interés. Se calcula el flujo de retorno como un porcentaje del consumo abastecido aguas arriba de la quebrada que normalmente está alrededor de 0.70 (que es el valor recomendado en este caso). Luego se calcula el indicador propuesto por un balance simple
Interpretación	Mientras mayor sea el valor del indicador mayor será la oferta natural en el sitio donde se calcula el indicador
Limitantes	Altos niveles de incertidumbre cuando no hay información de caudales en el sitio de interés. Igualmente hay incertidumbre generada por el cálculo aproximado de los flujos de retorno.

■ **Áreas de importancia estratégica para la conservación del recurso hídrico**

FACTOR	DESCRIPCIÓN
Nombre	Áreas de importancia estratégica para la conservación del recurso hídrico
Descripción	Las áreas adquiridas por el municipio y que se encuentran protegidas por su importancia para la conservación de cuencas hidrográficas que surten de agua a los acueductos municipales
Justificación	Sostenibilidad del recurso hídrico
Propósito	El indicador evalúa el interés de la autoridad municipal en la adquisición de terrenos que permitan asegurar un surtido de agua constante y de buena calidad a largo plazo
Unidas de medida	ha
Frecuencia	Cada Año
Medición	Se debe registrar dentro de las zonas de protección especial decretadas por el municipio, en este caso concreto para protección de aguas
Interpretación	Variación de las áreas protegidas

■ **Déficit para la corriente en diferentes sitios**

FACTOR	DESCRIPCIÓN
Nombre	Déficit para la corriente
Descripción	Se trata de determinar si existe agua en la corriente que pueda ser comprometida para nuevos usos. Este indicador está representado por la oferta real o disponibilidad menos la demanda. La autoridad ambiental tendrá que considerar el caudal remanente o ecológico para otorgar concesiones adicionales.
Justificación	Se trata de evaluar las disponibilidades que hay en la quebrada para satisfacer otros usuarios potenciales.
Propósito	Es un instrumento que mide la capacidad de uso adicional que tiene la quebrada y le sirve a la autoridad ambiental para determinar la posibilidad de nuevas concesiones

FACTOR	DESCRIPCIÓN
VARIABLES RELACIONADAS	Captaciones, concesiones, retornos, caudales mínimos, disponibilidades, demandas
UNIDAD DE MEDIDA	En metros cúbicos por segundo o en metros cúbicos
FRECUENCIA	Anual
MEDICIÓN	Con el indicador de oferta real y un estimativo de la demanda en el sitio que se está analizando se puede calcular el indicador propuesto. La demanda se puede estimar por varias metodologías que están disponibles haciendo suposiciones sobre la forma como está creciendo la población y con una tasa de crecimiento estimada o propuesta.
INTERPRETACIÓN	Cuando el indicador tiene valores negativos significa que no hay agua disponible en la quebrada. Mientras mayor sea el valor del indicador, mayor es el valor de la oferta real sobre la demanda y por lo tanto mayor es el agua disponible para ser dada en concesión.
LIMITANTES	Las incertidumbres asociadas a la falta de información primaria de caudales en las quebradas. Igualmente hay incertidumbre en los estimativos de las demandas

▪ **Número de obras hidráulicas con funcionamiento deficiente**

FACTOR	DESCRIPCIÓN
NOMBRE	Número de obras hidráulicas con funcionamiento deficiente
DESCRIPCIÓN	Indica el número de obras hidráulicas en el cauce que tienen problemas de funcionamiento
JUSTIFICACIÓN	Se requiere evaluar el número de obras ineficientes presentes en el cauce
PROPÓSITO	Da información sobre las obras hidráulicas que tienen problema por mal funcionamiento o por capacidad de las mismas y que pueden agravar los problemas a la hora de presentarse una inundación o que no permiten un uso eficiente de los recursos de la cuenca
VARIABLES RELACIONADAS	Caudales, variables hidrológicas, estaciones de medición de variables hidrológicas y de caudales, capacidades de las obras

FACTOR	DESCRIPCIÓN
Unidad de medida	Fracción
Frecuencia	Anual
Medición	Número de obras con problemas de funcionamiento. Hay que hacer un inventario de las estructuras hidráulicas en la cuenca ubicadas en las diferentes quebradas de la misma. Hay que hacer un análisis hidráulico sobre la capacidad de estas estructuras determinando si son suficientes para evacuar las crecientes que se puedan presentar en las quebradas de la cuenca. Este análisis incluye la generación de la onda de creciente que llega a la estructura mediante el uso de un modelo hidráulico apropiado y el tránsito de esa onda a través de la estructura.
Interpretación	Mientras mayor sea el valor del indicador mayor es el número de obras de infraestructura que representa un problema para la cuenca.
Limitantes	Información topográfica con la precisión requerida

▪ **Número de concesiones / Número de captaciones**

FACTOR	DESCRIPCIÓN
Nombre	Número de concesiones / Número de captaciones
Descripción	Existen en las cuencas más captaciones que las autorizadas. Se trata de determinar con este indicador la cantidad de captaciones no autorizadas con respecto a la concesiones otorgada por las autoridades ambientales
Justificación	Es una medida de la legalidad de las captaciones que hay en la cuenca. Esta información permitirá a las autoridades ambientales tomar medidas conducentes a la legalización de la captaciones den la cuenca, y que se tenga por tanto una información confiable sobre los caudales captados en la misma
Propósito	Es un instrumento para determinar la legalidad de las captaciones existentes en la cuenca y la necesidad de actuaciones por parte de las autoridades ambientales para solucionar posibles problemas
Variables Relacionadas	Caudales, captaciones, concesiones

FACTOR	DESCRIPCIÓN
Unidad de medida	En porcentaje
Frecuencia	Anual
Medición	Se hacen levantamientos en campo para determinar las captaciones existentes en la cuenca, incluyendo mediciones de caudales extraídos. Igualmente se revisa la base de datos de las respectivas autoridades ambientales para determinar las concesiones otorgadas en la cuenca. Mediante la combinación de esta información anterior se determina el indicador propuesto
Interpretación	El indicador varía entre 0 y 1. Mientras más cercano sea a uno el indicador quiere decir que la mayoría de las captaciones son legales y autorizadas. Mientras más pequeño sea el indicador significa que las captaciones no autorizadas son muchas con respecto a las concesiones.
Limitantes	La limitante es la información sobre los caudales realmente extraídos

▪ **Volumen de agua otorgado en concesión / Volumen de agua captado**

FACTOR	DESCRIPCIÓN
Nombre	Volumen de agua otorgado en concesión / Volumen de agua captado.
Descripción	Indica la fracción del volumen de agua otorgado en concesión en las diferentes quebradas de la cuenca con respecto a los volúmenes realmente captados.
Justificación	Darí­a una idea sobre la capacidad de uso del agua en las quebradas, en el sentido que indica lo que realmente esta siendo captado en referencia a lo que fue concedido.
Propósito	Es un apoyo a los procesos de toma de decisiones para que se basen en disponibilidades reales en la cuenca, para que tengan en consideración los volúmenes de agua realmente captados
Variables Relacionadas	Captaciones, concesiones, caudales,
Unidad de medida	En porcentaje (%)
Frecuencia	Anual
Medición	Hay que definir el volumen disponible “firme” en cada quebrada mediante estudios hidrológicos que se basan en información de caudales en las quebradas.

FACTOR	DESCRIPCIÓN
	Hay que hacer un censo de usuarios y revisar los expedientes de las concesiones en las autoridades ambientales respectivas.
Interpretación	Mientras mayor sea su valor quiere decir que se ha concedido más agua de lo que realmente se está usando. Cuando su valor está cercano a uno significa que lo captado y lo concedido es prácticamente igual lo cual sería la situación ideal. Cuando su valor es muy pequeño (cercano a cero) significa que se está captando mucho más agua de lo concedido.
Limitantes	<ul style="list-style-type: none"> - Definición de volumen firme - Censos actualizados de usuarios - Control de las concesiones

▪ **Caudal concedido en pozos / caudal captado en pozos**

FACTOR	DESCRIPCIÓN
Nombre	Caudal concedido en pozos / caudal captado en pozos
Descripción	Indica la fracción del volumen de agua otorgado en concesión pozos con respecto a los caudales realmente captados en esos pozos.
Justificación	Darí­a una idea sobre la capacidad de uso del agua de los pozos, en el sentido que indica lo que realmente está siendo captado en los pozos con referencia a lo que fue concedido.
Propósito	Es un apoyo a los procesos de toma de decisiones para que se basen en consideraciones los volúmenes de agua realmente captados
Variables Relacionadas	Captaciones, concesiones, caudales
Unidad de medida	En porcentaje (%)
Frecuencia	Anual
Medición	Hay que hacer un censo de pozos y de caudales bombeados, y revisar los expedientes de las concesiones en las autoridades ambientales respectivas.
Interpretación	Mientras mayor sea su valor quiere decir que se ha concedido más agua de lo que realmente se está usando. Cuando su valor está cercano a uno significa que lo captado y lo concedido es prácticamente igual lo cual sería la situación ideal. Cuando su valor es muy pequeño (cercano a cero)

FACTOR	DESCRIPCIÓN
	significa que se esta captando mucho más agua de lo concedido.
Limitantes	<ul style="list-style-type: none"> - Censos actualizados de usuarios - Control de las concesiones

▪ **Número de estaciones hidrológicas en la cuenca**

FACTOR	DESCRIPCIÓN
Nombre	Número de estaciones hidrológicas en la cuenca número
Descripción	Indica la capacidad que tiene la cuenca de generar información hidrológica primaria (precipitación y otras variables) con la cual se puedan hacer los estudios hidrológicos e hidráulicos requeridos
Justificación	La falta de estaciones hidrológicas obliga a usar métodos muy aproximados en los análisis hidrológicos e hidráulicos que se realizan en las cuencas. Con este indicador se trata de establecer la capacidad que tiene la cuenca de producir información hidrológica para hacer esos análisis de manera más confiable.
Propósito	Llamar la atención sobre la falta de información hidrológica primaria en las cuencas del Valle de Aburrá. En este sentido los estudios hidrológicos que no se sustenten en información primaria tendrán niveles de incertidumbre importantes.
Variables relacionadas	Estaciones de medición de caudales, estimación de caudales, modelos lluvia – escorrentía.
Unidad de medida	Número
Frecuencia	Anual
Medición	Número de estaciones hidrológicas (precipitación o completas)
Interpretación	Hay que hacer un censo del número de estaciones hidrológicas en la cuenca
Limitantes	Costo y mantenimiento de las estaciones Recopilación e interpretación de la información generada por estas estaciones

■ **Número de quebradas con medición de caudal**

FACTOR	DESCRIPCIÓN
Nombre	Número de estaciones de medición de caudal en las quebradas de la cuenca
Descripción	Indica la capacidad que tiene la cuenca de generar información de caudal con la cual se puedan hacer los estudios hidrológicos e hidráulicos requeridos
Justificación	La falta de estaciones de medición de caudal obliga a usar métodos muy aproximados en los análisis hidrológicos e hidráulicos que se realizan en las cuencas. Con este indicador se trata de establecer la capacidad que tiene la cuenca de producir información de caudales para hacer esos análisis de manera más confiable.
Propósito	Indicar si los estimativos de caudal que se hacen en la cuenca son con información primaria propia de la cuenca o si se hacen con métodos de transferencia de información.
Variables Relacionadas	Caudales, variables hidrológicas, modelos de lluvia – escorrentía, estaciones de medición de variables hidrológicas
Unidad de medida	Número
Frecuencia	Anual
Medición	Hay que hacer un censo del número de estaciones de medición de caudales en las diferentes quebradas de la cuenca
Interpretación	Capacidad de análisis hidrológicos e hidráulicos confiables en la cuenca. Mientras mayor sea el número de estaciones más confiabilidad habrá en los cálculos asociados con las disponibilidades de agua y análisis de inundaciones en la cuenca
Limitantes	Costo y mantenimiento de las estaciones Recopilación e interpretación de la información generada por estas estaciones

■ **Dotaciones actuales / dotaciones de referencia**

FACTOR	DESCRIPCIÓN
Nombre	Dotaciones actuales / dotaciones de referencia
Descripción	Se trata de tener una medición sobre la eficiencia en el uso del agua en la cuenca

FACTOR	DESCRIPCIÓN
Justificación	Se debe conocer los niveles de eficiencia en la cuenca de tal manera que se tomen correctivos en caso de que el uso del agua no sea eficiente
Propósito	Dar una valiosa información a la autoridades ambientales sobre la eficiencia en el uso del agua en la cuenca
Variables Relacionadas	Captaciones, volúmenes extraídos, demandas, usuarios
Unidad de medida	En porcentaje
Frecuencia	Anual
Medición	Las dotaciones actuales se definen con el consumo, ellas representan los litros que por habitante y por día se consume en promedio en la cuenca. La dotación de referencia debe ser fijada por la autoridad ambiental y representa el valor que se quisiera tener como consumo eficiente del agua en la cuenca
Interpretación	Un valor mayor que uno representa un uso ineficiente del agua. Valores cercanos a uno significan usos eficientes del agua, y valores menores que uno significan o un uso muy eficiente del agua o que no hay un abastecimiento adecuado de la demanda
Limitantes	La información para determinar la dotación promedio para la cuenca

▪ **Caudal de déficit para toda la cuenca**

FACTOR	DESCRIPCIÓN
Nombre	Caudal de déficit para toda la cuenca
Descripción	Se trata de evaluar si en la cuenca se presentan situaciones de déficit de agua por una prestación inadecuada del servicio de acueducto o por falta de disponibilidad de agua.
Justificación	Da una indicación si existen problemas en la cuenca sobre el abastecimiento de agua en la cuenca
Propósito	Informar a las autoridades ambientales y planificadoras sobre la situación en la cuenca con respecto al abastecimiento adecuado de las demandas de agua
Variables Relacionadas	Caudales, déficit, captaciones, cobertura de acueducto.

FACTOR	DESCRIPCIÓN
Unidad de medida	Metros cúbicos por segundo
Frecuencia	Anual
Medición	Se determinan los déficit totales para las diferentes quebradas de la cuenca /sumando los déficit que se presentan en diferentes sitios en esas quebradas). El déficit para toda la cuenca es la sumatoria de los déficit de todas las quebradas en la cuenca
Interpretación	Mientras mayor sea su valor mayor es el déficit en la cuenca
Limitantes	Las incertidumbres en los estimativos de los diferentes tipo de déficits para las diferentes quebradas

▪ **Índice de calidad ambiental NFS-WQI aditivo.**

FACTOR	DESCRIPCIÓN
Nombre	Índice de Calidad Ambiental NFS – WQIaditivo
Descripción	Determina la calidad del agua del cauce por medio de la medición del Índice de Calidad Ambiental NFS – WQI
Justificación	<p>El análisis de un cuerpo de agua se debe hacer teniendo en cuenta varios parámetros de modo que no se presente una interpretación sujeta a uno solo. En el índice NFS – WQI (National Sanitation Foundation’s Water Quality Index USA) se agrupan una serie de parámetros analizados, cada uno de los cuales tiene una mayor o menor relevancia o peso con respecto a los otros, lo que proporciona un análisis objetivo y claro de la calidad presente en el cauce.</p> <p>Este índice se propone debido a las características de los cuerpos de agua de la cuenca del Río Medellín.</p> <p>Es necesario para conocer la calidad del agua y el estado del cauce, para así determinar los usos potenciales y reales del recurso y las actuaciones que se deben llevar a cabo con el fin de mejorar la calidad de este, así como los retiros sanitarios al cauce.</p>
Propósito	Determinar la calidad del agua
Variables Relacionadas	Caudales, contaminantes
Unidad de Medida	Adimensional

FACTOR	DESCRIPCIÓN
Frecuencia	Semestral
Medición	<p>Se miden los siguientes parámetros en sus respectivas unidades: Oxígeno disuelto (% de O) en mg/l O₂; demanda química de oxígeno (DQO), en mg/l O₂; nitratos en mg/l NO³⁻, fosfatos en mg/l PO₄³⁻, sólidos totales (ST) en mg/l, coliformes fecales y totales en NMP/100 ml, pH en unidades de pH; temperatura en °C y turbiedad en NTU.</p> $NFS - WQI_{aditivo} = \sum_{i=1}^9 W_i * I_i$ <p>y el valor resultante es el que se interpreta.</p>
Interpretación	<p>Se interpreta de acuerdo al valor resultante del índice así:</p> <ul style="list-style-type: none"> - 0 – 25 calidad muy mala, - 26 – 50 calidad mala, - 51 – 75 calidad media, - 76 – 90 calidad buena, - 91 – 100 calidad excelente. <p>A mayor valor del índice, mejor es la calidad del agua del cauce.</p> <p>A partir de los valores de algunos de los parámetros medidos se puede entrar a determinar los posibles usos del agua, haciendo una comparación con la norma (Decreto 1594/84).</p> <p>También ayuda a la determinación de la contaminación causada por vertimientos industriales, domésticos o agroindustriales.</p>
Limitantes	La escala de los parámetros evaluados, así como la presencia o ausencia de sustancias tóxicas en el agua que pueden interferir con la obtención del índice.

▪ **Índice de calidad ambiental NFS-WQI multiplicativo.**

FACTOR	DESCRIPCIÓN
Nombre	Índice de Calidad Ambiental
Descripción	Determinar la calidad del agua de la quebrada por medio de la medición de parámetros como: oxígeno disuelto, demanda química de oxígeno, nitratos, fosfatos, sólidos totales, coliformes fecales y totales, pH, color, temperatura y turbiedad.
Justificación	El análisis de un cuerpo de agua se debe hacer teniendo en cuenta varios

FACTOR	DESCRIPCIÓN
	<p>parámetros de modo que no se presente una interpretación sujeta a uno solo. En el índice NFS – WQI (National Sanitation Foundation’s Water Quality Index USA) se agrupan una serie de parámetros analizados, cada uno de los cuales tiene una mayor o menor relevancia o peso con respecto a los otros, lo que proporciona un análisis objetivo y claro de la calidad presente en el cauce.</p> <p>Este índice se propone debido a las características de los cuerpos de agua de la cuenca del Río Aburrá.</p> <p>Es necesario para conocer la calidad del agua y el estado del cauce, para así determinar los usos potenciales y reales del recurso y las actuaciones que se deben llevar a cabo con el fin de mejorar la calidad de éste, así como los retiros sanitarios al cauce.</p>
Propósito	Determinar la calidad del agua
Variables Relacionadas	Caudales, contaminantes
Unidad de Medida	Adimensional
Frecuencia	Semestral
Medición	<p>Se miden los siguientes parámetros en sus respectivas unidades: oxígeno disuelto (OD) en mg/l O₂; demanda química de oxígeno (DQO), en mg/l O₂; nitratos en mg/l NO³⁻, fosfatos en mg/l PO₄³⁻, Sólidos totales (ST) en mg/l, coliformes fecales y totales en NMP/100 ml, pH en unidades de pH; temperatura en oC y turbiedad en NTU.</p> $NSF\ WQI_{multiplicativo} = \prod_{i=1}^n I_i^{w_i}$ <p>El resultado indica si existe algún parámetro restrictivo en la calificación de calidad para el cauce.</p>
Interpretación	Se definen valores mínimos para cada parámetro ya que constituyen la limitante para el cauce.
Limitantes	La escala de los parámetros evaluados, así como la presencia o ausencia de sustancias tóxicas en el agua que pueden interferir con la obtención del índice.

A3.2.2 Recurso Suelo

▪ **Vulnerabilidad por disponibilidad de agua**

FACTOR	DESCRIPCIÓN
Nombre	Vulnerabilidad por disponibilidad de agua
Descripción	Es un indicador cualitativo del grado de fragilidad del sistema hídrico para mantener una disponibilidad.
Justificación	Da una visión general de la situación de vulnerabilidad para que un sistema hídrico mantenga una disponibilidad de agua tal que no comprometa las condiciones de sostenibilidad del recurso y de las actividades que de él dependen.
Propósito	Tener elementos para la gestión ambiental de los recursos hídricos y se tomen las medidas necesarias para la planificación y ordenamiento del uso de los recursos naturales y manejo.
Variables Relacionadas	Índice de escasez (Resolución 0865 de 2004) Regulación hídrica
Unidas de medida	Actualmente es una estimación cualitativa
Frecuencia	Cada año
Medición	Se obtiene por la interrelación entre el índice de escasez y la regulación hídrica natural del suelo. Interacción entre el índice de escasez y la regulación hídrica.
Limitantes	<ul style="list-style-type: none"> - La resolución empleada para la estimación es pequeña. - Escala de la información base. - Información de suelos existente. - Información de la capacidad de almacenamiento de los suelos.

▪ **Contenido de humedad del suelo**

FACTOR	DESCRIPCIÓN
Nombre	Contenido de humedad del suelo
Descripción	El contenido promedio diario de humedad del suelo es la proporción de humedad dentro del suelo con relación a los espacios inter-granulométricos que están en capacidad de albergar agua (porosidad), los cuales a su vez

FACTOR	DESCRIPCIÓN
	están definidos por la distribución de partículas que obedecen a las propiedades físicas del suelo.
Justificación	El estado de la humedad en el suelo es un reflejo del equilibrio ambiental, particularmente en el balance hídrico. El suelo, como hace parte viva del ecosistema, es el sitio donde se integra el enlace ambiental del sistema atmósfera - vegetación - suelo - subsuelo.
Propósito	<p>Este indicador es muy importante desde muchos puntos de vista:</p> <p>En la agricultura determina la disponibilidad hídrica de un terreno para que, combinado con la oferta edáfica y los aspectos ambientales y clima, proporcione un punto de vista decisivo del uso agropecuario del suelo.</p> <p>En la estabilidad de los terrenos, el contenido de agua en el suelo, combinado con información geomorfológica, uso del suelo e historial ambiental y de estabilidad, determina la susceptibilidad a deslizamientos, siendo un factor importante en la prevención y atención de desastres, como también la susceptibilidad a inundaciones y la sequía.</p> <p>En la determinación del uso potencial del suelo, donde, combinado con otros factores, determina la potencialidad de producción, asentamientos humanos, infraestructura o conservación.</p>
Variables Relacionadas	Dado que las relaciones expuestas en Saxton et ál. (1986) son derivadas de una regresión multivariada, y según la definición de las ecuaciones en el punto anterior, junto con los elementos que intervienen en ellas, es conveniente que se revise la bibliografía con el objeto de conocer en mejor detalle todo el proceso. Las variables y constantes usadas en el cálculo de la humedad del suelo son explicadas muy claramente en esta bibliografía.
Unidas de medida	El contenido de humedad del suelo generalmente se da en porcentaje (%), ocupado por el agua en el suelo con relación al porcentaje disponible del suelo (porosidad o capacidad de almacenamiento), y también puede ser dado en mm del grosor de la lámina de agua almacenada dentro del suelo.
Frecuencia	Dado que los rangos de variación de las informaciones usadas es diferente, además que el fenómeno que se presenta varía temporalmente en rangos mucho más pequeños que los modelados, la información se presenta en valores promedio diarios por año.
Medición	La humedad del suelo es calculada con un modelo dinámico espacial distribuido de balance hídrico con referencia a las variaciones ambientales diarias del periodo modelado.

FACTOR	DESCRIPCIÓN
Limitantes	<p>El modelo usado para el cálculo de la humedad del suelo es un modelo físico, determinístico. Esto indica que la mayoría de procesos y cálculos desarrollados dentro del modelo obedecen a efectos ambientales físicos, cuantificables y que han sido derivados de la investigación y el conocimiento científico actual sobre el tema. Cada elemento calculado dentro del modelo tiene una manifestación física en la realidad. Tampoco hay que descartar que un modelo es una simplificación de la realidad, por lo cual las simplificaciones omiten aspectos que para efectos de operatividad se han incorporado de alguna forma al sistema.</p> <p>Las rutinas de Saxton et ál. (1986) fueron derivadas de muestras y perfiles de suelos del Servicio Geológico de los Estados Unidos –USGS–, lo cual induce que la tipificación de los suelos no está realizada propiamente con las características de los suelos colombianos. Por tal razón es conveniente dejar claro que a pesar de que existe una generalización en los suelos a nivel global, en lo posible hay que desarrollar este tipo de análisis multivariado para los suelos colombianos.</p> <p>La resolución tanto temporal como espacial son otros aspectos de la simplificación según disponibilidad de información base. Esto se refleja en el tamaño de celda usado por el modelo (1 km²), y el intervalo de unidad de tiempo entre iteraciones (1 día), puesto que muchos de los procesos ambientales se dan en tiempos muchos mas cortos o instantáneos (cuestión de minutos como las crecientes súbitas) y mucho mas localizados (como los deslizamientos en cuencas pequeñas).</p> <p>Es claro que no solo estas variables que intervienen en el estado de humedad del suelo han sido simplificadas a las unidades mencionadas, sino también todos los procesos ambientales representados en el modelo.</p> <p>Otra limitación que se debe tener en cuenta es que algunos de los parámetros usados en el modelo han sido adoptados de reportes de la literatura disponible, puesto que no se han adelantado las tareas de campo para estimarlos, como es el caso de los parámetros de la vegetación, o experimentos localizados sobre procesos de infiltración o erosión.</p>

■ **Erosión de suelos**

FACTOR	DESCRIPCIÓN
Nombre	Erosión de suelos
Descripción	<p>La erosión del suelo es un fenómeno complejo de degradación donde el horizonte superficial del suelo es removido, desplazando sus fragmentos hacia cotas inferiores. Supone una doble acción de rotura de los agregados de partículas sólidas y su desplazamiento.</p> <p>Este proceso es la pérdida de suelo por la acción del agua y el viento; puede ser natural o inducido o acelerado por la acción del hombre, y tiende a aumentar por efecto de un mayor uso de la tierra con proyectos de desarrollos no sostenibles.</p>
Justificación	<p>La erosión produce la pérdida de la capacidad productiva del suelo y la dispersión de sedimentos en lagos, ríos y costas. Los horizontes superficiales del suelo son los más fértiles por estar en contacto con la atmósfera, reciben los aportes de materia orgánica de la biomasa, se genera la dinámica de la flora y fauna asociada que crean la bioestructura estable al agua, aumentando su porosidad, la superficie específica activa y la población microbiana.</p>
Variables Relacionadas	<ul style="list-style-type: none"> - A = Pérdida total de suelo en toneladas / hectárea /año - R = Factor de erosividad de la lluvia - K = Factor de erodabilidad del suelo - L = Factor de pendiente (longitud) - S = Factor de pendiente, (inclinación) - C = Factor de cobertura - P = Factor de manejo
Unidas de medida	<p>Ton /ha/año. Área en magnitud (cantidad) e importancia (tipo de erosión).</p>
Medición	<p>$A = R \times K \times L \times S \times C \times P$</p>
Limitantes	<p>Por lo general, la información procedente de parcelas de escorrentía no están georeferenciadas, los datos son de un periodo de lluvias, para un uso específico y no cuentan con el soporte del modelo de la ecuación universal de pérdida de suelo, pues los ábacos y rangos establecidos en el modelo no corresponden a los valores de suelos colombianos.</p> <p>No se ha podido calibrar aproximadamente los parámetros de la ecuación universal de pérdida de suelo para nuestro medio. Se requiere de más investigación coordinada y correlación con otros métodos de evaluación de la erosión.</p>

FACTOR	DESCRIPCIÓN
	No se ha correlacionado la información de carga de lavado de los ríos con la información de susceptibilidad de los suelos a la erosión o con los mapas existentes de erosión, para establecer las respectivas similitudes que soporten posteriormente modelos en tiempo real.

■ **Compactación de suelos**

FACTOR	DESCRIPCIÓN
Nombre	Compactación de suelos
Descripción	Es la reducción del volumen de una masa de suelo causada por una fuerza (peso) aplicada al suelo, dando lugar al aumento de densidad aparente de éste.
Justificación	La compactación del suelo reduce el volumen ocupado por los poros, en especial aquellos de tamaño grande lo que afecta las características físicas, químicas y biológicas de los suelos, hasta la pérdida de su productividad. La compactación de los suelos genera efectos adversos directos e indirectos sobre la calidad de los recursos naturales y el desarrollo de las actividades antrópicas.
Propósito	La información sobre compactación de suelos da una estimación del grado en el cual los suelos están siendo afectados por su explotación, permitiendo así que los organismos encargados de la gestión de suelos y los que la ocasionan puedan prever la pérdida del recurso suelo, y desastres en las actividades de desarrollo y en los recursos naturales.
Variables Relacionadas	<ul style="list-style-type: none"> - Densidad aparente - Resistencia a la penetración
Unidas de medida	<ul style="list-style-type: none"> - Porcentaje (%) de variación de la densidad aparente - Porcentaje (%) de variación de la resistencia a la penetración
Frecuencia	Cada 3 años
Medición	$\left(\frac{\rho_{\text{aparente } t1}}{\rho_{t2}} \right) * 100$ $\left(\frac{\sigma_{t1}}{\sigma_{t2}} \right) * 100$

FACTOR	DESCRIPCIÓN
Interpretación	Cambio en la compactación
Limitantes	<p>Durante el intervalo entre dos mediciones de un mismo suelo no se tiene un conocimiento preciso de las labores desarrolladas, por lo que las variaciones de la densidad se asocian a manejos generales que no pueden ser cuantificados en términos de esfuerzos.</p> <p>Los estudios publicados respecto a la compactación son localizados puntualmente, dispersos de acuerdo a las áreas de interés y difíciles de extrapolar por la heterogeneidad de suelos, paisajes y usos. Debido a lo altos costos que implica este tipo de determinación tanto en campo como en laboratorio y a lo complejo que resulta realizar análisis y comparaciones entre zonas de condiciones variadas de clima, uso, pendiente y suelos, la disponibilidad de información en el tema es reducida.</p> <p>Respecto a la explotación de los suelos (pastoreo, circulación de maquinaria), no existen rangos para calificarla de acuerdo a su intensidad, esto hace necesario asumir rangos arbitrarios, por lo general a partir de las texturas de los suelos o resultados de experiencias en campo para algunos suelos específicos.</p> <p>En la actualidad no se tienen indicadores que especifiquen un valor límite de densidad aparente o la resistencia a la penetración a partir del cual un suelo comienza a tener modificaciones en sus funciones; así el índice sólo permite inferir las variaciones más no cuantificar los cambios en los fenómenos que involucran el suelo.</p> <p>Es importante realizar las mediciones del suelo considerando su humedad al momento de la toma, ya que variaciones de ésta pueden generar variaciones en la densidad aparente y llevar a falsas conclusiones sobre la compactación.</p> <p>Los datos obtenidos de compactación para un suelo y un uso determinado sólo pueden ser extrapolados a unidades de suelo con características de clima, pedogénesis y uso similar.</p>

A3.2.3 Recurso aire

▪ **Emisiones atmosféricas de contaminantes por el sector industrial a nivel municipal**

FACTOR	DESCRIPCIÓN
Nombre	Emisiones atmosféricas de contaminantes por el sector industrial a nivel municipal
Descripción	Representa la cantidad de emisiones de Óxidos de Azufre –SO _x –, Óxidos de Nitrógeno –NO _x –, Monóxido de Carbono –CO– y Partículas Suspendidas Totales –PST– generadas por las actividades económicas a nivel municipal.
Justificación	<p>Uno de los aspectos más importantes relacionados con el deterioro del patrimonio natural, y en especial con la calidad del recurso aire, son las emisiones atmosféricas generadas por las diferentes actividades antrópicas.</p> <p>Dichas emisiones generan una diversidad de problemáticas a diferentes escalas: en el ámbito global, se relacionan con el efecto invernadero, el calentamiento global, la destrucción de la capa de ozono y la lluvia ácida; en el ámbito regional, con los fenómenos de oxidación fotoquímica que generan el smog; y en el ámbito local, son responsables de enfermedades respiratorias en la población.</p>
Propósito	Este indicador permite entre otros evaluar el impacto potencial de las emisiones atmosféricas originadas por la actividad económica, establecer lineamientos de política en torno al recurso aire y prioridades de gestión para la reducción de las emisiones generadas por el sector industrial.
Variables Relacionadas	<ul style="list-style-type: none"> - E = Emisión Atmosférica - P = Parámetro asociado a la actividad económica en términos de número de empleados, volumen de producción, valor de producción o valor agregado. - FE = Factor de Emisión - R = Coeficiente de Reducción de Emisiones - i = Subíndice que representa el tipo de contaminante - j = Subíndice que representa el tipo de actividad económica
Unidas de medida	Toneladas por año.

FACTOR	DESCRIPCIÓN
Frecuencia	Cada año
Medición	$E_i = \sum_{j=1}^n [(P_j * F E_{i,j}) * (1 - R_{i,j})]$
Interpretación	Mejoramiento de la calida del aire
Limitantes	<p>La principal limitación del indicador es que está fundamentado en estimaciones de las cargas contaminantes mediante métodos de cálculo con factores de emisión y no en mediciones directas de dichas cargas contaminantes. Sin embargo, la metodología de factores de emisión es ampliamente utilizada a nivel mundial debido a los elevados costos financieros, humanos y técnicos para determinar las cargas contaminantes mediante métodos de medición directa.</p> <p>El indicador sólo mide emisiones atmosféricas de la industria, no mide este tipo de emisiones para las demás fuentes fijas ni para fuentes móviles. En este caso, el indicador mide únicamente emisiones atmosféricas, pero no refleja la incidencia de dichas emisiones sobre la calidad del aire de los municipios, sus efectos sobre la salud humana o el entorno biofísico.</p> <p>El indicador solamente mide las emisiones de las cuatro sustancias mencionadas. No incluye emisiones de otros compuestos gaseosos que, aunque tienen menores niveles de emisión, pueden ser muy nocivos para la salud humana. Tal es el caso de los metales pesados.</p> <p>El indicador no refleja cambios en los niveles de emisión debidos a particularidades tecnológicas de cada una de las fuentes de emisión, puesto que utiliza un único factor de emisión para todas las fuentes de una determinada actividad económica, basado en el número de empleados. En este sentido, no refleja ni la evolución tecnológica que ha tenido la industria en general en cuanto a tecnologías más limpias, ni la inversión en este tipo de tecnologías de una fuente o grupo de fuentes en particular.</p>

▪ **Índice de Calidad Atmosférica – ICA – para el Valle de Aburrá**

FACTOR	DESCRIPCIÓN
Nombre	Índice de Calidad Atmosférica – ICA – para el Valle de Aburrá
Descripción	Representa el estado de la calidad del aire en el Valle de Aburrá y sus efectos en la salud humana.
Justificación	El comportamiento de la calidad del aire representado por el ICA está asociado directamente con el grado de afectación de la salud humana definido por estándares internacionales (NAAQS).

FACTOR	DESCRIPCIÓN
Propósito	<p>El ICA es un indicador que permite establecer como se encuentra la calidad del aire en el Valle de Aburrá con respecto a los valores de calidad del aire ambiente para partículas suspendidas totales –PST–, recomendados a nivel internacional para proteger la salud de las personas y el ambiente.</p> <p>El ICA es un indicador que simplifica los reportes de contaminación del aire para que pueda ser comprendido por el público en general.</p>
Variables Relacionadas	<ul style="list-style-type: none"> - ICA = Índice de calidad atmosférica para el Valle de - Aburrá con respecto a las partículas - suspendidas totales –PST– - Cp = Concentración de las PST - PQ_{SUP} = Punto de quiebre1 mayor o igual a Cp - PQ_{INF} = Punto de quiebre menor o igual a Cp - I_{SUP} = Valor del ICA correspondiente al PQ_{SUP} - I_{INF} = Valor del ICA correspondiente al PQ_{INF}
Unidas de medida	<p>El indicador es adimensional y posee una escala de 0 a 500 la cual depende del grado de contaminación del aire. Este indicador está relacionado con la afectación que tiene la contaminación del aire sobre la salud humana.</p>
Frecuencia	Cada mes
Medición	$ICA = \frac{I_{SUP} - I_{INF}}{PQ_{SUP} - PQ_{INF}} (Cp - PQ_{INF}) + I_{INF}$
Interpretación	<p>Entre 0 y 50 es calificado como Bueno y transmite un mensaje positivo acerca de la calidad del aire. Se representa con el color verde.</p> <p>Entre 51 y 100 es calificado como Aceptable y transmite un mensaje que la calidad del aire diaria es aceptable desde el punto de vista de salud pública, pero cada día en este rango puede ocasionar efectos crónicos en la salud. Se representa con el color amarillo.</p> <p>Entre 101 y 200 es calificado como Inadecuado y presenta un mensaje de advertencia para miembros de grupos sensibles. Se representa con el color naranja.</p> <p>Entre 201 y 300 es calificado como Malo y presenta un mensaje de advertencia para la población en general y efectos serios en la salud para grupos sensibles. Se representa con el color rojo.</p> <p>Entre 301 y 400 es calificado como Pésimo y presenta un mensaje de alerta para la población en general. Se representa con el púrpura.</p> <p>Entre 401 y 500 es calificado como Crítico y presenta advertencias en la</p>

FACTOR	DESCRIPCIÓN
	salud por condiciones de emergencia. Se representa con el color marrón.
Limitantes	<ul style="list-style-type: none"> - El método utilizado para calcular el ICA está basado en las partículas suspendidas totales. Por lo cual los contaminantes no incluidos en el índice pueden afectar la salud humana sin que el ICA lo represente. - Aunque las categorías de calidad ambiental del ICA están soportadas en los niveles de alerta de la National Ambient Air Quality Standards –NAAQS–, estas categorías no se encuentran relacionadas con estudios epidemiológicos a nivel local. - Los valores de ICA calculados en cada estación de monitoreo sólo representan la calidad del aire para la estación.

A3.2.4 Fauna y Flora

■ **Afectación por los incendios de la cobertura vegetal**

FACTOR	DESCRIPCIÓN
Nombre	Afectación por los incendios de la cobertura vegetal
Descripción	Este indicador representa el porcentaje del área de las diferentes coberturas vegetales afectada por la ocurrencia de los incendios en los ámbitos nacional, regional y departamental.
Justificación	La afectación de los ecosistemas por la ocurrencia de este fenómeno se ha incrementado, causando incrementos significativos en el aporte de dióxido de carbono a la atmósfera, pérdidas de la biodiversidad de flora y fauna, destrucción de hábitats y menoscabo de la productividad de los suelos, entre otros.
Propósito	<p>Este indicador permite obtener una visión general de la geografía y afectación de la cobertura vegetal, causada por los incendios para diferentes periodos de tiempo.</p> <p>La información que se obtiene es útil para orientar las políticas de prevención, control y mitigación de incendios, como también para el diseño de planes operativos, de control, mitigación y contingencia de incendios en el ámbito regional y local. También permite orientar los programas de capacitación sobre la prevención de este fenómeno y la organización de campañas de divulgación para determinados períodos o meses del año en las regiones con mayor riesgo de incendios.</p>

FACTOR	DESCRIPCIÓN
VARIABLES Relacionadas	<ul style="list-style-type: none"> - ACVA = Área de cobertura vegetal afectada por incendios (ha) - ATCV = Área total de la cobertura vegetal en la referencia geográfica (ha)
Unidades de medida	Este indicador se da como un porcentaje del área de la cobertura vegetal afectada por los incendios
Frecuencia	Cada 6 meses
Medición	$\frac{ACVA}{ATCV} \times 100 =$ Índice de alteración/ Referencia geográfica
Limitantes	<p>La información sobre la ocurrencia de los incendios está pobremente georeferenciada en las fuentes de información. Algunas veces el tipo de cobertura afectada no está bien caracterizado, ni tampoco su área se informa con precisión.</p> <p>La escala del mapa de las coberturas vegetales que se usa como referencia para el cálculo del indicador.</p>

▪ **Terrenos afectados por remociones en masa**

FACTOR	DESCRIPCIÓN
Nombre	Terrenos afectados por remociones en masa
Descripción	El indicador describe el alcance y la gravedad de los fenómenos de remoción en masa.
Justificación	La afectación de los ecosistemas por la ocurrencia de este fenómeno se ha incrementado, causando incrementos significativos en el aporte de dióxido de carbono a la atmósfera, pérdidas de la biodiversidad de flora y fauna, destrucción de hábitats y menoscabo de la productividad de los suelos, entre otros.
Propósito	<ul style="list-style-type: none"> - Una medida del estado del problema en un momento determinado. - Una referencia de la evolución de la gravedad del problema espacial y temporalmente y del éxito de los mecanismos de prevención, mitigación y atención de desastres. - Un medio para dimensionar la gravedad del problema a nivel local, regional y nacional.

FACTOR	DESCRIPCIÓN
	<ul style="list-style-type: none"> - Un indicador que aporta bases para el ordenamiento ambiental. - Un indicador que permite avanzar en la cultura de prevención y atención de desastres. - Un aporte para el sistema nacional de prevención y atención de desastres.
Variables Relacionadas	<p>Frecuencia o recurrencia de eventos: Se define como el número de movimientos en masa, por unidad de área geográfica (municipio, departamento, región, km² o ha), durante un período de tiempo.</p> <p>Intensidad del daño de los eventos ocurridos: La intensidad de un movimiento en masa se define a partir de los daños directos o indirectos ocasionados por éste. Se propone una escala para clasificar la intensidad de daño de un movimiento en masa mediante una escala de I a VI.</p> <p>Grado de amenaza por deslizamientos de tierra detonados por lluvias: El indicador de grado de la amenaza por deslizamientos de tierra se presenta dinámico en el tiempo y en el espacio. Se define en función de la susceptibilidad o propensión del terreno (propiedades intrínsecas) y la agresividad de los factores detonantes o desencadenantes (lluvia, sismos y actividades antrópicas)</p>
Unidas de medida	<ul style="list-style-type: none"> - Número de eventos / área. - Intensidad de daño / área. - Grado de amenaza por deslizamientos de tierra detonados por lluvia.
Frecuencia	Cada año
Medición	<ul style="list-style-type: none"> - Frecuencia o número de eventos / municipio o en un área determinada. - Mayor intensidad de daño / municipio o un área determinada. - Grado de amenaza / área geográfica.
Interpretación	Escala cualitativas

■ Índice de amenaza por nivel de inundación

FACTOR	DESCRIPCIÓN
Nombre	Índice de amenaza por nivel de inundación
Descripción	Es la relación entre el nivel del agua medido o pronosticado y el nivel de agua crítico de inundación para una sección transversal del río dada. Se entiende como nivel crítico de inundación al valor de nivel de agua que causa desbordamiento en la sección transversal del río afectando la infraestructura de servicios públicos y a la comunidad de la población aledaña. Para fines de evaluar el riesgo (económico, social y ambiental) el índice de Inundación se puede representar en el espacio y en tiempo como una probabilidad (cuantitativa y/o cualitativa) del nivel del agua en una corriente superficial determinada, generada mediante un modelo dinámico de las leyes de distribución de probabilidades, a partir de la información histórica y actual de los principales factores que determinan la formación de la escorrentía superficial.
Justificación	<p>Cuando el índice de amenaza por nivel de inundación se calcula en términos no probabilísticos, este da un grado de susceptibilidad a la inundación (alto, medio y bajo) en el tiempo y en el espacio cuando el nivel del agua aumenta hasta superar la capacidad máxima de conducción de la sección transversal del río.</p> <p>El grado de susceptibilidad permite dar avisos y alertas de inundación a las poblaciones ribereñas ubicadas en los principales ríos del país. Cuando el nivel del agua (medido y pronosticado en tiempo real) se expresa en términos probabilísticas junto con el nivel crítico de inundación da un grado de amenaza (alta, media y baja).</p>
Propósito	Permitir a las autoridades pertinentes estimar el riesgo (relación que implica conocer la probabilidad del evento natural y las pérdidas relacionadas con éste) en términos económicos, sociales y ambientales. El riesgo se puede especializar mediante mapas (Riesgos: económicos, sociales y ambientales) para la toma de decisiones de los organismos nacionales, regionales y locales, involucrados en la aplicabilidad del desarrollo sostenible en materia de prevención de desastres.
Variables Relacionadas	<ul style="list-style-type: none"> - I_{ani} = Índice de amenaza por nivel de inundación (en porcentaje o tanto por uno). - Nivel medido = Nivel del agua medido o pronosticado en la estación hidrológica (en metros). - Nivel crítico = Nivel del agua crítico en la estación hidrológica (en metros).

FACTOR	DESCRIPCIÓN
Unidas de medida	Tanto por uno o porcentaje (%).
Frecuencia	El indicador se actualiza y se presenta diariamente para las estaciones hidrológicas que pertenecen a la red de alertas.
Medición	$I_{ani} = \text{Nivel medido} / \text{nivel crítico}$
Interpretación	<p>Cuando el índice es igual a 1 indica que el nivel actual del río es igual al nivel crítico de inundación, lo que significa que a partir de ese instante la población aledaña a la estación meteorológica es afectada por el fenómeno de inundación.</p> <p>Cuando el índice es menor que 1 indica que el nivel actual del río es menor que el nivel crítico de inundación, lo que significa que la población aledaña a la estación hidrológica no esta afectada por el fenómeno de inundación.</p>
Limitantes	<p>El Índice requiere para su cálculo el nivel de agua medido o pronosticado en tiempo real y el nivel mínimo (valor del nivel de agua en la cual se ocasiona daño social, económico y ambiental) en el sector nacional de estudio, para realizar dichas mediciones se requiere una estación hidrológica en tiempo real y un levantamiento topográfico detallado respectivamente; adicionalmente para su cálculo se supone que la cota cero de la mira de la estación hidrológica no varía en el tiempo y el espacio.</p> <p>Por lo anterior el índice puede tener dos limitaciones: una física, correspondiente a la densidad de estaciones hidrológicas de la red de alertas que no cubre la totalidad del país, es decir que no se pueden asignar estaciones hidrológicas en tiempo real a algunas poblaciones.</p> <p>La segunda limitación se refiere al cálculo del nivel del agua en los siguientes aspectos:</p> <ul style="list-style-type: none"> - El método de cálculo está representado por la solución de una ecuación diferencial ordinaria determinista y, por ello no tiene en cuenta la variación aleatoria de los parámetros, variación que existe en la realidad. - El método de cálculo asume un estado estacionario del proceso hidroclimático, es decir, es inaplicable a situaciones bajo las cuales los momentos estadísticos varían en el espacio ó en el tiempo. - La variación del régimen hidroclimático extremo en el espacio y tiempo en particular los fenómenos como El Niño y La Niña no es suficientemente conocido.

■ Índice de amenaza por niveles mínimos

FACTOR	DESCRIPCIÓN
Nombre	Índice de amenaza por niveles mínimos
Descripción	<p>Es la relación entre el nivel del agua medido o pronosticado y el nivel mínimo para una sección transversal del río dada. Se entiende como nivel mínimo al valor de nivel de agua que afecte a un sector nacional ya sea social, económico y ambiental, por ejemplo:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Sector Social: se utiliza como nivel mínimo, la cota o nivel de captación de la bocatoma del Acueducto. - Sector Económico: se utiliza como nivel mínimo, la cota o nivel de reducción para garantizar la navegación de las embarcaciones de gran calado. - Sector Ambiental: se utiliza como nivel mínimo, la cota o nivel que corresponde al caudal ecológico. <p>Para fines de evaluar el riesgo (económico, social y ambiental) el índice de amenaza por niveles mínimos se puede representar en el espacio y en tiempo como una probabilidad (cuantitativa y/o cualitativa) del nivel del agua en una corriente superficial determinada, generada mediante un modelo dinámico de las leyes de distribución de probabilidades, a partir de la información histórica y actual de los principales factores que determinan la formación de la escorrentía superficial.</p>
Justificación	<p>Cuando el índice de amenaza de niveles mínimos se calcula en términos no probabilísticos, este da un grado de susceptibilidad (alto, medio y bajo) en el tiempo y el espacio de alcanzar un nivel mínimo seleccionado de acuerdo al sector que se está estudiando (social, económico y ambiental), cuando el nivel del agua disminuye hasta alcanzar la capacidad mínima de conducción en una sección transversal del río dada.</p> <p>El grado de susceptibilidad permite dar avisos y alertas de los niveles mínimos en las estaciones hidrológicas en tiempo real (red de alertas) ubicadas en los principales ríos del país.</p> <p>Cuando el nivel del agua (medido y pronosticado en tiempo real) se expresa en términos probabilísticas junto con el nivel de mínimo, el índice da un grado de amenaza (alta, media y baja), y permite a las autoridades pertinentes estimar el riesgo (relación que implica conocer la probabilidad del evento natural y las pérdidas relacionadas con éste) en términos económicos, sociales y ambientales.</p> <p>El riesgo se puede representar en el espacio mediante mapas (riesgos: económicos, sociales y ambientales) para la toma de decisiones de los organismos nacionales, regionales y locales, involucrados en la</p>

FACTOR	DESCRIPCIÓN
	aplicabilidad del desarrollo sostenible en materia de prevención de desastres.
Propósito	Conocer los niveles mínimos de aguas en los ríos y quebrada que puedan llegar a convertirse en amenaza
Variables Relacionadas	<ul style="list-style-type: none"> - Nivel medido - Nivel mínimo
Unidas de medida	Tanto por uno o porcentaje (%).
Frecuencia	El indicador se actualiza y se presenta diariamente para las estaciones hidrológicas que pertenecen a la red de alertas.
Medición	$I_{anm} = \text{Nivel medido} / \text{Nivel mínimo}$
Interpretación	<p>Cuando el índice es mayor a 1 indica que los niveles actuales del río están por encima de la cota mínima, lo que significa que no hay efectos negativos en el sector nacional.</p> <p>Cuando el índice es igual a 1 indica que el nivel actual del río es igual al mínimo, lo que significa que a partir de ese momento el sector nacional es afectado por los niveles mínimos del río.</p> <p>Cuando el índice es menor a 1 indica que el nivel actual del río es menor que el mínimo, lo que significa que el sector productivo nacional ya ha sido y esta afectado por los niveles mínimos del río.</p>
Limitantes	<p>El Índice de amenaza por niveles mínimos requiere para su cálculo el nivel de agua medido o pronosticado en tiempo real y el nivel mínimo (valor del nivel de agua en la cual se ocasiona daño social, económico y ambiental) en el sector nacional de estudio, para realizar dichas mediciones se requiere una estación hidrológica en tiempo real y un levantamiento topográfico detallado respectivamente, adicionalmente para su cálculo se supone que la cota cero de la mira de la estación hidrológica no varía en el tiempo y el espacio.</p> <p>Por lo anterior el índice puede tener dos limitaciones una física correspondiente a la densidad de estaciones hidrológicas de la red de alertas que no cubre la totalidad del país, es decir que no se pueden asignar estaciones hidrológicas en tiempo real a algunas poblaciones.</p> <p>La segunda limitación se refiere al cálculo del nivel del agua en los siguientes aspectos:</p> <ul style="list-style-type: none"> - El método de cálculo está representado por la solución de una ecuación diferencial ordinaria determinista y, por ello no tiene en

FACTOR	DESCRIPCIÓN
	<p>cuenta la variación aleatoria de los parámetros, variación que existe en la realidad.</p> <ul style="list-style-type: none"> - El método de cálculo asume un estado estacionario del proceso hidroclicmático, es decir, es inaplicable a situaciones bajo las cuales los momentos estadísticos varían en el espacio ó en el tiempo. - La variación del régimen hidroclicmático extremo en el espacio y tiempo, en particular los fenómenos como El Niño y La Niña no es conocido suficientemente.

▪ **Superficie de los ecosistemas**

FACTOR	DESCRIPCIÓN
Nombre	Superficie de los ecosistemas
Descripción	<p>Indicador del estado en el que se encuentra la biodiversidad en un momento determinado.</p> <p>Permite hacer un seguimiento a los cambios que se van presentando en el estado de la biodiversidad y la incidencia que tiene un proyecto, un programa o una política general en relación con la conservación de los ecosistemas.</p>
Justificación	<p>El indicador representa el área y porcentaje ocupado por cada ecosistema en el ámbito nacional y regional en un determinado momento.</p> <p>El conocimiento del área y porcentaje de cada ecosistema, aporta elementos para la conservación y restauración de hábitats y para el establecimiento y delimitación de áreas para conservación.</p> <p>El indicador da una medida de la representatividad ecosistémica de un área determinada, siendo este un elemento fundamental para la definición de ecosistemas estratégicos.</p> <p>De otro lado el efecto del área de un ecosistema afecta la ocurrencia y abundancia de poblaciones biológicas.</p>
Propósito	Medir la superficie y el porcentaje ocupado por un ecosistema con relación a un área de análisis que puede ser nacional, regional o local.
Variables Relacionadas	<p>Este indicador está compuesto por tres índices:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Área total del ecosistema (ATE) 2. Porcentaje de ecosistema en un área de interés (PE) 3. Porcentaje del ecosistema en el área de interés sobre la superficie total del ecosistema del área de análisis (PE)

FACTOR	DESCRIPCIÓN
Unidas de medida	El indicador se expresa como el área total del ecosistema (ATE) en hectáreas (ha) y como el porcentaje (%) de ecosistema en un área de interés o área de análisis.
Frecuencia	Los datos se actualizan de acuerdo a las necesidades de la elaboración de mapas de ecosistemas para observar cambios multitemporales en la superficie y porcentaje de los mismos. No se tiene un período establecido para su actualización.
Medición	<p>Área total del ecosistema (ATE)</p> $ATE_{ih} = \sum_{j=1}^n a_{ij} \left(\frac{1}{10,000} \right)$ <ul style="list-style-type: none"> - a_{ij} = Superficie (m^2) de fragmentos j en un ecosistema i - n = Número de fragmentos del ecosistema i en un área de interés h
Interpretación	Se acerca a 0 cuando el ecosistema i casi no existe en el área de interés, y aumenta a medida que se incrementa su presencia en la totalidad de la extensión del área de interés.
Limitantes	El indicador está sujeto a la escala de trabajo y a la unidad mínima cartografiable. De esta manera algunos ecosistemas estratégicos con áreas muy pequeñas serían subestimadas si se trabajan a escalas pequeñas.

■ **Tasa de cambio de los ecosistemas**

FACTOR	DESCRIPCIÓN
Nombre	Tasa de cambio de los ecosistemas
Descripción	<p>El indicador representa la tasa de cambio en superficie que ocurre en un ecosistema en diferentes periodos de tiempo, indicando la velocidad con que los ecosistemas naturales se han transformando en un territorio previamente definido.</p> <p>Permite hacer un seguimiento a los cambios que se van presentando en el estado de la biodiversidad y la incidencia que tiene un proyecto, un programa o una política general en relación con la conservación de los ecosistemas.</p>
Justificación	El conocimiento de la tasa de cambio en área de cada ecosistema, aporta elementos para la identificación de ecosistemas y regiones con procesos acelerados de transformación y deterioro de los mismos, para la orientación y elaboración de políticas de manejo y conservación.

FACTOR	DESCRIPCIÓN
	La tasa de cambio a lo largo del tiempo es estimadora del grado de conservación del ecosistema, la cantidad de hábitat natural intacto y los patrones de conversión de los mismos.
Propósito	Conocer la pérdida y los incrementos de los ecosistemas en una región dada.
Variables Relacionadas	<ul style="list-style-type: none"> - TCE_i = Tasa de crecimiento anual porcentual (%) del índice en un período de tiempo t_i - I_0 = Índice en el período inicial t_0 - I_1 = Índice en el período final t_1 - $(t_1 - t_0)$ = Número de años entre el momento inicial (t_0) y el momento final (t_1)
Unidas de medida	El indicador se expresa como la tasa de cambio anual porcentaje (%) en la superficie de los ecosistemas.
Frecuencia	El conocimiento de la tasa de cambio en área de cada ecosistema, aporta elementos para la identificación de ecosistemas y regiones con procesos acelerados de transformación y deterioro de los mismos, para la orientación y elaboración de políticas de manejo y conservación.
Medición	Tasa de cambio en la superficie de los ecosistemas (TCE) $TCE_i = [\text{Ln}(I_1) - \text{Ln}(I_0)] * 100 / (t_1 - t_0)$
Limitantes	El indicador está sujeto a la existencia de mapas multitemporales de ecosistemas para la región objeto de análisis.

■ **Diversidad de los ecosistemas**

FACTOR	DESCRIPCIÓN
Nombre	Diversidad de los ecosistemas
Descripción	El indicador de diversidad de los ecosistemas es un indicador de estado que representa la riqueza y diversidad de ecosistemas en un área de estudio.
Justificación	<p>Las medidas de riqueza y diversidad de ecosistemas reflejan la heterogeneidad espacial de las regiones y pueden ser indicadores de alta riqueza de especies.</p> <p>La alta riqueza de especies está altamente correlacionada con alta diversidad topográfica, factor formador de los ecosistemas. Por tanto a mayor heterogeneidad espacial y diversidad ecosistémica se puede atribuir una mayor riqueza de especies.</p>

FACTOR	DESCRIPCIÓN
Propósito	Medir la heterogeneidad de los ecosistemas
Variables Relacionadas	Riqueza de Ecosistemas Naturales (REN): número de ecosistemas naturales en un área definida.
Unidas de medida	Para cada uno de los índices que constituyen el indicador se tiene: Riqueza de Ecosistemas Naturales (REN): número de ecosistemas naturales en un área definida. m = número de ecosistemas naturales
Frecuencia	Los datos se actualizan de acuerdo a las necesidades de la elaboración de mapas de ecosistemas para observar cambios multitemporales en la diversidad de ecosistemas. No se tiene un periodo establecido para su actualización.
Medición	$REN = m$
Interpretación	$REN_h = 1$; es 1 cuando el área de interés h contiene solamente un ecosistema natural (no hay diversidad) y se incrementa a medidas que aumenta el número de ecosistemas naturales.
Limitantes	El indicador esta sujeto a la escala de trabajo y en la unidad mínima cartografiable.

▪ **Cambio multitemporal del área de páramos, bosques, sabanas, agroecosistemas y humedales**

FACTOR	DESCRIPCIÓN
Nombre	Cambio multitemporal del área de páramos, bosques, sabanas, agroecosistemas y humedales.
Descripción	Este indicador estima los cambios en área (pérdida o ganancia), ocurridos en un grupo de coberturas vegetales (bosques, páramos, sabanas, agroecosistemas y humedales), en un período determinado ¹ . El indicador está acompañado de tablas y mapas que ilustran gráficamente los cambios en áreas.
Justificación	El indicador señala la expresión territorial de las presiones naturales y antrópicas que inciden en el tamaño de las coberturas naturales, como soporte para la toma de decisiones en general, para la formulación de políticas o para llevar a cabo programas, proyectos que promuevan estudios y análisis más detallados para el uso, la restauración y conservación de la biodiversidad, las aguas, los suelos y la atmósfera. Los tomadores de

FACTOR	DESCRIPCIÓN
	<p>decisiones podrán enfocar sus análisis, por ejemplo, desde el punto de vista ecosistémico o del manejo de cuencas hidrográficas, o desde la perspectiva del ordenamiento territorial y la administración municipal, departamental o regional. Bajo las consideraciones anteriores, el indicador ofrece a la sociedad en general y a los usuarios del SINA en particular una indicación y alertas sobre las tendencias de cambio de uso de los suelos y de la pérdida o ganancia de opciones para el desarrollo sostenible.</p>
Propósito	<p>Reflejar las pérdidas y ganancias de área de páramos, bosques, sabanas, agroecosistemas y humedales.</p>
Variables Relacionadas	<p>A1 = Superficie total de la cobertura analizada para el año en referencia A2 = Superficie total de la cobertura analizada en el año de cambio</p>
Unidas de medida	<p>La magnitud del cambio en las coberturas se expresa tanto en hectáreas (número de hectáreas de las coberturas analizadas que se transformaron en el lapso considerado), como en porcentaje de cambio de la respectiva cobertura, con relación a su extensión en el año inicial de referencia.</p>
Frecuencia	<p>Los datos se registran por décadas con el fin de observar variaciones significativas.</p>
Medición	<p>$\Delta A = A2 - A1$</p>
Interpretación	<p>Si Δ es negativo (-), hay una pérdida o disminución en la superficie de la cobertura analizada en el lapso considerado. Si Δ es positivo existe una ganancia o incremento en la superficie de la cobertura analizada en el lapso considerado.</p>
Limitantes	<p>Vacíos de Información.</p> <p>Un problema inherente al trabajo con imágenes de satélite y fotografías aéreas, es la variable presencia de nubes para algunas zonas, situación que se traduce en áreas sin información. Esta limitación se puede superar, en alguna medida, mediante información secundaria y el conocimiento de expertos.</p> <p>En el caso particular de los humedales, las variaciones estacionales y la presencia de coberturas vegetales en el espejo de agua crean dificultades importantes. Por ello, esta metodología solo es aplicable “caso por caso” en algunos análisis. Por supuesto, el indicador y la metodología empleada no permiten aseveraciones sobre las fuerzas que impulsan los cambios observados.</p> <p>Clasificación. Los resultados de la clasificación puede presentar distorsiones significativas, dependiendo de la experiencia del intérprete y</p>

FACTOR	DESCRIPCIÓN
	<p>las condiciones técnicas de las imágenes, referidas a la época en que se tomó (estación seca o de lluvias); sin embargo, es uno de los métodos más apropiados de acuerdo a las tecnologías disponibles.</p> <p>Imágenes. La construcción de los mosaicos se realiza con grupos de imágenes tomadas en varios años, buscando el material con las mejores condiciones para su interpretación. Dada esta circunstancia, puede presentarse diferencias en los patrones espectrales de las coberturas en imágenes de diferentes años, además de problemas en el empalme de imágenes vecinas.</p> <p>Comprobación de campo. Este es un componente fundamental de la metodología, para efectuar los ajustes y correcciones a la clasificación. Sin embargo, por limitaciones de tiempo, recursos y situaciones que afectan el orden público y la seguridad, no siempre es posible contar con este apoyo.</p> <p>Variabilidad. Referida a la temporalidad de las imágenes de satélite. Esta limitación se ve muy bien reflejada en los empalmes de las imágenes de los respectivos mosaicos.</p> <p>Particularidades para la cobertura de los humedales. Debido a que son ecosistemas sometidos a una alta dinámica, controlada por un gran número de factores naturales que ocasionan cambios aún en ausencia de perturbaciones, sus características hidrográficas, topográficas y edáficas están sujetas a transformaciones permanentes debidas a factores endógenos y exógenos.</p> <p>De especial relevancia para el entendimiento de su dinamismo es la hidrología del humedal mismo y de su cuenca de captación. Los procesos que afectan y moldean los humedales igualmente condicionan en buena medida sus funciones y los valores y servicios ambientales que de ellos se derivan. Así mismo, los factores de cambio resultan en modificaciones que sólo pueden ser evidenciadas en escalas temporales amplias. Además de los procesos de transformación natural, los humedales están sometidos a cambios de origen antrópico que están asociados a su dinámica natural.</p> <p>En Colombia la gran variedad de estos ecosistemas están incluidos en los 27 complejos de humedales de aguas interiores. Un complejo está definido como el conjunto de humedales, que pueden ser de diferente tipo, pero que se encuentran en un espacio geográfico dado de tal suerte que comparten sus características generales y están integrados entre sí funcionalmente.</p> <p>De acuerdo con lo anterior, no es apropiado tomar como unidad de monitoreo el complejo sino la unidad en la que se consideren los procesos, la dinámica espacial y temporal de sitios particulares, su heterogeneidad espacial y dinámica sucesional.</p>

■ **Fragmentación de los ecosistemas**

FACTOR	DESCRIPCIÓN
Nombre	Fragmentación de los ecosistemas.
Descripción	<p>Entendiendo la fragmentación como la división de un hábitat originalmente continuo en relictos remanentes inmersos en una matriz transformada, los índices de fragmentación reflejan los patrones y tendencias espaciales de los ecosistemas.</p> <p>El indicador de fragmentación de los ecosistemas es un indicador de estado, que da una visión de la composición y configuración de los ecosistemas, a través de medidas de área, forma o borde de los fragmentos.</p> <p>Estos factores determinan la dinámica de los procesos ecológicos al interior de los ecosistemas y se convierten en una herramienta de análisis a tener en cuenta en la toma de decisiones políticas para el manejo de los recursos naturales.</p> <p>El indicador está compuesto por cuatro índices:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Número de fragmentos de un ecosistema (NP) 2. Tamaño medio de los fragmentos (MPS) 3. Coeficiente de variación del tamaño medio de los fragmentos (PSCoV) 4. Distancia media al vecino más cercano (MNN)
Justificación	<p>La fragmentación de ecosistemas es considerada una de las principales causantes de grandes cambios en el ambiente físico-biótico, en donde la composición, estructura y función original de un ecosistema se han alterado (Ejemplo: pérdida en la conectividad, creación de bordes sobre el hábitat, o aislamiento de fragmentos), provocando dinámicas muy diferentes sobre las poblaciones biológicas que allí se sustentan. Estos factores afectan la composición y abundancia de las especies de un ecosistema e incrementan su vulnerabilidad.</p>
Propósito	<p>Determinar la dinámica de los procesos ecológicos al interior de los ecosistemas y se convierten en una herramienta de análisis a tener en cuenta en la toma de decisiones políticas para el manejo de los recursos naturales.</p>
Variables Relacionadas	<p>MPS = Tamaño medio de los fragmentos en hectáreas PSCoV= Coeficiente de variación del tamaño medio de los fragmentos MNN = Distancia media al vecino más cercano en metros</p>
Unidas de medida	<ol style="list-style-type: none"> 1. NP = Número de fragmentos de un ecosistema 2. MPS = Tamaño medio de los fragmentos en hectáreas (ha) 3. PSCoV= Coeficiente de variación del tamaño medio de los fragmentos en porcentaje (%)

FACTOR	DESCRIPCIÓN
	4. MNN = Distancia media al vecino más cercano en metros (m)
Frecuencia	Los datos se actualizan de acuerdo a la disponibilidad de mapas de ecosistemas a nivel nacional, regional o local. No se tiene un periodo establecido para su actualización.
Medición	<p>NP = número de fragmentos de un ecosistema NP= n MPS =tamaño medio de los fragmentos</p> $MPS = \frac{\sum_{j=1}^n a_{ij}}{n} \left(\frac{1}{10,000} \right)$ <p>PSCoV = Coeficiente de variación del tamaño medio de los fragmentos (PSCoV)</p> $PSCoV = \frac{PSSD}{MPS} (100)$ <p>MNN = Distancia media al vecino más cercano (MNN)</p> $MNN = \frac{\sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^{n'} (h_{ij})}{N}$
Limitantes	<p>Los índices usados tienen limitaciones impuestas por la escala de la investigación. Los índices son afectados por la resolución de las fuentes primarias de información (fotografías aéreas, imágenes de satélite); los valores calculados para este indicador no se deben comparar entre mapas de ecosistemas con diversas resoluciones y formatos (raster o vector).</p> <p>De otro lado un índice de fragmentación por si sólo no explica el fenómeno de fragmentación de un ecosistema.</p>

▪ **Densidad poblacional en áreas asociadas a ecosistemas**

FACTOR	DESCRIPCIÓN
Nombre	Densidad poblacional en áreas asociadas a ecosistemas
Descripción	Mide el tamaño de la población total o rural que hay en los municipios con territorio en un área de especial interés para el análisis ecosistémico y de la biodiversidad.
Justificación	Al dar una visión de los cambios de población a través del tiempo, este indicador permite observar los efectos del crecimiento poblacional sobre la

FACTOR	DESCRIPCIÓN
	diversidad ecosistémica de un territorio, siendo este un elemento fundamental para la definición de los planes de ordenamiento ambiental territorial, teniendo en cuenta la diversidad abiótica - biótica y socio-económica de una región.
Propósito	Medir los cambios de la población y sus efectos en los ecosistemas vecinos.
Variables Relacionadas	<p>Densidad de población total (DPT)</p> <p>DPT_{ti} = Densidad población total en un año t, asociada a un área de interés i (hab./km²)</p> <p>PT_{tj} = Población total en el año t, en el municipio j con territorio en el área de interés i (número de habitantes)</p> <p>S_{tji} = Superficie del municipio j en el año t dentro del área de interés i (km²)</p> <p>ST_{tj} = Superficie total del municipio j en el año t (km²)</p> <p>n = Número de municipios j con territorio en el área de interés i</p> <p>Densidad de población rural (DPR)</p> <p>DPR_{ti} = Densidad población rural en un año t, asociada a un área de interés i (hab/km²)</p> <p>PR_{tj} = Población rural (“resto”) en el año t, en cada municipio j con territorio en el área de interés i (número de habitantes)</p> <p>S_{tji} = Superficie del municipio j en el año t dentro del área de interés i(km²)</p> <p>ST_{tj} = Superficie total del municipio j en el año t (km²)</p> <p>n = Número de municipios j con territorio en el área de interés i</p>
Unidas de medida	Número de habitantes por km ² .
Frecuencia	El indicador se actualiza y se presenta en los periodos de censo poblacional a nivel nacional, departamental y municipal.
Medición	<p>Densidad de población total -DPT-</p> $DPT_{t1} = \frac{\sum_{j=1}^n \left(\frac{PT_{tj} \times S_{jt1}}{ST_{jt}} \right)}{\sum_{j=1}^n ST_{jt}}$ <p>Densidad de población rural -DPR-</p> $DPR_{t1} = \frac{\sum_{j=1}^n \left(\frac{PR_{tj} \times S_{jt1}}{ST_{jt}} \right)}{\sum_{j=1}^n ST_{jt}}$

FACTOR	DESCRIPCIÓN
Interpretación	<p>La interpretación de cada índices se aplica usando un sistema de clasificación de acuerdo a tres categorías (alto, medio, bajo). Se partió de identificar la media y la desviación estándar de todas las observaciones y con base en estos resultados se obtuvieron tres categorías:</p> <p>El promedio más media desviación estándar, para establecer como alto todo valor registrado superior a este límite.</p> <p>El promedio menos media desviación estándar, para establecer como bajo todo valor inferior a este límite.</p> <p>Como medio se definen por defecto todo índice con valor entre los dos anteriores límites.</p>
Limitantes	<p>En un área de especial interés de análisis con respecto a sus características ecosistémicas, el indicador no necesariamente coincide con la delimitación político-administrativa de los municipios.</p> <p>La población rural toma aquella que no habita en el casco urbano de los municipios (resto). Sin embargo este criterio se pierde cuando se trabajan las tasas de crecimiento en áreas con municipios fragmentados. Para este tipo de municipios, la información censal reportada para años anteriores a la fragmentación municipal considera como parte del “resto” la población que habita en conglomerados de viviendas que posteriormente serán la cabecera del nuevo municipio.</p> <p>Dado que el proceso de segregación municipal en el país no está lo suficientemente documentado, en algunos casos no es factible determinar la asociación entre un municipio segregado y su municipio de origen.</p> <p>En municipios nuevos que se forman con territorio de dos o más municipios segregados de otro, los procesos de agregación no son precisos.</p>

▪ **Índice de condiciones de vida de la población (ICV)**

FACTOR	DESCRIPCIÓN
Nombre	Índice de condiciones de vida de la población (ICV)
Descripción	<p>Refleja el estado de la calidad de vida de la población que habita en los municipios que tienen territorio en un área de especial interés para el análisis de los ecosistemas y de la biodiversidad. Se basa en el índice de condiciones de vida (ICV) medido por la Misión Social (hoy Programa de Desarrollo Humano) del DNP, con base en el comportamiento ponderado de 12 condiciones de vida de los hogares.</p>
Justificación	<p>Teniendo en cuenta que el ecosistema se define en términos de una interacción de elementos físico bióticos con actividades humanas, las</p>

FACTOR	DESCRIPCIÓN
	condiciones de bienestar de la población asociada a cada ecosistema deben ser un elemento fundamental para caracterizar las condiciones de estado de dicho ecosistema.
Propósito	Conocer la calidad de vida de los habitantes que residen en zonas de ecosistemas de interés.
Variables Relacionadas	ICV_{ti} = Índice de condiciones de vida en el año t, en los municipios asociados al área de interés i ICV_{tj} = Índice de condiciones de vida en el año t en el municipio j con territorio en el área de interés i PT_{tMj} = Población total en el año t, en cada municipio j con territorio en el área de interés i n = Número de municipios j con territorio en el área de interés i
Unidas de medida	% de defunciones por unidad de análisis.
Frecuencia	El indicador se actualiza cada vez que se produzca nueva información relacionada con el ICV.
Interpretación	El ICV se mide entre 1 y 100, correspondiendo los mayores valores a mejores condiciones de vida.
Limitantes	El indicador es de cobertura nacional y refleja el estado de la calidad de vida de la población que habita en los municipios que tienen territorio en un área de especial interés, sin embargo algunos de sus componentes no se ajustan a las condiciones regionales de algunas zonas en particular las áreas del Choco y la Amazonia.

▪ **Defunciones según principales causas**

FACTOR	DESCRIPCIÓN
Nombre	Defunciones según principales causas
Descripción	Representa el número de defunciones en todas las edades para el total departamental y municipal, según principales causas de muerte (muertes violentas, enfermedades gastrointestinales y enfermedades respiratorias), por 100 defunciones en el total, en un determinado año.
Justificación	Teniendo en cuenta que el ecosistema se define en términos de una interacción de elementos físico bióticos con actividades humanas, las condiciones de bienestar de la población y sus principales causas de muerte, deben ser un elemento fundamental para caracterizar las condiciones de estado de los ecosistemas.

FACTOR	DESCRIPCIÓN
Propósito	Conocer el número de defunciones y sus principales causas.
Variables Relacionadas	<p>Defunciones por muertes violentas</p> <p>INV_ti = Índice de niveles de violencia en el año t, en los municipios asociados al área de interés i(%)</p> <p>PMV_tj = Porcentaje de muertes violentas sobre el total de fallecimientos en el período t, en el municipio j con territorio en el área de interés i(%)</p> <p>PT_tj = Población total en el año t, en el municipio j con territorio en el área especial i</p> <p>n = Número de municipios j con territorio en el área de interés i</p> <p>Defunciones por enfermedades gastrointestinales</p> <p>IMG_ti = Índice de muertes por enfermedades gastrointestinales en el año t, en los municipios asociados al área de interés i (%)</p> <p>PMG_tj = Porcentaje de muertes por enfermedades gastrointestinales sobre el total de fallecimientos en el período t, en el municipio con territorio en el área de interés i(%)</p> <p>PT_tj = Población total en el año t, en el municipio j con territorio en el área de interés</p> <p>Defunciones por enfermedades respiratorias</p> <p>IMR_ti = Índice de muertes por enfermedades respiratorias en el año t, en los municipios asociados al área de interés i (%)</p> <p>PMR_tj = Porcentaje de muertes por enfermedades respiratorias sobre el total de fallecimientos en el período t, en el municipio con territorio en el área de interés i (%)</p> <p>PT_tj = Población total en el año t, en el municipio j con territorio en el área especial i</p> <p>n = Número de municipios j con territorio en el área de interés</p>
Unidas de medida	Defunción por tipo de causa.
Frecuencia	El indicador se actualiza cada vez que se produzca nueva información relacionada con defunciones.
Medición	<p>Defunciones por muertes violentas</p> $INV_{t1} = \frac{\sum_{j=1}^n (PMV_{tj} \times PT_{tj})}{\sum_{j=1}^n PT_{tj}}$

FACTOR	DESCRIPCIÓN
	<p>Defunciones por enfermedades gastrointestinales</p> $IMG_{t,i} = \frac{\sum_{j=1}^n (PMG_{tj} \times PT_{tj})}{\sum_{j=1}^n PT_{tj}}$ <p>Defunciones por enfermedades respiratorias</p> $IMR_{t,i} = \frac{\sum_{j=1}^n (PMR_{tj} \times PT_{tj})}{\sum_{j=1}^n PT_{tj}}$
Interpretación	Es número de defunciones, por 100 defunciones en el total, en un determinado año.
Limitantes	Disposición de información base compilada y organizada

▪ **Área promedio anual de reforestación protectora y comercial**

FACTOR	DESCRIPCIÓN
Nombre	Área promedio anual de reforestación protectora y comercial
Descripción	<p>Este indicador será tratado en dos casos, según sea la finalidad de la actividad reforestadora:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Reforestación comercial - Reforestación protectora <p>En el ámbito nacional y regional, representa el área promedio reforestada anualmente con fin comercial y protector, por categoría de especies con mayor demanda tanto de uso industrial como para restauración ecológica.</p> <p>De igual forma representa la reposición del recurso forestal aprovechado ya sea de origen natural o plantado. Estas plantaciones son clasificadas de acuerdo a las categorías (latifoliadas y coníferas) manejadas por la FAO y la Organización Internacional de Maderas Tropicales (OIMT), para informes internacionales relacionados con bosques tropicales.</p>
Justificación	Este indicador aporta criterios para dirigir el manejo de bosques y plantaciones en forma tal que las funciones de los primeros estén principalmente en el campo de la prestación de servicios, mientras las de los segundos en el aprovisionamiento de madera y otras materias primas industriales.

FACTOR	DESCRIPCIÓN
	Es útil en la evaluación del Plan Estratégico para la Restauración y el Restablecimiento de Bosques en Colombia, Plan Verde1 y el Plan Nacional de Desarrollo Forestal (Doc. CONPES 3125 de 2001).
Propósito	Permite establecer: La tendencia nacional y regional respecto a las superficies plantadas. El futuro suministro de madera y fibra procedente de las plantaciones. Información básica para la estimación de la función de sumidero de la actividad reforestadora.
Variables Relacionadas	<ul style="list-style-type: none"> - RPA = Reforestación promedio anual (has/año) - ARi = Área total reforestada durante el período Considerado - n = Número de años evaluados
Unidas de medida	La reforestación promedia anual en el lapso analizado se expresa en hectáreas por año.
Frecuencia	La frecuencia de presentación del indicador será anual supeditado al reporte periódico de información por parte de las CARs.
Medición	$RPA = \frac{\sum_{i=1}^n ARi}{n}$
Limitantes	<p>El resultado del indicador corresponderá a las áreas establecidas por tipo de especie reportadas por el usuario a las CARs.</p> <p>Al acopio de la información en los formatos de captura, desarrollados por el IDEAM – DANE-Minagricultura, - Minambiente - CARs.</p> <p>La calidad y coherencia de la información enviada por las CARs al IDEAM. El envío oportuno de la información al SEFC.</p> <p>Disponibilidad de personal calificado para el ingreso masivo de información a la base de datos SEFC.</p> <p>Dependerá de los resultados de la realización del primer Censo Nacional Forestal para plantaciones comerciales en el año 2002, por el DANE Minagricultura - IDEAM - Minambiente - CARs.</p> <p>Dependerá de la disponibilidad de recursos para el fortalecimiento del módulo de plantaciones forestales del SEFC, así como de la periodicidad del Censo Forestal Nacional.</p>

■ **Balance de emisiones y capturas de CO₂ por actividades silvícolas**

FACTOR	DESCRIPCIÓN
Nombre	Balance de emisiones y capturas de CO ₂ por actividades silvícolas
Descripción	<p>Este indicador representa, en primer lugar, la cantidad de dióxido de carbono emitido a la atmósfera, producto de la conversión de bosques a otros usos, por actividades como aprovechamiento de biomasa forestal (madera), quema de biomasa dentro y fuera del sitio de aprovechamiento, y degradación de la biomasa abandonada en el sitio de extracción. En segundo lugar, representa la captura de CO₂ por abandono de tierras cultivadas, en períodos mayores o iguales a diez años, las cuales se encuentran en el proceso de sucesión vegetal o regeneración natural; asimismo, la absorción de CO₂ se realiza a través de la reforestación, ya sea de carácter comercial o protectora.</p>
Justificación	<p>Los resultados del indicador permitirán tener una aproximación cuantitativa al cumplimiento de los compromisos del país con la Convención Marco de Cambio Climático, así como establecer las estrategias de mitigación para la reducción de emisiones o incremento de captura de CO₂, al igual que definir actividades relacionadas con el Mecanismo de Desarrollo Limpio –MDL–. En el ámbito regional el indicador servirá como instrumento base para el desarrollo de estrategias de valoración y negociación de servicios ambientales, producto de la conservación del bosque natural o del establecimiento de plantaciones.</p> <p>También permite evaluar el Plan Estratégico para la Restauración y el Restablecimiento de Bosques en Colombia, Plan Verde y el Plan Nacional de Desarrollo Forestal (Documento CONPES 3125 de 2001), en los temas de control de la deforestación.</p> <p>La información sobre el volumen y la biomasa de los árboles en pie, es importante para señalar el papel que desempeñan los recursos forestales en el almacenamiento de carbono. De igual forma el volumen de existencias de madera en formación y disponible para el abastecimiento, constituye un indicador importante sobre el potencial económico del bosque plantado.</p> <p>Este índice, por su misma complejidad, es relevante en la medida que involucra la actividad reforestadora de carácter comercial y protector con la actividad extractiva de madera con fines comerciales y energéticos, así como también el cambio de uso del bosque (tala) a usos agrícolas e infraestructura.</p>
Propósito	Conocer la cantidad de dióxido de carbono emitido a la atmósfera encaminado a al cumplimiento de los compromisos del país con la Convención Marco de Cambio Climático

FACTOR	DESCRIPCIÓN
<p>Variables Relacionadas</p>	<p>Existencia de Volumen por unidad de área</p> <p>V_e = Volumen de existencias inventariadas por unidad de área. (m^3/ha)</p> <p>V_{sp} = Volumen por especie. (m^3)</p> <p>A_i = Área inventariada (ha)</p> <p>Biomasa aérea arbórea</p> <p>B_{At} = Biomasa aérea total (t ms/ha)</p> <p>V_e = Volumen de existencias inventariadas por unidad de área. (m^3/ha)</p> <p>DM = Densidad media de madera ponderada por el volumen (Biomasa seca al horno por volumen de existencias verde por metros cúbicos) (gr/cm^3)</p> <p>$FEB3$ = Factor de expansión de la biomasa (proporción entre la biomasa de árboles seca al horno existente encima del suelo y la biomasa seca al horno del volumen inventariado). Se aplicará el factor propuesto por Brown (1997) para plantaciones en regiones tropicales.</p> <p>Captura de dióxido de carbono por coberturas vegetales boscosas (bosques plantados, bosques naturales con baja intervención y coberturas con componente arbóreo)</p> <p>AaC = Absorción anual de carbono en la biomasa aérea en kilotoneladas de carbono (Kt C).</p> <p>A_p = Área total plantada en unidad de área (ha).</p> <p>IMA = Incremento medio anual del bosque plantado en toneladas de materia seca por hectárea (t ms/ha).</p> <p>FC = Fracción de carbono de la biomasa aérea (0.45)</p> <p>Emisión de dióxido de carbono por actividades silvícolas (biomasa de madera comercial, quema de biomasa dentro y fuera del sitio, y degradación de biomasa abandonada.</p> <p>PAB = Pérdida anual de biomasa (t ms)</p> <p>Sc = Superficie convertida anualmente (ha)</p> <p>B_{ac} y B_{dc} = Biomasa antes y después de la conversión del bosque (t ms/ha)</p>
<p>Unidas de medida</p>	<p>La unidad de medida para la captura y/o emisión de dióxido de carbono, de acuerdo a parámetros internacionales del IPCC2 es gigagramos de CO_2 (Gg de CO_2).</p> <p>Otras unidades de medida para las variables relacionadas son:</p>

FACTOR	DESCRIPCIÓN
	Volumen en metros cúbicos por unidad de área (m ³ /ha).
Frecuencia	La frecuencia de medición de los datos dependerá de la actualización de los inventarios forestales y el reporte de los mismos por parte de las CARs, el Ministerio del Medio Ambiente, ACOFORE, DANE, CONIF, Ministerio de Agricultura, facultades forestales y empresas forestales. Sin embargo, se propone estimar este indicador cada cinco (5) años.
Medición	$V_e = \frac{\sum V_{sp}}{A_i}$ $BA_t = V_e \times DM \times FEB$ $CO_2TC = AaC \times \frac{44}{12}$
Limitantes	<ul style="list-style-type: none"> - Los resultados y la interpretación del indicador dependerán de: - La existencia de inventarios forestales periódicos realizados en diferentes sitios del país, a partir de los cuales se podrá ajustar aún más las ecuaciones para determinar la biomasa aérea tanto en bosque natural como en plantaciones. - Datos de consumo de biomasa leñosa con fines energéticos. - Datos de aprovechamiento forestal por tipo de uso de la madera (comercial y energética). - De la realización de estudios sobre estados sucesionales tempranos y avanzados, así como estudios sobre degradación de biomasa forestal en el suelo. - Acopio y envío oportuno de la información en los formatos de captura desarrollados por el IDEAM- DANE- Minagricultura, por parte de las CARs y las empresas forestales, así como de la continuidad de censos forestales periódicos. - Disponibilidad de recursos económicos y de personal para el fortalecimiento, transferencia tecnológica y conformación de nodos regionales. - La calidad y coherencia de la información ingresada a la base de datos. - Disponibilidad de personal calificado para el ingreso masivo de información a la base de datos SEFC. - La inexistencia de un inventario forestal nacional.

FACTOR	DESCRIPCIÓN
	- Información específica sobre factores mórficos y crecimientos de especies y sucesiones secundarias en las principales situaciones del país.

A3.2.5 Económico

▪ **Demanda anual de maderas por el sector manufacturero**

FACTOR	DESCRIPCIÓN
Nombre	Demanda anual de maderas por el sector manufacturero
Descripción	Comprende todos los productos manufacturados a partir de madera en rollo nacional o importada. El cálculo del indicador se hará de manera independiente para madera proveniente de coníferas y la proveniente de latifoliadas.
Justificación	Este indicador representa las presiones que produce el sector manufacturero y energético sobre los bosques, lo que permite identificar políticas que garanticen la utilización sostenible de los bosques y un adecuado abastecimiento de materias primas industriales. Por comparación con los indicadores sobre el aprovechamiento forestal en bosques naturales y plantados, permitirá estimar cuál es el comportamiento de estas dos fuentes de madera en el suministro de insumos a las industrias forestales.
Propósito	Conocer la cantidad de madera consumida anualmente en el País por los sectores manufacturero y energético.
Variables Relacionadas	DNM = Demanda nacional de madera CM = Consumo de combustibles de madera MRI = Consumo nacional de madera en rollo industrial Y a su vez MRI esta definido como: $MRI = a + b + c$ Donde: a = Consumo de trozas de aserrío y para chapas b = Consumo de madera para pulpa (rolliza y partida) c = Consumo de otra madera en rollo industrial
Unidas de medida	Volumen en m ³ / año /clase botánica/ tipo de consumo.
Frecuencia	Anual
Medición	$DNM = CM + MRI$

FACTOR	DESCRIPCIÓN
Limitantes	<p>La información disponible se encuentra en agregados nacionales por clasificación CIU y es registrada en valores (miles de pesos), lo que determina la utilización de supuestos sobre los datos reales para su conversión a unidades físicas.</p> <p>Las fuentes utilizadas para la estimación involucran el consumo de madera para el sector de la construcción, tanto en los ítems relacionados con madera aserrada como en los que se refiere a madera en rollo, por lo que no es posible obtener una aplicación particular para este sector.</p> <p>No se dispone de una serie de datos de precios de la madera (tanto bruta como aserrada), siendo la única fuente disponible la del Sistema de Información Estadístico Forestal -SIEF- para 1997, en consecuencia se hace necesario deflactar los datos con base en índices de precios del Banco de la República.</p> <p>Debido a que no se cuenta con información primaria para estimar toda la madera en rollo consumida, se parte de la producción del sector madera aserrada, inmunizada y acepillada, obtenidos de la encuesta anual manufacturera 1999; a partir de allí y para proyectar los valores al año 2000 y 2001 (período de análisis) es necesario asumir el crecimiento del sector (PIB) en este caso correspondiente a toda la industria de madera y muebles de madera que engloba la producción total de madera aserrada. El análisis se efectuó tomando como referencia el período 1990-1995, debido a que en este se registra un comportamiento económico regular para el sector (a partir de allí surgen cambios drásticos en el Modelo Económico Nacional).</p>

▪ **Consumo per cápita de energía**

FACTOR	DESCRIPCIÓN
Nombre	Consumo per cápita de energía
Descripción	Representa el consumo final de energía (en barriles equivalentes de petróleo) por habitante al año.
Justificación	El indicador permite establecer a través del análisis de una serie de tiempo, el comportamiento del consumo final de energía por habitante por año. Desde una perspectiva de sostenibilidad y del estado de los recursos energéticos, los aumentos en los requerimientos implicarán mayores impactos sobre el medio ambiente, sobrecalentamiento global y dependencia de energéticos finitos. Por otra parte, desde una perspectiva de desarrollo económico, representa aumento o disminución en la calidad de vida de la población.

FACTOR	DESCRIPCIÓN
Propósito	El consumo final de energía, corresponde al consumo por todo tipo de energético, de los usuarios finales sectores residencial, comercial y público, industrial, transporte, agropecuario y minero, construcciones y no identificados.
Variables Relacionadas	CF = Consumo final CR = Consumo en el sector residencial CCP = Consumo en el sector comercial y público CI = Consumo en el sector industrial CTP = Consumo en el sector transporte CAM = Consumo en el sector agropecuario y minero CC = Consumo en el sector de la construcción CNI = Consumo no identificado
Unidas de medida	Barriles equivalentes de petróleo por habitantes al año.
Medición	CPCE = CF / Número de habitantes del país CF = CR + CCP + CI + CTP + CAM + CC + CNI
Limitantes	La agregación de energéticos y de sectores a nivel nacional impide evaluar los consumos per cápita por tipo de energético (Ejemplo: leña), el sector donde se presenta con más énfasis el consumo de ese energético (Ejemplo: residencial) y el lugar del país en donde es mayor dicho consumo.

▪ **Consumo final de energía por sectores**

FACTOR	DESCRIPCIÓN
Nombre	Consumo final de energía por sectores
Descripción	Representa la cantidad de energía final, medida en barriles equivalentes de petróleo, consumida al año por los sectores socioeconómicos residencial, comercial, oficial y público, industrial, transporte, agropecuario y minero, construcciones y no identificado.
Justificación	El indicador permite realizar el seguimiento a la tendencia en el consumo energético sectorial, principales energéticos utilizados y la participación dentro del total nacional y facilita la evaluación de las políticas sobre uso racional de energía que se adelantan a nivel sectorial en el país.
Propósito	Conocer la cantidad de energía final consumida por los diferentes sectores.
Variables	CF _i = Consumo final para el sector i.

FACTOR	DESCRIPCIÓN
Relacionadas	CFEPi = Consumo final de energía primaria para el sector i. CFESi = Consumo final de energía secundaria para el sector i.
Unidas de medida	Barriles equivalentes de petróleo consumidos al año por los sectores socioeconómicos.
Frecuencia	El indicador se actualiza y presenta anualmente.
Medición	$CFi = \sum CFEPi + \sum CFESi$
Interpretación	Es el consumo final de todos los energéticos considerado en el Balance Energético realizado por los sectores socioeconómicos, medido en barriles equivalentes de petróleo al año.
Limitantes	La agregación a nivel nacional no permite establecer las regiones del país en donde hay mayor demanda de energía y cual es el sector que la origina. En el rubro de No Identificado se contabilizan los consumos de sectores que no están plenamente identificados.

▪ **Consumo de energía per cápita en el sector residencial**

FACTOR	DESCRIPCIÓN
Nombre	Consumo de energía per cápita en el sector residencial
Descripción	Consumo de energía en el sector residencial por habitante.
Justificación	El patrón de consumo de energía en el sector residencial es importante en términos de evaluar la sostenibilidad, dado que el sector residencial está entre los principales consumidores de energía y en esa medida el aumento o disminución de este indicador está asociado a cambios en la presión sobre los recursos naturales renovables y no renovables, la contaminación atmosférica y el cambio climático.
Propósito	Conocer el consumo energético en el sector residencial
Variables Relacionadas	Consumo residencial Comprende la energía usada en el sector residencial urbano y rural en cocción, iluminación, agua caliente, refrigeración (neveras) y aire acondicionado entre otros. Cubre tanto el consumo de energía primaria, es decir la tomada directamente de la naturaleza que comprende gas natural, carbón mineral y leña, como la energía secundaria referida a energía

FACTOR	DESCRIPCIÓN
	eléctrica, Gas Licuado del Petróleo (GLP), gasolina motor, kerosene y carbón de leña. Población Número de personas de acuerdo a fuente de energía.
Unidas de medida	Teracalorías por habitante.
Frecuencia	El indicador se actualiza anualmente.
Medición	Consumo de energía per cápita = Consumo anual de energía por tipo de combustible en teracalorías / Población en número de habitantes.
Interpretación	
Limitantes	Para un análisis de sostenibilidad, es necesario contar con información desagregada a nivel regional o municipal sobre consumos de energía. Es necesario establecer el número de usuarios por tipo de energía utilizada, proceso que requiere un análisis detallado de diferentes fuentes de información que aún no se ha realizado.

■ **Tasa de crecimiento del consumo de energía residencial**

FACTOR	DESCRIPCIÓN
Nombre	Tasa de crecimiento del consumo de energía residencial
Descripción	La tasa de crecimiento del consumo de energía, indica la variación inter-periodo del el consumo residencial, por tipo de fuente energética en un periodo de tiempo analizado.
Justificación	Consumo de energía por tipo de energético comprende la energía usada en el sector residencial urbano y rural en cocción, iluminación, agua caliente, refrigeración (neveras) y aire acondicionado entre otros. Cubre tanto el consumo final (consumo útil más pérdidas) de energía primaria, es decir la tomada directamente de la naturaleza que comprende gas natural, carbón mineral y leña, como la energía secundaria referida a energía eléctrica, Gas Licuado del Petróleo –GLP–, gasolina motor, kerosene y carbón de leña.
Propósito	Refleja los cambios en la canasta energética del consumo de la población, asociados a las políticas de conservación y sustitución de energía.
Variables Relacionadas	C = Consumo del energético x al final del período (teracalorías). Ci = Consumo del energético x al comienzo del período (teracalorías). n = Número de años del período.
Unidas de medida	Adimensional. Se expresa en porcentaje (%).

FACTOR	DESCRIPCIÓN
Frecuencia	Cada 3 años
Medición	Tasa de crecimiento del energético = $((Cf/Ci)^{(1/n)} - 1) \times 100$
Limitantes	Se requiere contar con cifras desagregadas a nivel municipal para que se pueda integrar a un análisis de sostenibilidad.

▪ **Demanda interna per cápita de energía renovable**

FACTOR	DESCRIPCIÓN
Nombre	Demanda interna per cápita de energía renovable
Descripción	Representa la cantidad de energía renovable demandada por habitante al año.
Justificación	La demanda per cápita de energía renovable se estima a nivel nacional y es el resultado de dividir la demanda interna de energía renovable al año sobre el número de habitantes del país.
Propósito	Desde una perspectiva de sostenibilidad el indicador permite evaluar la tendencia en la utilización de los recursos energéticos renovables en el país por habitante por año.
Variables Relacionadas	DIER = Demanda interna de energía renovable DIEH = Demanda interna de hidroenergía DILE = Demanda interna de leña DIBZ = Demanda interna de bagazo DIRC = Demanda interna de recuperación de vinazas DIEO = Demanda interna de energía eólica DISO = Demanda interna de energía solar DIGEO = Demanda interna de energía geotérmica DIMA = Demanda interna de energía maremotriz DIBC = Demanda interna de biocombustibles
Unidas de medida	Barriles equivalentes de petróleo de energía renovable demandados por habitante al año.
Frecuencia	Cada Año
Medición	$\frac{\text{Demanda interna de energía renovable al año}}{\text{Número de habitantes del país}}$
Limitantes	Para el cálculo de la demanda interna de energía renovable no es posible en la actualidad, contar con información consolidada a nivel nacional sobre

FACTOR	DESCRIPCIÓN
	<p>la demanda de energía eólica, solar, geotérmica, maremotriz y de biocombustibles.</p> <p>La información sobre demanda interna de hidroenergía no incluye las pequeñas centrales localizadas en las zonas no interconectadas.</p> <p>En el cálculo de la demanda interna de energía renovable se incluye la totalidad de la leña utilizada en el país, sin diferenciar la autorizada de la no autorizada.</p>

■ **Participación de energías renovables en la demanda interna total de energía**

FACTOR	DESCRIPCIÓN
Nombre	Participación de energías renovables en la demanda interna total de energía
Descripción	Representa la participación de la demanda interna de las energías renovables (hidroenergía, leña, bagazo, recuperación de vinazas, eólica, solar, geotérmica, maremotriz y biocombustibles) en la demanda total interna de energía.
Justificación	El indicador se estima a nivel nacional y es el resultado de dividir la demanda interna de energías renovables (hidroenergía, leña, bagazo, recuperación de vinazas, eólica, solar, geotérmica, maremotriz y biocombustibles) sobre la demanda interna total de energía, expresado como porcentaje.
Propósito	El indicador permite establecer la participación de las energías renovables en la demanda total interna de energía e inferir la dependencia de la demanda interna por este tipo de energéticos.
Variables Relacionadas	<p>DIER = Demanda interna de energía renovable</p> <p>DIEH = Demanda interna de hidroenergía</p> <p>DILE = Demanda interna de leña</p> <p>DIBZ = Demanda interna de bagazo</p> <p>DIRC = Demanda interna de recuperación de vinazas</p> <p>DIEO = Demanda interna de energía eólica</p> <p>DISO = Demanda interna de energía solar</p> <p>DIGEO = Demanda interna de energía geotérmica</p> <p>DIMA = Demanda interna de energía maremotriz</p> <p>DIBC = Demanda interna de biocombustibles</p> <p>DITE = Demanda interna total de energía.</p> <p>DIEP = Demanda interna por hidroenergía, gas natural, petróleo, carbón mineral, leña, bagazo y recuperación de vinazas.</p> <p>IES = Importaciones de energía secundaria (energía eléctrica, gas de</p>

FACTOR	DESCRIPCIÓN
	refinería, gas licuado de petróleo, gasolina motor, kerosene y jet fuel, diesel oil, no energéticos, coque, carbón leña y gas industrial)
Unidas de medida	Porcentaje (%).
Frecuencia	Cada Año
Medición	<p><u>D/da interna de energía renovable</u> Demanda total interna de energía</p> <p>DIER = DIHE + DILE + DIBZ + DIRC + DIEO + DISO DIGEO + DIMA + DIBC</p> <p>DITE = DIEP + IES</p>
Interpretación	Aumento o disminución del indicador
Limitantes	<p>Para el cálculo de la demanda interna de energía renovable no es posible en la actualidad, contar con información consolidada a nivel nacional sobre la demanda de energía eólica, solar, geotérmica, maremotriz y de biocombustibles.</p> <p>La información sobre demanda interna de hidroenergía no incluye las pequeñas centrales localizadas en las zonas no interconectadas.</p> <p>En el cálculo de la demanda interna de energía renovable se incluye la totalidad de la leña utilizada en el país, sin diferenciar la autorizada de la no autorizada.</p>

▪ **Demanda de agua**

FACTOR	DESCRIPCIÓN
Nombre	Demanda de agua
Descripción	Representa la cantidad de agua requerida para el consumo humano y el desarrollo de las actividades económicas.
Justificación	El conocimiento de la cantidad de agua necesaria para satisfacer las necesidades socioeconómicas del país es fundamental para la planificación y ordenamiento del recurso agua en Colombia.
Propósito	<p>Prioridades de gestión con base en el volumen y tipo1 de uso del recurso.</p> <p>Relaciones en aspectos como patrones de consumo, crecimiento económico y nivel de ingresos.</p> <p>Ubicación espacial de los usuarios por volumen y tipo de uso.</p> <p>Relaciones con la oferta hídrica para obtener el Índice de escasez.</p>

FACTOR	DESCRIPCIÓN
Variables Relacionadas	DT = Demanda total de agua DUD = Demanda de agua para uso doméstico (urbano y rural) DUI = Demanda de agua para uso industria DUS = Demanda de agua para el sector servicios DUA = Demanda de agua para uso agrícola DUP = Demanda de agua para uso pecuario
Unidas de medida	Millones de m ³ x año.
Frecuencia	Cada Año
Medición	$DT = DUD + DUI + DUS + DUA + DUP$
Interpretación	Aumento o disminución del indicador
Limitantes	Las estimaciones no contemplan las pérdidas de los sistemas de conducción, almacenamiento, tratamiento y distribución. Los factores de consumo de agua para la industria por tipo de actividad económica y para el sector pecuario son teóricos. Los factores teóricos para consumo de agua no contemplan la tecnología utilizada en los diferentes sectores. La escala de la información.

■ **Participación porcentual del gasto de los hogares**

FACTOR	DESCRIPCIÓN
Nombre	Participación porcentual del gasto de los hogares
Descripción	Distribución porcentual del gasto de los hogares en bienes y servicios finales.
Justificación	Conocer cómo distribuye los gastos una sociedad, es decir cuánto está asignando a la compra de bienes y servicios, permite una aproximación a su patrón de consumo, aspecto importante para evaluar la sostenibilidad.
Propósito	Dar una señal para relacionar este consumo con el tipo de residuos que genera.
Variables Relacionadas	Hogar: Entendido como la unidad social conformada por una persona o grupo de personas que se asocian para compartir el alojamiento y la comida. Unidad de gasto: Se considera como tal a la persona que atiende sus propios gastos, o al grupo de personas que comparten la vivienda y tienen

FACTOR	DESCRIPCIÓN
	<p>arreglos para satisfacer en común sus necesidades esenciales (gastos de alimentación, servicios de la vivienda, equipamiento y otros gastos del hogar), por lo cual para esta investigación se y exceptuó de la Unidad de Gasto al pensionista y a los empleados domésticos y sus hijos, a cuyas personas se les consideró miembros del hogar pero no se les tomó información de gastos.</p> <p>Perceptor de ingresos: Es toda persona de 12 años y más que durante el período de referencia (mes pasado o últimos 12 meses), recibió ingresos por conceptos del trabajo (sueldos y salarios, horas extras, primas, etc.), trabajo independiente y/o ingresos de capital, transferencias, etc.</p> <p>Gasto total del hogar: Corresponde a la suma de los gastos del hogar incluyendo los gastos personales de cada uno de sus miembros y excluyendo los gastos de los pensionistas y del servicio doméstico y sus hijos.</p>
Unidas de medida	Se expresa en porcentaje (%).
Frecuencia	Cada 5 años
Medición	$\% \text{ Gasto total en grupo de bienes o servicios (X)} = \frac{\text{Gasto total en grupo de bienes o servicios (X)}}{\text{Gasto total de los hogares}} \times 100$
Interpretación	Aumento o disminución
Limitantes	<ul style="list-style-type: none"> - El análisis de los impactos ambientales y de sostenibilidad requiere que la fuente primaria de información cuente con unidades físicas para algunos bienes. - La falencia de información.

A3.2.6 Sociocultural

▪ **Tamaño de población**

FACTOR	DESCRIPCIÓN
Nombre	Tamaño de población
Descripción	Número de personas que habitan en un espacio y tiempo determinado.

FACTOR	DESCRIPCIÓN
Justificación	Su relación con variables socio-demográficas, culturales, económicas y físico-bióticas permite entender las presiones sobre los recursos naturales y el ambiente, especialmente en lo relativo a demanda de bienes y servicios y a la generación de residuos. Igualmente es utilizado para establecer la población afectada por fenómenos naturales y por fenómenos causados por la alteración humana del medio ambiente (Ejemplo: contaminación, desertificación, etc.).
Propósito	Definir la cantidad de personas de una población
Variables Relacionadas	PT = Población total PTU = Población total urbana PTR = Población total rural
Unidas de medida	Número de personas.
Frecuencia	Cada que exista información de censo
Medición	$P_T = P_{TU} + P_{TR}$
Interpretación	Aumento o disminución del indicador
Limitantes	El número de habitantes no es suficiente para evaluar la presión de los sistemas sociales sobre los recursos naturales y del ambiente. Por lo tanto, se trata de un indicador que necesariamente se tiene que relacionar con otra serie de indicadores para poder analizar la relación sistemas sociales - sistemas ecológicos. Las proyecciones de población en si mismas, contienen factores de error debido a que parten de un comportamiento tendencial a partir de 1993 e incluyen algunos supuestos que hacen del dato resultante un valor de mucha incertidumbre, además no incluye modificaciones recientes en los patrones de movilidad de la población.

▪ **Densidad de población**

FACTOR	DESCRIPCIÓN
Nombre	Densidad de población
Descripción	Relación entre el número de habitantes y la superficie total que estos ocupan.
Justificación	Su relación con otros indicadores (tecno- económicos, socioeconómicos) ofrece una aproximación de la fuerza motriz que ejerce la actividad

FACTOR	DESCRIPCIÓN
	antrópica sobre el medio físico - biótico, bien sea a través de la demanda de recursos o de la generación de residuos.
Propósito	Permite estimar el grado de exposición y riesgo de la población presente y futura a amenazas de origen natural o antrópico (p.e. inundaciones, deslizamientos y efectos del cambio climático). Todos estos aspectos son fundamentales para la planificación dirigida hacia un desarrollo más sostenible.
Variables Relacionadas	PTU = Población total. A = Superficie ocupada.
Unidas de medida	Total nacional: Número de habitantes x km ² (Habitantes/km ²). Zona rural: Número de habitantes x km ² (Habitantes/km ²). Zona urbana: Número de habitantes x ha (Habitantes/hectárea).
Frecuencia	El indicador se actualiza y se presenta cada vez que se realiza un censo y que el IGAC actualiza las superficies municipales.
Medición	$\left(\frac{P_{TU}}{A}\right) \times 100$
Interpretación	Aumento o disminución del indicador
Limitantes	Conocer el comportamiento de este diferentes ecosistemas del país, es para determinar presiones sobre el importante destacar que si este indicador manera aislada puede originar lecturas realidad, ya que la presión esta población, pero especialmente por que está da a los recursos. Además, resaltar que desconoce la presión población que se encuentra más allá pero que demanda de los recursos determinados.

■ **Tasa de crecimiento**

FACTOR	DESCRIPCIÓN
Nombre	Tasa de crecimiento
Descripción	Es el cociente entre el incremento medio anual total de la población, ocurrido durante un período determinado y la población media del mismo período. Puede definirse, también como la suma algebraica de la tasa de crecimiento natural y la tasa de migración.
Justificación	La tasa de crecimiento indica la tendencia de una población en el tiempo, así como su carácter de expulsor o receptor. Su relación con variables

FACTOR	DESCRIPCIÓN
	sociodemográficas, culturales, económicas y físico-bióticas permite la construcción de escenarios.
Propósito	Conocer el ritmo de crecimiento de la población es de vital importancia para el desarrollo de políticas de población dirigidas hacia un desarrollo más sostenible.
VARIABLES Relacionadas	PT = Población total PTU = Población total urbana PTR = Población total rural
Unidad de medida	Adimensional. Se expresa en porcentaje (%).
Frecuencia	Cada que hay información de censo
Medición	$\left[\left(\frac{P_p}{P_i} \right)^{\frac{1}{n}} - 1 \right] \times 100$
Interpretación	Aumento o disminución
Limitantes	La tasa de crecimiento poblacional no es suficiente para evaluar el ritmo de presión de los sistemas sociales sobre los recursos naturales y del ambiente en un tiempo y espacio determinados. Por lo tanto, se trata de un indicador que necesariamente se tiene que relacionar con otra serie de indicadores para poder analizar la relación dinámica población - medio ambiente.

▪ **Tasa de fecundidad**

FACTOR	DESCRIPCIÓN
Nombre	Tasa de fecundidad
Descripción	Es el número de hijos que en promedio tendría una mujer de una cohorte hipotética de mujeres, que durante su vida fértil tuvieron sus hijos de acuerdo a las tasas de fecundidad por edad del período de estudio y, no estuvieron expuestas a riesgos de mortalidad desde el nacimiento hasta el término del período fértil.
Justificación	La tasa global de fecundidad junto con los otros indicadores sociodemográficos ayudan a explicar la transición demográfica de un país, cuyo proceso se relaciona con factores del desarrollo social y económico.

FACTOR	DESCRIPCIÓN
	Las causas de los cambios de este indicador se correlacionan con aspectos como el nivel educativo de las mujeres, mejoramiento de los servicios de salud y seguridad social, participación en el mercado laboral, entre otros. La disminución de la tasa global de fecundidad expresa las expectativas sociales principalmente de las mujeres de una sociedad, en tanto que se muestra una relación entre las oportunidades laborales, educativas y de participación social y política, con las tendencias en la disminución de la fecundidad.
Propósito	Este indicador permite en conjunto con otros indicadores, analizar cómo el predominio de ciertas edades poblacionales configuran unas necesidades específicas, con ello una demanda y un consumo de los recursos naturales y del ambiente. De igual forma, el comportamiento y las tendencias de la fecundidad permiten construir escenarios futuros de demandas potenciales de bienes y servicios de acuerdo a unas necesidades y patrones de consumo.
Variables Relacionadas	K1 = Representa el valor más bajo al que ha de aproximarse la fecundidad futura; es la asíntota inferior de la función. K2 = Corresponde al campo de variación posible desde el momento inicial hasta que alcance el valor K.
Unidas de medida	Número de hijos.
Frecuencia	Cada que hay datos de censos
Medición	$TGF = (K_1 + K_2) / (1 + b/a)$
Interpretación	Aumento o disminución del indicador
Limitantes	La tasa global de fecundidad no es un indicador suficiente para evaluar la presión de los sistemas sociales sobre los recursos naturales y del ambiente. Por lo tanto, se trata de un indicador que necesariamente se tiene que relacionar con otra serie de indicadores para poder analizar la relación sistemas sociales - sistemas ecológicos. No se dispone de información confiable, compatible y actualizada en el ámbito municipal.

■ **Tasa neta de migración**

FACTOR	DESCRIPCIÓN
Nombre	Tasa neta de migración
Descripción	Es el cociente entre el saldo migratorio de un período (inmigrantes -

FACTOR	DESCRIPCIÓN
	emigrantes), y la población residente total estimada a mitad del mismo período.
Justificación	Conocer el comportamiento de los flujos migratorios, en especial los factores que influyen sobre los mismos, es de vital importancia para el desarrollo de políticas encaminadas al ordenamiento ambiental del territorio, al desarrollo de programas y proyectos que contribuyan al uso y manejo sostenible de los recursos naturales.
Propósito	Este indicador permite establecer el efecto neto o impacto de la inmigración y emigración sobre la población de una zona o territorio. Además, permite conocer el carácter de expulsión o atracción de un territorio, el volumen neto o saldos migratorios (inmigrantes - emigrantes), y la intensidad del fenómeno migratorio.
Variables Relacionadas	<p>Número de inmigrantes Nacidos o personas que 5 años antes del censo vivían en otro municipio, departamento o región del lugar en que fueron censados + Nacidos (o que 5 años antes vivían) fuera del país + Sin información.</p> <p>Número de emigrantes Personas que abandonaron su municipio, departamento o región de nacimiento (o lugar de residencia 5 años antes) para radicarse en otro lugar, donde fueron efectivamente censados.</p>
Unidas de medida	Adimensional.
Frecuencia	Cada que hay información de censo
Medición	<p>Se expresa como el aumento o disminución de personas por 1, 100 o 1000 habitantes de una zona en un año o período determinado.</p> <p>Tasa neta de inmigración</p> $\frac{(\text{número de inmigrantes} - \text{número de emigrantes})}{\text{población total período} \times x} \times K$
Interpretación	Aumento o disminución del indicador
Limitantes	La no disponibilidad de datos por edad y sexo. El no contar con información más específica (urbano - rural) que permita de manera diferenciada establecer análisis de la movilidad en términos de dirección, volumen y origen - procedencia de los flujos migratorios.

■ **Tasa de mortalidad**

FACTOR	DESCRIPCIÓN
Nombre	Tasa de mortalidad
Descripción	Es el cociente entre el número de defunciones de todas las edades ocurridas en un periodo determinado, generalmente un año calendario, y la población media del mismo período.
Justificación	A la hora de establecer comparaciones de las tasas de mortalidad entre países o regiones, es necesario tener en cuenta las diferencias en la composición por edad, ya que es posible que un país desarrollado presente altas tasas de mortalidad por la alta población.
Propósito	Al igual que la tasa de fecundidad y la tasa de migración, es un indicador que incide en la composición poblacional de un país o una región determinada y da cuenta de la transición demográfica ¹ . La identificación de los factores que afectan el cambio de la tasa de mortalidad, expresan diversas características de la población como la estructura por edades, así como las condiciones de salud, nutrición, saneamiento básico, prestación de servicios públicos y la calidad de vida en general de una población.
Unidas de medida	Se expresa por miles de habitantes.
Frecuencia	Cada que hay datos de censo
Medición	Metodología DANE
Interpretación	Aumento o disminución del indicador
Limitantes	Este indicador por si sólo no permite hacer una evaluación de la sostenibilidad social de una región o país. Requiere de ser correlacionado con otra serie de indicadores sociodemográficos, económicos, culturales, políticos e institucionales para que de elementos para la planificación y toma de decisiones. De igual forma, para que este indicador pueda relacionarse con la demanda y el consumo de los recursos naturales y del ambiente es necesario relacionarlo con otros indicadores sociodemográficos y económicos. La no disponibilidad de información actualizada, confiable y compatible en el ámbito municipal de las estadísticas vitales.

■ Tasa de mortalidad infantil

FACTOR	DESCRIPCIÓN
Nombre	Tasa de mortalidad infantil
Descripción	Es la probabilidad que tiene un recién nacido de morir antes de cumplir un año de vida. En la práctica se define como el cociente entre las defunciones de menores de un año de edad, ocurridas en un lapso de tiempo (generalmente un año), y los nacimientos ocurridos en el mismo período.
Justificación	Dentro del marco de la sostenibilidad, la tasa de mortalidad infantil, en conjunto con otra serie de indicadores sociodemográficos, brinda elementos de análisis para la evaluación de la sostenibilidad social de una nación o región determinada.
Propósito	La tasa de mortalidad infantil es considerada un indicador Proxi del desarrollo, en tanto que tiene una relación directa con las condiciones de vida de una población, refleja el grado de vulnerabilidad de la población infantil, así como el grado de desarrollo alcanzado de una nación en términos de bienestar y equidad. Este indicador se encuentra correlaciona con otros aspectos como el nivel educativo de las madres, la desnutrición y el saneamiento básico, por lo tanto puede dar respuestas sobre la relación pobreza – medio ambiente.
Variables Relacionadas	<p>q h0 = Mortalidad infantil masculina. q m0 = Mortalidad infantil femenina. q to = Mortalidad infantil ambos sexos. 0.4878 = Proporción de los nacimientos femeninos bajo el supuesto de que por cada 205 nacimientos totales ocurren 100 nacimientos femeninos. 0.5122 = Complemento de la anterior proporción y se aplica para los nacimientos masculinos.</p>
Unidas de medida	Se expresa en miles de habitantes.
Frecuencia	Cada que hay información de censo
Medición	<p>Mortalidad infantil ambos sexos =</p> $q_{to} = 0.4878 q_m + 0.5122 q_h$
Interpretación	Aumento o disminución del indicador
Limitantes	Los problemas que presentan las estadísticas vitales de cobertura, calidad y oportunidad incide en la construcción del indicador. De otra parte, la información utilizada de los censos está afectada por errores e inconsistencias tales como: a) Errada declaración de los hijos menores de un año e hijos sobrevivientes por parte de quienes suministran la

FACTOR	DESCRIPCIÓN
	información censal; b) Inadecuado empadronamiento; y c) Mala digitación de la información.

▪ **Esperanza de vida**

FACTOR	DESCRIPCIÓN
Nombre	Esperanza de vida
Descripción	La esperanza de vida al nacer representa los años que en promedio se espera que viva un conjunto de personas nacidas en un momento dado, si se mantienen las tasas de mortalidad por edades de ese momento.
Justificación	La esperanza de vida es un indicador que da cuenta de las características de la mortalidad de una población y de las condiciones de salud de un país. La magnitud e intensidad de la mortalidad está asociada a todos aquellos factores socio demográficos y económicos que expresan la calidad de vida de la población. Por lo tanto, la esperanza de vida es una buena aproximación al grado de sostenibilidad alcanzado por una sociedad en términos de bienestar.
Propósito	Una esperanza de vida larga o corta incide en la composición poblacional, lo que a su vez se correlaciona con las demandas y consumos de la población
Variables Relacionadas	No aplica
Unidas de medida	Número de años.
Frecuencia	Cada que hay datos de censo
Medición	Las estimaciones de la esperanza de vida son obtenidas por método indirecto respetando las estructuras de las estadísticas vitales y corrigiendo la omisión de las defunciones con el método Brass de la estructura por edad de las muertes. (DANE. Estudios Censales No 6). La esperanza de vida a nivel departamental se estimó a partir de las estimaciones de la esperanza de vida al nacer, obtenida para los momentos censales 1985 y 1993, se establecieron los valores esperados para el período 1995-2050, usando una función logística que, supone, permite expresar adecuadamente el comportamiento de este indicador; esto se hizo para el caso de las mujeres, menos afectadas por el problema de la violencia. La esperanza de vida de los hombres se obtuvo a partir de la esperanza de vida de las mujeres y una proyección de los diferenciales, por sexo.

FACTOR	DESCRIPCIÓN
Limitantes	La principal limitación de este indicador es que es una medida hipotética, no es una tasa o un coeficiente.

■ **Proporción de población desplazada**

FACTOR	DESCRIPCIÓN
Nombre	Proporción de población desplazada
Descripción	Relación porcentual entre la población desplazada por cada municipio de expulsión o de llegada, y el total de población desplazada, en un año o período determinado.
Justificación	La intensificación del conflicto armado interno del país esta produciendo impactos sociales, económicos, culturales, ambientales e institucionales de gran magnitud. Siendo el desplazamiento forzado de la población no combatiente, una las expresiones más críticas de dicho conflicto. No sólo por los impactos sociales per se que tiene sobre la población, sino por los efectos encadenados del mismo.
Propósito	Permite identificar de forma directa la población desplazada, e indirecta las zonas o regiones de conflicto, y la relación de estas con los sistemas urbano regionales, la demanda de recursos naturales y la transformación de ecosistemas estratégicos.
Variables Relacionadas	1) El número de personas desplazadas por municipios de expulsión. 2) El número de desplazados por municipios de llegada. Variables que se relacionan con el número total de población desplazada por condición de salida o llegada. Así se establece la cantidad y la distribución porcentual de población desplazada por municipios.
Unidas de medida	Porcentaje (%).
Frecuencia	Cada 3 meses
Medición	$\text{Proporción de desplazados} = \frac{\text{Número de desplazados por municipio (de expulsión o de llegada)}}{\text{Población Total desplazada (por condición de expulsión o llegada)}} \times 100$.
Interpretación	Aumento o disminución del indicador
Limitantes	<ul style="list-style-type: none"> - La falta de unidad de criterios en la definición del desplazamiento forzado y concepciones diferentes de cómo medir el fenómeno. - La existencia de distintas fuentes de información no comparables. - La falta de un registro sistemático de la información a través del

FACTOR	DESCRIPCIÓN
	<p>tiempo por limitaciones institucionales.</p> <ul style="list-style-type: none"> - La ausencia de disponibilidad de datos por edad y sexo, que permitan conocer las características de los grupos afectados. - La falta de información más específica por zonas (urbano - rural), que permita de manera diferenciada, establecer análisis del desplazamiento forzado por características socioeconómicas de la población.

■ **Población en áreas urbanizadas**

FACTOR	DESCRIPCIÓN
Nombre	Población en áreas urbanizadas
Descripción	Representa el número de personas que viven en áreas urbanizadas. Las áreas urbanizadas son espacios donde la presencia de un centro urbano de gran tamaño, afecta de tal manera a los centros poblados cercanos y a sus áreas rurales que estos se ven envueltos en un proceso de urbanización, conurbación, metropolización, densificación, cambios de actividades y fuertes presiones sobre los recursos naturales.
Justificación	El acelerado proceso de urbanización localizado en algunas áreas del país esta generando grandes presiones sobre los recursos naturales y del ambiente. Como son la demanda concentrada de recursos y la producción concentrada de residuos, procesos que simultáneamente pueden llegar a sobrepasar la capacidad de carga del sistema ecológico que sustenta a estas áreas urbanizadas.
Propósito	Identificar cuales son las tendencias en la configuración del territorio, y cuales son las presiones que se están dando sobre los ecosistemas urbanos y naturales es de suma importancia para la formulación de políticas, programas y proyectos dirigidos al ordenamiento ambiental del territorio, y al manejo y uso sostenible de los recursos naturales.
Variables Relacionadas	<ul style="list-style-type: none"> - Población en áreas urbanizadas - Población total habitante de un área urbanizada. - Población total - Población total de la entidad territorial, región, país, que contiene la o las áreas urbanizadas.
Unidas de medida	porcentaje (%).
Frecuencia	Cada Año
Medición	Población en área urbanizada/ Población total * 100.

FACTOR	DESCRIPCIÓN
Interpretación	Aumento o disminución del indicador
Limitantes	El principal problema para la definición de las áreas urbanizadas, consiste en determinar realmente las áreas ocupadas, para obtener la densidad real de la población.

▪ **Necesidades básicas insatisfechas**

FACTOR	DESCRIPCIÓN
Nombre	Necesidades básicas insatisfechas
Descripción	El índice de necesidades básicas insatisfechas –NBI– identifica la proporción de personas y/o hogares que tienen insatisfecha alguna (una o más), de las necesidades definidas como básicas para subsistir en la sociedad a la cual pertenece el hogar. Capta condiciones de infraestructura y se complementa con indicadores de dependencia económica y asistencia escolar.
Justificación	La necesidad de una aproximación integrada al desarrollo sostenible, hace necesario entrar a evaluar las diferentes dimensiones del mismo (económica, social, ecológica e institucional). En esta medida, el NBI, un indicador de que intenta reflejar los niveles de pobreza de una población, se convierte en un instrumento útil para el análisis de la (in)sostenibilidad de una sociedad.
Propósito	El NBI de servicios inadecuados identifica en un solo indicador qué poblaciones no tienen acceso a condiciones sanitarias mínimas y a servicios públicos, características ambas de los asentamientos humanos que pueden tener correlación con indicadores de salud (Ejemplo: enfermedades), sociodemográficos (Ejemplo: mortalidad infantil), y económicos (Ejemplo: PIB per cápita).
Variables Relacionadas	<ul style="list-style-type: none"> - NBI. Viviendas inadecuadas: expresa las carencias habitacionales en cuanto a las condiciones físicas de las viviendas donde residen los hogares. - NBI. Servicios inadecuados: identifica el no acceso a condiciones sanitarias mínimas, hace referencia a servicios públicos. - NBI. Hacinamiento crítico: tres o más personas por cuarto. Incluyendo sala, corredor y dormitorios, y excluyendo cocina, baño y garaje. - NBI. Alta dependencia económica: con más de tres personas dependientes por persona ocupada y que el jefe tenga una escolaridad inferior a tres años.

FACTOR	DESCRIPCIÓN
	<ul style="list-style-type: none"> - NBI. Con ausentismo escolar: con al menos un niño entre los 7 y 11 años pariente del jefe del hogar que no asisten a un centro educativo. - NBI. Miseria: aquellas personas u hogares que tienen insatisfechas más de dos necesidades definidas como básicas.
Unidas de medida	Se expresa en porcentaje (%).
Frecuencia	Cada que hay datos de censo
Medición	$\% \text{ _de_hogares_con_NBI}_j = \frac{\sum_i^{n_i} \text{hogares_con_NBI}_{i,j}}{\sum_i^{n_i} \text{total_hogares}_j} \times 100$
Interpretación	Aumento o disminución del indicador. Nivel de pobreza
Limitantes	<p>Mide básicamente aspectos relacionados con las características e infraestructura física de las viviendas, las cuales están altamente afectadas por la urbanización. Esto limita la utilidad del índice en la medición de la incidencia y brechas sociales al interior de las ciudades y entre los grupos sociales.</p> <p>Este indicador no mide directamente la seguridad alimentaria de una población, una característica de la misma, que debería considerarse como una de las principales necesidades básicas de una población.</p> <p>No considera la diversidad de culturas de una nación, al medir algunos NBI, de manera homogénea a lo largo de todo el territorio nacional. Esto puede llevar a que los tomadores de decisiones tengan una visión distorsionada de ciertas realidades, especialmente de las visiones o cosmovisiones de las comunidades indígenas y comunidades negras.</p>

▪ **Índice de condiciones de vida – ICV –**

FACTOR	DESCRIPCIÓN
Nombre	Índice de condiciones de vida – ICV –
Descripción	Es un índice que relaciona variables de infraestructura, de características demográficas y de capital humano. De acuerdo con la metodología de la Misión Social - DNP, entidad constructora del Índice de Condiciones de Vida –ICV–, “este índice combina en una sola medida las variables de potencial acceso a bienes físicos, representados en las características físicas de las viviendas, con variables que miden el capital humano de las personas del hogar, las posibilidades de acceso a los servicios públicos domiciliarios, las

FACTOR	DESCRIPCIÓN
	posibilidades de acceso de los niños y jóvenes a los servicios escolares y las características demográficas de los hogares como potencial frente al mercado laboral y peso de los niños menores de seis años”.
Justificación	Dentro del marco de la sostenibilidad, cualquier nación que se encuentre trabajando en las metas del desarrollo sostenible, debe evaluar las condiciones de vida de la población. De esta manera el ICV, junto con el NBI, permiten una aproximación a la sostenibilidad de los sistemas sociales de un país. Mientras no existan condiciones de vida para una vida digna, no se puede hablar de sostenibilidad. No solo por lo que esto significa en términos éticos-humanos, sino por las mismas repercusiones sobre los sistemas ecológicos.
Propósito	A través del índice ICV, es posible medir la incidencia, intensidad de la pobreza y brecha entre los hogares, las regiones y zonas geográficas.
Variables Relacionadas	<ul style="list-style-type: none"> - Capital Humano - Educación del jefe del hogar - Educación de las personas de 12 o más - Jóvenes entre 12-18 años que asisten a secundaria o universidad - Niños entre 5-11 años que asisten a un centro educativo - Calidad de las viviendas - Material de las paredes - Material de los pisos - Calidad y acceso de los servicios - Servicio sanitario - Abastecimiento de agua - Con que cocina - Recolección de basuras - Tamaño y composición del hogar - Niños de 6 años o menos en el hogar - Personas por cuarto
Unidas de medida	Adimensional. Se expresa como un puntaje que varía de 0 a 100.
Frecuencia	Cada que hay datos del censo
Medición	Ver metodología (MAVDT, 2002)
Limitantes	Es un indicador que se aproxima a evaluar la calidad de vida de la población, sin embargo, deja por fuera del análisis factores claves, como son seguridad social, nutrición y condiciones del entorno, entre otros. Es un indicador que no aplica a poblaciones de predominio o de alta participación indígena, lo que no necesariamente es una limitación del indicador, si se considera que el concepto de calidad de vida para estas poblaciones puede

FACTOR	DESCRIPCIÓN
	ser diferente al que se aplica al resto de la población. Sería oportuno desarrollar un índice de calidad de vida para comunidades indígenas y afrocolombianas, que considere sus particularidades culturales y cosmovisiones.

A3.2.7 Físico espacial

■ Tasa de urbanización

FACTOR	DESCRIPCIÓN
Nombre	Tasa de urbanización
Descripción	La tasa de urbanización establece el grado de variación (aumento o disminución) de la proporción de la población que reside en la cabecera municipal, con respecto a la población total (nacional, departamental o municipal) en un período de tiempo.
Justificación	El acelerado proceso de urbanización localizado en algunas áreas del país esta generando grandes presiones sobre los recursos naturales y del ambiente, tales como la demanda concentrada de recursos y la producción concentrada de residuos, procesos que pueden llegar a sobrepasar la capacidad de carga del sistema ecológico que sustenta a estas áreas urbanizadas.
Propósito	Identificar el ritmo de crecimiento de la urbanización en el país es de suma importancia para la formulación de políticas de desarrollo urbano y al mismo tiempo de desarrollo rural que redireccionen los procesos hacia un desarrollo más sostenible.
Variables Relacionadas	%URB F Porcentaje urbanización al final del período = (Población que habita cabecera municipal / Población total) al final del período. %URB. Porcentaje urbanización al inicio del período = (Población que habita cabecera municipal / Población total) al inicio del período n = número de intervalos en el período.
Unidas de medida	porcentaje (%).
Frecuencia	Cada que hay datos de censo
Medición	$\left[\left(\frac{\% \text{URB}_F}{\% \text{URB}_I} \right)^{1/n} - 1 \right] \times 100$

FACTOR	DESCRIPCIÓN
Interpretación	Aumento o disminución del indicador
Limitantes	Delimitar lo urbano a la cabecera municipal excluye del área urbana zonas con características urbanas, que son en algunos casos de mayor tamaño que la cabecera municipal.

▪ **Nivel o grado de urbanización**

FACTOR	DESCRIPCIÓN
Nombre	Nivel o grado de urbanización
Descripción	Relación entre la cantidad de población que habita en la cabecera municipal con respecto a la población total (municipal, departamental o nacional).
Justificación	El conocimiento sobre la distribución actual y las tendencias de la población en un espacio determinado, es de vital importancia para el entendimiento sobre como se va configurado un territorio en el tiempo.
Propósito	En términos generales, este indicador asociado con otra serie de indicadores sociodemográficos, de calidad de vida, de demanda de recursos y de generación de residuos debe contribuir al desarrollo de políticas de desarrollo urbano y rural más sostenibles.
Variables Relacionadas	PTU = Población total urbana PT = Población total
Unidas de medida	Porcentaje (%).
Frecuencia	Cada que haya datos de censo
Medición	$\left(\frac{P_{TU}}{P_T} \right) \times 100$
Interpretación	Aumento o disminución del indicador
Limitantes	La reducción de lo urbano a la cabecera municipal esta dando información distorsionada de la realidad. En algunos casos, un área con características urbanas, pero que no es propiamente la cabecera municipal, no es contabilizada como urbana. Y en otros, una cabecera municipal no cumple con las características de lo urbano. Sin embargo, es catalogada como tal.

A3.2.8 Residuos Sólidos

■ **Generación de residuos sólidos**

FACTOR	DESCRIPCIÓN
Nombre	Generación de residuos sólidos
Descripción	Representa la cantidad de residuos sólidos generados por la actividad urbana (incluye los residuos de origen doméstico, comercial e institucional, escombros, residuos vegetales generados en plazas de mercados, limpieza de calles y mantenimiento de zonas verdes y parques, y lodos), industrial, agrícola y pecuaria del país, en un periodo de tiempo específico.
Justificación	El conocimiento de las cantidades de residuos sólidos generados ⁴ es fundamental en el contexto del manejo integral de residuos y en la evaluación del impacto social y ambiental que representa su manejo. El indicador permite obtener datos cuantificados y espaciales con los cuales es posible tomar decisiones que mejoren el desempeño ambiental del manejo de los residuos sólidos en el país.
Propósito	<ol style="list-style-type: none"> 1. Prioridades de gestión; con base en el volumen y tipos de residuos generados. 2. Permite establecer relaciones con aspectos tales como patrones de consumo de bienes, servicios y materiales; crecimiento económico y nivel de ingreso; nivel de crecimiento de la población urbana; etc. 3. Ubicación espacial de los generadores por volumen y tipo de residuos. 4. Identificación de oportunidades de inversión en infraestructura de manejo y aprovechamiento. 5. Evaluación potencial del impacto social y ambiental del manejo de los residuos sólidos.
Variables Relacionadas	<ul style="list-style-type: none"> - RSG = Residuos sólidos de todo tipo generados en el país - rsU = Residuos sólidos urbanos generados en el país, de origen doméstico, comercial e institucional, residuos vegetales de plazas de mercado, limpieza de calles y mantenimiento de zonas verdes y parques, escombros y lodos; expresados en tamaño - rsl = Residuos sólidos industriales generados en el país; incluye los residuos de los diferentes sectores de la industria manufacturera y extractiva, expresados en tamaño. - rsA = Residuos sólidos agrícolas generados en el país; incluye los residuos generados por la actividad agrícola, expresados en tamaño. - rsP = Residuos sólidos pecuarios generados en el país; incluye los residuos generados por la actividad pecuaria, expresados en tamaño.

FACTOR	DESCRIPCIÓN
Unidas de medida	Toneladas generadas en un año.
Frecuencia	Cada Año
Medición	$RSG = rsU + rsI + rsA + rsP$
Interpretación	Aumento o disminución del indicador
Limitantes	<ul style="list-style-type: none"> - Dificultades en la obtención de la información requerida para su elaboración. - El indicador no diferencia los residuos peligrosos de los no peligrosos. - El indicador no incluye los residuos que son almacenados en su lugar de origen. - El indicador puede generar confusión al compararlo con el indicador de residuos dispuestos adecuadamente.

▪ **Residuos sólidos dispuestos apropiadamente**

FACTOR	DESCRIPCIÓN
Nombre	Residuos sólidos dispuestos apropiadamente
Descripción	Representa la cantidad de residuos sólidos dispuestos, en un periodo de tiempo específico, en instalaciones apropiadas según sus características y tipo de residuo.
Justificación	El conocimiento de las cantidades de residuos dispuestos en instalaciones apropiadas es una referencia directa de su efecto ambiental sobre los diferentes componentes del ambiente.
Propósito	<ol style="list-style-type: none"> 1. Prioridades de gestión; con base en el volumen y tipo de residuos dispuestos. 2. Ubicación espacial de los sitios de disposición final por tipo y características de los residuos. 3. Identificación de oportunidades de inversión en infraestructura de manejo. 4. Evaluación del potencial impacto de los residuos sobre el medio ambiente. 5. Evaluación de los pasivos ambientales generados por la inadecuada disposición de los residuos.
Variables Relacionadas	<p>RSDA = Residuos sólidos dispuestos apropiadamente en el país</p> <p>rsR = Residuos sólidos dispuestos en relleno sanitario o escombrera en el país. Incluye los residuos sólidos urbanos, industriales,</p>

FACTOR	DESCRIPCIÓN
	agrícolas y pecuarios que han sido dispuestos en rellenos sanitarios o escombreras apropiadas, expresadas en tamaño rsT = Residuos sólidos dispuestos en sistemas de transformación en el país. Incluye los residuos sólidos urbanos, industriales, agrícolas y pecuarios que han sido transformados en instalaciones apropiadas, expresados en tamaño
Unidas de medida	Toneladas dispuestas en un año
Frecuencia	Cada Año
Medición	$RSDA = rsR + rsT$
Interpretación	Aumento o disminución del indicador
Limitantes	<ul style="list-style-type: none"> - Dificultades en la obtención de la información requerida para su elaboración (ver más adelante). - El indicador puede generar confusión al compararlo con los indicadores de residuos generados y aprovechados. - El indicador no incluye los residuos que son aprovechados o dispuestos en instalaciones no apropiadas. - El indicador no diferencia entre los residuos generados en zonas urbanas o rurales.

■ **Residuos sólidos aprovechados**

FACTOR	DESCRIPCIÓN
Nombre	Residuos sólidos aprovechados
Descripción	Representa la cantidad de residuos sólidos aprovechados de origen urbano, industrial, agrícola y pecuario; en un periodo de tiempo específico, a través de su reutilización o reciclaje en instalaciones apropiadas.
Justificación	El conocimiento de las cantidades de residuos sólidos aprovechados es fundamental en el contexto del manejo integral de residuos y en la evaluación del impacto social y ambiental que representa su manejo. El indicador permite obtener datos cuantificados y espaciales con los cuales es posible tomar decisiones que mejoren el desempeño ambiental del manejo de los residuos sólidos en el país.
Propósito	Prioridades de gestión; con base en el volumen y tipo de residuos aprovechados.

FACTOR	DESCRIPCIÓN
	Ubicación espacial de las instalaciones de aprovechamiento de residuos. Identificación de oportunidades de inversión en infraestructura de manejo y aprovechamiento. Evaluación potencial del impacto social y ambiental del manejo de los residuos sólidos.
Variables Relacionadas	RSA(%) = Porcentaje de residuos sólidos de todo tipo aprovechados en el país $\sum(R)$ = Residuos sólidos aprovechados en el país, incluyendo todo tipo de reutilización y/o reciclaje RSG = Residuos sólidos generados en el país
Unidas de medida	Se expresa en porcentajes y en toneladas de residuos sólidos aprovechados en un año
Medición	$RSA(\%) = (\sum(R)/RSG) * 100$
Interpretación	Aumento o disminución del indicador
Limitantes	Dificultades en la obtención de la información requerida para su elaboración. El indicador no incluye algunos materiales tales como residuos aceitosos y solventes que son aprovechados como combustible secundario. El indicador no incluye los residuos que son directamente aprovechados por la industria en sus procesos o cuando son transferidos a otra, excepto aquellos que son registrados por la encuesta anual manufacturera. Falta de registros sistemáticos de la reutilización y el reciclaje de residuos. Falta de acceso a información proveniente del sector manufacturero referente al aprovechamiento de subproductos. Falta de información sobre los sitios autorizados para el aprovechamiento de escombros en la adecuación topográfica de terrenos.

■ **Utilización de fertilizantes en la agricultura**

FACTOR	DESCRIPCIÓN
Nombre	Utilización de fertilizantes en la agricultura
Descripción	Representa la utilización anual de fertilizantes por unidad de área.
Propósito	Este indicador permite tener una aproximación a la intensidad de uso de los fertilizantes en la actividad agrícola, lo que puede indicar cambios en la productividad de los suelos cultivados o un uso no adecuado de estos

FACTOR	DESCRIPCIÓN
	productos, en vista de que no responden a las necesidades reales de los suelos, factores que a su vez tienen implicaciones ambientales.
Variables Relacionadas	<p>Ventas nacionales de fertilizantes en la agricultura: Los fertilizantes son sustancias que aportan nutrientes para el desarrollo de las plantas. Un nivel apropiado de efectividad exige seleccionar el tipo, cantidad y los procedimientos de aplicación para evitar pérdida de nutrientes y de sinergias que generen limitantes o excesos para el desarrollo de los cultivos.</p> <p>Área nacional cosechada: El área cosechada es la superficie que fue objeto de recolección en un periodo específico.</p>
Unidas de medida	Toneladas métricas por hectárea.
Frecuencia	Cada Año
Medición	<u>Ventas nacionales de fertilizantes en la agricultura</u> Área nacional cosechada
Limitantes	<p>La fuente de los datos no especifica el grado de incertidumbre de los mismos, ya que depende de la información que reportan las empresas, por lo cual no se tiene conocimiento de la magnitud del error inherente a los datos primarios.</p> <p>Según lo expresado por los técnicos de la División de Insumos Agrícolas del ICA, la información anterior al año 1998 sobre ventas de fertilizantes presenta algunos niveles de incertidumbre.</p> <p>La información de área nacional cosechada no incluye lo relacionado con los cultivos de flores ni los cultivos ilícitos (coca y amapola), en vista de que no se obtuvieron datos completos para el periodo de estudio.</p> <p>Es conveniente considerarlos dentro del análisis, puesto que son grandes consumidores de fertilizantes.</p> <p>Este indicador no proporciona información sobre la complejidad del manejo de estos productos en términos de mezclas, dosis, número y frecuencia de las aplicaciones.</p> <p>La información sobre ventas en la agricultura no permite inferir sobre efectos ambientales y sobre la salud humana.</p>

▪ **Utilización de plaguicidas en la agricultura**

FACTOR	DESCRIPCIÓN
Nombre	Utilización de plaguicidas en la agricultura
Descripción	Representa la utilización anual de plaguicidas por unidad de área.

FACTOR	DESCRIPCIÓN
Propósito	Este indicador mide la utilización de plaguicidas en la agricultura y permite obtener a través del análisis de una serie de tiempo una aproximación sobre la intensidad de uso de los plaguicidas en el sector agrícola.
Variables Relacionadas	<p>Ventas nacionales de plaguicidas en la agricultura: Los plaguicidas son sustancias que controlan enfermedades y otros agentes que afectan la producción de especies vegetales cultivables y animales. Las estadísticas sobre ventas totales de plaguicidas vienen dadas en kilogramos por año o litros por año; los cuales se agregan en toneladas métricas por año. Para el análisis los datos se obtuvieron de los registros tabulados por el ICA.</p> <p>Área nacional cosechada: el área cosechada es la superficie que fue objeto de recolección en un periodo específico. La información viene dada en hectáreas e involucra los cultivos transitorios de ajonjolí, algodón, arroz riego, arroz seco manual, arroz seco mecanizado, papa, tabaco rubio, cebada, frijol, maíz tecnificado, maíz tradicional, sorgo, soya, trigo, maní y hortalizas; y los cultivos permanentes de banano de exportación, cacao, café, caña de azúcar, plátano de exportación, tabaco negro, palma africana, arracacha, caña miel, caña panelera, cocotero, fique, ñame, plátano, yuca y frutales.</p>
Unidas de medida	Toneladas métricas de ingrediente activo por hectárea.
Frecuencia	Cada Año
Medición	<p><u>Ventas nacionales de plaguicidas en la agricultura</u> Área nacional cosechada</p>
Limitantes	<p>La fuente de los datos no especifica el grado de incertidumbre de los mismos, ya que depende de la información que reportan las empresas, por lo cual no se tiene conocimiento de la magnitud del error inherente a los datos primarios.</p> <p>La información de área nacional cosechada no incluye lo relacionado con los cultivos de flores ni cultivos ilícitos (coca y amapola) en vista de que no se obtuvieron datos completos para el periodo de estudio.</p> <p>Además los cultivos ilícitos utilizan un gran volumen de plaguicidas que ingresan al país de forma ilegal que no se registran en estas estadísticas. Para el análisis es conveniente considerarlos, puesto que son grandes consumidores de plaguicidas.</p>