

Política Pública de Construcción Sostenible

1. Línea Base



Universidad
Pontificia
Bolivariana



Un proyecto del:

Área Metropolitana del Valle de Aburrá

Hernán Darío Elejalde López, Director
Ana Milena Joya Camacho, Subdirectora ambiental

Universidad Pontificia Bolivariana

Pbro. Julio Jairo Ceballos Sepúlveda, Rector
Alexander González Castaño, Coordinador grupo LEET Facultad de Arquitectura

Equipo técnico

Guillermo León Penagos García, Director del proyecto
Catalina Morales Maya, Profesional Asistente en Arquitectura y Urbanismo
María Victoria Valencia Morales, Profesional Asistente en Recurso Hídrico y Huella de Carbono
Alexander González Castaño, Asesor en Sostenibilidad Sistémica y Eficiencia Energética
Alejandro Salazar Jaramillo, Asesor en Materiales y Residuos
Gloria Aponte García, Asesora en Vegetación y Paisaje

Equipo jurídico

Cesar Augusto Molina Saldarriaga, Asesor Jurídico, Grupo GRID - Facultad de Derecho
Amalia Escobar Restrepo, Abogada Asistente

Equipo de comunicaciones

Beatriz Elena Marín Ochoa, Grupo GICU - Facultad de Comunicación Social – Periodismo
Jorge Alberto Velásquez Betancur, Grupo GICU - Facultad de Comunicación Social – Periodismo
Alexis Duque Duque, Comunicador

Supervisión

Diana Fernanda Castro Henao, Líder de Gestión Ambiental
Carlos Alberto Salazar Velásquez, Profesional Universitario
Isabel Cristina Arango Pérez, Profesional de Apoyo Técnico

Diseño Gráfico

Catalina Morales Maya
Sergio Andrés Orozco Ochoa

Coordinación de la publicación

Oficina Asesora de Comunicaciones del Área Metropolitana del Valle de Aburrá

Registro ISBN

978-958-8513-88-1

Primera edición
Diciembre de 2015

Presentación

El Área Metropolitana del Valle de Aburrá es una Entidad administrativa, regida por las Leyes 99 de 1993 y 1625 de 2013, creada con el compromiso de consolidar el progreso y el desarrollo armónico de la gran Región Metropolitana, con funciones de planeación estratégica, ordenamiento territorial, autoridad ambiental, autoridad de movilidad y transporte público; coordinación de la prestación de servicios públicos; coordinación del sistema de vivienda de interés social; ejecución de obras de infraestructura vial y proyectos de interés metropolitano.

Una de las principales funciones de la Entidad es la determinación de Hechos Metropolitanos, definidos como aquellos fenómenos económicos, sociales, tecnológicos, ambientales, físicos, culturales, territoriales, políticos o administrativos, que afecten o impacten simultáneamente a dos o más de los municipios que la conforman. En reconocimiento de que los procesos relacionados con la actividad constructiva cumplen con estas características, el Acuerdo Metropolitano 05 de 2014 declaró la construcción sostenible como Hecho Metropolitano y estableció como meta la formulación de una Política de Construcción Sostenible para el Valle de Aburrá.

El proceso de formulación de la Política se desarrolló entre septiembre de 2014 y septiembre de 2015 en asocio con la Universidad Pontificia Bolivariana y contó con la valiosa colaboración de diversas instituciones que han participado activamente, mediante el suministro directo de información, la atención de entrevistas y la asistencia a mesas y foros de discusión, tales como: las Secretarías de Planeación Municipal de los municipios adscritos; las Curadurías Urbanas; la Cámara Colombiana de la Construcción Seccional Antioquia (CAMACOL, Antioquia); el Centro Nacional de Producción más Limpia (CNPML); la Empresa de Desarrollo Urbano (EDU); la Empresa de Vivienda de Antioquia (VIVA); el Instituto Social de Vivienda y Hábitat de Medellín (ISVIMED); las Empresas Públicas de Medellín (EPM); la Corporación Financiera Internacional (IFC), la Secretaría Distrital de Ambiente de Bogotá; el Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio e Instituciones Educativas de Educación Superior como la Universidad San Buenaventura, el Politécnico Jaime Isaza Cadavid, la Universidad de Antioquia y Universidad Nacional Sede Medellín.

El documento consta de tres partes, a saber: 1) una línea base que identifica las problemáticas, oportunidades y restricciones relacionadas con la planeación, construcción, operación, mantenimiento y deconstrucción del ambiente construido en el Valle de Aburrá, 2) una revisión extensa del marco jurídico, dónde se identifican, describen y relacionan entre sí los lineamientos legales que fundamentan el planteamiento de la Política y 3) un documento de planeación estratégica que contiene los principios conceptuales y metodológicos, los objetivos e instrumentos de Política, así como

Derechos Reservados.

Está prohibida la reproducción parcial o total de esta publicación con fines comerciales. Para hacer uso de la información contenida en ella, se deberá citar la fuente.



una propuesta de Plan de Acción al 2020. Así mismo, se desarrollaron una serie de Guías de Construcción Sostenible, las cuáles servirán como herramienta técnica para la implementación de los principios establecidos por la Política Pública de Construcción Sostenible en sus diferentes escalas y ámbitos de aplicación.

Esta Política se alinea con el Plan Integral de Desarrollo Metropolitano Metrópoli 2008 – 2020 «Hacia la Integración Regional sostenible», cuya orientación es la regulación del uso del territorio, con proyectos tendientes a contribuir con la conservación de la biodiversidad y a la sostenibilidad de bienes y servicios ambientales esenciales para el desarrollo sostenible de la región, previniendo la expansión no controlada de las ciudades. Así mismo, se inscribe en el Marco Normativo Nacional que regula la Construcción Sostenible; la Gestión del Riesgo; la Construcción Sismoresistente y la actividad profesional de la arquitectura y la ingeniería. De igual forma, adopta los principios definidos por las Políticas Nacionales en materia de Gestión Ambiental Urbana; Espacio Público; Producción y Consumo Sostenible; Cambio Climático; Biodiversidad y Servicios Ecosistémicos. Finalmente, busca instrumentalizar el concepto de “Ciudades Amables y Sostenibles para la Equidad” definido en las bases del Plan Nacional de Desarrollo 2014 – 2018.

A través de esta iniciativa el Área Metropolitana del Valle de Aburrá busca contribuir con la sostenibilidad de la región mediante el establecimiento de criterios técnicos e instrumentos de gestión que posibiliten la planeación, el diseño, la construcción y la operación de un ambiente construido que contribuya positivamente a la calidad de vida de los habitantes; bajo condiciones de viabilidad económica; resiliencia frente a la variabilidad climática; ecoeficiencia respecto al consumo de recursos naturales y bajo impacto respecto al paisaje, la biodiversidad y la conectividad ecológica.

Hernán Darío Elejalde López
Director

Contenido

| | |
|--|-----|
| Metodología | 9 |
| 1. Factores físicos y bióticos determinantes del lugar | 11 |
| 1.1. El carácter físico del Valle de Aburrá como oportunidad y restricción..... | 12 |
| 1.2. Factores de amenaza, vulnerabilidad y riesgo | 20 |
| 1.3. El rol del clima en la identificación de criterios para la planeación, el diseño y la construcción..... | 27 |
| 1.4. Ecosistemas, biodiversidad, paisaje natural y espacios verdes | 32 |
| 2. Características socioeconómicas y dinámica de ocupación | 38 |
| 2.1 Características Socioeconómicas | 39 |
| 2.2. Ocupación del Valle de Aburrá..... | 52 |
| 2.3. Espacio público | 55 |
| 3. Habitabilidad en el ambiente construido..... | 59 |
| 3.1. Los factores humanos | 60 |
| 3.2. Ruido en el ambiente construido | 66 |
| 3.3. Calidad del aire | 69 |
| 4. Intensidad del metabolismo urbano | 72 |
| 4.1. Oferta, disponibilidad, usos e impactos del Recurso hídrico | 73 |
| 4.2. Oferta, demanda y usos de la energía en el ambiente construido | 89 |
| 4.3. Demanda de materiales para la construcción | 102 |
| 4.4. Emisiones atmosféricas | 105 |
| 4.5. Generación de residuos sólidos | 118 |
| 4.6. Dependencia ecológica del Valle de Aburrá..... | 125 |
| 5. El sector constructor y el desarrollo de la Región | 128 |
| 6. Indicadores y objetivos operacionales de sostenibilidad | 137 |
| Bibliografía | 152 |



Introducción

A continuación se presenta un diagnóstico sobre la sostenibilidad del desarrollo urbano del Valle de Aburrá con base en la revisión de información secundaria, proveniente principalmente de los documentos técnicos de soporte elaborados para los diferentes instrumentos de planeación metropolitana. También se incorporan resultados de trabajos de investigación y tesis de pregrado, maestría y doctorado de las diferentes universidades localizadas en la región. Así mismo, se hace uso de estudios elaborados por parte de organismos multilaterales e institutos de nivel nacional, que han realizado diagnósticos ambientales y socioeconómicos, con resultados escalables a nivel regional.

Cabe anotar que esta información se presenta de manera condensada y siempre con el objeto de identificar prioridades y objetivos de construcción sostenible. Para un mayor detalle sobre la información presentada y discutida a continuación se recomienda la revisión de la literatura citada como fuente, cuyo listado figura en las referencias bibliográficas de la presente Línea Base.

El documento está estructurado de la siguiente forma:

1. Factores físicos y bióticos determinantes del lugar: Geología, geomorfología, hidrología y clima. Impacto del desarrollo urbano sobre los ecosistemas. Reduc-

ción, fragmentación, deterioro, pérdida de biodiversidad. Niveles de Amenaza, vulnerabilidad y riesgo (con un énfasis particular en los efectos del cambio climático).

2. Población y dinámica de ocupación: dinámica demográfica, segregación físico espacial, pobreza y desigualdad, oferta y demanda de vivienda, servicios públicos, modos y tiempos de desplazamiento, calidad de vida, Desarrollo urbano, Espacio público efectivo
3. Habitabilidad del ambiente construido: confort térmico y lumínico, accesibilidad y ergonomía, calidad del aire, niveles de ruido.
4. Intensidad del metabolismo urbano: Consumo de energía, agua y materiales, generación de emisiones, vertimientos y residuos sólidos.
5. El sector constructor y el desarrollo de la región: actividad edificatoria por tipologías, sistemas constructivos, materiales, índices de costos de construcción, índices de precios de venta, tasas de interés, tendencias de la construcción.

El diagnóstico de estos elementos permite identificar prioridades en los ejes de sostenibilidad definidos en el marco metodológico del documento “Política Pública de Construcción Sostenible del Valle de Aburrá (2015 – 2030). Lineamientos”



Metodología

La formulación de la Política Pública de Construcción Sostenible parte de la elaboración de una línea base que contiene información sobre el estado del medio ambiente, el hábitat, el desarrollo humano y la actividad constructiva en el Valle de Aburrá a partir de una revisión analítica de información secundaria consistente en: 1) Informes Globales sobre medio ambiente, desarrollo humano, hábitat y desarrollo económico generados por entes multilaterales, 2) documentos de soporte técnico para la formulación de políticas nacionales, 3) documentos técnicos de soporte para la formulación de Instrumentos de Planeación Metropolitana y Municipal, 4) reportes estadísticos elaborados por entes gubernamentales y por el gremio de la construcción y 5) resultados de trabajos de investigación realizados por el sector académico local.

Simultáneamente se hizo una revisión de literatura disponible en torno a indicadores de sostenibilidad aplicables a procesos de desarrollo urbano y construcción; se

analizó la pertinencia de su aplicación con base en las prioridades identificadas en la línea base. Posteriormente se subdividieron los indicadores de acuerdo con los diferentes aspectos de la funcionalidad urbana en ejes de sostenibilidad y se sintetizó toda la información de línea base de acuerdo con los indicadores seleccionados.

De acuerdo con la información disponible sobre el estado actual de cada indicador, se identificaron problemas y oportunidades, con base en las cuáles se plantean objetivos específicos orientados a la mitigación del problema o al desarrollo de la oportunidad. Finalmente, a partir de dichos objetivos se formulan lineamientos generales para orientar la sostenibilidad de los proyectos de desarrollo urbano y construcción en el Valle de Aburrá. Estos lineamientos constituyen el punto de partida para la elaboración de la guía de planeación, diseño y construcción sostenible.



1. Factores físicos y bióticos determinantes del lugar

Lugar

Población

Habitabilidad

Metabolismo Urbano

Desarrollo Urbano

Indicadores

1.1.El carácter físico del Valle de Aburrá como oportunidad y restricción

Numerosas características son comunes a todas las ciudades. Sin embargo, el lugar en el que cada una se asienta es único. El reconocimiento de esta unicidad es el punto de partida para la planificación de un desarrollo urbano sostenible

Cada lugar sobre la tierra es único, en razón de la manera como se combinan los atributos, correspondientes a tres aspectos de su definición:

- Estructura físico espacial: relieve, configuración, proporciones, etc.
- Dinámica funcional: exuberancia, biodiversidad, resiliencia, variabilidad temporal, etc.
- Oferta de interlocución cultural: calidad de agreste o acogedor, forjador del carácter de sus habitantes, motivo de identidad, etc.

Las diversas combinaciones resultantes son complejizadas por la manera como, adicionalmente, las formas de ocupación se implantan. Al ser el desarrollo urbano un

proceso fundamentalmente antrópico, en el que a pesar de todo existen diferencias culturales, prima hoy la velocidad de la comunicación, la transferencia de tecnologías y el poder del mercado, entre otros, lo que conlleva a que las ciudades tienden a compartir cada vez más similitudes.

Puesta la atención en la necesidad de albergar más población en los centros urbanos, las políticas e instrumentos administrativos se han dirigido más a la acción de “ocupar” que a “reconocer” en su plenitud el lugar para ocupar. Solo cuando por falta de previsión las características propias del lugar hacen crisis, se involucran en una planeación remedial.

Desde un punto de vista político – administrativo el Valle de Aburrá corresponde al territorio de diez municipios...

Con extensión y población variable, donde la ciudad de Medellín tiene mayor área y población, se ubica en el centro geométrico del Valle y es la capital del Departamento de Antioquia. Hacia el sur se encuentran Itagüí, Envigado, Sabaneta, La Estrella y Caldas. En el norte están Bello, Copacabana, Girardota y Barbosa. Durante las últimas cuatro décadas, el desarrollo de procesos de urbanización lineales y continuos generaron y consolidaron la conurbación, inicialmente entre los municipios de Itagüí, Envigado, Medellín y Bello, pero que ahora se extiende

hasta Sabaneta, La Estrella y Copacabana. Al mismo tiempo, la expansión urbana, tanto formal como informal, incrementó la ocupación de las laderas del Valle.

| Municipios | Extensión (Km²) | Número de Habitantes | Densidad (Hab/Km²) | Altitud Cabecera Municipal (msnm) |
|--------------|-----------------|----------------------|--------------------|-----------------------------------|
| Medellín | 380,64 | 2.368.282 | 6.221,8 | 1538 |
| Bello | 142,36 | 421.522 | 2.960,9 | 1450 |
| Itagüí | 17,00 | 255.369 | 15.021,7 | 1550 |
| Sabaneta | 15,00 | 48.997 | 3.266,4 | 1550 |
| Barbosa | 206,00 | 46.951 | 227,9 | 1300 |
| Caldas | 133,40 | 120.021 | 555,2 | 1750 |
| La Estrella | 35,00 | 58.414 | 1.668,9 | 1775 |
| Girardota | 78,00 | 49.381 | 663,0 | 1425 |
| Copacabana | 35,00 | 66.665 | 952,3 | 1454 |
| Total | 1 157,39 | 3.591.963 | 3.104 | — |

Tabla 1. Datos básicos de los municipios que conforman el Valle de Aburrá. Fuente: DANE.

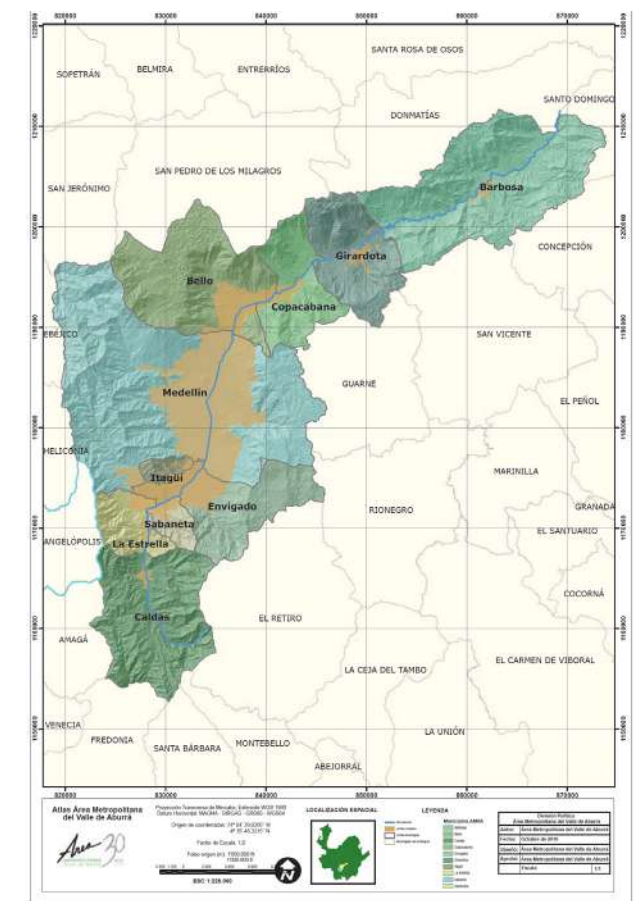


Figura 1. División Política Área Metropolitana del Valle de Aburrá

Figura 1. División política del Valle de Aburrá. Fuente: AMVA 2010a.

Desde un punto de vista físico-espacial consiste en una depresión topográfica profunda y alargada con alto valor natural y paisajístico...

Como estructura físico espacial, el Valle de Aburrá corta el sistema de altiplanos, que conforman el rasgo morfológico más sobresaliente del norte de la Cordillera Central. Posee una extensión de 1.152 km² que hacen parte de la cuenca del río Medellín - Aburrá, el cual cruza la región de sur a norte, tiene una longitud aproximada de 60 kilómetros, está enmarcado por una topografía irregular y pendiente, que oscila entre 1.300 y 2.800 metros sobre el nivel del mar. La llanura aluvial alcanza su mayor amplitud (10,0 km) en su centro geométrico, donde se localiza la ciudad de Medellín, estrechándose considerablemente hacia el norte y hacia el sur (3 – 0,5 km). Por fuera de la llanura, hacia las laderas, predominan altas pendientes.

La espacialidad descrita frente a los factores climáticos que se describirán más adelante, dan al lugar una dinámica natural sobresaliente: diversos microclimas, saltos de agua, bosques y fauna representativos, tanto de la latitud como de la variación altitudinal del lugar. Las características descritas confluyen en la configuración de un lugar espacialmente delimitado, de siluetas siempre visibles, acogedor, generoso en su oferta natural y climática, motivador de orgullo para propios, y de atractivo y curiosidad para externos.



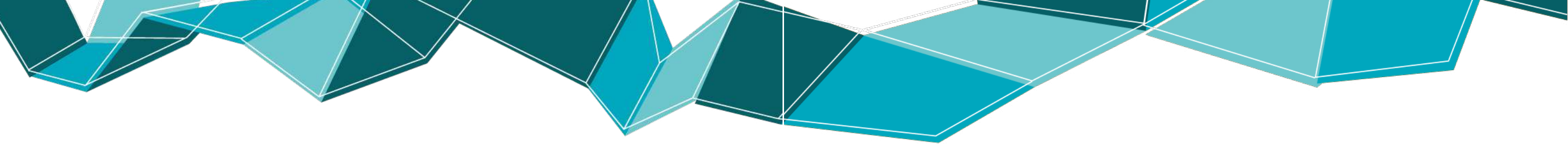
Figura 2. Estructura físico-espacial del Valle de Aburrá. Fuente: Google earth.

...dónde el recurso hídrico se convierte en un factor dominante

Dada su conformación física y el alto nivel de precipitaciones, el recurso hídrico en el Valle de Aburrá constituye un factor físico-espacial determinante. Una de las principales características de esta región, es una densa red de drenaje superficial, constituida por más de 1.000 quebradas, 350 de las cuales son afluentes directos del río Aburrá. Estas quebradas conforman depresiones estrechas en forma de "V" en las partes altas y medias de las laderas, pasando a llanuras aluviales más amplias en el fondo del Valle. Es decir que el recurso hídrico representado por sus quebradas constituye un rasgo dominante en la ladera, mientras que el río Aburrá domina el paisaje del Valle.

Figura 3. El rol físico-espacial estructurante del sistema hídrico superficial en el Valle de Aburrá. Fotografías: de izquierda a derecha y de arriba a abajo, Quebrada Santa Elena (Medellín), Quebrada Doña María (Corregimiento San Antonio de Prado), Quebrada la Presidenta (Medellín), Quebrada la García (Bello), Río Aburrá (Medellín), Quebrada la Doctora (Sabaneta) y Quebrada el Salado (Girardota). Fuente: Imágenes: <http://maps.google.com> y www.medellin.gov.co





A pesar de lo cual, se viene dando un proceso de expansión urbana hacia la ladera

Esta condición particular confiere al Valle de Aburrá una serie de oportunidades en cuanto a la sostenibilidad del territorio, ya que es evidencia de una alta oferta hídrica, genera regulación climática, potencia la biodiversidad y propicia espacios para el desarrollo de espacio verde público con alto nivel de conectividad. Pero al mismo tiempo esta red de drenaje natural configura una serie de restricciones al crecimiento urbano, que al no haber sido atendidas han generado una relación conflictiva entre el ambiente construido y el sistema hídrico natural, expresada en invasión de rondas hídricas, canalizaciones y soterra-

mientos, a lo cual se ha sumado el vertimiento de aguas residuales y de escorrentía urbana, así como la disposición inadecuada de residuos sólidos en los cauces. Todo esto ha generado el deterioro del recurso hídrico, y a su vez, incrementa los niveles de riesgo por inundaciones y avenidas torrenciales. Conciliar esta relación de conflicto entre el desarrollo urbano y el rol estructurante del agua, constituye uno de los principales retos identificados por todos los instrumentos de planificación metropolitana y es también uno de los principales objetivos, para la construcción sostenible en el Valle de Aburrá.

Durante las últimas cuatro décadas se da un proceso de ocupación y consolidación urbana en sus laderas bajas, y al tiempo se presentan una serie de desarrollos suburbanos hacia las pendientes más altas. En respuesta a esta dinámica las directrices de ordenamiento territorial plantean un modelo de ocupación, basado en consolidar la actual conurbación central del Valle de Aburrá, como una ciudad compacta que limita su crecimiento hacia el norte, hacia el sur y hacia las laderas. Para ello se plantean franjas de densidad con rangos decrecientes.

No obstante el planteamiento de este modelo de ocupación, el proceso de expansión hacia las laderas continúa, y si bien esta dinámica tiene un alto componente informal, también sigue siendo sustentada desde el orden municipal, toda vez que el área destinada a suelos suburbanos y de expansión en los Planes de Ordenamiento Territorial a escala metropolitana, sigue siendo muy superior a la destinación de suelos para renovación y redesarrollo.

Pero, al mismo tiempo, con un alto nivel de restricción a la ocupación extensiva.

El área de la cuenca del río Aburrá está enmarcada en una zona de geología compleja, dominada por rocas metamórficas e ígneas, que varían cronológicamente en edades geológicas y con presencia de numerosas estructuras (fallas) geológicas que atraviesan la cuenca, principalmente en su costado sur occidental, con tendencia norte-sur y con menos ocurrencia hacia la parte norte y oriental de la cuenca (POMCA Río Aburrá, 2007).

principal, Filos y colinas, Vertientes suaves en depósitos, Superficies aluviales y Terrazas aluviales, dentro de las cuales se distinguieron algunas unidades menores de acuerdo con el análisis desarrollado por la Universidad Nacional (2013) como parte del Convenio para la Formulación de Criterios para la delimitación del Cinturón Verde Metropolitano. Las unidades geomorfológicas que presentan una mayor aptitud para la urbanización y/o la construcción de espacios públicos y equipamientos, corresponden geomorfológicamente a llanuras y terrazas aluviales con pendientes menores a 15°.

Al interior de la cuenca del río Aburrá se han identificado cinco grandes unidades geomorfológicas: Escarpe

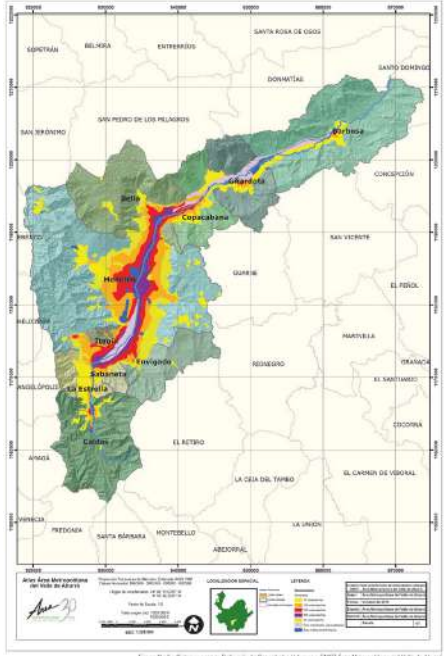


Figura 4. Densidades habitacionales propuestas por las Directrices Metropolitanas de Ordenamiento Territorial. Fuente: DMOT, Área Metropolitana del Valle de Aburrá (2007).

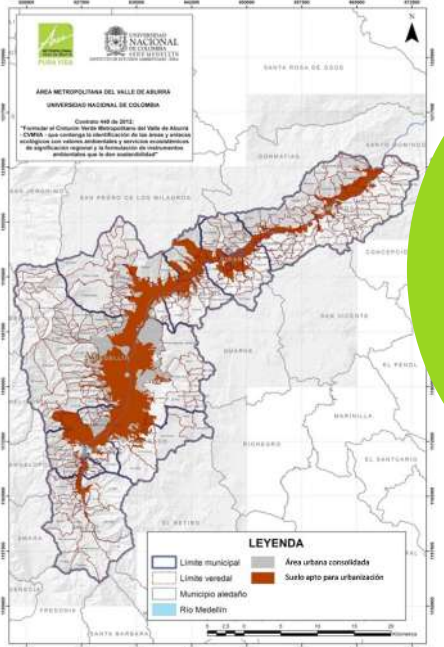


Figura 5. Suelo susceptible de urbanizar y suelo urbano consolidado. Fuente: AMVA & UNAL (2013)

El suelo suburbano y de expansión a nivel metropolitano suma 14.526 hectáreas. Mientras el suelo destinado a renovación y redesarrollo suma 2.081 hectáreas.

Al mismo tiempo, la demanda de materiales de construcción también promueve la expansión de actividades extractivas hacia la ladera.

En la ladera del Valle de Aburrá se presentan veinticuatro títulos mineros, los cuales ocupan un área de 3.461,40 ha, solo ocho de ellos son de minerales metálicos, los demás son de arenas, gravas y arcillas, lo que indica un predominio de extracción de materiales para la construcción,

con un impacto paisajístico considerable. Estos títulos mineros se distribuyen en la mayoría de los municipios del Valle de Aburrá, a excepción de Envigado y Sabaneta, concentrándose principalmente en los ubicados en la zona norte.



Figura 6. Actividades de extracción de materiales de construcción en la ladera del Valle de Aburrá.
Fuente imágenes: <http://maps.google.com>

Todo lo cual compromete la sostenibilidad urbana. La ocupación de áreas de baja aptitud geomorfológica y la extracción de materiales de construcción en la ladera del Valle de Aburrá genera problemáticas para la sostenibilidad urbana, tales como:

- Incremento de riesgos por movimientos en masa, deslizamientos y avenidas torrenciales
- Fragmentación y deterioro de áreas prestadoras de servicios eco-sistémicos: provisión de agua, protección del suelo, regulación microclimática, calidad paisajística
- Mayores costos económicos y ambientales en la construcción de vivienda, equipamientos e infraestructura
- Menor eficiencia en movilidad: mayores tiempos de desplazamiento, mayor consumo energético, mayor generación de emisiones contaminantes y de gases de efecto invernadero
- Mayor dificultad para la prestación de servicios públicos domiciliarios, particularmente el suministro de agua y de saneamiento básico (recolección de aguas residuales y de residuos sólidos)
- Incremento en el grado de impermeabilización del suelo, lo cual genera una mayor isla de calor y una mayor generación de escorrentía urbana. El efecto de estos dos fenómenos se describe más adelante.

1.2. Factores de amenaza, vulnerabilidad y riesgo

La gestión integral del riesgo constituye un aspecto fundamental para la sostenibilidad del territorio. La Ley 1523 de 2012 establece el Sistema Nacional de Gestión del Riesgo, donde tanto la sociedad como los entes territoriales son responsables. En relación con la construcción sostenible, los principales aspectos de esta responsabilidad compartida son:

- El rol de la ocupación del territorio en la configuración de amenazas y vulnerabilidades
- Los criterios de planeación, diseño y construcción para la prevención, la adaptación, la mitigación y la resiliencia
- Los criterios para la reconstrucción y rehabilitación tras la ocurrencia de desastres

La Política Pública de Construcción Sostenible incorpora la Gestión Integral del Riesgo a partir de los principios y definiciones establecidos en los artículos 3° y 4° de la Ley 1523 de 2012.

En el Valle de Aburrá el Sistema de Gestión Integral de Riesgos es liderado por el Área Metropolitana y se implementa a través de la Red Metropolitana para la Gestión del Riesgo, encargada de orientar y coordinar las políticas y acciones en los procesos de conocimiento y reducción de los mismos y el manejo del desastre. Incorpora las entidades, instituciones, organizaciones públicas y privadas de los niveles comunitario, municipal, regional y departamental que por su misión contribuyen en procesos o acciones de la gestión del riesgo en la región, como son: DAPARD, Consejos Municipales de Gestión del Riesgo de los municipios metropolitanos (Caldas, La Estrella, (Bomberos, Cruz Roja, Defensa Civil), Grupos Voluntarios Ambientales CUIDA, entre otros.

Principios de la Gestión Integral del Riesgo establecidos en la Ley 1523 de 2012 y adoptados como parte de la Política Pública de Construcción Sostenible del Valle de Aburrá

4. Auto-conservación: Toda persona natural o jurídica, bien sea de derecho público o privado, tiene el deber de adoptar las medidas necesarias para una adecuada gestión del riesgo, en su ámbito personal y funcional, con miras a salvaguardarse, que es condición necesaria para el ejercicio de la solidaridad social.

8. Precaución: Cuando exista la posibilidad de daños graves o irreversibles a las vidas, a los bienes y derechos de las personas, a las instituciones y a los ecosistemas como resultado de la materialización del riesgo en desastre, las autoridades y los particulares aplicarán el principio de precaución en virtud del cual la falta de certeza científica absoluta no será óbice para adoptar medidas encaminadas a prevenir, mitigar la situación de riesgo.

9. Sostenibilidad ambiental: El riesgo de desastre se deriva de procesos de uso y ocupación insostenible del territorio, por tanto, la explotación racional de los recursos naturales y la protección del medio ambiente constituyen características irreductibles de sostenibilidad ambiental y contribuyen a la gestión del riesgo de desastres.

10. Gradualidad: La gestión del riesgo se despliega de manera continua, mediante procesos secuenciales en tiempos y alcances que se renuevan permanentemente. Dicha gestión continuada estará regida por los principios de gestión pública consagrados en el artículo 209 de la Constitución y debe entenderse a la luz del desarrollo político, histórico y socioeconómico de la sociedad que se beneficia.

Definiciones de la Gestión Integral del Riesgo establecidos en la Ley 1523 de 2012 y adoptados como parte de la Política Pública de Construcción Sostenible del Valle de Aburrá

1. Adaptación: Comprende el ajuste de los sistemas naturales o humanos a los estímulos climáticos actuales o esperados o a sus efectos, con el fin de moderar perjuicios o explotar oportunidades beneficiosas. En el caso de los eventos hidrometeorológicos la adaptación al cambio climático corresponde a la gestión del riesgo de desastres, en la medida en que está encaminada a la reducción de la vulnerabilidad o al mejoramiento de la resiliencia, en respuesta a los cambios observados o esperados del clima y su variabilidad.

3. Amenaza: Peligro latente de que un evento físico de origen natural, causado o inducido por la acción humana de manera accidental, se presente con una severidad suficiente para causar pérdida de vidas, lesiones u otros impactos en la salud, así como también daños y pérdidas en los bienes, la infraestructura, los medios de sustento, la prestación de servicios y los recursos ambientales.

4. Análisis y evaluación del riesgo: Implica la consideración de las causas y fuentes del riesgo, sus efectos y la probabilidad de que sus consecuencias puedan ocurrir. Es el modelo mediante el cual se relaciona la amenaza y la vulnerabilidad de los elementos expuestos, con el fin

de determinar los posibles efectos sociales, económicos y ambientales y sus probabilidades.

6. Cambio climático: Importante variación estadística en el estado medio del clima o en su variabilidad, que persiste durante un período prolongado (normalmente decenios o incluso más). El cambio climático se debe a procesos naturales internos o a cambios del forzamiento externo, o bien a cambios persistentes antropogénicos en la composición de la atmósfera o en el uso de las tierras.

7. Conocimiento del riesgo: Es el proceso de la gestión del riesgo compuesto por la identificación de escenarios de riesgo, el análisis y evaluación del riesgo, el monitoreo y seguimiento del riesgo y sus componentes y la comunicación para promover una mayor conciencia del mismo, que alimenta los procesos de reducción del riesgo y de manejo de desastre.

11. Gestión del riesgo: Es el proceso social de planeación, ejecución, seguimiento y evaluación de políticas y acciones permanentes para el conocimiento del riesgo y promoción de una mayor conciencia del mismo, impedir

o evitar que se genere, reducirlo o controlarlo cuando ya existe y para prepararse y manejar las situaciones de desastre, así como para la posterior recuperación, entiéndase: rehabilitación y reconstrucción.

14. Intervención prospectiva: Proceso cuyo objetivo es garantizar que no surjan nuevas situaciones de riesgo a través de acciones de prevención, impidiendo que los elementos expuestos sean vulnerables o que lleguen a estar expuestos ante posibles eventos peligrosos.

16. Mitigación del riesgo: Medidas de intervención prescriptiva o correctiva dirigidas a reducir o disminuir los daños y pérdidas que se puedan presentar a través de reglamentos de seguridad y proyectos de inversión pública o privada cuyo objetivo es reducir las condiciones de amenaza, cuando sea posible, y la vulnerabilidad existente.

18. Prevención de riesgo: Medidas y acciones de intervención restrictiva o prospectiva dispuestas con anticipación con el fin de evitar que se genere riesgo. Puede enfocarse a evitar o neutralizar la amenaza o la exposición y la vulnerabilidad ante la misma en forma definitiva para impedir que se genere nuevo riesgo.

20. Recuperación: Son las acciones para el restablecimiento de las condiciones normales de vida mediante la rehabilitación, reparación o reconstrucción del área afectada, los bienes y servicios interrumpidos o deteriorados y el restablecimiento e impulso del desarrollo económico y social de la comunidad.

21. Reducción del riesgo: Es el proceso de gestión compuesto por la intervención dirigida a modificar o disminuir las condiciones de riesgo existentes, entiéndase: mitigación del riesgo y a evitar nuevo riesgo en el territorio, entiéndase: prevención del riesgo.

26. Seguridad territorial: La seguridad territorial se refiere a la sostenibilidad de las relaciones entre la dinámica de la naturaleza y la dinámica de las comunidades en un territorio en particular. Este concepto incluye las nociones de seguridad alimentaria, seguridad jurídica o institucional, seguridad económica, seguridad ecológica y seguridad social.

27. Vulnerabilidad: Susceptibilidad o fragilidad física, económica, social, ambiental o institucional que tiene una comunidad de ser afectada o de sufrir efectos adversos en caso de que un evento físico peligroso se presente.

Los municipios del Valle de Aburrá están localizados en una zona de amenaza sísmica intermedia. Sin embargo, es posible que algunos municipios puedan presentar incrementos en su nivel de amenaza, debido a la significativa densidad de fallas y estructuras geológicas que los contienen. Para mayor detalle, será necesario consultar el estudio de Microzonificación Sísmica de los municipios del Valle de Aburrá (Área Metropolitana, 2006)

Debido a la predominancia de altas pendientes la amenaza por movimientos en masa en las laderas va de media a muy alta

Debido a las restricciones geomorfológicas mencionadas anteriormente y a la predominancia de altas pendientes, las laderas del Valle de Aburrá son susceptibles a los movimientos en masa. Las áreas más extensas con nivel de amenaza alta a muy alta se localizan en jurisdicción del municipio de Medellín y los municipios del sur del Valle, aunque el municipio de Bello presenta también extensas zonas de amenaza muy alta en la parte alta de la cuenca de la Quebrada La García. En los municipios de Copacabana, Girardota y Barbosa predominan niveles de amenaza medios.

46.567 viviendas del Valle de Aburrá se localizan actualmente en zonas de alto riesgo no recuperable

133.226 viviendas del Valle de Aburrá se localizan en zonas de protección ambiental, principalmente en áreas de retiro de quebradas

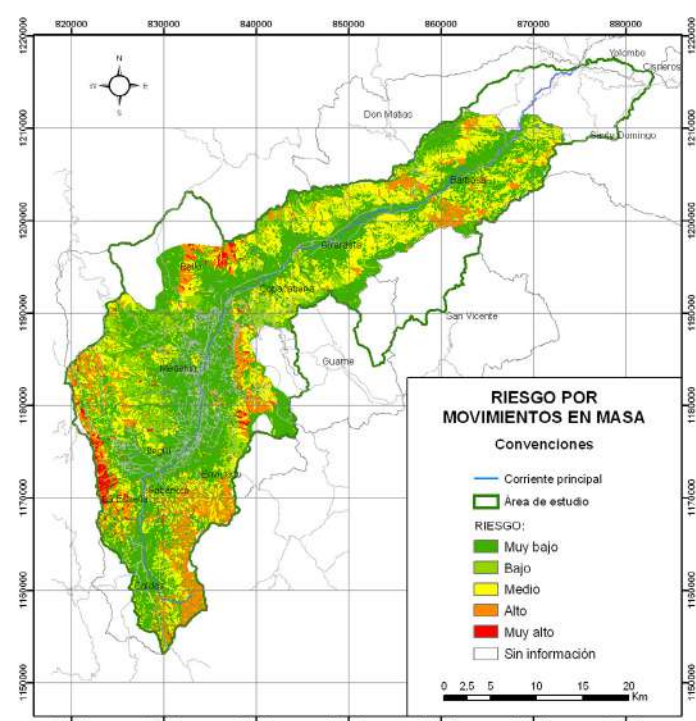


Figura 7. Zonas de riesgo por movimientos en masa en la cuenca del río Aburrá. Fuente: POMCA (2007)

Debido a la conformación física del Valle de Aburrá y su alta pluviosidad, existen zonas de amenaza por desbordamientos y avenidas torrenciales...

Las avenidas torrenciales son eventos súbitos de incremento en los caudales de los drenajes naturales como consecuencia de altas intensidades de precipitación concentradas en períodos cortos de tiempo. Debido a la velocidad que desarrolla el agua, estos eventos pueden desestabilizar los cauces naturales produciendo el arrastre de materiales de gran tamaño, por lo cual representan

un alto riesgo para la infraestructura y para la vida de las personas. Su nivel de amenaza es en función de la pendiente del drenaje y de la cuenca hidrográfica. Es decir, que este tipo de amenaza tiene una mayor incidencia en las áreas de ladera del Valle de Aburrá.

Por su parte, las inundaciones lentas se producen por lluvias persistentes y generalizadas, que originan un aumento progresivo del nivel de las aguas contenidas dentro de un cauce, superando la altura de las orillas naturales o artificiales, ocasionando un desbordamiento y dispersión de las aguas sobre las llanuras de inundación y zonas aledañas (Atlas Metropolitano. Área Metropolitana del Valle de Aburrá, 2010). Debido a su configuración física y al alto nivel de precipitaciones, ambos tipos de eventos ocurren con relativa frecuencia en diferentes sectores del Valle de Aburrá.

...así como eventos de inundación por escorrentía urbana

Debido a la impermeabilización del suelo las áreas urbanas se caracterizan por altos índices de escorrentía, la cual es manejada convencionalmente a través de sistemas de alcantarillado pluvial, que frecuentemente están combinados con el alcantarillado residual y que vierten sus aguas en los componentes del drenaje natural (ríos y quebradas). Esta condición hace que las ciudades sean

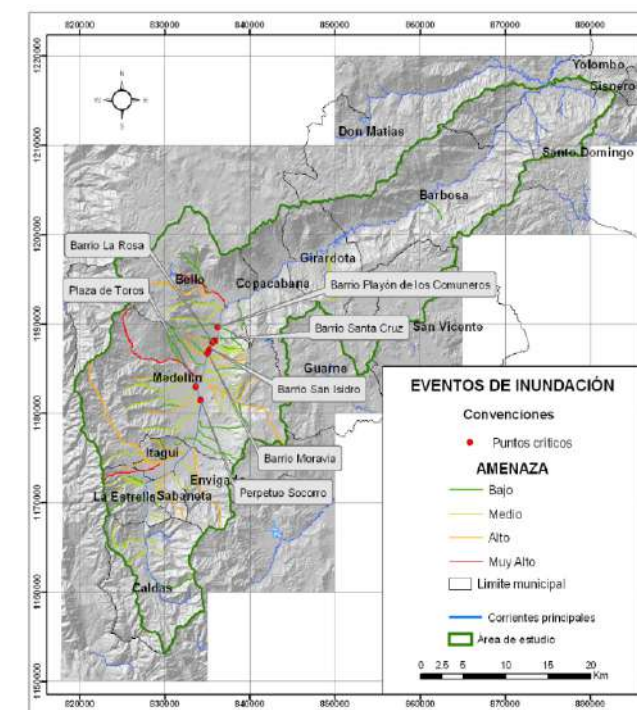


Figura 8. Zonas críticas por eventos de inundación: Área Metropolitana del Valle de Aburrá. Fuente: POMCA (2007)

susceptibles a una forma particular de inundación, que no es generada por el desbordamiento del drenaje natural, sino por la acumulación de escorrentía proveniente del drenaje artificial.

No resulta fácil diferenciar entre eventos de inundación por desbordamiento de cauces y eventos de inundación

generados por escorrentía urbana, en parte porque se trata de un fenómeno aún poco reconocido en el contexto local y, en parte, también porque la inundación por escorrentía urbana puede provocar o incrementar la intensidad de las inundaciones por desbordamiento de cauces. No obstante, se dispone de una serie de registros que relacionan la ocurrencia de este tipo de eventos.

Todas estas condiciones de amenaza podrán verse incrementadas por efecto del cambio climático

En el Valle de Aburrá ocurre anualmente un promedio de 53 eventos de desastres naturales, disgregados como se muestra en la figura 9.

Como se mencionó anteriormente, uno de los aspectos en los cuales el cambio climático global afecta la sostenibilidad del desarrollo urbano, es el incremento en la intensidad y la frecuencia de eventos hidrometeorológicos

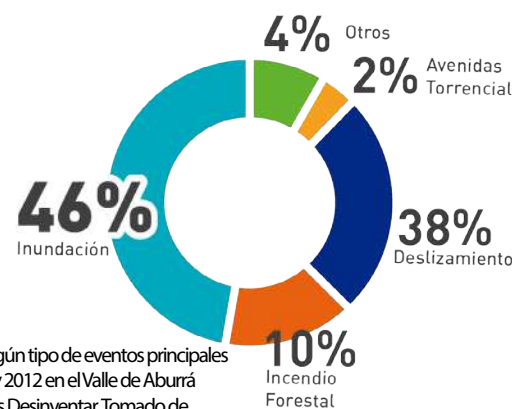


Figura 9. Diagrama según tipo de eventos principales ocurridos entre 1880 y 2012 en el Valle de Aburrá según la base de datos Desinventar. Tomado de "Mesa de trabajo para la gestión del drenaje urbano en el valle de Aburrá", EPM.

cos extremos, a los cuales se relaciona un incremento del nivel de riesgo por inundaciones, avenidas torrenciales y deslizamientos.

A pesar de que la estación meteorológica del Aeropuerto Olaya Herrera del Municipio de Medellín muestra una tendencia al incremento de la precipitación media anual, la variabilidad de lluvias en el Valle de Aburrá, en Antio-

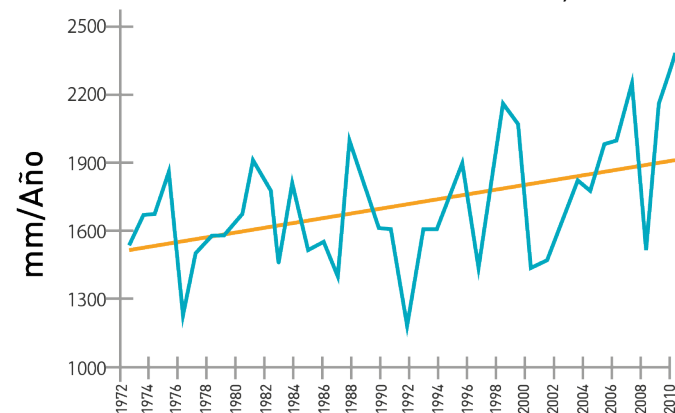


Figura 10. Variación de la precipitación media anual en la ciudad de Medellín. Datos Aeropuerto Olaya Herrera. 1972 – 2011. Fuente: DANE.

quia o en Colombia, puede relacionarse de forma contundente con el cambio climático global. Sin embargo, los estudios publicados al respecto son enfáticos en que los registros meteorológicos no tienen la continuidad ni la calidad suficientes para obtener conclusiones definitivas. Pero este no puede ser un argumento para no preparar-

se ante un evento científicamente probado y de impacto planetario. Por lo tanto, la adaptación a los impactos del cambio climático, es un tema importante dentro de los lineamientos técnicos de la Política Pública de Construcción Sostenible.

1.3. El rol del clima en la identificación de criterios para la planeación, el diseño y la construcción.

El clima de un lugar está definido por la combinación de las variables atmosféricas o elementos climáticos, durante un período de tiempo y para un lugar o región específicos. Estos elementos son resultado de condiciones físicas del lugar como la altitud sobre el nivel del mar, latitud del lugar con respecto a la línea del Ecuador y su cercanía al mar (Macroclima), así como de la interacción de los componentes naturales y artificiales de su entorno

o sistema climático (Mesoclima y Microclima). A pesar de estar localizados en una misma región, y estar próximos entre sí, dos lugares pueden tener grandes diferencias en sus climas, pues sus componentes naturales como la topografía, las grandes porciones de masa vegetal y grandes cuerpos de agua, y los artificiales como zonas edificadas y suelo endurecido, tienen diversas formas y diferentes disposiciones.

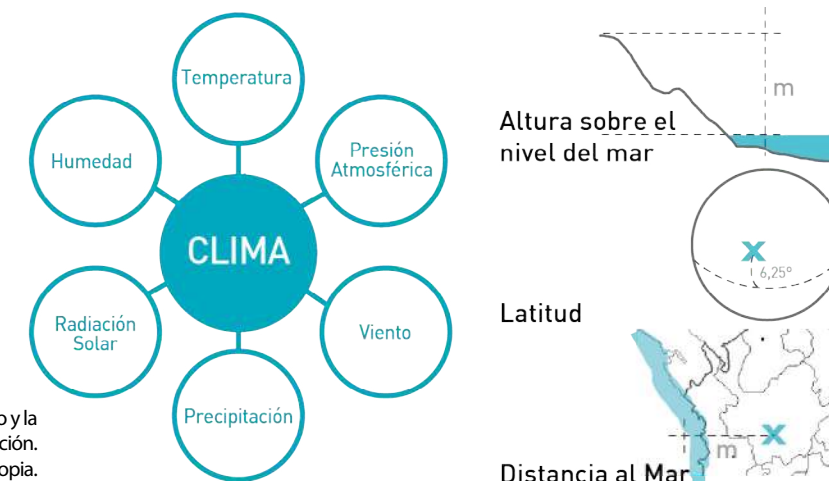
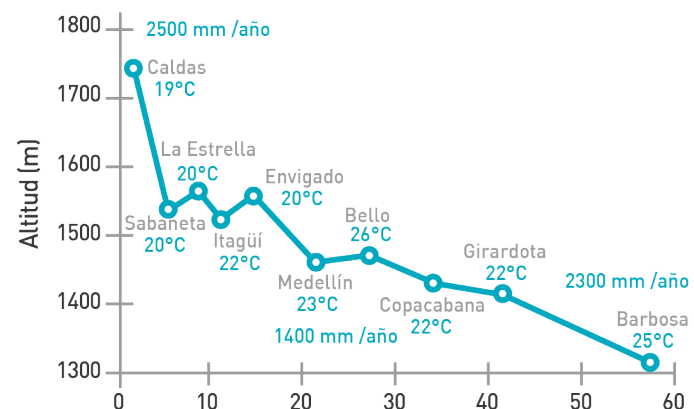


Figura 11. Factores del clima que influyen en el diseño y la construcción. Fuente: Elaboración propia.

En el área metropolitana del Valle de Aburrá, varía longitudinalmente, de municipio a municipio...

... Y transversalmente...

... dependiendo de la localización sobre valle o ladera

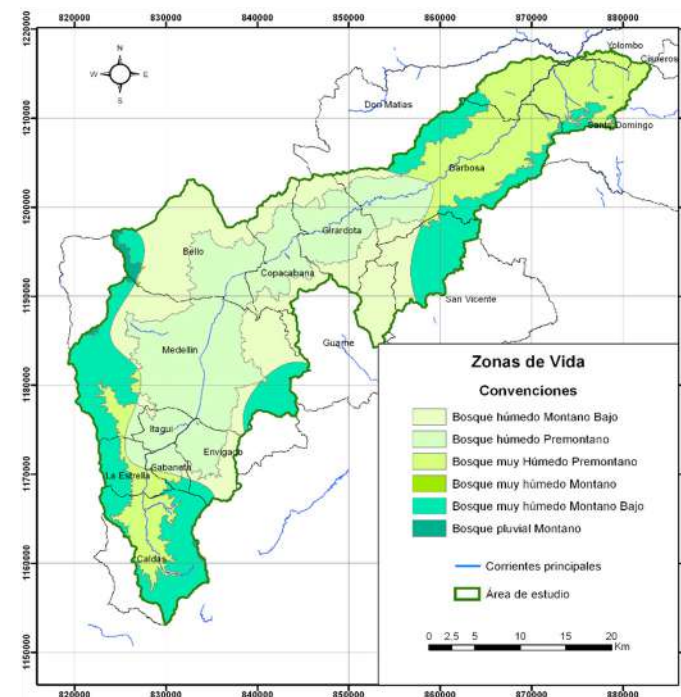


Así mismo, las diferencias de clima no se dan solo a nivel longitudinal. Entre el valle y la zona más alta de la ladera, hay una diferencia aproximada de 900m, lo que significa una importante diferencia de altitud en términos bioclimáticos. En el mapa, que contiene la zonificación del Valle de Aburrá según la clasificación climática de Holdridge (POMCA (2007)), puede observarse que la región posee un territorio clasificado entre las zonas de vida de Bosque Húmedo Montano y Bosque Pluvial Montano, con cuatro zonas intermedias.

Cada municipio posee por lo menos dos zonas de vida dentro de su territorio, como es el caso de Itagüí, cuya área, en su mayoría, está clasificada, como Bosque Húmedo Premontano, con un pequeño porcentaje calificado como Bosque Húmedo Montano Bajo.

Otros municipios como Sabaneta, Bello y Medellín, cuentan con territorio clasificado en cuatro o hasta cinco de las zonas de vida presentes en el territorio del AMVA. También es posible asociar que algunas zonas de vida se localizan en su mayoría en el valle, mientras que otras son propias de la ladera.

A pesar de que los **10 municipios del Área Metropolitana están ubicados en torno a la cuenca del mismo río y limitan unos con otros, poseen características topográficas y ambientales, propias y diversas, que los hacen particulares en aspectos de diseño bioclimático.**



| Municipio | No. de zonas de vida (AMVA) | Municipio | No. de zonas de vida (AMVA) |
|------------|-----------------------------|-------------|-----------------------------|
| Barbosa | 2 | Envigado | 3 |
| Girardota | 2 | Itagüí | 2 |
| Copacabana | 2 | Sabaneta | 4 |
| Bello | 5 | La Estrella | 3 |
| Medellín | 5 | Caldas | 3 |

Figura 13. Zonas de vida en el Valle de Aburrá. Fuente: POMCA (2007).

Cada zona de vida tiene características climáticas muy específicas, que son percibidas como diferentes entornos por los seres humanos. Tomando como ejemplo la temperatura promedio anual del aire para el territorio del AMVA, como se aprecia en la siguiente figura, se observa cómo en la zona del valle se presentan valores entre

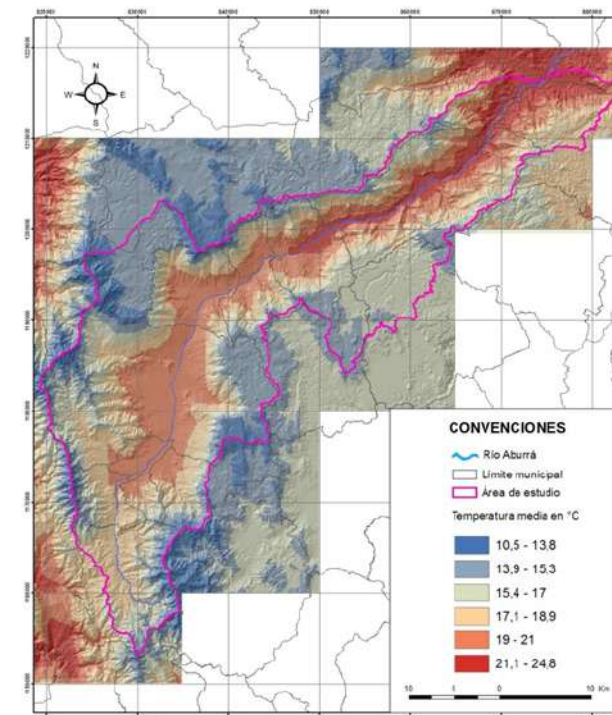


Figura 14. Relación de temperaturas del AMVA con las pendientes en ladera y las zonas de vida. Fuentes: Mapa y datos, POMCA (2007). Esquema, Elaboración Propia.

21 y 24°C, los cuales disminuyen a medida que aumenta la pendiente, alcanzando valores promedio entre 13.9 y 15.3°C, o incluso menores, cuando se llega a la zona más alta de la ladera. De esta forma, es posible concluir que, a pesar de estar localizadas en el mismo municipio o re-

gión metropolitana, dos proyectos pueden ubicarse en zonas con características climáticas diferentes, y por lo tanto, las necesidades de sus usuarios, no deberían ser consideradas como iguales.

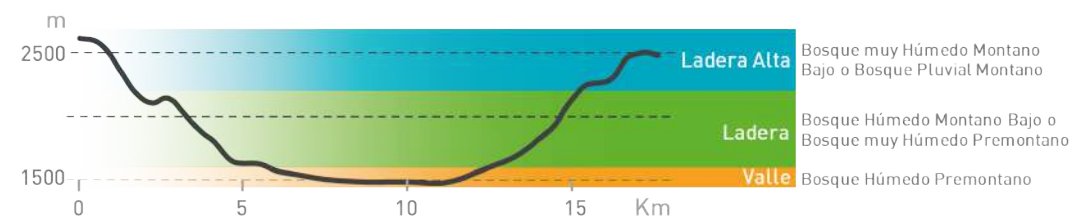


Figura 14. Relación de temperaturas del AMVA con las pendientes en ladera y las zonas de vida. Fuentes: Mapa y datos, POMCA (2007). Esquema, Elaboración Propia.

Así mismo, las características del ambiente construido tienen una gran influencia sobre el clima

De la misma manera que el clima varía por altura y condiciones del entorno, las características del ambiente construido también tienen una gran variabilidad e influencia en su entorno climático inmediato. Con el crecimiento de las ciudades, la cantidad de superficies endurecidas como edificaciones, vías y elementos de su entorno, aumentan sobre el territorio y absorben gran cantidad de la radiación que reciben durante el día, liberándola durante la noche, con una menor eficiencia que cuando una zona esta cubierta por su vegetación original. Esta situación prolongada es conocida como efecto Isla de Calor, que resulta del exceso de calor permanente en la atmósfera urbana, con una temperatura mayor que la de las zonas rurales circundantes, que conservan en mayor proporción su cobertura vegetal.

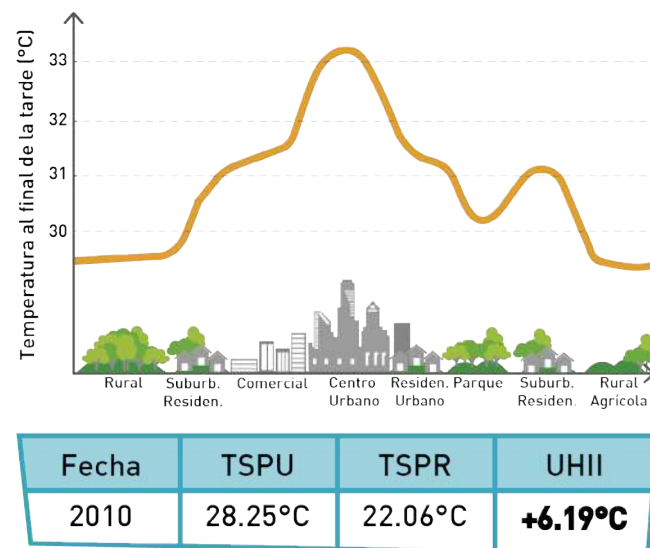


Figura 15. Fenómeno Isla de Calor. Fuente: EPA (2008), Trujillo (2012)

Todas estas condiciones, le otorgan características y necesidades particulares a cada lugar, que deben constituir criterios de planeación, proyectación e intervención

La conveniencia de que cada proyecto de diseño, aproveche las corrientes de aire o se proteja de ellas, saber la cantidad de sol que debe entrar a un espacio y los elementos de protección solar necesarios para mantener una temperatura agradable y asegurar el aprovechamiento de la luz natural disponible, definir lo compacta o dispersa que debe ser la distribución de la planta física, concretar cuál será la composición de la fachada, entre muchos otros, son aspectos que están estrechamente relacionados y deberían ser definidos por el clima y el entorno. Esta condición de diseño se denomina arquitectura pasiva o bioclimática.

Una edificación o un proyecto urbano, proyectado para el Municipio de Caldas, no debería ser concebido en términos climáticos igual a uno proyectado para el Municipio de Barbosa. Así mismo, un proyecto localizado en el valle, debería tener características diferentes a uno que está localizado en ladera. Aspectos micro-climáticos como la

orientación de edificaciones que pueden estar en localizaciones próximas con igual condiciones de lugar y clima, tendrán condiciones de ambiente interior diferentes, dependiendo de su relación con el norte y por lo tanto con el fenómeno solar y los vientos predominantes.

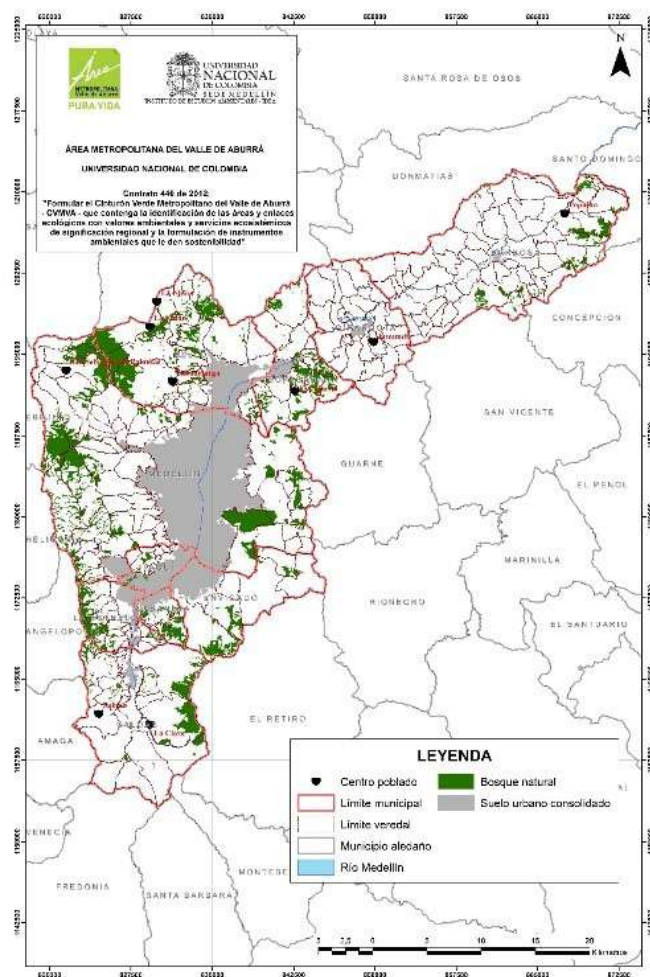
Es posible identificar sobrecostos en el desarrollo de proyectos por la implementación de sistemas mecánicos o elementos activos de adecuación ambiental que se hacen necesarios, cuando el diseño no considera las características propias del lugar y los fenómenos climáticos incidentes, dando como resultado espacios con bajos niveles de bienestar o insalubres, que dificultan la habitabilidad y disminuyen el confort de sus usuarios. Una correcta orientación y una planeación del edificio en su relación con el entorno y el clima, pueden garantizar la comodidad de sus habitantes, reduciendo notablemente su costo de operación, con una relación directa con la disminución del consumo de recursos energéticos e hídricos.

1.4. Ecosistemas, biodiversidad, paisaje natural y espacios verdes

El proceso de ocupación del Valle de Aburrá fragmenta y deteriora los ecosistemas regionales

A lo largo de las últimas cinco décadas las cabeceras municipales localizadas en el Valle de Aburrá se han expandido hasta conurbarse. Actualmente, la expansión urbana continúa hacia las laderas del Valle, alcanzando en algunos sectores los filos y las divisorias de aguas. Al mismo tiempo, las actividades de extracción de materiales, así como las actividades agrícolas y pecuarias generan un alto grado de fragmentación de las coberturas boscosas. Todo esto incrementa las tasas de erosión, reduce la regulación hídrica y modifica el mesoclima regional, para un aumento del grado de amenazas por deslizamientos, movimientos en masa y avenidas torrenciales; a la vez que produce estrés hídrico en las cuencas abastecedoras de acueductos veredales y comunitarios. Esta razón motiva el planteamiento de estrategias como el Cinturón Verde Metropolitano, la cual se discute en relación con la expansión urbana.

Figura 16. Estado de las coberturas boscosas en el Valle de Aburrá
Fuente: AMVA & UNAL (2013)



Al interior de los perímetros urbanos municipales los espacios verdes son residuales y fragmentarios, aunque retienen algunas propiedades ecológicas importantes en términos de biodiversidad

El desarrollo urbano del Valle de Aburrá implica la superposición sobre los ecosistemas preexistentes por sistemas de movilidad, redes de servicios y edificaciones, dejando solamente espacios verdes residuales, los cuales están asociados principalmente a suelo de derecho público, con una oferta muy baja de espacio verde en suelo privado, lo cual se explica por el hecho de que una parte considerable del espacio verde desarrollado en proyectos urbanísticos se convierte en sesiones obligadas al espacio público.

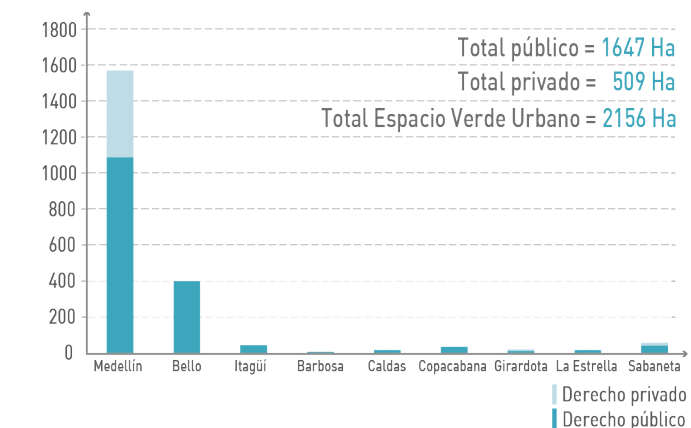


Figura 17. Área de espacio verde urbano por municipio (Ha) de acuerdo con tipo de derecho. Fuente: AMVA (2007a)

Lo anterior no implica que la oferta de espacio público verde sea alta, pues representa, en términos generales, menos del 10% del área neta urbana de cada municipio, con un índice inferior a 4 m²/hab. Por otra parte, si bien se presta atención al verde público en términos cuantitativos en área, no se han establecido parámetros para evaluar su representatividad espacial. Suele hablarse de espacio pero centrarse en superficie, sin atención a la volumetría, a la tridimensionalidad de ese verde, que (así no haya conciencia de ello) estructura el espacio público, llámese verde o no. Se contabiliza igual una superficie cubierta de prado que un lugar densamente arborizado y su efecto en el clima, en el paisaje, en la habitabilidad es muy diferente en un caso que en el otro. Es decir, falta establecer parámetros de evaluación, para saber con qué se cuenta realmente, y a partir de allí establecer indicadores de monitoreo del papel del verde urbano que trasciendan la cuantificación en superficie.

La mayor proporción de los espacios públicos verdes urbanos en el Valle de Aburrá corresponde a áreas asociadas a la conservación del recurso hídrico, es decir a las rondas hídricas o retiros hidrológicos al cauce de las quebradas (42% del área total), lo cual evidencia el grado de importancia del sistema

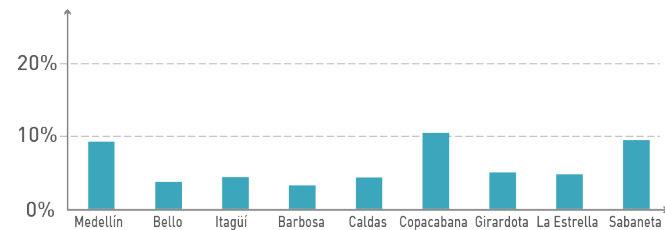


Figura 18. Porcentaje de espacios públicos verdes urbanos en relación con el área urbana neta por municipio: AMVA (2007a)

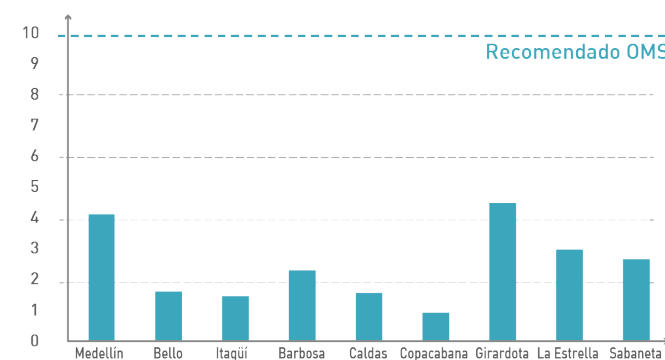


Figura 19. Espacios públicos verdes urbanos per cápita por municipio (m2/hab). Fuente: AMVA (2007a)

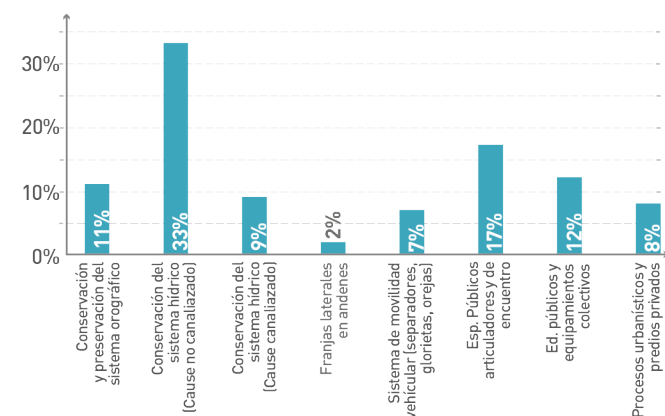


Figura 20. Área de espacios públicos verdes (ha) por categoría. Fuente: AMVA (2007a)

hídrico superficial en la configuración de la base natural del Valle. Un 11% se relaciona con los hitos del sistema orográfico y corresponde a los Cerros Nutibara, El Volador y La Asomadera. Un 17% se asocia a espacios públicos articuladores y de encuentro, un 12% se asocia con edificios públicos y equipamientos colectivos, el 7% se relaciona con los sistemas de movilidad vehicular y solamente un 2% se relaciona con los sistemas de movilidad peatonal (andenes).

A esto se añade la debilidad en cuanto a la evaluación de la tridimensional o volumetría del verde contabilizado, lo cual tiene alta incidencia en la bioclimática exterior y en la habitabilidad, aspecto crítico en los corredores vehiculares y peatonales, así como en su valor paisajístico.

Por su tamaño, grado de fragmentación, composición florística y amplitud y morfología del follaje, los espacios verdes públicos urbanos en el Valle de Aburrá tienen una escasa funcionalidad ecológica. Sin embargo, la abundancia de enlaces potenciales, representados principalmente por las rondas hídricas, permite un grado importante de conectividad ecológica, el cual es reconocido en el Plan de Ordenamiento Territorial de Medellín, donde numerosos sitios del área urbana juegan un papel importante en la biodiversidad, principalmente en la provisión de refugio y sitios de tránsito para la avifauna.

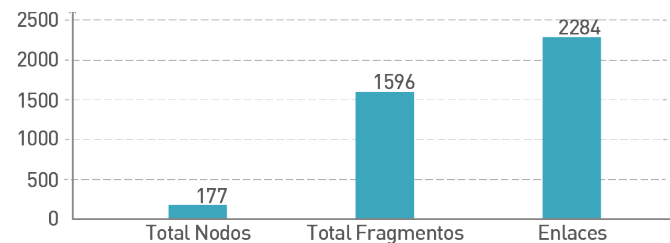


Figura 21. Cantidad de polígonos de espacios públicos verdes urbanos en relación con su potencial de conectividad ecológica. Fuente: AMVA (2007a)

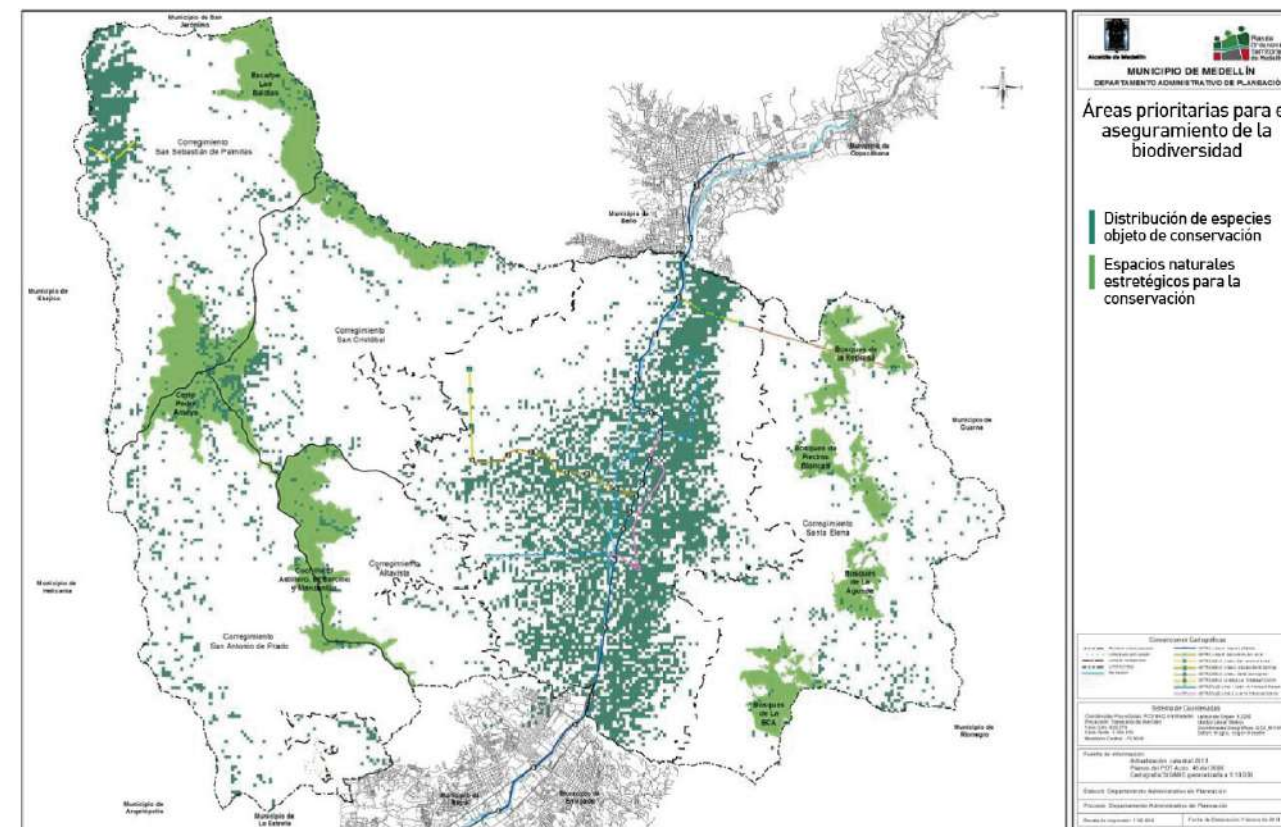


Figura 22. Áreas prioritarias por su biodiversidad en el municipio de Medellín. Fuente: Alcaldía de Medellín (2014)

Dado que no se han establecido criterios a escalas nacional, regional o local, hay poca información disponible acerca de la calidad y funcionalidad de los espacios públicos verdes

En la gestión de los espacios públicos verdes generalmente no se incorporan criterios de funcionalidad físico-espacial, ecológica, ambiental o paisajística. Por lo tanto, es escasa la información con respecto al estado del suelo (fertilidad, erosión) y al tipo de superficies (concretos, pastos); la estructura, composición y estado de la vegetación; las afectaciones mutuas con respecto a elementos artificiales del espacio público o de la infraestructura (vías, andenes, senderos, redes de servicios). El Plan Maestro de Espacios Verdes Públicos suministra alguna información al respecto de manera genérica de acuerdo con las clases funcionales. Por lo tanto, no es posible presentar una línea base acerca del potencial del espacio verde existente, en relación con la habitabilidad, la eficiencia de recursos, la complejidad y otros aspectos de la sostenibilidad considerados dentro de la política pública.

Particularmente en Medellín, la Secretaría de Medio Ambiente adelanta un inventario y diagnóstico de la arborización en el municipio, que permite contar con estadísticas detalladas en términos cuantitativos y técnicos del estado de los individuos y su manejo, pero no un análisis que muestre correlaciones con su desempeño espacial, ambiental o paisajístico. Sin embargo, en el año 2013 se inició, y se encuentra en proceso, la aplicación del sistema "i-tree", como prueba piloto para medir la captación de CO2 por parte de las diversas tipologías arbóreas existentes en el municipio. En términos generales, se observan las siguientes situaciones:

- Predominancia de vegetación arbórea en espacios relacionados con la conservación del sistema hídrico (retiros), en espacios asociados al sistema de movilidad tipo glorietas y orejas, así como en espacios de articulación y encuentro tipo parques.
- En los espacios naturales relacionados con la protección del sistema orográfico se observa una deficiencia de vegetación arbórea, al igual que en plazas, plazoletas y separadores viales, donde además predominan pisos duros.
- También hay deficiencias de vegetación arbórea en espacios asociados a desarrollos urbanos, donde predomina la vegetación herbácea.
- Sustitución progresiva de vegetación arbórea aparasolada, representativa de la zona de vida local, por vegetación de escaso follaje (palmas, pinos vela, sub-arbustos) generalmente foránea.
- Daños mecánicos en la vegetación arbórea en el 11% de los individuos arbóreos a escala metropolitana.
- Interferencia entre la vegetación arbórea y las redes de servicios en el 10% de los individuos arbóreos a escala metropolitana.
- Solo el 10% de los individuos arbóreos pertenecen a especies nativas.



Más difícil, pero no menos importante, es la evaluación del aporte ecosistémico de la fauna asociada a los espacios verdes urbanos

| GRUPO TAXONÓMICO | Valle de Aburrá | Medellín |
|------------------|-----------------|----------|
| Aves | 5.697 | 485 |
| Mamíferos | 1.304 | 76 |
| Anfibios | 2.167 | 30 |
| Reptiles | | 44 |
| Insectos | 12.306 | 1.346 |

Tabla 2. Grupos faunísticos registrados en el Valle de Aburrá por abundancia de especies. Propuesta para la gestión integral de la biodiversidad y los servicios ecosistémicos en Medellín

En estrecha relación con el desequilibrio entre la consolidación de la flora urbana y el desarrollo urbanístico, la transformación del ambiente local y su impacto sobre la vegetación natural. El clima, la hidrología y la producción primaria repercuten directamente en cambios inconvenientes en la composición faunística local: cambios en la riqueza de especies, en la composición biótica y en la abundancia de las especies individuales.

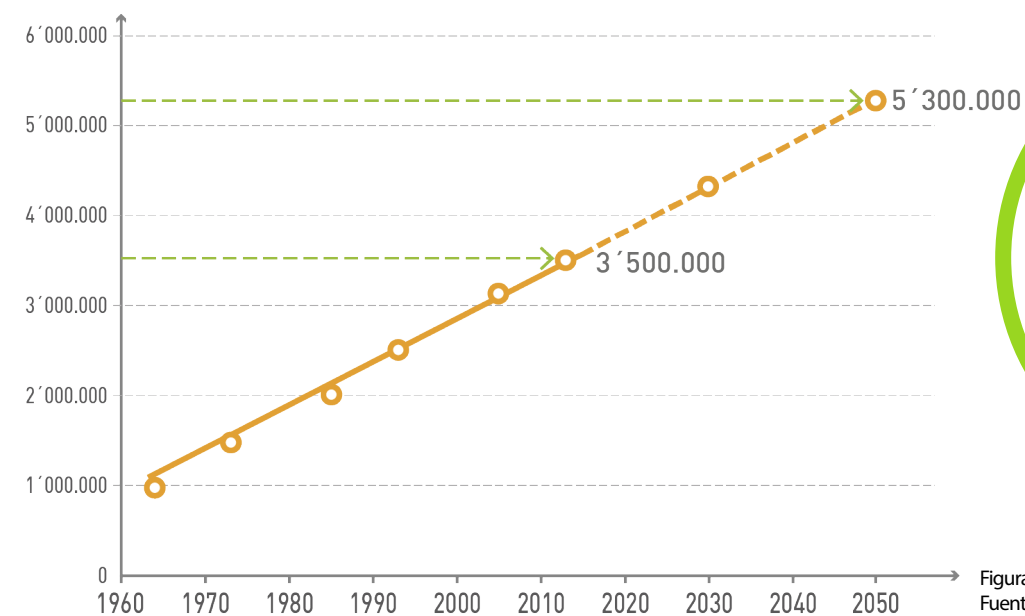
Los animales que sobreviven en la ciudad han tenido que adaptarse a determinados cambios en sus hábitos, y dependen de nuevas estrategias en su capacidad de adap-

tación para conseguir alimento y para la supervivencia en un medio ambiente profundamente transformado, cuando no hostil. Por otra parte, la urbanización no solo dificulta la presencia de la fauna en la urbe consolidada, sino que sus efectos trascienden en primera instancia a los bosques mismos del Valle de Aburrá, en proceso de degradación cuando no de desaparición para dar paso a la sub-urbanización que con modelos ajenos a los procesos ecológicos del lugar, vienen acompañados de esquemas de vegetación rígidos y mono-específicos, basados en el uso de especies exóticas y en algunos casos invasoras, que no propician hábitats ni alimento a la fauna local.

2. Características socioeconómicas y dinámica de ocupación

2.1 Características Socioeconómicas

La población del Área Metropolitana es en la actualidad, de aproximadamente 3.5 millones de personas, con un aumento estimado de más del 50% para el año 2050



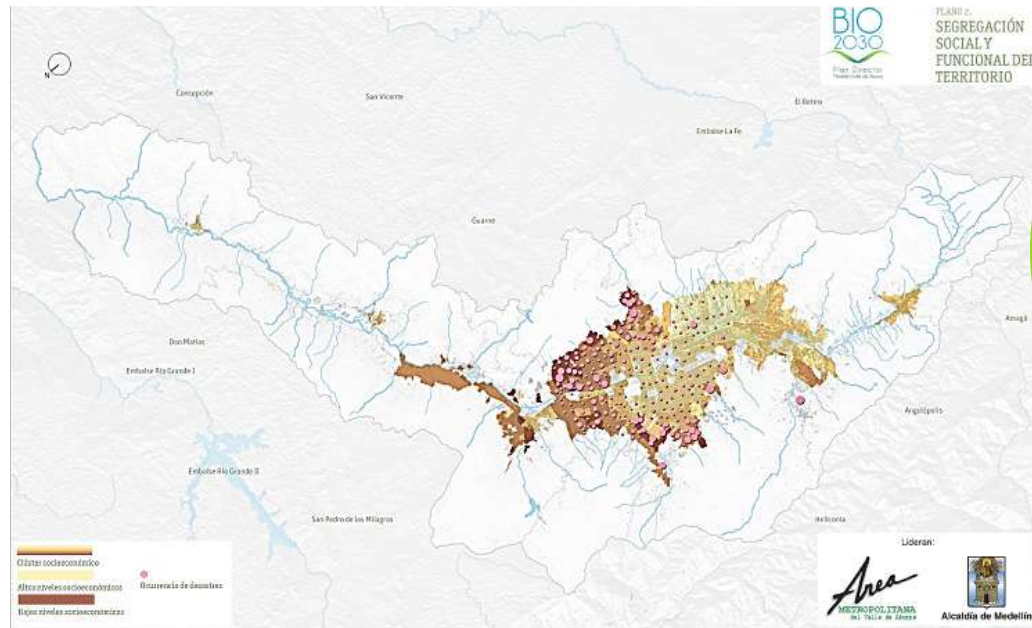
Se calcula que para el año 2050, **5.3 millones** de personas habitarán en la zona urbana de los municipios del Valle de Aburrá.

Figura 23. Crecimiento poblacional. Fuente: Anuario Estadístico de Antioquia (2012)

En 1964, el área metropolitana del Valle de Aburrá contaba con una población de 1'110.908 habitantes, de los cuales 88% habitaba en la zona urbana (incluyendo la cabecera de los corregimientos), mientras el 12% restante habitaba en la zona rural. En la actualidad, después de un período de un poco más de cinco décadas, esta población aumentó 2.5 veces, incrementando a su vez el porcentaje de personas que habita en la zona urbana. Este crecimiento poblacional y su aumento en las cabeceras urbanas, que ahora albergan al 95% de la población, se evidencia en el rápido crecimiento físico del casco urbano.

Debido a la premura de este desarrollo, y a pesar de contar con instrumentos de planificación territorial a partir del año 1997 (Ley 388), gran parte de este crecimiento se dio de manera espontánea y orgánica, a partir de asentamientos informales, que con el tiempo fueron consolidándose, sin una apropiada cobertura de bienes y servicios, que resulta en inapropiadas condiciones de habitabilidad.

80% de esta población se encuentra bajo condiciones de segregación social y funcional



“El aislamiento espacial y el distanciamiento entre las clases promueven la desintegración social, lo cual es considerado perjudicial, especialmente para los grupos pobres, que poseen menos chances de movilidad social” (Linares, 2013).

Figura 24. Segregación social y funcional del Valle de Aburrá. Fuente: AMVA, Alcaldía de Medellín, URBAM (2010)

La segregación socio-espacial como concepto, hace referencia a las desigualdades sociales existentes dentro de un colectivo urbano y la agrupación de sus habitantes según atributos específicos (Linares, 2013), como sus ingresos mensuales o su capacidad de adquisición. Este fenómeno urbano, un patrón de ocupación urbana característico de las ciudades latinoamericanas, no es ajeno a la realidad físico-espacial del Área Metropolitana, donde el territorio urbano es dividido en zonas a las que se les asigna un estrato socio-económico.

El fenómeno de la segregación socio-espacial se hace más

evidente al interior del valle conurbado entre los dos Ancones, donde se asienta el 90% de la población urbana. La porción más vulnerable, tiende a concentrarse en el norte, localizándose sobre las laderas nororiental y noroccidental, las comunidades en las condiciones más desfavorables; por otro lado el porcentaje de la población con mayores ingresos, se ubica al sur del Municipio de Medellín, y del AMVA (BIO 2030, 2011). Esta forma de distribución poblacional genera un desequilibrio de los usos en el territorio, pues la población del norte se desplaza diariamente hacia el centro y sur del Valle, donde se encuentran las principales áreas productivas y de generación de empleo, dándole una condición

de “ciudad dormitorio” a la zona norte. Así mismo, el desplazamiento de esta población flotante, durante las mañanas hacia el sur para trabajar y en las noches hacia el norte para ir a su lugar de habitación, tiene un gran impacto sobre el sistema de movilidad del Valle de Aburrá (AMVA, 2010). Esta segregación se hace evidente en la estratificación socioeconómica, la cual muestra una predominancia de estratos 1 y 2 en los municipios de Bello, Copacabana, Girardota, Sabaneta y Caldas. Es decir que en estos municipios predominan ambientes construidos caracterizados por materialidades endeblas, tramas urbanas no consolidadas, deficiencia técnica en las vías de acceso, carencia de andenes y zonas verdes y cercanía de focos de contaminación o perturbación ambiental.

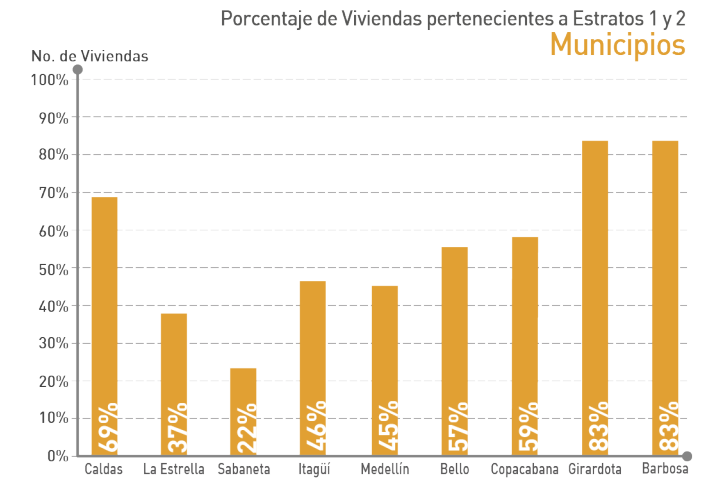


Figura 25. Porcentaje de viviendas según estrato socio-económico por municipio. Datos ECV (2013)

A pesar del aumento de la población urbana, entre el 2008 y el 2013, la pobreza monetaria en el AMVA disminuye en 8.9 puntos porcentuales...

| Tasa | Pobreza | | Pobreza Extrema | |
|-------------------------|------------|--------------|-----------------|-------------|
| Colombia | 11.4 | | 7.3 | |
| 13 Áreas Metropolitanas | 9.4 | | 2.6 | |
| AMVA | 8.9 | | 3.2 | |
| Incidencia | 25% (2008) | 16.1% (2013) | 6.2% (2008) | 3.0% (2013) |

Tabla 3. Disminución porcentual de la Pobreza y la Pobreza Extrema en el período 2008-2013. Fuente: ECV (2013)

La pobreza y la desigualdad son ejes transversales en el análisis de la calidad de vida de la población que habita en un lugar. Para dimensionar estos factores, se hace uso de tasas o coeficientes que permitan dimensionarlos y acompañar su fluctuación en el tiempo. En el caso de la pobreza, esta es monitoreada de acuerdo a dos tasas: la tasa de pobreza, que hace referencia a la imposibilidad de alcanzar con los ingresos disponibles, una canasta básica de bienes y servicios, y la de indigencia, que mide esta imposibilidad en relación a una canasta básica de alimentos. La región del Valle de Aburrá, presenta un 16.1% de su población en estado de pobreza, y un 3.0% en estado de pobreza extrema o indigencia (Medellín Cómo Vamos, 2013).

Observando este indicador a otras escalas, en el período com-

prendido entre el año 2008 y el año 2013, las tasas de pobreza y pobreza extrema (indigencia), presentaron una disminución considerable tanto a nivel nacional (11.4%), como regional (8.9%). Sin embargo, en el municipio de Medellín, que realiza una Encuesta anual de percepción ciudadana, se encontró que el 18% de la población se autopercibe como pobre, observándose un aumento de 3% en este indicador por segundo año consecutivo. En su mayoría, esta percepción de pobreza estaba asociada a razones como la falta de "más cosas" para vivir mejor (comparación entre lo que se tiene y lo que se aspira a tener), un ingreso insuficiente para cubrir las necesidades, la situación económica y la falta de empleo (Medellín Cómo Vamos, 2013).

... y la desigualdad en 6.7%.

Tabla 4. Índice de GINI a nivel Nacional para las 13 mayores Áreas Metropolitanas y a nivel del Valle de Aburrá Fuente: DANE

| Índice de Ginni | 2008 | 2009 | 2010 | 2011 | 2012 | 2013 |
|-------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Colombia | 0.566 | 0.587 | 0.560 | 0.548 | 0.539 | 0.539 |
| 13 Áreas Metropolitanas | 0.527 | 0.522 | 0.528 | 0.517 | 0.499 | 0.500 |
| AMVA | 0.542 | 0.534 | 0.538 | 0.507 | 0.500 | 0.506 |

La desigualdad, por otro lado, se monitorea con el coeficiente de GINI, medida de dispersión estadística, que es usada para representar la distribución de los ingresos de los residentes de un lugar, para este caso, la de los habitantes de la región del Valle de Aburrá.

Para el mismo período, 2008-2013, el índice de GINI, coeficiente que monitorea la desigualdad en el área metropolitana disminuyó en un 6.7%, alcanzando la segunda mayor disminución nacional, después de Barranquilla (8.22%), luego de ser

≠6.7%

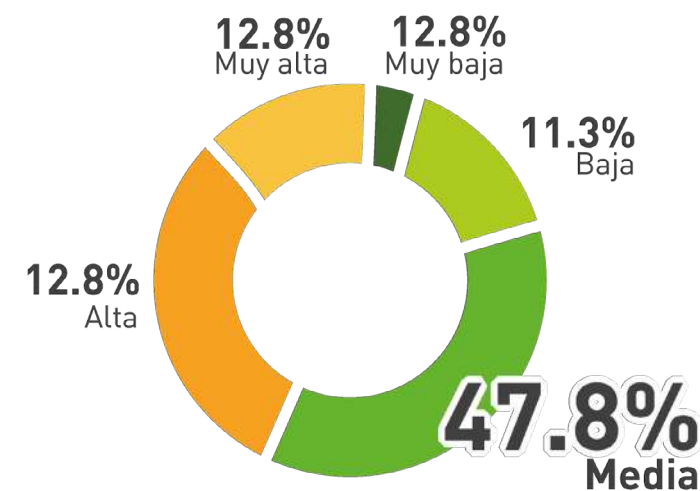


Figura 26. Nivel de desigualdad percibido Fuente ECV (2013)

comparadas las 13 mayores áreas metropolitanas del país. Así mismo, según la encuesta de percepción ciudadana, realizada en la zona urbana del municipio de Medellín, 47.8% de la personas encuestadas consideran que el nivel de desigualdad en la ciudad es medio, mientras 13.3% considera que es bajo o muy bajo, y el 38.9% lo consideran entre alto y muy alto.

Razones por las cuales las personas se auto-perciben como en estado de pobreza en el municipio de Medellín (Medellín Cómo Vamos, 2013. EPC, 2013):

- 44% Falta de más cosas para vivir mejor
- 37% Ingresos insuficientes para cubrir las necesidades
- 33% Situación económica
- 31% Falta de empleo

Sin embargo, el Indicador Multidimensional de Calidad de Vida, entre el 2011 y el 2013, indica que esta condición ha disminuido en un 2.45%.

Desde que el concepto económico de la pobreza fue introducido, indicadores como el ingreso o el gasto per cápita, son usados para monitorear este aspecto, ya que ofrecen medidas útiles y cuantificables, de manera razonablemente precisa. Sin embargo, son factores unidimensionales, que desde una perspectiva de calidad de vida se quedan cortos para dimensionar la pobreza, factor compuesto por muchas facetas y no solo por una dimensión monetaria (AMVA & UdeA, 2013b).

Buscando una evaluación más integral de este aspecto social, muchos expertos en el tema han desarrollado indicadores multidimensionales, dentro de los que se encuentra el Indicador Multidimensional de Calidad de Vida, propues-

La pobreza no solo se "considera una simple dimensión económica y monetaria. Cada vez se entiende más como una privación en varios dominios de la vida humana" AMVA & UdeA (2013b).

Razones expresadas por el 82% de la población, para NO percibirse como pobre (Medellín Cómo Vamos, 2013. EPC, 2013):

- 64% Se cuenta con todo lo necesario
- 48% "Que no falte comida
- Entre 24 y un 47% Tener Salud o Seguro médico
- 23% Contar con un hogar o familia

| Municipio | Urbano | | Rural | | Total | |
|-------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| | 2011 | 2013 | 2011 | 2013 | 2011 | 2013 |
| Barbosa | 39.26 | 40.15 | 37.62 | 36.52 | 38.33 | 38.10 |
| Bello | 42.11 | 36.67 | 31.84 | 33.66 | 41.70 | 36.54 |
| Caldas | 42.61 | 42.86 | 38.17 | 37.82 | 41.81 | 41.46 |
| Copacabana | 43.86 | 44.91 | 40.16 | 41.60 | 42.91 | 44.32 |
| Girardota | 42.19 | 42.90 | 36.86 | 39.26 | 39.66 | 42.26 |
| Itagüí | 45.39 | 46.04 | 32.78 | 34.43 | 44.42 | 44.60 |
| La Estrella | 47.15 | 48.27 | 37.53 | 38.76 | 42.97 | 47.45 |
| Medellín | 47.62 | 48.25 | 39.86 | 40.44 | 47.02 | 47.59 |
| Sabaneta | 50.96 | 52.14 | 39.87 | 42.56 | 49.08 | 49.65 |
| AMVA | 47.32 | 46.06 | 38.77 | 38.79 | 46.52 | 45.38 |

Tabla 5. Indicador Multidimensional de Calidad de Vida AMVA & UdeA (2013b)

to por Castaño (2011). Con el fin de dimensionar las condiciones de vida en el área metropolitana este indicador fue calculado para el Valle de Aburrá, como región, con base en la información de la Encuesta de calidad de vida del año 2013, y así mismo para cada uno de los municipios que la conforman AMVA & UdeA (2013b).

Considerando diferentes aspectos, como los ingresos, el entorno y la calidad de la vivienda, el acceso a los servicios públicos básicos, la vulnerabilidad, la salud y la percepción de la calidad de vida, entre muchos otros, este indicador encontró que, con un valor de 45.38, en el año 2013, la calidad de las condiciones de vida en el área metropolitana disminuyó 2.45%, con respecto al valor calculado en 2011 (46.52).



Figura 27. Dimensiones consideradas dentro del Indicador Multidimensional de Calidad de Vida. Fuente: Adaptado de AMVA & UdeA (2013b)

Respecto a la vivienda, la zona urbana del área metropolitana cuenta con un déficit cuantitativo del 1.76%...

La vivienda es definida como “lugar cerrado y cubierto construido para ser habitado por personas” (RAE), sin embargo, constituye y significa mucho más para una persona, o grupo de personas, de lo que puede expresar ese significado; este término está asociado y representa: refugio, bienestar y seguridad, para sí mismos y su núcleo familiar.

El derecho a la vivienda, con los determinantes “digna y adecuada”, es un derecho universal recogido dentro de la Declaración Universal de los Derechos Humanos (Art. 25 y 11), y así mismo nacional, declarado en el Artículo 51 de la Constitución Política de Colombia (1991). Artículo

que declara a su vez que “el Estado fijará las condiciones necesarias para hacer efectivo este derecho y promoverá planes de vivienda de interés social, sistemas adecuados de financiación a largo plazo y formas asociativas de ejecución de estos programas de vivienda”.

Cuando se hace referencia a un déficit, se habla de la falta o escasez de algo que se juzga necesario (RAE). Este indicador puede ser dimensionado bajo dos variables: la cantidad y la calidad de las viviendas. Un déficit cuantitativo, estima la cantidad de viviendas que se deben construir o adicionar, para que exista una relación uno a uno entre las viviendas adecuadas y los hogares que necesitan alojamiento (DANE, 2009).

| Municipios | % Déficit de vivienda Cuantitativo | % Déficit de vivienda Cualitativo |
|-------------|------------------------------------|-----------------------------------|
| Caldas | 2.57% | 9.05% |
| La Estrella | 1.55% | 3.99% |
| Sabaneta | 0.59% | 1.87% |
| Itagüí | 1.40% | 2.30% |
| Medellín | 1.90% | 5.08% |
| Bello | 1.76% | 5.26% |
| Copacabana | 1.03% | 3.42% |
| Girardota | 2.17% | 5.54% |
| Barbosa | 2.71% | 11.11% |
| AMVA | 1.76% | 4.82% |

Tabla 6. Déficit Cuantitativo y Cualitativo de Vivienda para el área metropolitana del Valle de Aburrá y los municipios que la componen. Fuente: Datos de la ECV (2013)

De acuerdo con la Encuesta de Calidad de Vida (2013) realizada para el Área Metropolitana del Valle de Aburrá, y cada uno de los municipios que la conforman, la región cuenta con un déficit cuantitativo de vivienda del 1,76%. Este porcentaje es definido por el número de hogares en condiciones inadecuadas y aquellos localizados en zonas de alto riesgo, moradores en edificaciones no destinadas para habitación o construidas con materiales inapropiados y/o perecederos, hogares secundarios que comparten vivienda con otro y aquellos con hacinamiento no mitigable, donde se cuantifican menos de 4m2 por persona. Todas estas situaciones hacen referencia a la inexistencia de un espacio de habitación, o de la existencia de uno que por su localización, estructura o espacio, representan algún tipo de riesgo para sus habitantes.

... y un déficit cualitativo del 4.82%...

Un déficit cualitativo, por otro lado, hace referencia a las viviendas particulares, que aunque existentes, presentan deficiencias en uno o varios de los elementos que la componen, como su estructura de piso, su espacio (hacinamiento mitigable y cocina), o la carencia de alguno de los servicios públicos domiciliarios (DANE, 2009).

Según los datos encontrados por la Encuesta, el área metropolitana fue diagnosticada (ECV (2013)) con un déficit cualitativo del 4.82%, porcentaje que contabiliza unidades residenciales que poseen una o varias de las siguientes características: hacinamiento mitigable, materiales inapropiados en las paredes, dificultades con la estructura de paredes y piso, condiciones de cocina o baño inapropiadas o que carecen de uno o varios de los servicios públicos básicos domiciliarios, en general, situaciones que producen problemáticas de habitabilidad, y que pueden resultar en un problema de salud pública, pero que con un intervención podrían ser mitigadas o en ocasiones, subsanadas en su totalidad.

En su mayoría, las viviendas que presentan déficit cualitativo, pertenecen a la población en las condiciones más vulnerables, clasificadas dentro de los estratos socio-económicos 1 y 2, correspondientes al 45.4% de las unidades habitacionales urbanas del área metropolitana, y son edificaciones que en su mayoría, fueron construidas por sus habitantes (autoconstrucción), sin la apropiada orientación de un profesional en el tema.

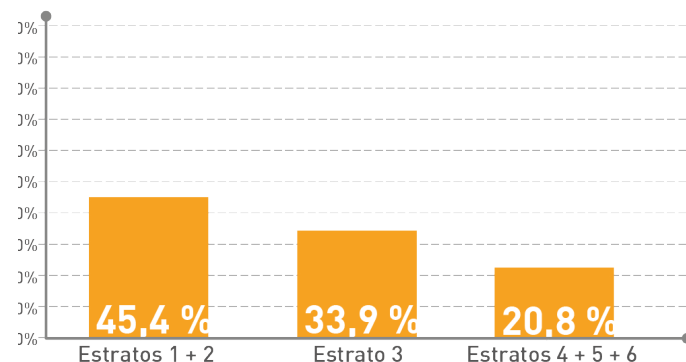


Figura 28. Porcentaje de viviendas según estrato socio-económico en el Área Metropolitana. Fuente: Adaptado de ECV (2013).

A pesar de que la mayor carencia de vivienda se presenta en los estratos socioeconómicos 1 y 2, alrededor del 70% de la oferta inmobiliaria se concentra en los rangos de precio más altos.

Una vivienda de interés prioritario puede tener, en Colombia, un valor máximo de 70 salarios mínimos legales mensuales vigentes equivalentes en 2015 a COP\$644.350 pesos. Para el caso de la vivienda de interés social, el límite se extiende a 135 SMLMV. De acuerdo con CAMACOL (2014), solo 32% de la oferta inmobiliaria de los últimos 5 años estaba orientada a estos dos mercados de vivienda, con solo un 7% para el mercado de Viviendas VIP y un 25%, para las VIS. El 68% de la oferta

inmobiliaria de vivienda restante está concentrado en los rangos de precio más altos, que son accesibles solo para la población que tiene un mayor poder adquisitivo.

Si se considera que la carencia de una vivienda propia (o rentada) está asociada, en su mayor parte, a una situación económica donde los ingresos son insuficientes para subsistir y adquirir o rentar una propiedad, simultáneamente, es posible concluir que la mayoría de los hogares que constituyen el porcentaje del déficit de vivienda, pertenezcan a comunidades localizadas en los estratos 1 y 2. Así mismo, es posible teorizar que en el caso de que estos hogares tengan la posibilidad de acceder a un subsidio de vivienda o hacer una inversión en una casa propia, uno de los dos modelos de vivienda localizados en los menores rangos de precio, serían su mercado de búsqueda.

Esta paradoja social y comercial, donde en teoría el mercado de vivienda con mayor demanda, es el que presenta la menor oferta, resalta una problemática social importante, pues aunque hay oferta de vivienda y en efecto se hacen grandes desarrollos inmobiliarios de este tipo de edificación, los rangos de precio generan que la población más vulnerable y con mayor necesidad, no pueda acceder a ella.

No obstante, es importante resaltar los esfuerzos que hacen diferentes entidades, como los institutos municipales y departamentales (ISVIMED y VIVA), e iniciativas nacionales (Programa de 100 mil viviendas gratis - 100% subsidiadas), por promover el desarrollo de proyectos VIS y VIP, y de programas de auxilio, para que la población en condiciones más vulnerables, pueda acceder o mejorar un lugar donde vivir en condiciones dignas.

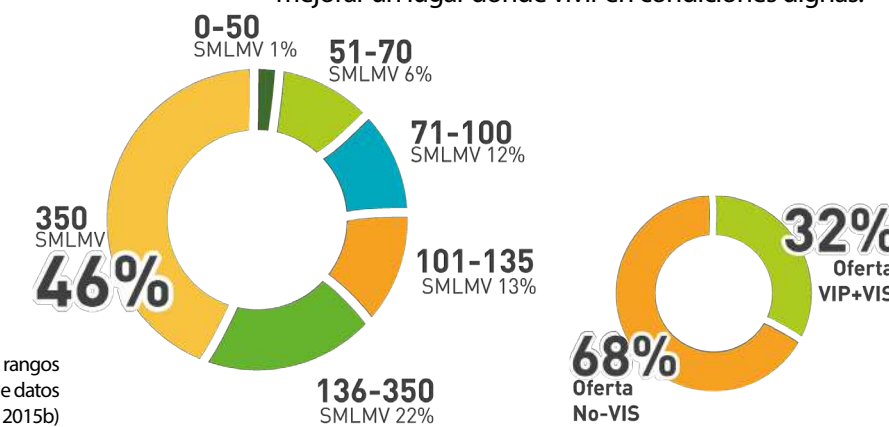


Figura 29. Oferta Inmobiliaria de vivienda por rangos de precio Fuente: Elaboración propia a partir de datos provenientes de CAMACOL (2015b)

Si bien más del 97% de las viviendas localizadas en la zona urbana del área metropolitana están cubiertas por la mayoría de los servicios básicos públicos domiciliarios.

El acceso a los servicios básicos públicos domiciliarios, es una de las características que mayor influencia tiene sobre la calidad del espacio de habitación. La no disponibilidad de uno o varios de estos, integra una vivienda al porcentaje del déficit cualitativo.

De acuerdo con la Encuesta de Calidad de Vida realizada en 2013, en promedio, el área metropolitana

en su zona urbana, cuenta con una cobertura muy cercana al 100% de energía eléctrica, agua potable, acueducto, alcantarillado y servicio de recolección de residuos sólidos. Sin embargo, a pesar de contar con porcentajes superiores a 90%, para todos los servicios, se presentan variaciones en las coberturas entre municipios.

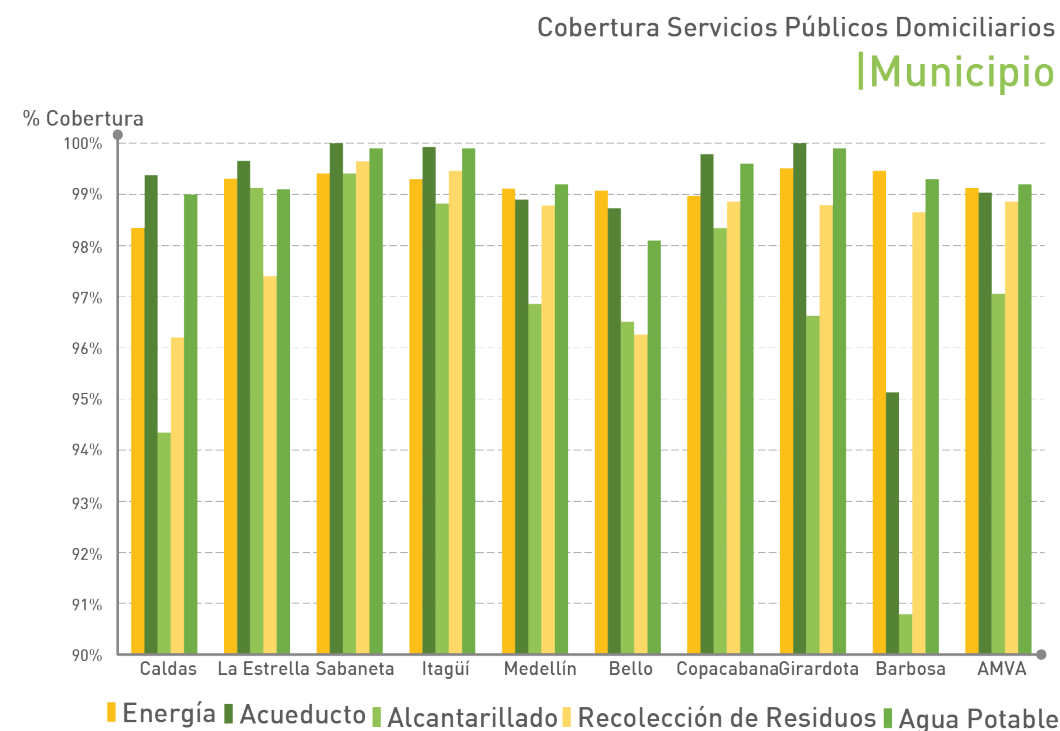


Figura 30. Cobertura de Servicios Públicos Domiciliarios. Fuente: Elaboración propia a partir de datos de ECV (2013)

...en los municipios del norte y el sur del Valle de Aburrá el suministro de agua depende más de acueductos veredales que de sistemas interconectados

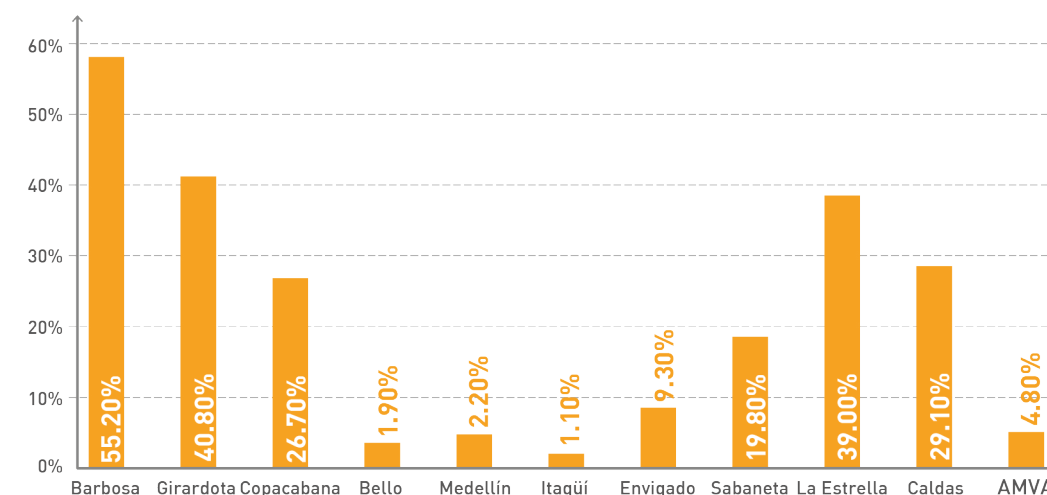


Figura 31. Relación porcentual suscriptores de acueductos veredales vs metropolitanos. Fuente:

En los municipios menos relacionados con la conurbación, el suministro de agua depende principalmente de sistemas descentralizados que captan agua de las microcuencas hidrográficas internas del Valle de Aburrá. Esto es un indicio de que en estos municipios un porcentaje importante del servicio de recolección de aguas residuales tampoco está centralizado y corresponde a soluciones individuales. Es decir, que en Barbosa, Girardota, Copacabana, La Estrella y Caldas se hace, no solo factible sino prioritaria, la implementación de autoabastecimiento de agua y de sistemas alternativos para el tratamiento y la disposición de aguas residuales.

Por otro lado, estos servicios están asociados a dos problemáticas, una ambiental y una económica. La disponibilidad de un servicio implica un uso asociado al consumo de un recurso, agua energía por ejemplo, y a una producción de residuos, a los cuales debe darse disposición final. Así mismo, resulta en una contribución en forma de pago por el servicio prestado, en relación a cuanto de este fue consumido. La problemática ambiental, relacionada con el consumo de los recursos naturales, la producción de residuos y sus impactos sobre el entorno urbano y natural, es detallada en los apartes de este documento, dedicados a cada uno de estos temas.

Si se evalúa la habitabilidad, se encuentran importantes problemáticas que tienen un gran impacto en el ambiente interior y el consumo de servicios públicos de la vivienda

Al ser distribuidas y construidas de una manera intuitiva, o con base en necesidades espaciales específicas, muchas de estas viviendas carecen de algunos elementos y características, cuya ausencia produce un alto impacto en la calidad del ambiente interior o en el consumo energético e hídrico de los espacios de habitación. Si bien muchas de estas situaciones, como la falta de iluminación y ventilación natural, el uso de bombillas incandescentes y dispositivos de agua de alto caudal y la distribución ineficiente del espacio, no son contabilizadas dentro del porcentaje de déficit cualitativo de vivienda, estas producen problemáticas de habitabilidad, que comprometen la salud, comodidad y bienestar de sus ocupantes.

Estudios realizados en viviendas de estratos 1 y 2, localizadas la zona urbana de los diferentes municipios del Valle de Aburrá, revelan que las problemáticas de carácter físico-espacial evaluadas, es decir la carencia de iluminación y ventilación natural, y la distribución ineficiente del espacio, estaban presentes en más del 90% de los casos estudiados, y que aquellas relacionadas al uso de dispositivos de agua e iluminación artificial de alto consumo, fueron identificados en más del 60% de las viviendas. Los problemas estructurales, que no solo constituyen un problema de habitabilidad, sino que representan un riesgo para la seguridad de los habitantes, fueron observados en un 30% de los casos.

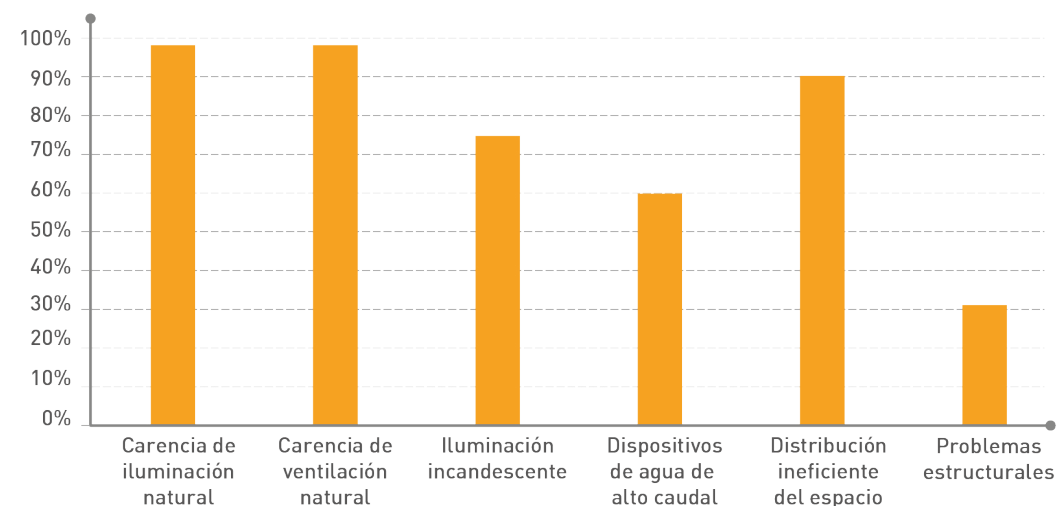


Figura 32. Porcentaje de hogares evaluados que presentan la problemáticas de habitabilidad identificadas. Fuente: Gonzalez & Penagos (2015)

El costo, representa la inversión de aproximadamente el 12% de los ingresos de viviendas localizadas en estratos 1, 2 y 3.

Con relación al pago por la prestación de los servicios públicos domiciliarios, es importante resaltar que en Colombia por ley, el sistema tarifario de estos servicios se define bajo un régimen subsidiado. Un subsidio, según la Ley 142 de 1994, es la diferencia entre lo que se paga por un bien o servicio, y el costo de este, cuando este costo es mayor al pago que se aporta.

Este sistema fue diseñado con el fin de propiciar que las personas de menores ingresos, puedan pagar las tarifas de los servicios públicos domiciliarios que

cubran sus necesidades básicas (Ley 142 de 1994). De esta forma los estratos socioeconómicos 5 y 6, hacen un aporte mayor, que aquel al que equivaldría el pago por sus servicios públicos, con el fin de subsidiar el pago de los servicios de los estratos 1, 2 y 3.

A pesar de este tipo de estrategias, el pago de los servicios públicos domiciliarios aun representa para un hogar la inversión de un porcentaje considerable de sus ingresos totales, especialmente para los estratos 1, 2 y 3, donde este porcentaje puede superar el 12% de los ingresos.

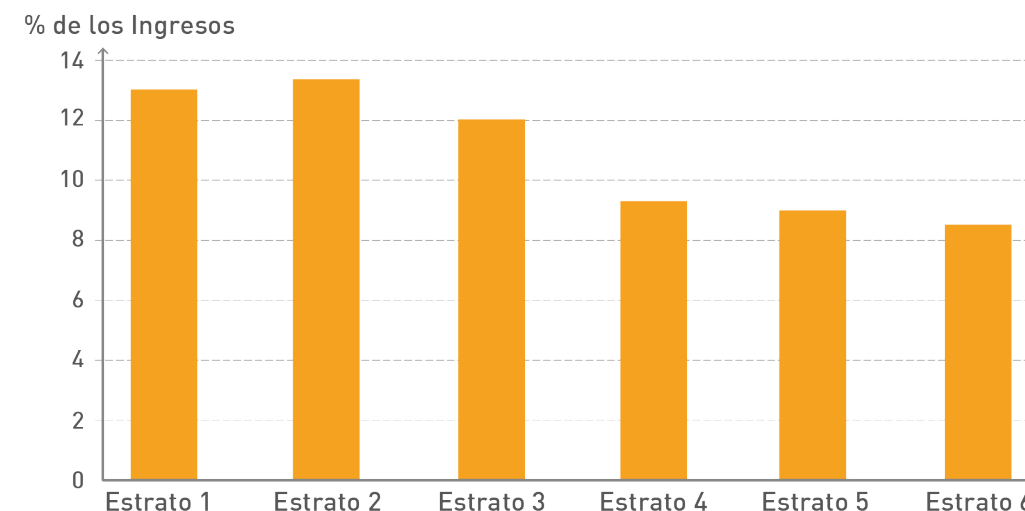


Figura 33. Porcentaje de los ingresos dedicado al pago de los servicios públicos (Agua, Saneamiento y Energía Eléctrica), por estrato socio-económico. Fuente: Gonzalez & Penagos (2015)

2.2. Ocupación del Valle de Aburrá

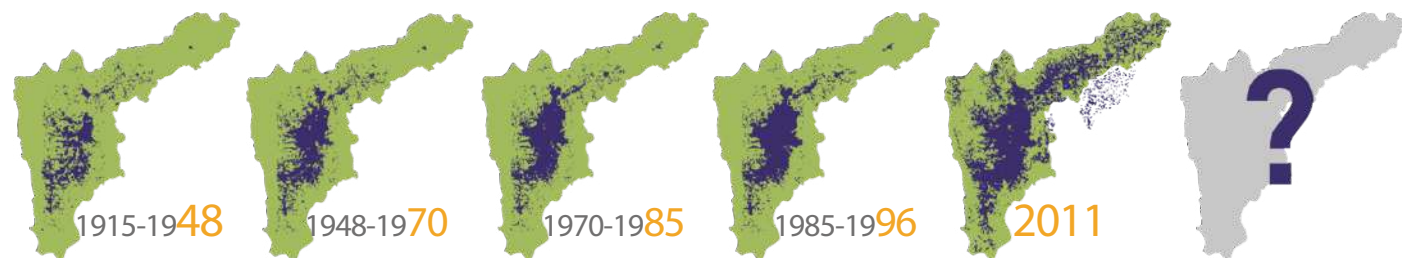


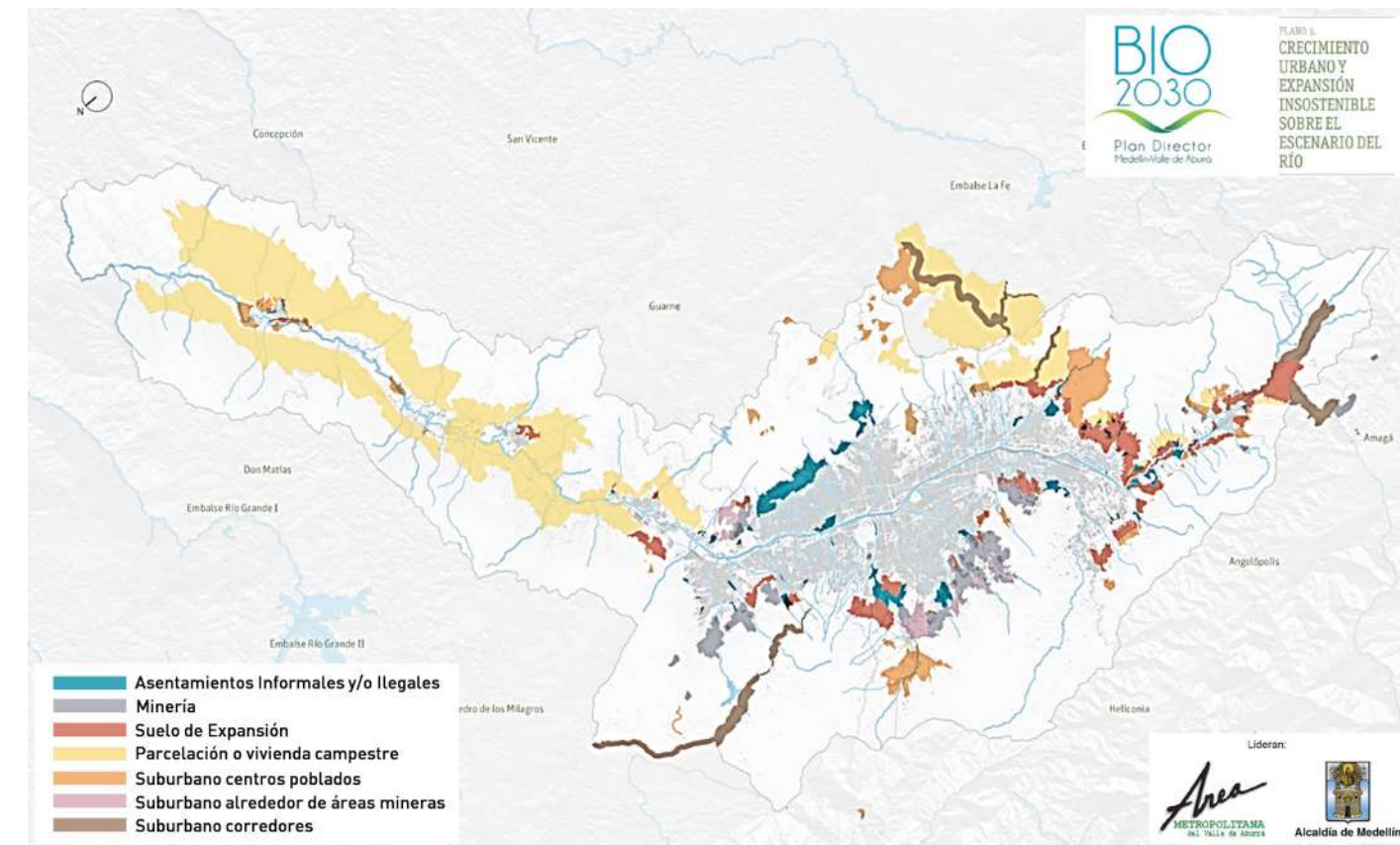
Figura 34. Área construida dentro del Área Metropolitana del Valle de Aburrá, para diferentes períodos de tiempo. Fuente: Imágenes: Estudio de la forma y el crecimiento del área metropolitana Fuente: Adaptado de AMVA & UPB (2007).

En la actualidad, el área urbana del área metropolitana ocupa 168 km², lo cual equivale al 14% del área total de la cuenca

La región del Valle de Aburrá ha experimentado un rápido proceso de crecimiento urbano, condicionado directa o indirectamente, por la difícil topografía que presenta su territorio, extendido alrededor de la cuenca del río Aburrá. Los centros fundacionales de los municipios ocuparon inicialmente el área más plana del valle, que ofrecía una ubicación segura, frente a fenómenos de carácter geológico, accesible y de fácil conexión y que, así mismo, permitía facilidad y regularidad en el diseño urbano de los asentamientos (BIO 2030). Sin embargo, a medida que esta área se fue agotando, las laderas se convirtieron en el nuevo foco como territorio de ocupación, y son el escenario en el que se desarrollan los principales procesos de urbanización, tanto de carácter formal, como informal.

Un modelo de crecimiento urbano expansivo, al que respondió por un largo período el desarrollo de la zona urbana

de la región metropolitana, requiere de mayores inversiones para la dotación de nueva infraestructura, que garantice condiciones mínimas de habitabilidad, como cobertura de servicios públicos y sistemas de movilidad, entre otros. Así mismo, genera mayor impacto en su entorno, pues demanda más recursos, ocupa más suelo, disminuye la capa vegetal del territorio que ocupa, y genera grandes cantidades de residuos, que deben ser dispuestos en algún lugar. En el caso del área metropolitana del Valle de Aburrá, adicionalmente, debe sumársele a estas condiciones la alta complejidad geológica de su territorio, que genera una mayor vulnerabilidad frente a los elementos y fenómenos naturales, para las poblaciones localizadas en alta ladera. Lo anterior da como resultado un crecimiento urbano insostenible desde todas las dimensiones, la ambiental, la social y la económica, que demanda un modelo de desarrollo urbano diferente y más sostenible.



La ocupación formal e informal del suelo de protección, manifestación de la expansión de la urbanización, se resalta especialmente por estar asociada en su mayor parte al recurso hídrico y a la ocupación de sus respectivas zonas de protección. Esto constituye una problemática, debido a las características naturales que hacen de estas zonas, espacios propicios para la conservación y protección de la base natural de la cuenca, y que están siendo comprometidas por la ocupación de este suelo.

Figura 35. Crecimiento urbano y expansión insostenible sobre el escenario del río. Fuente: AMVA, Alcaldía de Medellín, URBAM (2010).

... por esta razón, el modelo de crecimiento bajo el cual se continúe desarrollando la ciudad, debe apuntar a la compacidad urbana.

La apuesta actual de los instrumentos de planeación urbano-regional y municipal, especialmente en el Municipio de Medellín, son un modelo de crecimiento urbano de Ciudad Compacta. Este modelo está basado en el reaprovechamiento de suelos urbanos ya existentes, con potencial de transformación, siendo la redensificación, la renovación y la rehabilitación, urbana y de edificaciones, algunas de sus principales herramientas.

Este modelo de crecimiento urbano resulta más eficiente, pues las zonas de intervención al ser parte del área urbana, ya cuentan con la cobertura de los bienes y servicios, que garantizan que las necesidades básicas de habitabilidad de la población, sean suplidas, y de la misma forma, disminuye la expansión sobre el territorio, protegiendo así entre otras, las áreas productivas y de protección natural circundantes, y previniendo por ejemplo, los asentamientos en zonas de alto riesgo. No obstante, al aplicar este tipo de modelos, es importante considerar aspectos como el espacio público, que son de vital importancia para generar escenarios urbanos que propicien la actividad y dinámica social. Los procesos de redensificación, que usualmente constituyen proyectos de desarrollo de vivienda y habitación, deben ir acompañados de proyectos de desarrollo urbano que favorezcan la revitalización social, económica y ambiental de los escenarios urbanos donde se desarrollan, garantizado así para la población, espacios de intercambio comercial, esparcimiento, recreación y ocio.

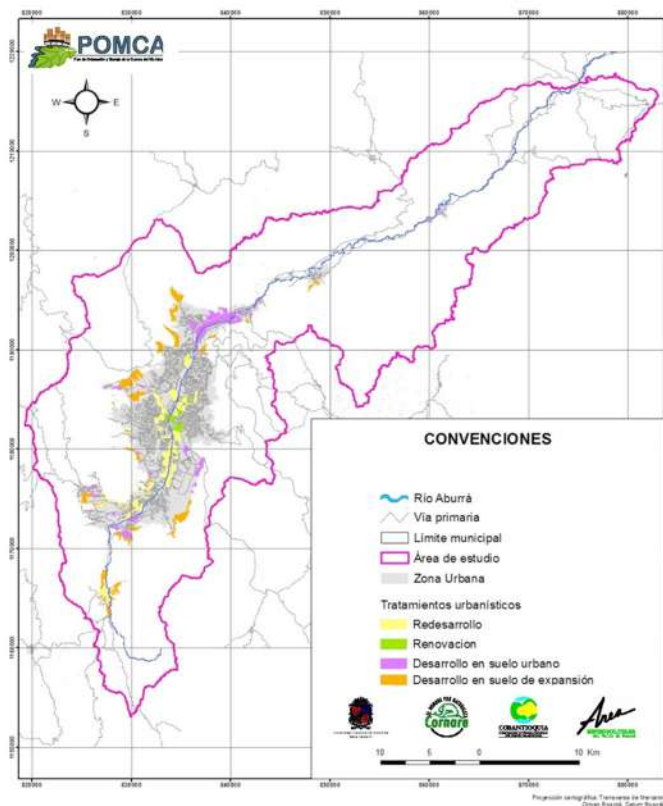


Figura 36. Áreas aptas para crecimiento urbano. Fuente: POMCA (2007)

En este orden de ideas, se enuncian cuatro principios básicos de crecimiento que orienten las acciones específicas para consolidar una estructura metropolitana. Estos principios son el crecimiento equilibrado, moderado, pro-

gramado y compensado, que hacen referencia al control de la expansión urbana, la sustentación espacial y su vocación natural, el desarrollo de proyectos de infraestructura y la minimización de efectos negativos, respectivamente.



Figura 37. Concepto de redensificación urbana. Elaboración Propia

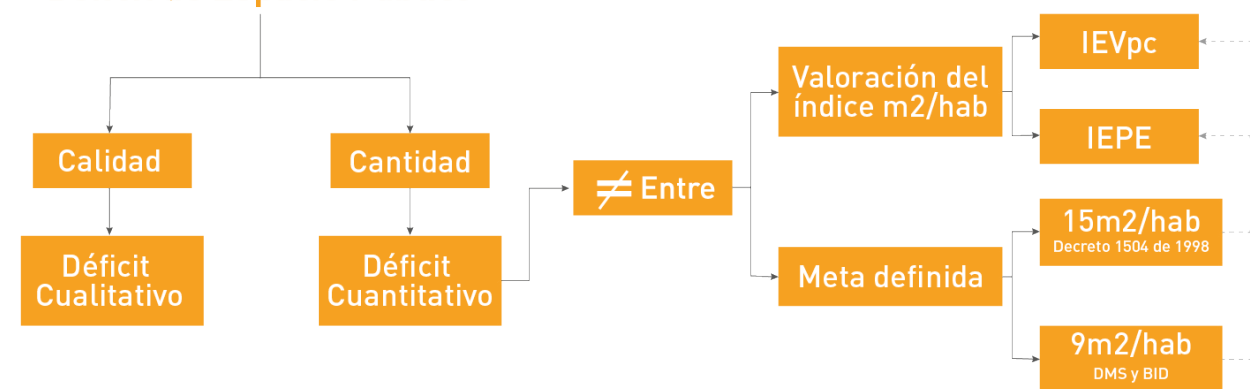
2.3. Espacio público

El aumento del espacio público no ha sido proporcional al crecimiento de la zona urbana de los municipios que componen el Valle de Aburrá...

El aumento del espacio privado no ha sido proporcional a la generación de espacio público y nuevos equipamientos, ni tampoco a su reacondicionamiento cualitativo. Por tanto, hay un déficit acumulado de servicios urbanos, y los existentes están localizados de manera inconexa en el espacio, dejando desfavorecida las áreas periféricas donde se concentra la mayor parte de la población.

El déficit de espacio público, al igual que el de vivienda, puede dimensionarse según dos características, la cantidad y la calidad de este espacio (CONPES 3718, 2012). El espacio público como área de estancia urbana, tiene múltiples funciones para la ciudad, entre las que se destaca la recreación y el esparcimiento, que fomentan la dinámica y actividad social de sus habitantes, pero igual-

Déficit de Espacio Público



mente, puede ayudar a la preservación de zonas verdes y recursos naturales presentes en la geografía urbana, que a su vez tiene funciones de amortiguamiento de impactos de la actividad urbana, como la contaminación y el Efecto Isla de Calor.

El déficit cuantitativo de espacio público en el Valle de Aburrá, se calcula con base en dos índices, el IEVpc, índice de Espacio Público per Cápita, y el IEPE, índice de Espacio Público Efectivo, y su diferencia con las metas

establecidas, bien sea por organismos multilaterales, o por normativas nacionales. El primero de los índices, responde a la meta establecida por la Organización Mundial de la Salud (OMS) y el Banco Interamericano de Desarrollo (BID), según los cuales para ciudades intermedias de países en desarrollo, el índice mínimo de área verde por habitante debe ser de 9 m²; el segundo, tiene como rasero la meta nacional de 15 m² de espacio público efectivo por habitante, consignada en el Decreto 1504 de 1998.

...lo que ocasiona que esta, en la actualidad, solo cumpla con entre el 6.5 y el 25.5% del área definida por la norma, y posea una clasificación de deficiente en el índice de Espacio Público Verde.

Como puede observarse, todos los municipios que hacen parte del Área Metropolitana del Valle de Aburrá, tienen valores para ambos indicadores, que son considerablemente menores a las metas establecidas. El AMVA con un promedio de 5,91 m²/hab de espacio público verde de derecho y uso público, posee un déficit cuantitativo de 3.09m²/hab, y una clasificación de Deficiente. Si por otro lado, se contabilizan las áreas verdes de uso privado e institucional, este índice alcanza un valor de 7,68 m²/hab (Área Metropolitana, 2006), y una clasificación de Moderado, pero que al no ser de carácter público, dependen expresamente de las intenciones e intereses de otros sectores de mantenerlas.

Si se considera el índice de espacio público efectivo, el Valle de Aburrá presenta un déficit aun mayor, cumpliendo

en el mejor de los casos, con solo un 25.5% (Municipio de Caldas) de la cantidad de espacio público por habitante definido por la norma. Es importante resaltar, que los valores del IEPE considerados pueden presentar diferencias con la condición real actual para muchos de los municipios, sin embargo, estos valores fueron usados pues son los reportados por la fuente de información oficial, los Expedientes Municipales.

El Valle de Aburrá tiene con un déficit cuantitativo de Espacio Público Efectivo, de entre el 74.5 y el 93.5%, dependiendo del municipio.

| Municipio | Índice de Espacio Público Verde per capita (IEVpc) | | Índice de Espacio Público Efectivo Urbano (IEPE) | |
|-------------|--|------------|--|------|
| | m ² /hab | Clase | m ² /hab | Año |
| Caldas | 3.97 | Crítico | 3.83 | 2009 |
| La Estrella | 5.38 | Deficiente | 1.92 | 2009 |
| Sabaneta | 12.06 | Adecuado | 1.53 | 2009 |
| Itagüí | 3.86 | Crítico | 1.61 | 2009 |
| Medellín | 6.52 | Moderado | 3.82 | 2012 |
| Bello | 4.02 | Deficiente | 1.38 | 2009 |
| Copacabana | 3.33 | Crítico | 0.98 | 2003 |
| Girardota | 6.88 | Moderado | 2.39 | 2007 |
| Barbosa | 4.70 | Deficiente | 1.82 | 2009 |
| AMVA | 5.91 | Deficiente | | |

Tabla 7. Índices de espacio público verde per cápita y espacio público efectivo. Fuente: IEVpc, Plan Maestro de Espacios Públicos Verdes Urbanos de la Región Metropolitana del Valle de Aburrá; (IEPE, Expedientes municipales y "Movilidad vial espacio público", Medellín Cómo Vamos, 2013).

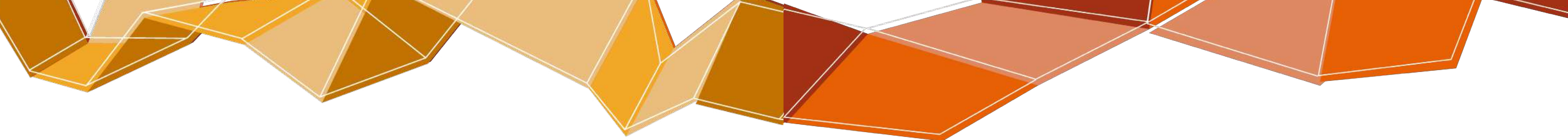
Los aspectos cualitativos del espacio público están poco estudiados en el nivel nacional y también en el Valle de Aburrá

A nivel nacional, no se ha desarrollado un estudio que permita diagnosticar la situación actual con respecto a la calidad del Espacio Público. De acuerdo con el CONPES 3718 (2012), "en gran medida, el balance nacional y de las ciudades, es perceptivo y se plantea sobre la base de las carencias de mobiliario, señalización, iluminación y zonas verdes; como también, deficiencias en el diseño, tratamiento de superficies (zonas duras y blandas), circulación y estacionamientos, inseguridad, entre otros". Algunos aspectos por resaltar son los siguientes:

- El tratamiento del espacio público a través de los instrumentos de planeación y gestión creados por la Ley 388 ha sido residual, fragmentado, sin parámetros

claros de ordenación y sin la dotación de mobiliarios y equipamientos adecuados.

- Se observa un fenómeno nocivo de réplica de prácticas en el diseño y gestión de espacio público, donde ciudades de diferentes tamaños, condiciones geográficas, topográficas, poblacionales y culturales, ejecutan proyectos con diseños y acabados inadecuados.
- Insuficiencia de estándares urbanísticos y orientaciones para su aplicación en cada región del país, que ocasiona inversiones en obras de espacio público de baja calidad y sin mayor impacto en las comunidades.
- Intervención de espacios públicos con procesos destructivos del medio ambiente y los recursos naturales renovables, con el recubrimiento de superficies ar-



tificiales, impermeabilización de suelo con capas de asfalto, cemento, hormigón y adoquines u otro tipo de pavimentos. Asimismo, se identifican otras afectaciones como invasión y alteración de rondas y humedales, pérdida de áreas boscosas y destrucción de playas.

- Deficiente articulación del espacio público con los elementos de la estructura ecológica. La ausencia de vegetación y su tratamiento residual en los nuevos proyectos urbanos disminuye la calidad del medio ambiente, y aumenta la temperatura de las ciudades, las emisiones de dióxido de carbono (CO2) y la concentración de partículas contaminantes en la atmósfera.
- El espacio público de los centros históricos, particularmente las plazas, plazoletas, plazuelas y atrios, evidencia un progresivo deterioro físico y, consecuentemente, la pérdida de su valor simbólico y patrimonial.
- Falta una visión integral en el diseño e implementación de los Sistemas Integrados de Transporte Masivo (SITM) y los sistemas de espacios públicos (andenes, alamedas, ciclorutas, separadores viales, etc.) de las

ciudades que vienen implementando este tipo de soluciones para el transporte urbano y la movilidad.

La Política Pública Construcción Sostenible del Valle de Aburrá incorpora estas problemáticas en su línea base y se alinea con las iniciativas para un espacio público sostenible que hacen parte del plan de acción de la política nacional, a saber:

- Desarrollo de conceptos sobre la dimensión ambiental del espacio público.
- Revisión de la normativa ambiental con el fin de buscar la articulación y concordancia con las normas que regulan el espacio público.
- Definición de lineamientos de articulación del espacio público con la gestión del riesgo.
- Desarrollo de directrices para fortalecer la gestión ambiental del espacio público, incluyendo el control ambiental y la adaptación al cambio climático.

3. Habitabilidad en el ambiente construido

Lugar

Población

Habitabilidad

Metabolismo Urbano

Desarrollo Urbano

Indicadores

El espacio habitable es el ámbito sustantivo de competencia de la arquitectura. Por esta razón, el trabajo de los arquitectos debe impactar de manera positiva en el desarrollo de la sociedad en su conjunto y en la calidad de vida de las personas, por ser la arquitectura una disciplina profesional, fundamentada en ciencias, técnicas y artes, que analiza y define el hábitat construido como una estructura ambiental, compuesta por espacios y edificaciones, para facilitar a las personas el desarrollo cotidiano de sus actividades de la mejor manera posible. Por lo tanto, habitabilidad y funcionalidad se interrelacionan, se cualifican y se cuantifican en el desarrollo de cualquier proyecto, desde la calidad ambiental del ambiente construido hasta la respuesta sensorial y psicológica de las personas, las cuales, a su vez, se afecta por diversos factores humanos, a partir de sus necesidades metabólicas, higro-térmicas, visuales, acústicas, ergonómicas, antropométricas y culturales.

3.1. Los factores humanos

La International Ergonomics Association define la Ergonomía o factores humanos como la disciplina científica relacionada con la comprensión de las interacciones entre los seres humanos y los elementos de un sistema, y la profesión que aplica teoría, principios, datos y métodos de diseño para optimizar el bienestar humano y todo el desempeño del sistema. En el ambiente construido, son las dinámicas humanas las que definen la ocupación y función de los espacios, es el bienestar humano el que determina la apropiación y la permanencia en los mismos. Desde la arquitectura y el diseño, se integran los factores

humanos proyectando espacios que respondan a las necesidades de quienes los habitan, de tal manera que sean confortables, seguros y a la medida.

Estas necesidades tienen que ver con el cuerpo, las actividades que realiza y la interacción con el entorno en que las lleva a cabo. Es mediante el cuerpo y los sentidos que se percibe el espacio, que se le da escala, proporción, que se le asignan cualidades térmicas, visuales, auditivas e higiénicas. Por lo tanto, deben tenerse en cuenta características físicas como la edad, género, contextura, entre otras; y características mentales, que dependerán, entre otros, de factores sociales, culturales y económicos, a la hora de caracterizar los usuarios que habitarán un espacio, con el objetivo de diseñar en función de ellos.

Las características físicas tienen que ver con las dimensiones del cuerpo (antropometría) y el movimiento del cuerpo (cineantropometría) y determinan el volumen de espacio requerido para ejecutar la actividad que se esté realizando. Por otro lado, las condiciones climáticas y del lugar, y su interacción con el cuerpo, considerando el tipo de actividad, indicarán las condiciones de confort del espacio. La correcta integración de estas variables en el diseño promueve la apropiación del lugar y la relación armónica con el entorno.

Las características mentales definirán, principalmente, el uso del espacio durante su operación. Costumbres y formas de habitar tienen que ver con la vida útil de los proyectos. Por lo tanto, y ampliando el concepto a los demás factores que intervienen en el funcionamiento de una edificación, los habitantes del espacio serán quienes operen o no eficientemente el espacio. Referente a la

operación de los espacios, la no satisfacción de las necesidades de los usuarios, puede resultar en afectaciones a la permanencia y salud física y mental de los mismos, así como la integración de soluciones no planeadas que aumentarán el costo de los proyectos durante la vida útil

de los mismos. Integrar los factores humanos desde el diseño, implica definición de áreas y volúmenes mínimos requeridos, medidas y proporciones interiores y de mobiliario, distribuciones espaciales y materialidades.

Confort y bienestar constituyen el marco de referencia de la habitabilidad como indicador de un ambiente construido sostenible, desde el punto de vista de la experiencia humana

Las condiciones de confort se ofertan por parte de objetos, bienes o servicios, a nivel físico, material y ambiental, para dar como resultado situaciones de bienestar humano a nivel físico y psicológico, que se denominan como indicadores de habitabilidad. La habitabilidad de un lugar está determinada de manera general por sus condiciones climáticas, físicas y ambientales, las cuales a su vez, presentan condiciones dinámicas que pueden variar temporalmente de rangos horarios a estacionales, caracterizando de manera particular cada lugar, independiente de

sus condiciones de uso o clasificación del suelo. El primer acercamiento a la habitabilidad de un lugar es analizar sus condiciones bioclimáticas, referidas específicamente a las relaciones biológicas entre el clima y la experiencia humana, como factor de ocupación del suelo.

El objeto del análisis de las condiciones de habitabilidad de cada lugar, es definir el nivel de adaptación o exigencia, que las intervenciones sobre el entorno en escala territorial, urbana y arquitectónica requieren para preservar, modificar, mitigar o acondicionar dichas condiciones de habitabilidad, una vez se haya realizado cualquier intervención a escala rural, urbana y arquitectónica. De manera regresiva es necesario considerar, entonces, que toda intervención física en el territorio como hecho constituido, tiene impacto en las condiciones de habitabilidad de cada lugar, de forma particular para cada proyecto e independiente de su escala.

Por lo tanto, las condiciones de habitabilidad para las personas en el ambiente construido, están subordinadas a una relación dialógica entre lugar y hecho construido.

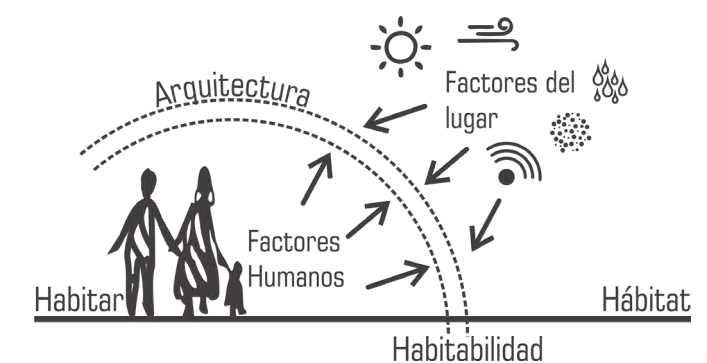


Figura 39. Habitabilidad. Fuente: González y Waldron (2015).

do, donde es necesario considerar que la ocupación y la transformación histórica y cultural del suelo, introducen variables de habitabilidad para los lugares, que superan los factores ambientales y climáticos debido a su origen artificial, tales como el ruido, la polución, la estabilidad geofísica, la percepción de seguridad y, en general, los impactos asociados a la explotación urbana del territorio. En este sentido, se debe considerar el ambiente construido como una entidad mutable, en sus condiciones de habitabilidad por cada intervención, renovación o transformación física de todos y cada uno de sus componentes, por lo que estudios de habitabilidad siempre deben ser punto de partida de cada proyecto de intervención urbana o arquitectónica. El desconocimiento de la relación dialógica entre lugar e intervención físico-espacial, desde el punto de vista de la habitabilidad, presentará consecuencias sobre el bienestar humano, que tendrán que ser compensadas con inversiones tecnológicas y consumo de recursos naturales y energéticos, durante la operación y vida útil del ambiente construido, para garantizar condi-

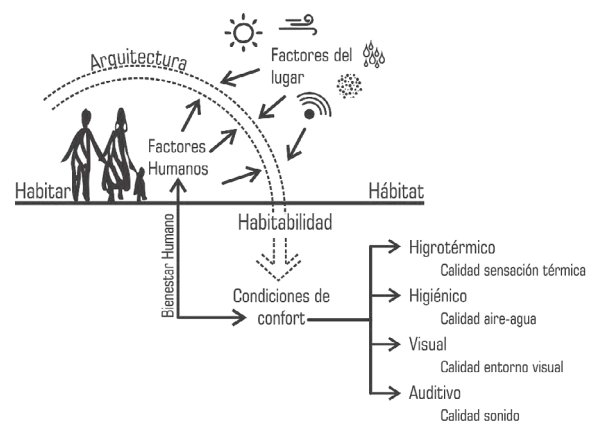


Figura 40. Diagrama general de Confort y Bienestar en el Ambiente Construido. González y Waldron (2015).

ciones de calidad del espacio habitable, como ámbito fundamental del diseño urbano-arquitectónico.

Una forma de ordenar la relación entre confort y bienestar, como factores de habitabilidad del ambiente construido, es considerar de manera conceptual en la fase de planeación y diseño, que los factores humanos y las necesidades de las personas son el límite interior de la arquitectura, determinada por la experiencia humana en contacto sensorial directo con el hecho construido, mientras que las condiciones de entorno climático y ambiental, constituyen el límite exterior de la misma, definiendo premisas de intercambio de materia y energía entre ambientes internos y externos. De esta forma la definición de diseño sostenible en términos de habitabilidad, será una aproximación al diseño de relaciones entre las personas y su entorno, que es permeada, determinada, modificada y optimizada por una construcción sostenible objetiva en la búsqueda de bienestar y eficiencia energética.

Aunque las condiciones de habitabilidad que se determinan por el urbanismo y la arquitectura, como mediadores entre las personas y el ambiente construido, son dinámicas, complejas y mutables en el tiempo, es posible identificar una serie de conexiones fenomenológicas entre el entorno y la percepción sensorial de los seres humanos, que permiten cualificar y cuantificar factores de confort y bienestar, como principios de habitabilidad en el escenario de una construcción sostenible del hábitat.

Este ordenamiento conceptual parte de considerar que la satisfacción de las necesidades humanas son imperativas para la arquitectura y su responsabilidad civil frente al desarrollo social y que, por lo tanto, su definición y aná-

lisis como premisa de diseño, implica una actuación ética profesional en el ejercicio de la planeación y el desarrollo del ambiente construido. Este ejercicio se complementa con la asociación de respuestas metabólicas y sensoriales de las personas, a factores climáticos y ambientales como la temperatura, la humedad del aire, la velocidad del viento, la intensidad y distribución lumínica y el ruido del ambiente.

Confort higrotérmico

La reacción del cuerpo en interacción con el ambiente se denomina sensación térmica y depende de parámetros del ambiente, como la temperatura de aire, la radiación, el movimiento del aire y la humedad relativa; y parámetros de las personas, como el índice metabólico (cantidad de calor disipado según la actividad) y el índice de indumento (aislamiento que otorga la vestimenta). La relación entre ambos parámetros se da cuando, para mantener una temperatura constante, el cuerpo intercambia calor con el ambiente. Este proceso se realiza de cuatro modos: por conducción, cuando la piel entra en contacto con otra superficie; por convección, en contacto con el aire; por radiación, donde intercambia calor con otro sin entrar en contacto con él; y por evotranspiración, al evaporar el agua por medio del sudor y de la respiración. El último proceso significa siempre una pérdida de calor para el cuerpo, mientras que los tres primeros dependen de la diferencia de temperatura entre la piel y el ambiente, por lo que en un ambiente más frío que la piel, el cuerpo perderá calor, mientras que en un ambiente más caliente, el cuerpo ganará calor. El

cuarto implica siempre pérdida de calor.

El confort higrotérmico se alcanza cuando los parámetros del ambiente y de las personas, permiten que el calor disipado por el cuerpo humano sea igual al calor producido por el mismo, lo que resulta en una sensación de satisfacción térmica cuando la disipación se efectúa con el menor esfuerzo del cuerpo. Para personas adultas y saludables, en estado de reposo y a la sombra, el estado de equilibrio metabólico por intercambio de calor y humedad con el entorno, que indica el confort higrotérmico se ubica en temperaturas entre los 20°C y los 26°C y humedades relativas entre 20% y 75%.

Confort Higrotérmico

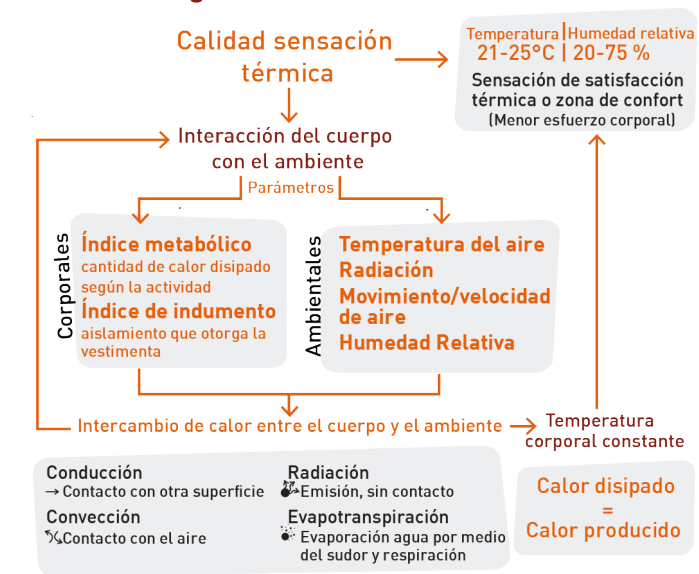
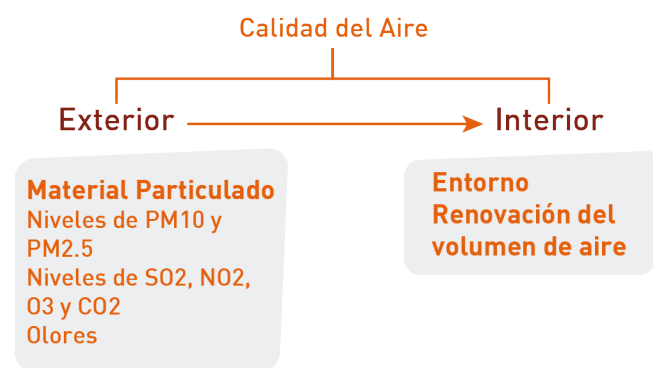


Figura 41. Factores determinantes del confort higrotérmico. Fuente: Gonzalez y Waldron (2015)

Confort higiénico

El confort higiénico está asociado con la calidad del aire. La calidad de aire exterior depende del material particulado que contenga, medido en la cantidad de partículas suspendidas totales –PST- y en los niveles de partículas menores a 10 micrómetros –PM10- y menores a 2.5 micrómetros –PM2.5-, así como la cantidad de dióxido de nitrógeno –NO2-, ozono –O3-, monóxido de carbono –CO- y dióxido de azufre –SO2-, contaminantes que tienen efecto sobre la salud de las personas, en especial sobre el sistema respiratorio. Del mismo modo, se asocian a la calidad del aire los olores que este puede transportar. La calidad del aire interior dependerá de la calidad del aire exterior (entorno), así como de una renovación constante del volumen de aire, de tal manera que no se presenten acumulaciones de humedad u olores.

Confort Higiénico



Confort visual

El confort visual está asociado a la calidad del ambiente que se percibe con los ojos. Implica condiciones lumínicas adecuadas para la actividad que se realiza y factores del campo visual. Las condiciones lumínicas dependen del recurso lumínico exterior, que se relaciona con la nubosidad, y del diseño de iluminación conjugado, que integra la iluminación natural y la artificial. Los niveles lumínicos adecuados están en función de la actividad y dependen de la intensidad y de la distribución de la luz.

El campo visual está en función del rango de espacio visible por el ojo y la profundidad de campo, que permiten la relación con diferentes puntos focales. Los ángulos visuales determinan el rango de visión, y tienen en cuenta la rotación del ojo y la línea del horizonte; la profundidad de campo se relaciona con la distancia al plano visual, que puede ser de trabajo o de fondo. Para evitar la fatiga visual y, por lo tanto, el desgaste del ojo humano, es importante considerar que ambientes lumínicos homogéneos evaden altos contrastes y deslumbramientos; que integrar el uso del espacio y los ángulos visuales permite niveles lumínicos adecuados según la actividad, evitando las insuficiencias lumínicas; y que tener en cuenta los planos visuales facilita el desarrollo de tareas y minimizar la contaminación visual.

Figura 42. Factores determinantes del confort higiénico
Fuente: Gonzalez y Waldroon (2015)

Confort Visual

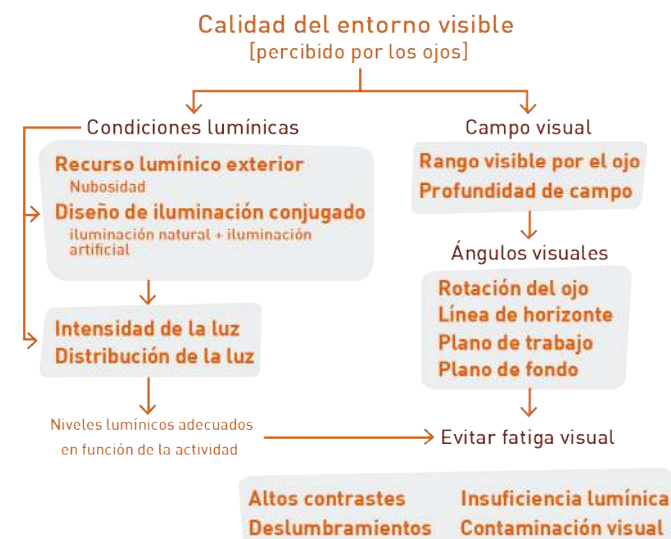


Figura 43. Factores determinantes del confort visual
Fuente: Gonzalez y Waldroon (2015)

Confort Auditivo

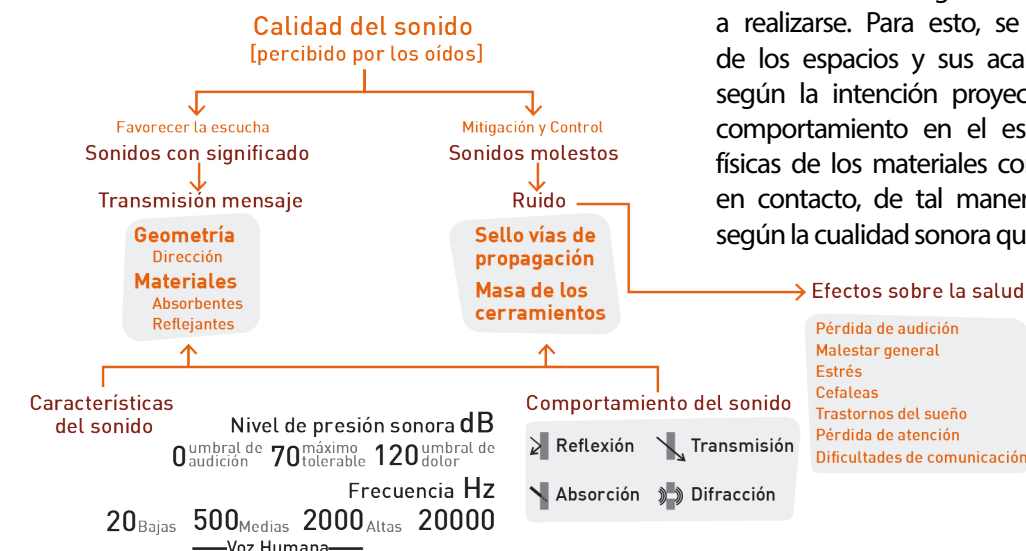


Figura 44. Factores que definen el confort auditivo
Fuente: Gonzalez y Waldroon (2015)

3.2. Ruido en el ambiente construido

En la evaluación de ruido ambiental, se identifica el tráfico vehicular como la mayor fuente de ruido en el entorno construido del Área Metropolitana, identificada tanto en las estaciones de la Red Ruido...

El ruido, desde la acústica, es todo sonido no deseado por el receptor, que en muchas ocasiones, es un subproducto indeseable de las actividades normales diarias de la sociedad. Cada tipo de ambiente, posee un nivel de ruido diurno y nocturno permisible, de acuerdo con el uso del suelo o a la actividad del espacio que está siendo monitoreado, como puede observarse en la tabla (Resolución 627 de 2006). De esta forma, el mismo valor de nivel de presión sonora medido en dos lugares diferentes, puede significar que uno de estos esté dentro de los límites definidos por la norma, y el otro no, en otras palabras, no existe un límite universal para este fenómeno.

Con el fin de hacer seguimiento a esta variable, el Área Metropolitana del Valle de Aburrá cuenta con ocho estaciones de monitoreo de ruido ambiental distribuidas a lo largo de su territorio. Cuatro de estas estaciones, tres fijas y una móvil, se encuentran en el municipio de Mede-

| Sector | Subsector | Estándares máximos permisibles de niveles de emisión de ruido en dB (A) | |
|---|---|---|-------|
| | | Día | Noche |
| Sector A. Tranquilidad y Silencio | Hospitales, guarderías, bibliotecas, sanatorios, hogares geriátricos | 55 | 50 |
| Sector B. Tranquilidad y Ruido moderado | Zonas residenciales o exclusivamente destinadas para desarrollo habitacional, hotelería y hospedajes. | 65 | 55 |
| | Universidades, colegios, escuelas, centros de estudio e investigación. | | |
| | Parques en zonas urbanas diferentes a los parques mecánicos al aire libre. | | |
| Sector C. Ruido Intermedio Restringido | Zonas con usos permitidos industriales, como industrias en general, zonas portuarias, parques industriales, zonas francas. | 75 | 75 |
| | Zonas con usos permitidos comerciales, como centros comerciales, almacenes, locales o instalaciones de tipo comercial, talleres de mecánica automotriz e industrial, centros deportivos y recreativos, gimnasios, restaurantes, bares, tabernas, discotecas, bingos, casinos. | 70 | 60 |
| | Zonas con usos permitidos de oficinas. | 65 | 55 |
| | Zonas con usos institucionales. | | |
| Sector D. Zona Suburbana o Rural de tranquilidad y ruido moderado | Zonas con otros usos relacionados, como parques mecánicos al aire libre, áreas destinadas a espectáculos públicos al aire libre. | 80 | 75 |
| | Residencia suburbana. | 55 | 50 |
| | Rural habitada, destinada a explotación agropecuaria. | | |
| | Zonas de Recreación y descanso, como parques naturales y reservas naturales | | |

Tabla 8. Estándares máximos permisibles de niveles de emisión de ruido expresados en decibeles DB(A) (Fuente: Artículo 17, Resolución 627 de 2006).

llín. Las cuatro restantes, se encuentran ubicadas en los municipios de Girardota, Bello, Sabaneta e Itagüí.

De acuerdo con la información reportada por el último informe del seguimiento a la Red Ruido del AMVA, que muestra los datos obtenidos en los meses de abril, mayo y junio de 2014, la mayor fuente de ruido identificada es la movilidad vehicular, que debido a sus localizaciones, representaba una gran influencia para todas las estaciones. De la misma forma, fue detectado que en todas las estaciones, con mayor o menor regularidad, se presentan niveles de presión sonora equivalente nocturnos, que superan los límites definidos por la norma. Por esto es importante resaltar, que situaciones esporádicas como eventos deportivos o actividades propias de un período específico de la semana, como la actividad nocturna del final de semana, son fuentes de ruido importantes, durante el tiempo de su realización.

... Como en los modelos que dan origen a los mapas de ruido.

Sin embargo, las mediciones en las estaciones de monitoreo son puntuales, permitiendo hacer un diagnóstico solo de la zona específica donde está localizada la estación. Por esta razón, es necesario elaborar los mapas de ruido, herramientas que permiten visualizar la realidad en lo que concierne a ruido ambiental para identificar zonas críticas y posibles fuentes contaminadoras por emisión de ruido, entre otros elementos (Resolución 627 de 2006).

En la actualidad, el AMVA cuenta con un mapa de ruido ambiental total, diurno y nocturno, que está en proceso de revisión, para 3 de sus municipios, Medellín, Bello e Itagüí, debido al alto grado de desarrollo en la zona urbana que estos presentan, y al requerimiento de la Resolu-

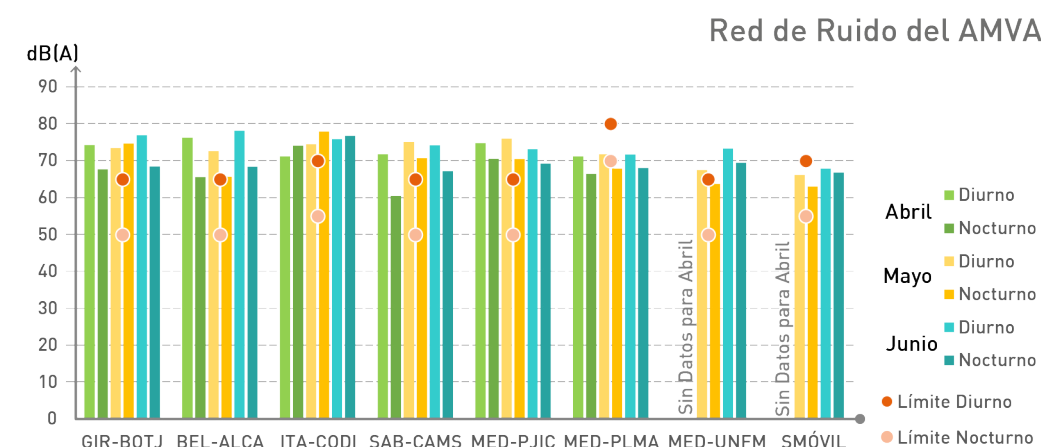


Figura 45. Nivel de presión sonora equivalente mensual, diurno y nocturno, para los meses de abril, mayo y junio de 2014 (AMVA y Universidad Nacional de Colombia, 2014).

ción 627 de 2006 que exige la elaboración de este tipo de mapas, a los municipios con más de 100.000 habitantes. Estos mapas fueron realizados mediante una modelación, que incorpora un cálculo diferenciado por tipo de fuentes, que considera sus características particulares, como el volumen de vehículos por período, la velocidad admisible y la composición tráfico, en el caso de tráfico, con una grilla de cálculo de 15m de resolución. Incorpora, igualmente, un modelo tridimensional de área de estudio y las condiciones acústicas de su entorno (tipo de suelo y edificios). Adicionalmente, es complementado por un muestreo por medición de zonas, con focos relevantes no representados en el mapa y con el cálculo de la población

afectada por rangos de 5 decibeles. Al igual que los datos encontrados por las estaciones de monitoreo, el mapa de ruido permite identificar al tráfico vehicular como la mayor fuente de ruido, resaltándose especialmente los corredores viales de mayor envergadura. De la misma forma, puede observarse que, durante el día, la mayor parte de la población se encuentra en lugares con niveles de ruido valorados entre los rangos de 60 a 65 dB(A) y 65-70 dB(A), mientras en la noche, se observa una redistribución entre los rangos de 55-60 dB(A) y 60-65 dB(A).

Además de una excelente herramienta de diagnóstico, una representación visual de un fenómeno, en este caso el ruido, constituye un valioso instrumento de planificación, que permite orientar los proyectos según sus necesidades específicas de niveles de ruido, en consonancia con la situación existente del lugar, que es ilustrada en el mapa

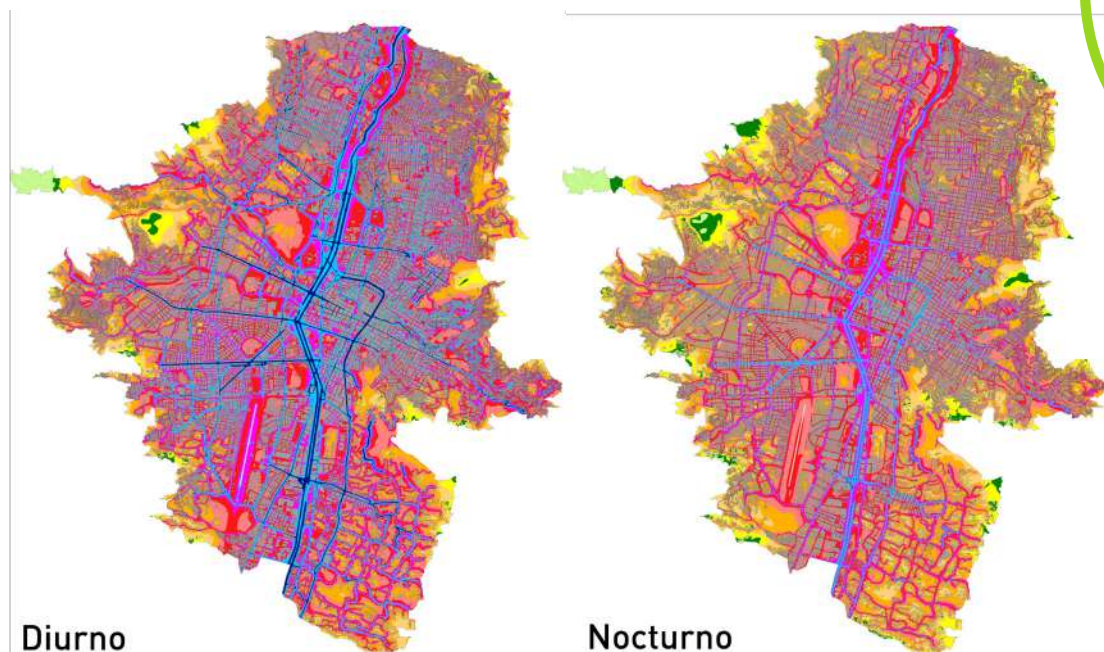


Figura 46. Mapa de ruido, Municipio de Medellín (AMVA y Consorcio PS-AAC, 2015).

Niveles de Ruido dB(A)

- ≤ 40
- 40 < ≤ 45
- 45 < ≤ 50
- 50 < ≤ 55
- 55 < ≤ 60
- 60 < ≤ 65
- 65 < ≤ 70
- 70 < ≤ 75
- 75 < ≤ 80
- 80 <

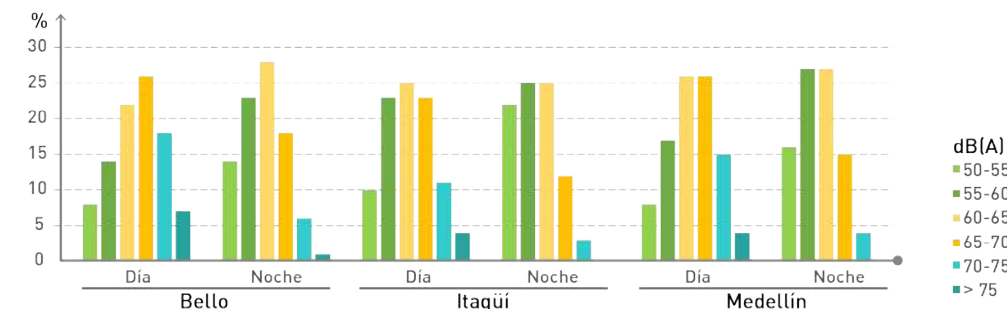


Figura 47. Indicador de población afectada en porcentaje, sobre el total de la población municipal (AMVA y Consorcio PS-AAC, 2015)

3.3. Calidad del aire

El Área Metropolitana cuenta con una red de monitoreo que permite tener una aproximación de su calidad del aire, a partir de la medición de los contaminantes criterio...

Según el informe de monitoreo de la calidad del aire, para el período de abril-junio de 2014, el Valle de Aburrá cuenta con 23 sitios de medición fijos, distribuidos en los diferentes municipios que componen el Área Metropolitana.

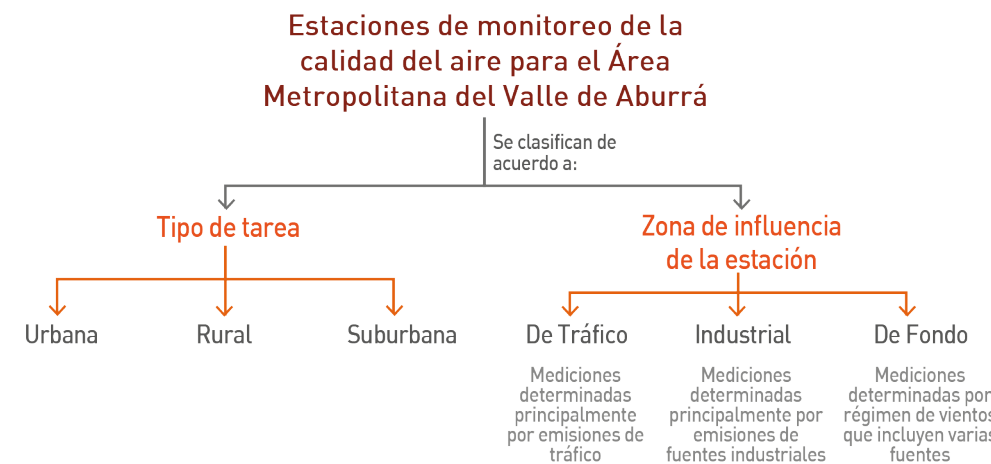


Figura 48. Fuentes de emisiones atmosféricas en el Valle de Aburrá. Fuente: Elaboración propia a partir de AMVA (2014)

Las 23 estaciones de monitoreo no se distribuyen de manera equitativa entre los municipios, encontrándose su mayoría en la ciudad de Medellín, además no todas las estaciones miden los mismos parámetros de contaminación, en algunos municipios las estaciones están ubicadas en un área urbana y en otros municipios en un área suburbana incluyendo además diferentes zonas de influencia, lo que dificulta comparar la calidad de un lugar con respecto a otro además de definir la buena o mala calidad del aire de un lugar determinado, al considerar solo un parámetro de medición.

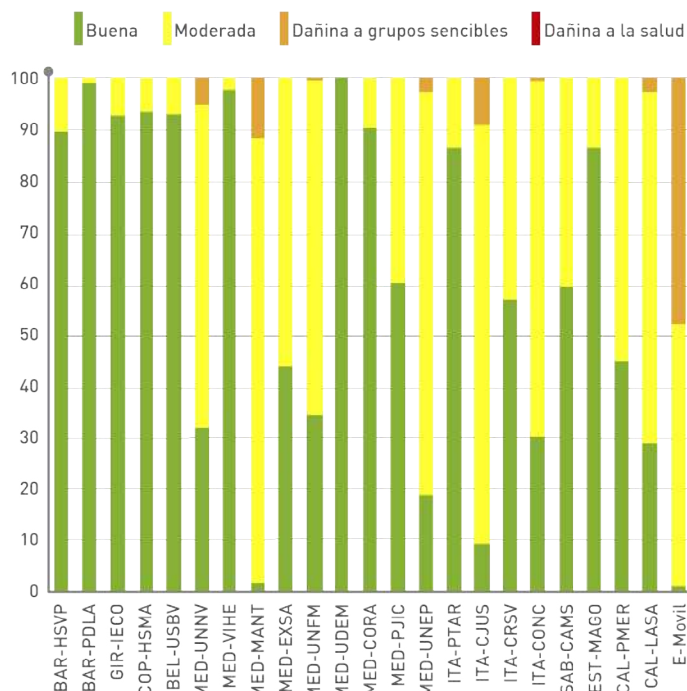


Figura 49. Índice de calidad del aire en el Valle de Aburrá en el período abril-junio de 2014, en porcentaje. (Fuente: resultado del monitoreo de la calidad del aire, meteorología y ruido Abril – Junio de 2014)

Los resultados de las mediciones realizadas en las diferentes estaciones de monitoreo fueron evaluadas con base en la Resolución 610 del 24 de marzo de 2010, que establece los límites máximos permisibles para los contaminantes criterio en la calidad del aire.

Según el índice de calidad del aire ICA, evaluado para todas las estaciones de monitoreo del Área Metropolitana, en el mes de julio de 2014 se presentaron resultados con calidades de aire “Buena”, “Moderada” y “Dañina a Grupos Sensibles”.



Figura 50. Ubicación geográfica de las estaciones de la red de monitoreo de la calidad del aire en el Área Metropolitana del Valle de Aburrá abril-junio de 2014. Fuente: Adaptado del resultado del monitoreo de la calidad del aire, meteorología y ruido Abril – Junio de 2014.

Las estaciones que presentan índices de la categoría “Dañina a Grupos Sensibles” son: Universidad Nacional núcleo El Volador (MED-UNNV) con el 6,7% , Museo de Antioquia (MED-MANT) con el 3,3%, Casa de Justicia (ITA-CJUS) con el 3,3% y la estación móvil ubicada en la estación Estrella de El Metro (EST-METR) con el 20% . Las demás estaciones presentan calidades de aire “Buena” y “Moderada”.

Únicamente la estación MED-UDEM presentó categoría de calidad del aire “Buena” el 100% del tiempo. Esto se explica porque en esta estación se realiza el monitoreo solamente de ozono (y no de otras variables de calidad del aire), y si bien este es el contaminante que más excedencias presentó en todas las estaciones de la red, el ICA asociado en general correspondió en todas las estaciones que monitorean esta variable a categoría “Buena”.

La formación del ozono troposférico (O3) se da a través de reacciones fotoquímicas entre óxidos de nitrógeno (NOx) y los compuestos orgánicos volátiles (VOC), ambos compuestos pueden provenir de fuentes móviles como de fuentes fijas, sin embargo las mayores emisiones son aportadas por las fuentes móviles. Estas reacciones se encuentran en la zona más baja de la atmósfera y su acumulación puede generar:

- Daños en la salud humana, a partir de 150 µg/m3
- Daños en la vegetación, a partir de 30 ppb
- Calentamiento en la superficie de la tierra
- La formación del smog fotoquímico

La concentración de ozono superó los niveles máximos de la normativa en las nueve estaciones de monitoreo ubicadas en el Valle de Aburrá donde se incluía la medición de esta variable, pese a esto, el ICA asocia esta variable a una categoría “buena”.

El tema de la calidad del aire, más allá de toda consideración ambiental, representa un problema de salud pública

las estadísticas locales muestran que las enfermedades respiratorias

son la **tercera causa** en el sector urbano del Valle de Aburrá, mientras que en el sector rural estas no aparecen

4. Intensidad del metabolismo urbano

4.1. Oferta, disponibilidad, usos e impactos del Recurso hídrico

Colombia es uno de los países más ricos del mundo en recursos hídricos, pero la cuenca del Magdalena, donde se asienta la mayor parte de la población y se localiza el Valle de Aburrá, posee solamente el 10% de esta riqueza...

...que es deteriorada debido a una gestión inadecuada de los recursos naturales...

Solo la diez-milésima parte del agua en el planeta es agua dulce asequible para su uso. En este panorama Colombia es uno de los países más ricos del mundo en recursos hídricos. No obstante, el 75% de su población, así como el 85% de su actividad económica se concentra en la cuenca del río Magdalena, donde está únicamente el 10% de dicho recurso, y presenta diferentes formas de degradación, derivada justamente de esta concentración de población y actividad económica (IDEAM, 2010).

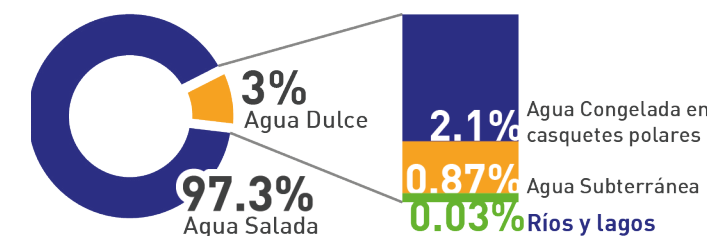
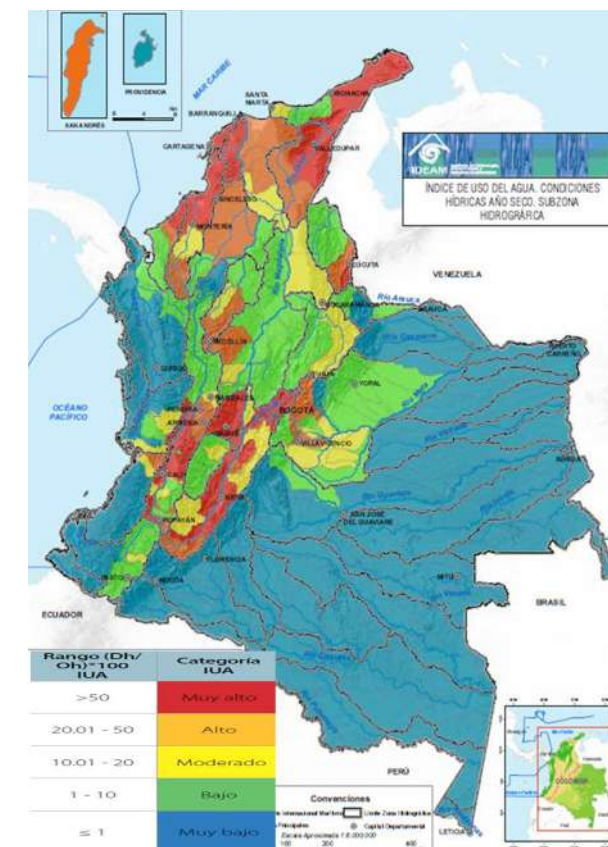


Figura 51. Oferta hídrica a nivel global
Fuente: UNESCO (2009)

Figura 52 Índice de presión de demanda del recurso hídrico en Colombia. Fuente: IDEAM (2010)

El 65% de los ecosistemas de la cuenca del Magdalena han sido transformados o degradados, dando lugar a las tasas de transporte de sedimentos más altas de Suramérica, al tiempo que el uso del agua para la minería, la industria, la producción agropecuaria y el abastecimiento doméstico, que genera vertimientos de aguas residuales, producen altos índices de presión de demanda y de escasez de agua, particularmente en las sub-cuencas donde se asientan las principales concentraciones urbanas, entre las cuales se encuentra el Valle de Aburrá. Si además se tiene en cuenta que uno de los impactos esperados del cambio climático en el país es la disminución de 10% - 30% de la oferta hídrica, resulta claro que se requiere de un nuevo modelo de gestión del agua a nivel urbano.

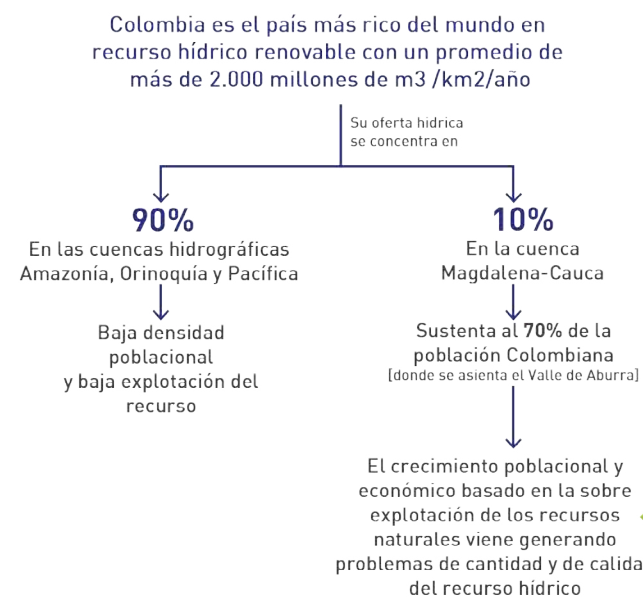


Figura 53. Distribución del recurso hídrico en Colombia. Fuente: Elaboración propia a partir de información proveniente del AMVA, IDEAM.

Dada su precipitación media anual, el Valle de Aburrá se caracteriza por una alta oferta de recurso hídrico que supera incluso la demanda de la población actual...

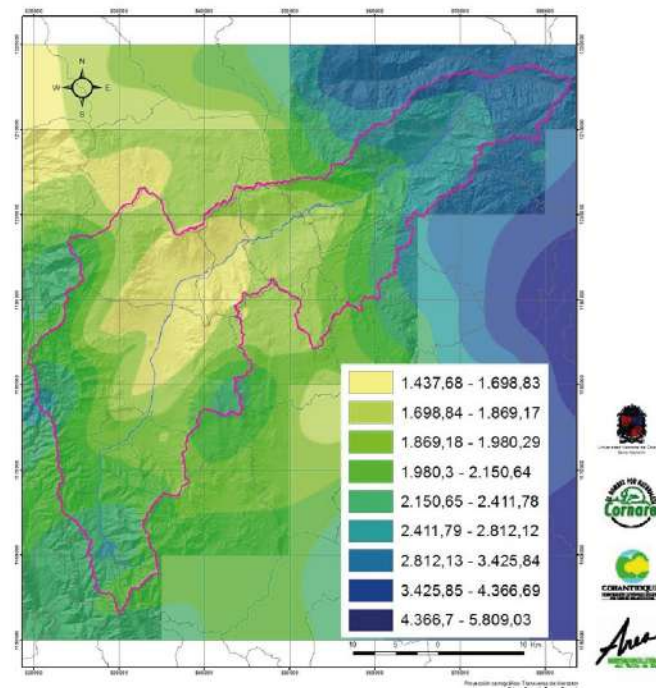


Figura 54. Mapa de precipitación promedio multianual del Valle de Aburrá. Modificado a partir del Plan de Ordenación y Manejo de la Cuenca del Río Aburrá. POMCA (2007).

Con el cambio climático, se afirma que las próximas décadas se caracterizarán por una alternancia entre fuertes lluvias y sequías, con una disminución de la oferta hídrica neta de **10 - 30%**.

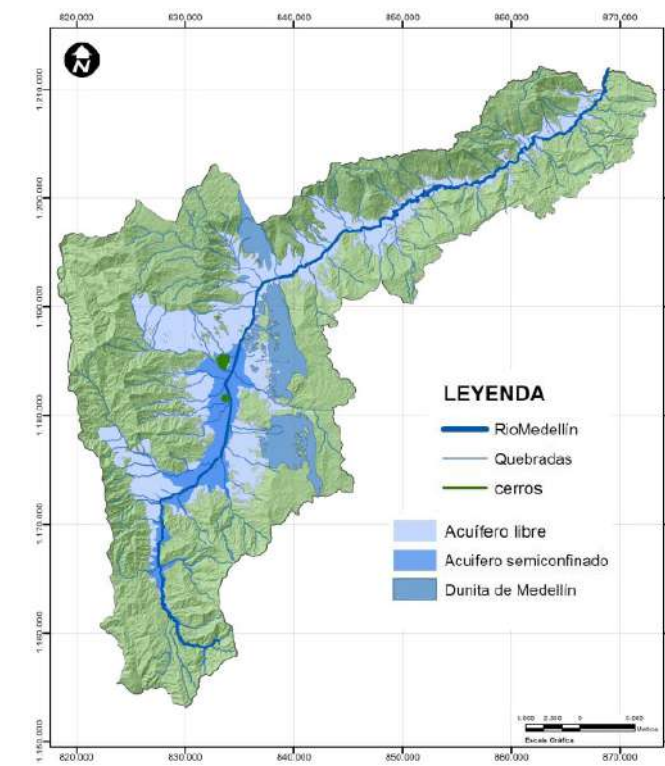


Figura 55. Síntesis del sistema hídrico natural, superficial y subterráneo en el valle de Aburrá. Fuente: AMVA & UdeA (2013a)

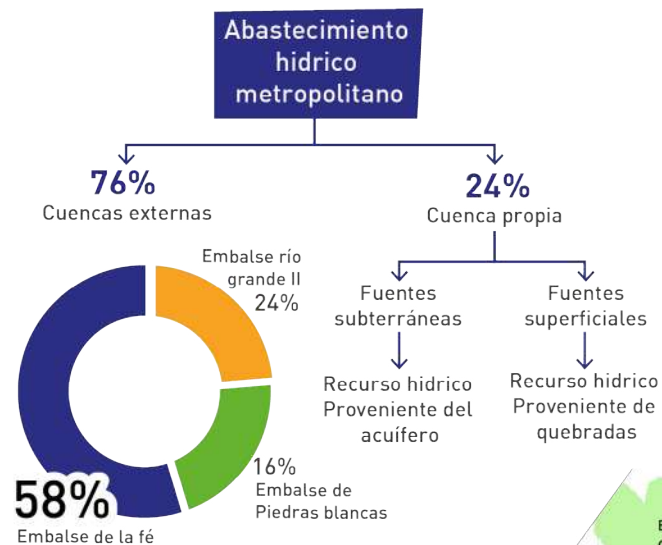
La precipitación media anual en el Valle de Aburrá excede los 2.300 mm/año en sus extremos norte y sur, mientras en el centro alcanza 1.700 mm/año, esta condición posibilita una alta oferta hídrica, debido a su conformación geomorfológica. Esta oferta se hace evidente como una densa red de drenaje superficial, constituido por más de 1.000 quebradas, 350 de las cuáles son afluentes directos del río Aburrá.

Otra forma de disponibilidad menos evidente es el agua subterránea, recargada constantemente a través de la infiltración del agua lluvia a través del suelo, dando lugar a reservas de acuíferos localizados a lo largo del eje del río Aburrá, cubriendo un área aproximada de 127 Km² que se encuentra casi en su totalidad, dentro del área urbana del Valle

...a pesar de lo cual hay una alta dependencia de cuencas hidrográficas externas para el abastecimiento del sistema de acueducto...

La oferta hídrica en la cuenca del río Aburrá es de 1.600 millones de metros cúbicos al año, de los cuáles el 75% corresponde a agua superficial y el 25% a agua subterránea. A pesar de esto, las principales fuentes de abastecimiento para uso doméstico, comercial e industrial son externas y aportan anualmente 253 millones de metros cúbicos. De acuerdo con el inventario de captaciones de la Red de Monitoreo Ambiental, en la cuenca hidrográfica del río Aburrá el caudal de agua subterránea extraída del acuífero es de 2 millones de metros cúbicos al año, mientras que la extracción de agua superficial es de 36 millones.

La demanda hídrica total de la población metropolitana equivale al **18%** de la oferta que presenta su propia cuenca.



Este aprovechamiento ha requerido la construcción de dos embalses, numerosos sistemas de bombeo, decenas de kilómetros de tuberías de conducción, dos plantas de potabilización, decenas de tanques y cientos de kilómetros de tuberías de distribución. En su operación, este sistema consume energía eléctrica y productos químicos, con la generación de vertimientos al sistema de alcantarillado, para producir agua de una calidad que la hace apta para el consumo humano.

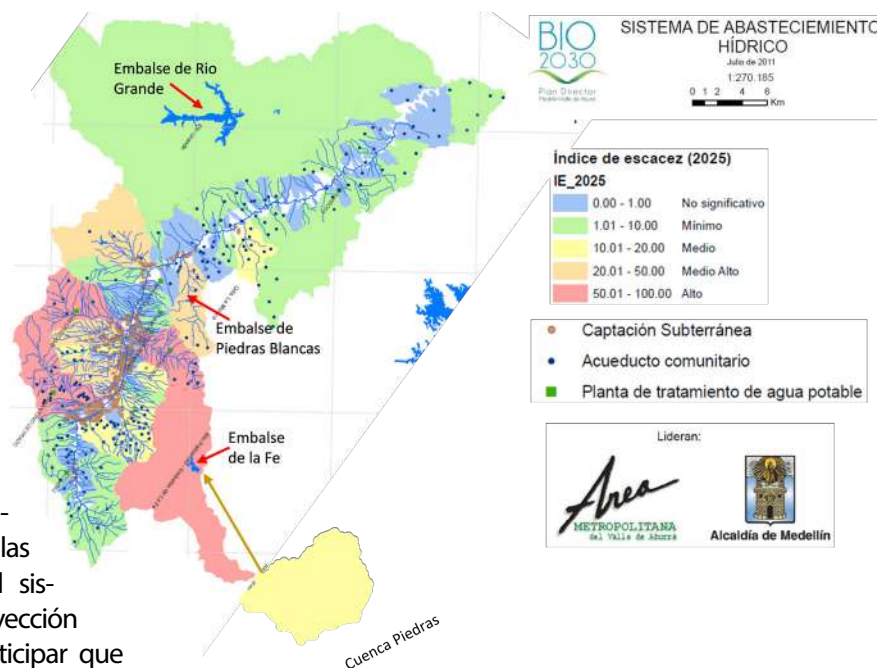


Figura 57. Dependencia hídrica externa del Valle de Aburrá. Fuente: Adaptado de AMVA, Alcaldía de Medellín, URBAM (2010)

...con un importante impacto ambiental y económico...

Las cuencas del río Grande en el altiplano norte, el río Pantanillo en el Valle de San Nicolás y el río Piedras en jurisdicción de los municipios de Abejorral y La Unión constituyen las principales fuentes de abastecimiento para el sistema de acueducto del Valle de Aburrá. La proyección del índice de escasez al año 2025, permite anticipar que la cuenca del río Pantanillo presentará dificultades para el abastecimiento futuro.

El sector residencial es el principal consumidor de este sistema...

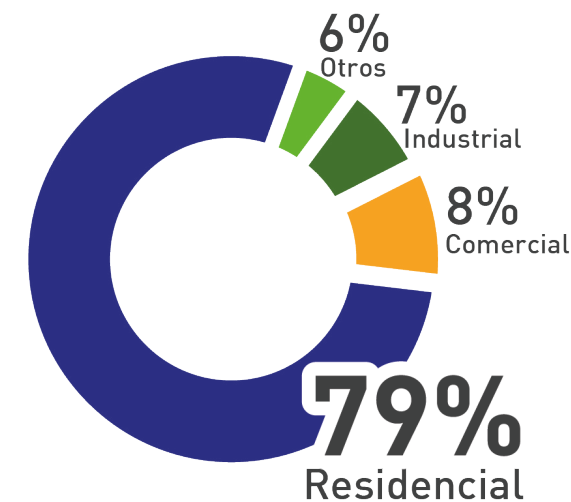


Figura 58. Consumo de agua facturado por prestación de servicio público de acueducto. Fuente: Elaboración propia a partir de datos de Gobernación de Antioquia (2014)

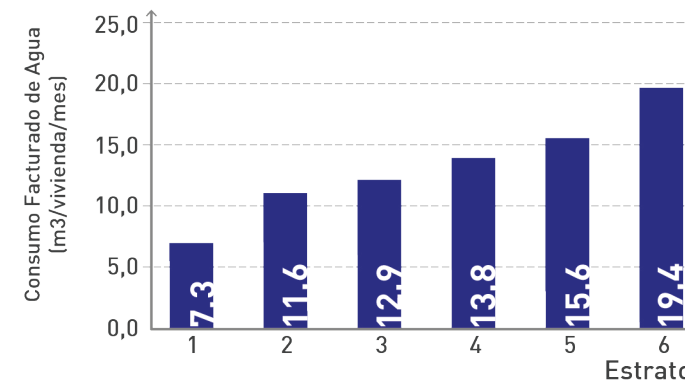


Figura 59. Consumo de agua facturado por prestación de Servicio Público de Acueducto Residencial por estrato y por vivienda. Fuente: Elaboración propia a partir de datos de Gobernación de Antioquia (2014)

El consumo de agua suministrada por el sistema de acueducto en el Valle de Aburrá se concentra principalmente en el sector residencial, con cerca del 80%. El consumo de agua de este sector se incrementa en relación con el estrato socioeconómico de la población, así el mayor consumo por vivienda corresponde al estrato 6. Sin embargo, la mayor parte de la población urbana del Valle de Aburrá está concentrada en los estratos más bajos y justamente son los estratos dos y tres los que generan los mayores consumos de agua en el año.

Total Consumo=

188.7 millones m³/año +
25% de agua no contabilizada

252 millones m³/año

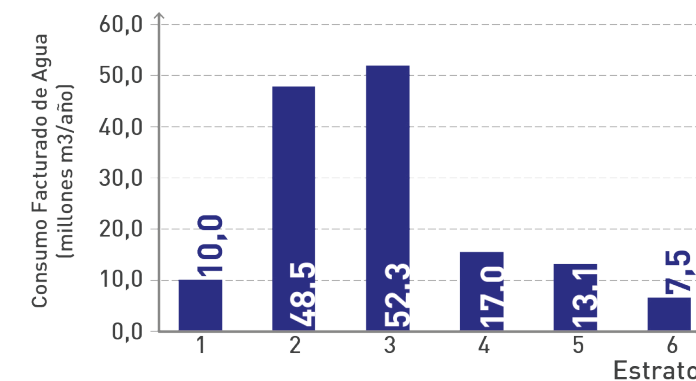


Figura 60. Consumo de agua facturado por prestación de Servicio Público de Acueducto Residencial por estrato. Fuente: Elaboración propia a partir de datos de Gobernación de Antioquia (2014)

...donde se emplea agua potable para todos los usos sin consideraciones de reuso o de abastecimiento por fuentes alternativas...

Un alto porcentaje del uso del agua en las residencias está asociado a actividades que no requieren agua potable, como el lavado de ropas, las descargas sanitarias, la limpieza del espacio habitado y el riego de jardines, entre otros. Así mismo, algunas de estas actividades generan efluentes con un grado de contaminación relativamente bajo, que con un nivel de tratamiento mínimo podrían ser reutilizadas.

Es necesario replantear el hecho de que el consumo de agua en los municipios del Valle de Aburrá dependa en un 100% de un sistema centralizado que suministra agua potable independientemente del uso. El reciclaje de las aguas grises en los sistemas sanitarios y otros usos como la limpieza del hogar y el riego de la jardinería, significaría un ahorro de cerca 40 millones de m³ de agua potable al año. Además, los sistemas de tratamiento pueden ser operados en la misma edificación donde estos se generan, contribuyendo significativamente a reducir la necesidad de construir nuevas plantas centralizadas para el tratamiento de aguas residuales.

Anualmente las edificaciones desperdician cerca de **58'138.470** de agua potable en usos que podrían ser abastecidos por fuentes alternativas

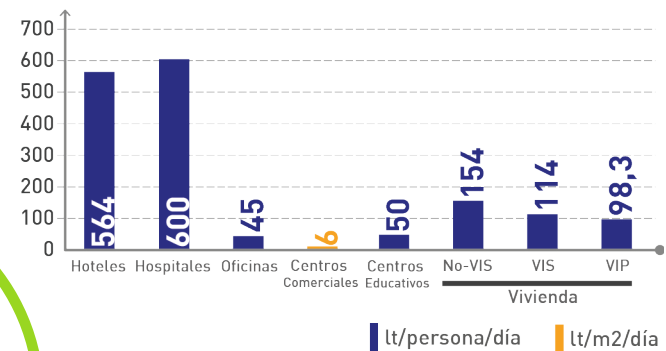


Figura 61. Consumo de agua estimado para una persona del Valle de Aburrá, en función de la tipología de edificación. Fuente: Ministerio de vivienda, ciudad y territorio (2015)

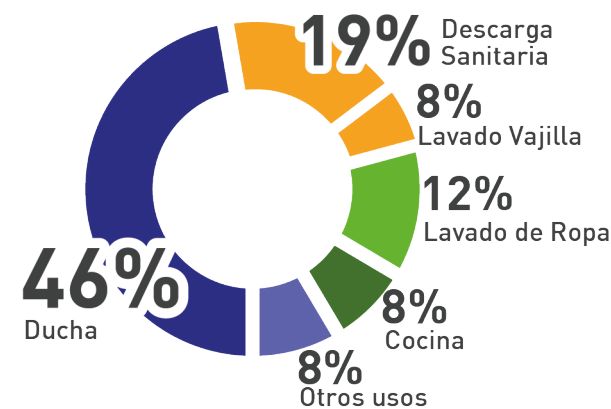


Figura 62. Distribución porcentual de la dotación para uso domestico por persona. Fuente: Elaboración propia a partir de datos del Departamento Nacional de Planeación,1991; Reglamento Técnico del Sector de Agua Potable y Saneamiento Básico – RAS 2000 (Version 2010)



Figura 63. Distribución de las aguas residuales generadas en las edificaciones. Fuente: elaboración propia

Los cursos de agua superficial al interior de la cuenca son usados principalmente como receptores de agua residual no tratada.

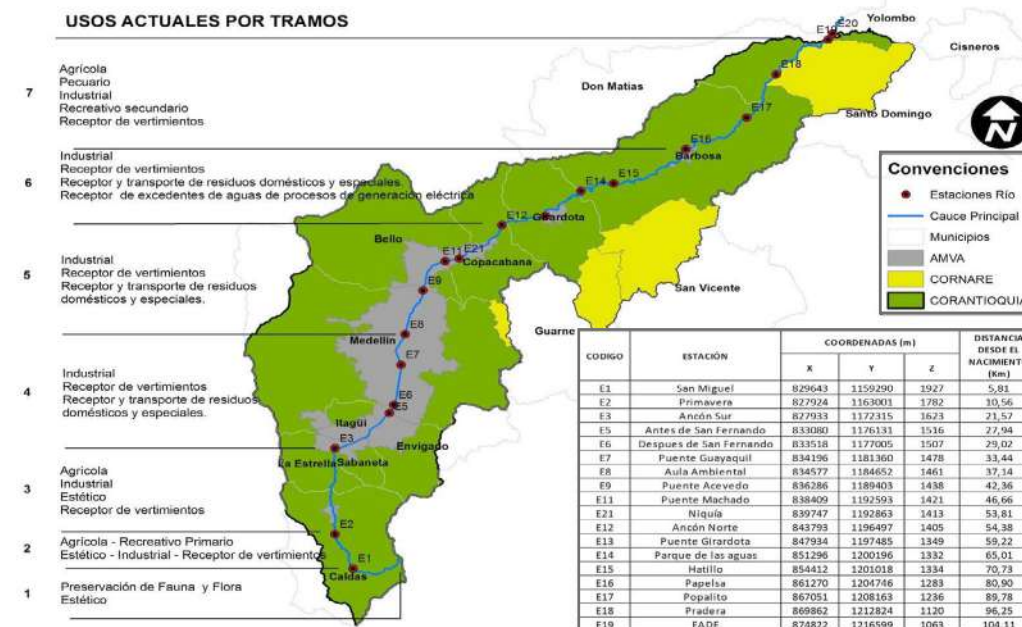


Figura 64. Usos del agua en el río Aburrá. Fuente: Red Río. Fase III (2012)

El uso principal que se viene dando a los cursos de agua del Valle de Aburrá es la recepción de vertimientos de origen doméstico e industrial, pero también de actividades extractivas relacionadas con la actividad constructiva, todo lo cual mantiene al río y sus afluentes en un alto grado de degradación.

El tramo donde se presentan las condiciones más desfavorables de calidad, corresponde a aquel donde el río recibe la descarga de los interceptores de aguas residuales sin tratar y de las quebradas que presentan el menor grado de saneamiento.

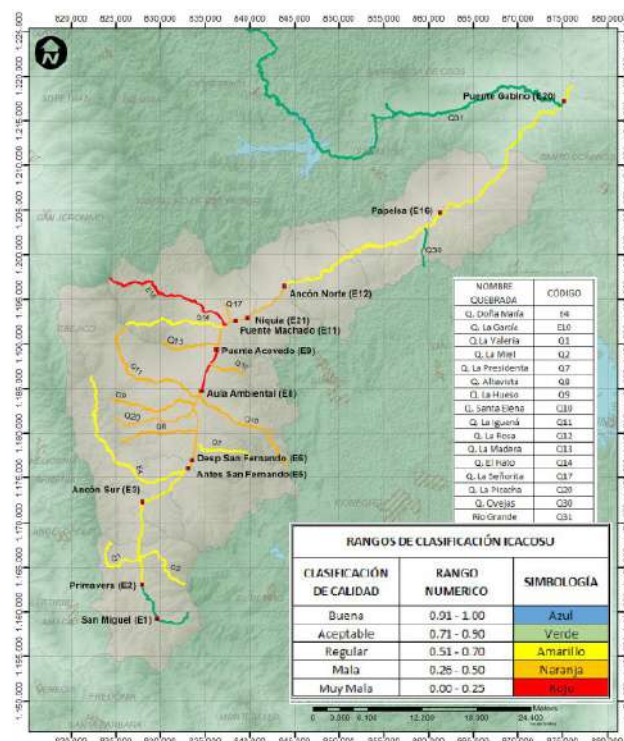


Figura 65. Resultado del indicador de calidad de agua ICACOSU promedio de los muestreos del segundo semestre de 2013. Fuente: Red Río Fase IV (2014)

El plan de saneamiento de la cuenca contribuirá significativamente a la reducción de los vertimientos

El plan de saneamiento de la cuenca del río Aburrá está a cargo de las Empresas Públicas de Medellín – EPM. A partir del año 2000 entró en funcionamiento la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales de San Fernando, que con una capacidad instalada de tratamiento de 1,8 m³/s recibe el 24% del vertimiento generado por el área urbana del Valle de Aburrá. Se espera que a finales del año 2016 entre en funcionamiento la Planta de Tratamiento

de Aguas Residuales de Bello, cuyo caudal de tratamiento será de 5.0 m³/s y permitirá tratar el 68% del vertimiento. Hasta la fecha se han construido cerca de 4.184 kilómetros de redes secundarias (residuales, lluvias y combinadas), 307 kilómetros de colectores paralelos a las quebradas y 34 kilómetros de interceptores paralelos al río Medellín, con lo cual se garantiza que las aguas residuales podrán llegar a las plantas de tratamiento.

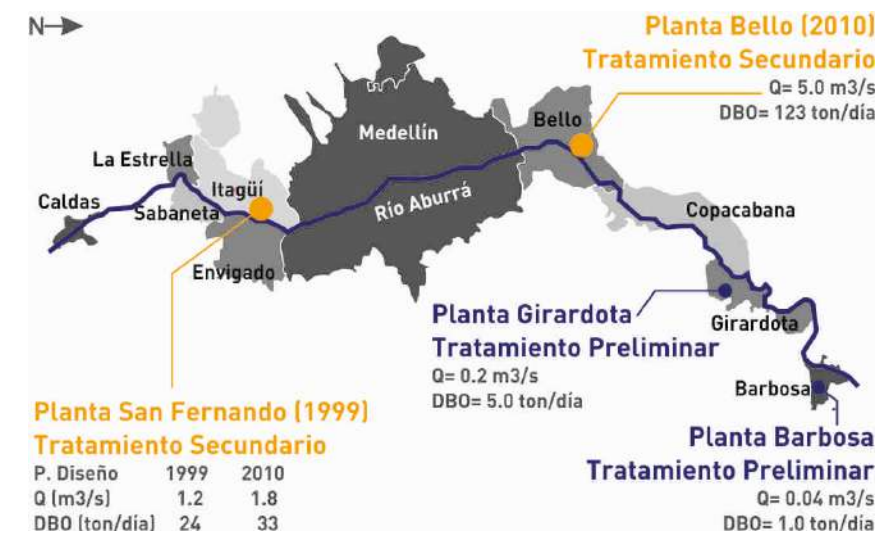


Figura 66. Programa de saneamiento de la cuenca del río Aburrá. Fuente: Empresas Públicas de Medellín (2014a)

Sin embargo, en épocas de lluvia el control de la carga contaminante pierde eficacia debido a la persistencia de redes combinadas

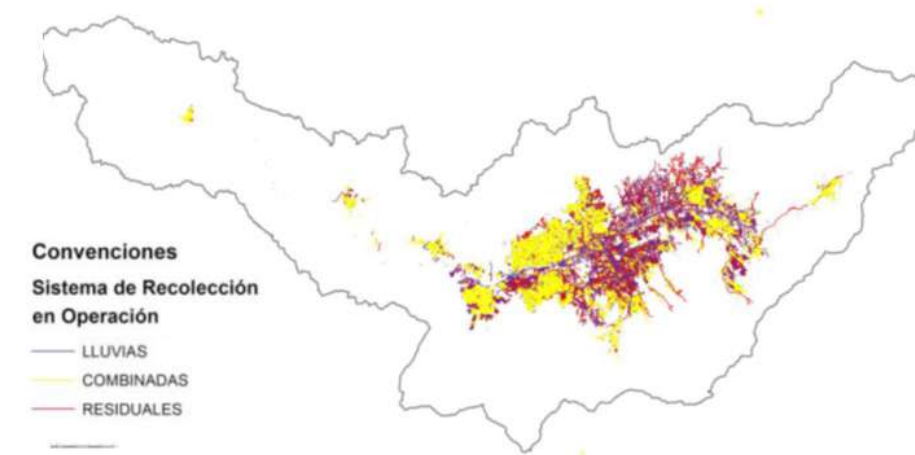


Figura 67. Tipología de redes de alcantarillado en el Valle de Aburrá. Fuente: AMVA, Alcaldía de Medellín, URBAM (2010)

El 55% del sistema de alcantarillado de aguas residuales se encuentra combinado con redes pluviales. Esto implica que en épocas de lluvia el caudal generado puede exceder la capacidad instalada de las plantas de tratamiento y por lo tanto, se presenten vertimientos combinados de aguas lluvias y aguas residuales al río Aburrá y sus afluentes.

Por otro lado, algunos sectores no estarán conectados al sistema de saneamiento

Hasta el momento el vertimiento procedente del área urbana de los municipios de Copacabana, Girardota y Barbosa se encuentra por fuera del programa de saneamiento de la cuenca. Así mismo, algunas zonas de desarrollo informal localizadas en zonas de ladera presentan dificultades técnicas para su interconexión al sistema de saneamiento.

Así mismo, persiste una parte del sector industrial que no está conectado al sistema. Finalmente, las actividades extractivas de materiales para construcción, responsables de la generación de una considerable carga de sedimentos a los cursos de agua, tampoco hacen parte del programa. Todas estas fuentes de contaminación deben ser abordadas mediante soluciones individuales. La ejecución de una Política de Construcción Sostenible puede aportar elementos técnicos al planteamiento de este tipo de soluciones.

Cerca de **32.000** viviendas no están conectadas a los sistemas de alcantarillado

Tabla 9. Distribución por sectores de la carga contaminante generada por el vertimiento de aguas residuales en el Área Metropolitana del Valle de Aburrá para el año 2012. Fuente: Red de Monitoreo Ambiental en la cuenca hidrográfica del río Aburrá en jurisdicción del Área Metropolitana. Fase IV, Informe Parcial. 2012.

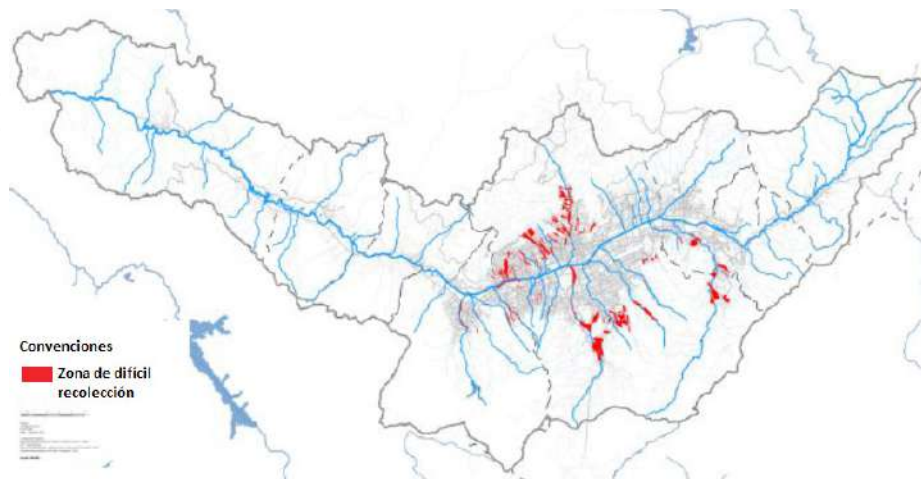


Figura 68. Sectores urbanos donde hay imposibilidad técnica para la conexión a las redes sanitarias y por lo tanto, se vierten las aguas residuales sobre la red hídrica natural. Fuente: AMVA, Alcaldía de Medellín, URBAM (2010)

| Sector | DBO5 (Ton/año) | SST (Ton/año) | DBO5 (%) | SST (%) |
|---|------------------|---------------|------------|------------|
| Industria no conectada | 259,7 | 500,7 | 0,6 | 1,4 |
| Graveras | 1,2 | 439,2 | 0 | 1,3 |
| Residencial e industrial conectado al servicio de EPM | 40.051,00 | 32.149,00 | 94,4 | 92,2 |
| Residencial no conectado | 1.113,60 | 941,1 | 2,6 | 2,7 |
| Copacabana - Girardota - Barbosa | 985 | 821 | 2,3 | 2,4 |
| TOTAL | 42.410,40 | 34.851 | 100 | 100 |

Al considerar las lluvias como un desecho, el drenaje urbano constituye un reto para la gestión del recurso hídrico

Tradicionalmente las zonas urbanas no gestionan sus aguas lluvias como un potencial recurso, sino como un desecho. El Valle de Aburrá no es la excepción, el drenaje urbano consiste en una red de alcantarillado pluvial, el cual se encuentra combinado en una alta proporción con el alcantarillado de aguas residuales, como se mencionó previamente. Los drenajes naturales, es decir las quebradas y el río se convierten en los receptores de la escorrentía urbana cuyo caudal se incrementa progresivamente a medida que el suelo urbano impermeable se expande, generando con ello un incremento del riesgo de inundación. En este sentido, la solución tradicional ha consistido en la rectificación e impermeabilización de cauces; situación que impide que haya actividad biológica, haciendo que se pierda la capacidad de autodepuración de la contaminación, además de que no se disminuye completamente el riesgo de inundación.

Actualmente el Municipio de Medellín y Empresas Públicas de Medellín se encuentran en proceso de formulación de un Plan Maestro de Drenaje Urbano. La Política Pública de Construcción Sostenible del Valle de Aburrá acogerá el diagnóstico y los lineamientos generados desde dicho plan. Pero, la Guía de Planeación, Diseño y Construcción Sostenible incluirá lineamientos propios para la gestión sostenible de la escorrentía urbana.

Figura 69: Inundaciones por escorrentía urbana en la ciudad de Medellín. De arriba a abajo: Sector la Macarena, Sector Bulerías, Sector El Poblado y Sector Terminal del Norte. Fuentes: www.elcolombiano.com y http://telemedellin.tv



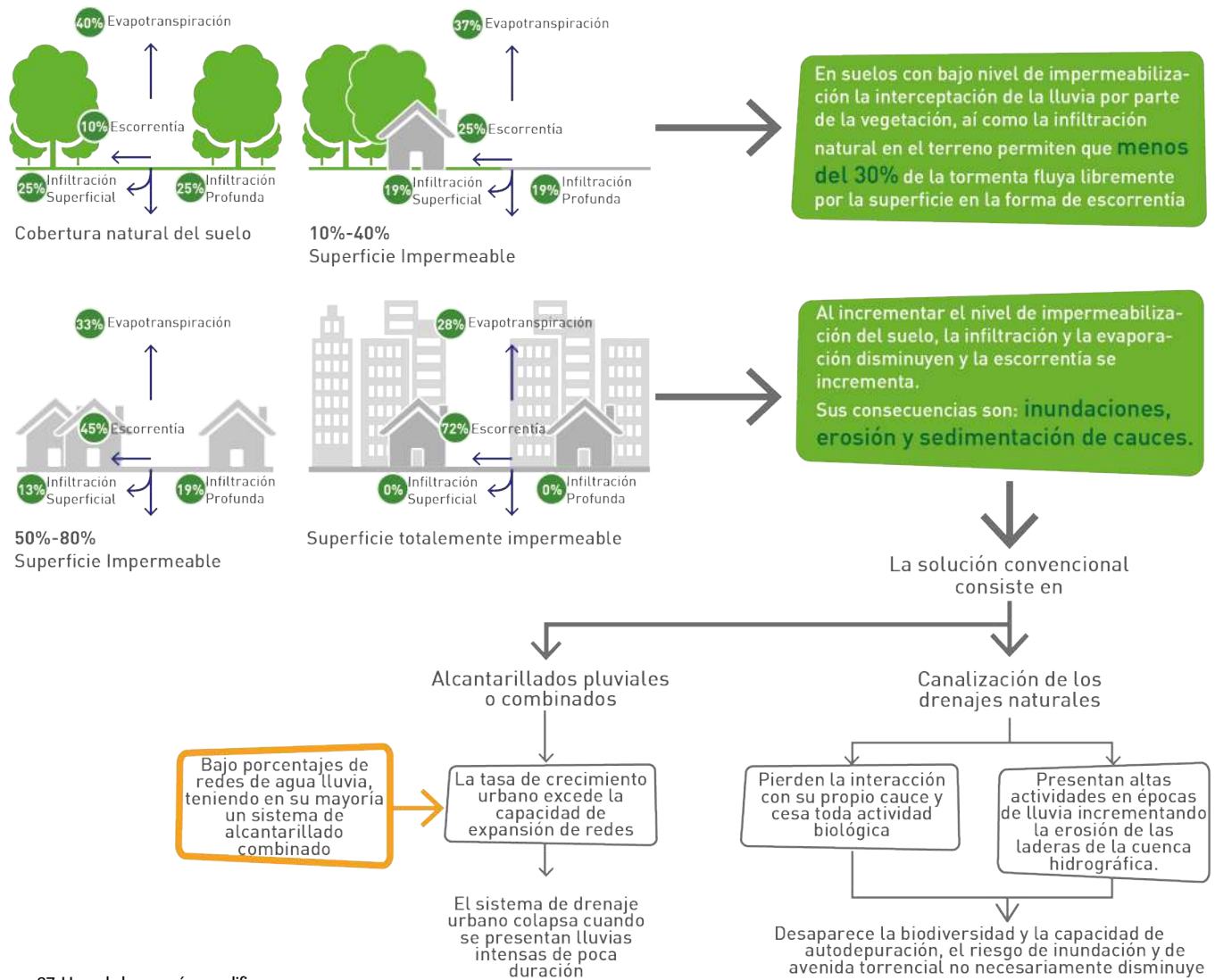


Figura 87. Usos de la energía en edificaciones no residenciales. Adaptado de: Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio (2015)

La gestión de las aguas subterráneas también constituye un reto importante...

El acuífero libre se localiza principalmente en la llanura aluvial del río a escasa profundidad, coincidiendo con la zona urbana de los municipios. Por lo cual los proyectos constructivos localizados en esta zona se ven en la obligación de abatir el nivel freático, bien sea durante toda la vida útil o únicamente durante la fase de obra. Generalmente este caudal de abatimiento es depositado en el sistema de alcantarillado como un vertimiento, sin que se haga ningún tipo de aprovechamiento.

una redensificación urbana sobre la llanura aluvial del río, este abatimiento se incrementará considerablemente en el futuro.

90% de las edificaciones que realizan abatimiento del nivel freático no hacen aprovechamiento del recurso. Lo disponen como un vertimiento en las redes de alcantarillado o directamente a una fuente superficial (quebrada).

Actualmente la Red de Monitoreo de la cuenca del río Aburrá adelanta estudios cada vez más precisos, que permitirán conocer con mayor certeza los caudales de recarga. Así mismo, el Área Metropolitana del Valle de Aburrá realiza un inventario del abatimiento realizado por las edificaciones en los diferentes municipios que conforman su jurisdicción. Desde febrero de 2014 hasta la fecha han sido visitadas cerca de 165 edificaciones, de las cuales se conoce solo el 16% del caudal abatido, para un valor de 831 m³/año, lo cual puede considerarse poco significativo.

A pesar de que la oferta hídrica subterránea en el Valle de Aburrá es alta, la magnitud actual de este abatimiento se desconoce. Si se tiene en cuenta que el modelo de ocupación propuesto por las directrices de ordenamiento territorial implica

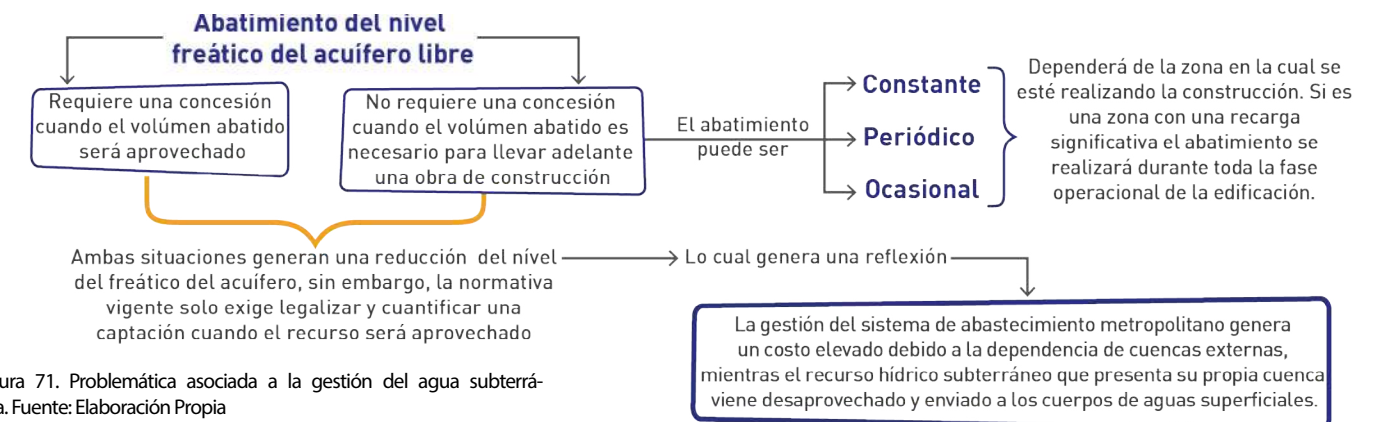


Figura 71. Problemática asociada a la gestión del agua subterránea. Fuente: Elaboración Propia

| Municipio | Edificaciones Identificadas hasta febrero de 2015 | Sistema de Abtimiento de las edificaciones | | Destinación del agua Abatida | | Estimado del caudal Abatido (l/mes) | |
|-------------|---|--|----------|------------------------------|-----------------|-------------------------------------|---------------|
| | | Bombeo | Gravedad | Se aprovecha | No se aprovecha | Edificaciones Contabilizadas | Valor Parcial |
| Itagüí | 5 | 5 | 0 | ----- | 5 | 1 | 169,65 |
| La Estrella | 1 | 0 | 1 | ----- | 1 | ----- | ----- |
| Sabaneta | 23 | 16 | 7 | 1 | 22 | 3 | 141,66 |
| Medellín | 126 | 119 | 7 | 3 | 113 | 22 | 68920,29 |
| Bello | 10 | 8 | 2 | 2 | 8 | ----- | ----- |

Tabla 10. Datos recopilados hasta la fecha sobre el abatimiento del nivel freático generado por las edificaciones. Fuente: elaboración propia a partir de información levantada por AMVA (sin publicar)

* De las 165 edificaciones visitadas por el Área Metropolitana hasta la fecha solo se ha logrado realizar la estimación de caudal de 26 de ellas, ya sea porque cuentan con un medidor o porque el tipo de bomba que tienen lo ha permitido.

...en la cual podría existir una fuente potencial de abastecimiento de agua, siempre que se establezcan los criterios para su uso sostenible...

El acuífero libre, cuando está en contacto directo con la zona subsaturada del suelo, presenta mayor susceptibilidad de contaminación, respecto a las demás tipologías de acuíferos presentes en el Valle de Aburrá. Según el índice de calidad ICA-AS (evalúa la calidad del agua que quiere usarse con fines domésticos), los municipios de Barbosa, Bello y Medellín reportan los valores más bajos con una calificación de mala, el sector centro occidental de la ciudad de Medellín presenta los cuatro puntos asociados a una categoría muy buena y excelente, los demás municipios se clasifican en regular y buena.

Con el fin de garantizar la sostenibilidad de un recurso que hasta el momento está siendo aprovechado solo de forma

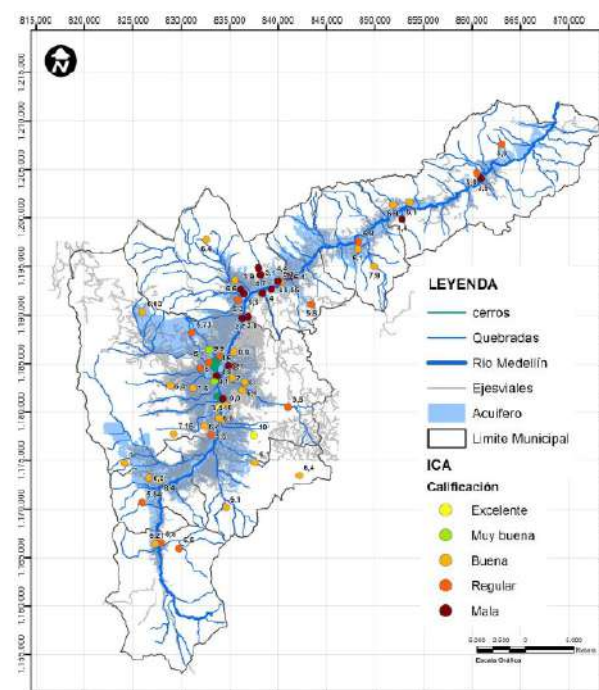


Figura 72. Valoración de la calidad del agua subterránea según el ICA-AS para el Valle de Aburrá. Fuente: AMVA & UdeA (2013a)

marginal y en cumplimiento de lo establecido por el Decreto 1640 de 2012 el AMVA formulará un plan de manejo del acuífero, el cual, una vez formulado, pasará a hacer parte de la Política de Construcción Sostenible.

Pare ello se requiere un manejo adecuado de las zonas de recarga...

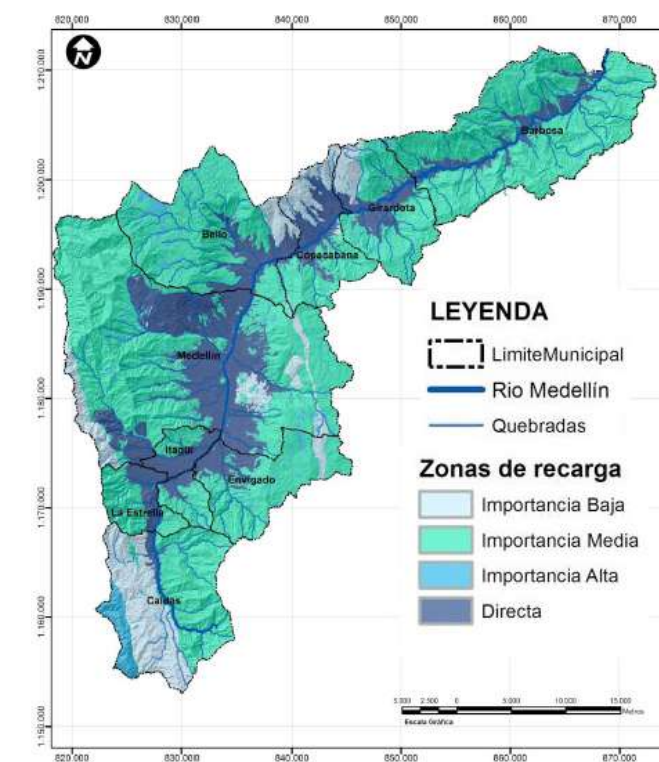


Figura 73. Zonas de recarga del acuífero del Valle de Aburrá. Fuente: Adaptado del estudio de determinación y protección de las potenciales zonas de recarga del acuífero del Valle de Aburrá 2013, AMVA, UdeA.

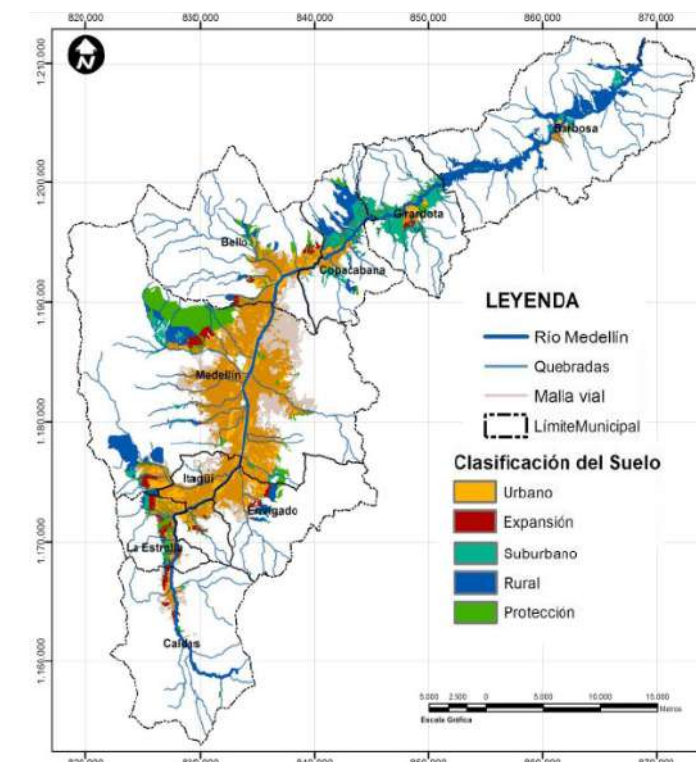


Figura 74. Intersección de las zonas de recarga directa con la clasificación del suelo del componente general de los planes de ordenamiento territorial. Fuente: POMCA 2007; BIO 2030, POT de los municipios de Caldas, Sabaneta, La Estrella, Envigado, Itagüí y Medellín; estudio de determinación de las potenciales zonas de recarga en el norte del Valle de Aburrá 2012.

Las zonas de recarga se dividen en dos categorías:

Zona de recarga directa: Limitada al acuífero libre que viene recargado por infiltración directa de la precipitación y presenta la segunda categoría con mayor área.

Zonas de recarga indirecta. Las cuales a su vez se subdividen en:

- Zona de recarga de importancia media, ocupa la mayor parte del valle.
- Zona de recarga de importancia alta, sólo se presenta con áreas mayores a 2 km² en el extremo sur-occidental del valle y al nor-occidente del municipio de Bello, en el resto del valle el área que cubre esta categoría es menor.
- Zona de recarga de importancia baja, se encuentra en pequeñas áreas de municipios de Caldas, Itagüí, Envigado, Medellín, Bello y Copacabana.

La demanda futura que sobre el recurso hídrico subterráneo se haga en el Valle de Aburrá, debe considerar los estudios que se adelantan por parte de la academia y la autoridad ambiental, que permitan conocer el caudal disponible en cada tipología de acuífero y analizar cuáles son las zonas con mayor potencial donde podría estimularse el uso de las aguas subterráneas como fuente alternativa de abastecimiento para algunos usos sin superar el volumen explotable.

| Zona del Valle de Aburrá | Porcentaje de precipitación que recarga el acuífero libre de manera directa | | |
|--------------------------|---|------------|----------|
| | Año Medio | Año Húmedo | Año Seco |
| Norte | 15-58% | 36-65% | 14-53% |
| Centro y Sur | 52-63% | 45-71% | 50-76% |

Tabla 11. Recarga anual de los acuíferos del Valle de Aburrá

La **hipermeabilización** generada por el desarrollo urbano del Valle de aburrá cubre el **51% de la superficie del acuífero libre**, imposibilitando su recarga directa. El municipio de medellín es el que mayor porcentaje presenta en suelo urbano (30.5%), mientras que girardota presenta el menor, con (0,7%). El mayor porcentaje en suelo rural, en zona de recarga directa lo presenta Barbosa con (7.9%)

4.2. Oferta, demanda y usos de la energía en el ambiente construido

La energía en el ambiente construido tiene dos factores de uso: la energía capital y la energía operativa.

Frente al proceso de edificación eficiente es necesario considerar dos niveles de uso de la energía asociada al proceso de planeación, diseño y construcción del ambiente construido, la energía capital y la energía operativa. En la energía capital se consideran todos los aspectos de la construcción, que involucran el consumo de energía primaria incorporada en el proceso de los materiales y los componentes de la edificación: extracción de materias primas, proceso de manufacturación, transporte hasta el sitio, además de la necesaria energía requerida durante la etapa de construcción propia del proyecto.

La noción de energía capital es relevante en la actividad edificatoria, si se considera que el consumo de energía primaria presenta mayores sinergias de análisis y evaluación en el estudio de los materiales y la eficiencia de los procesos constructivos, en términos de emisiones atmosféricas y transporte en el metabolismo urbano. Estos determinantes de la energía capital presentan consideraciones ambientales, orientadas a la disminución de los impactos de la construcción y la posibilidad de plantear estrategias de mitigación o compensación, que pueden ser integrados como factores de diseño sostenible.

| Material | Consumo Energético Total (MK/Ton) |
|-----------------------|-----------------------------------|
| PVC | 72.276,00 |
| Guadua | 1.334,00 |
| Agregados gruesos | 177,2 |
| Agregados finos | 494,6 |
| Base | 324,2 |
| Sub-base | 302,3 |
| Arena de río | 121,7 |
| Ladrillo-Teja Arcilla | 2.750,00 |
| Baldosas - Azulejos | 1.172,00 |
| Acero | 11.083,00 |
| Cobre | 98.391,00 |
| Cal | 7.670,00 |
| Cemento vía húmeda | 11.062,00 |
| Cemento vía seca | 7.506,00 |
| Yeso estuco químico | 1.080,00 |
| Yeso estuco | 1.190,00 |
| Pinturas | 5.247,00 |
| Maderas | 500 |
| Teja Fibrocemento | 8.863,00 |
| Vidrio Plano | 28.952,00 |
| Adición K -ecológica | 2.617,00 |
| Ecocemento | 3.651,00 |

Tabla 12. Energía Incorporada a los materiales de construcción empleados en Colombia. Fuente: PNUD, UPME, Ecoingeniería (2012)

En la energía operativa está la principal oportunidad de ahorro y eficiencia

“La ética y los códigos de conducta tienen poco peso, cuando se miran a través del cristal de la competencia. A la hora de la verdad, sólo la sociedad puede exigir el diseño sostenible; los arquitectos no pueden imponerlo y las asociaciones profesionales son incapaces de regularlo”.

(Paul Hyett, 2001)

Respecto a la energía operativa, aquella energía usada para la operación y la habitabilidad de las edificaciones, se debe considerar que su balance respecto a la energía capital está determinada en primera instancia por la proyección de vida útil de las edificaciones. Esta relación ha sido explorada inicialmente en estudios de

costos de inversión frente a ejercicios “convencionales” de gestión de la edificación.

Un aspecto que favorece el desarrollo prospectivo de la relación entre energía capital y energía operativa en la planificación y gestión del ambiente construido, es el creciente interés y el nivel de información de la sociedad, en un incipiente pero prometedor nivel de educación para la sostenibilidad. Este punto de vista es relevante en este apartado, porque los avances en materia de análisis de la relación entre energía capital y energía operativa, permiten proyectar y adaptar edificaciones que lograrían entre 60 y 90% de ahorro de energía operativa, respecto al desarrollo convencional de las edificaciones, según Diana Urge-Vorsatz (2010). No obstante, investigaciones recientes en Reino Unido, orientan el análisis del consumo energético en edificaciones, hacia una mayor responsabilidad del usuario y sus hábitos.

El factor del crecimiento de nuevos tipos de usuarios de energía, con una tendencia proactiva hacia el ahorro y la generación de energía, se proyecta como una de las expectativas de mayor impacto en la transformación de los modelos de negocio del sector eléctrico mundial, según la XIII Encuesta Mundial del Sector Eléctrico y de Energía.

“Las edificaciones no usan energía: lo hace la gente”.

Kathryn B. Janda, 2011. Environmental Change Institute, Oxford University, Oxford, UK

En este escenario, involucrar nociones de impacto ambiental y eficiencia energética aporta una serie de variables de cualificación y cuantificación, que se acercan a un mejor ejercicio prospectivo de la relación entre inversión energética capital y energía operativa. Pero antes es necesario considerar que este tipo de análisis requiere desmitificar aquella noción de que los aspectos de la sostenibilidad sistémica, presentan siempre al-

El crecimiento de un **nuevo tipo de consumidor más activo** desde el punto de vista energético y de generación de energía

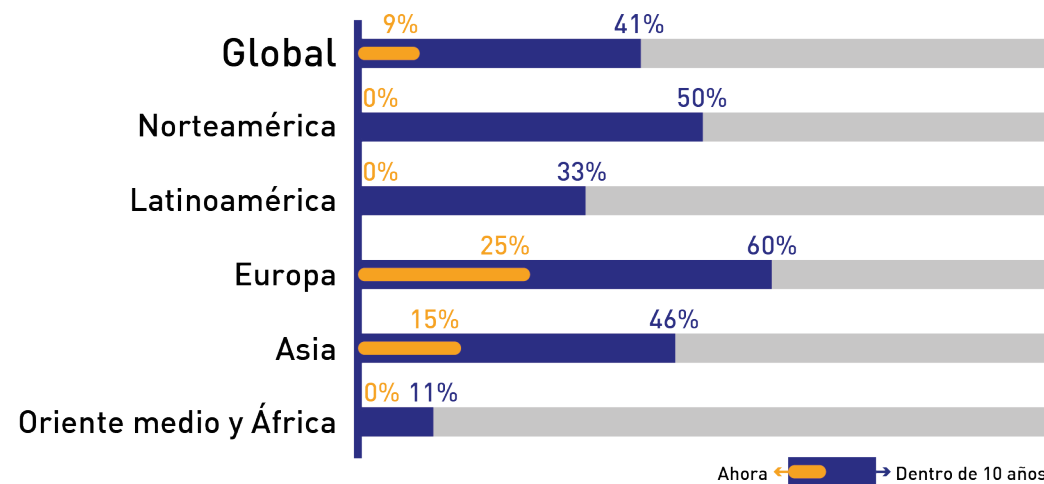


Figura 75. La energía desde el papel del consumidor. Fuente: www.pwc.es/13-encuesta-mundial-sector-eléctrico.pdf 2013.

En el marco del panorama energético mundial se estima que la demanda de energía se duplicará para el año 2050...

La producción de energía primaria mundial representa desde hace 50 años, uno de los principales retos del desarrollo sostenible, principalmente por su dependencia de fuentes no renovables como los hidrocarburos y su impacto directo sobre la atmósfera y el calentamiento global. El proceso de transformación o intercambio de energía para suplir la demanda del planeta enfrenta, entonces, dos problemas a nivel mundial: escasez de recursos naturales finitos de origen fósil y un desarrollo tecnológico limitado y de alto impacto ambiental, por su diseño enfocado en este campo de explotación de energía primaria.

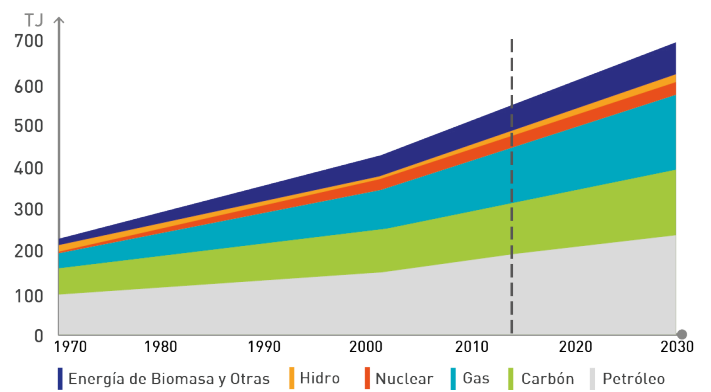


Figura 76. Proyección de demanda global de energía en Tera- Joules. Fuente: http://www.artinaid.com/

Aunque se proyecta un crecimiento importante en fuentes energéticas renovables, el uso de biomasa dedicada a cocción y calefacción, como alternativa energética para un tercio de la población mundial, se convierte en indicador de pobreza y en un importante factor de impacto ambiental por deforestación, aridez y pérdida de capacidad agrícola del suelo.

El estándar de consumo energético en el sector edificación alcanza rangos cercanos al 50% de la energía primaria, frente a los sectores de consumo industrial, transporte, servicios, agricultura y minería, en países desarrollados y bajo condición de estaciones climáticas (Mazria, 2003). El consumo de combustibles de origen fósil en las edificaciones alcanza estos niveles de demanda, debido a factores como la calefacción, la iluminación y la ventilación, obteniendo energía de la combustión directa de petróleo, gas o carbón, tanto en la edificación o en una central generadora (Edwards, 2006).

En países con climas favorables o tropicales, este rango está cercano al 30% (Szokolay, 1997). En el caso de Colombia el consumo final de energía primaria en el sec-

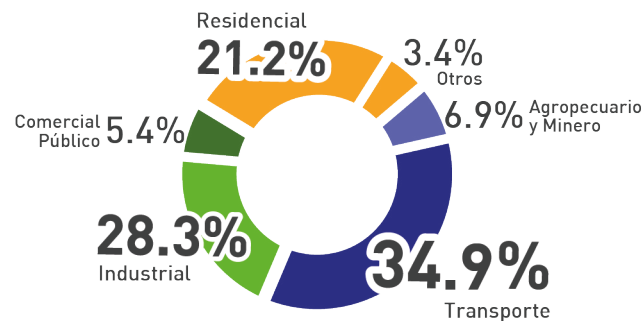


Figura 77. Porcentaje del consumo final de energía por sectores (%) a nivel nacional, considerando todas las fuentes energéticas. Fuente: Adaptado de UPME (2010)

tor edificaciones (residencial, comercial y público) estaría clasificado entre el 25 y 30%, frente a los sectores industrial, transporte, agropecuario y minero.

Pero es importante tener en cuenta que las edificaciones no pueden considerarse como hechos aislados en el consumo de energía, por lo que debe atribuirse un factor adicional de la demanda relacionada con el transporte de personas y recursos a las edificaciones, además de sumar el parque edificatorio de la actividad industrial, e incluir la propia industria de la construcción como actividad económica, lo que lleva a valores de consumo energético de las ciudades, superiores al 75%.

La energía como factor esencial del desarrollo sostenible, representa una de las principales oportunidades de gestión y proyección de retornos financieros

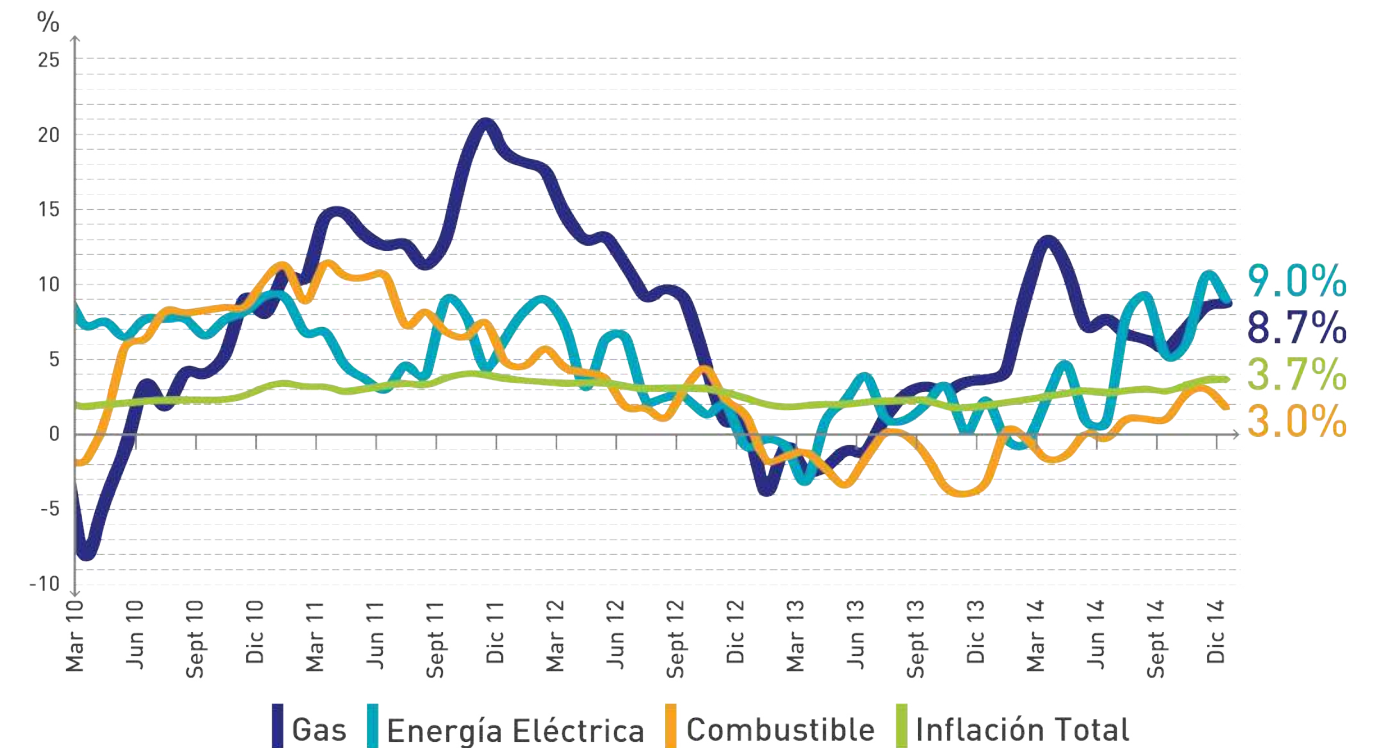
Durante la vida útil de las edificaciones, el crecimiento de las ciudades en sectores como el residencial, el comercial y los servicios, supera el incremento en la demanda de los sectores industrial y transporte. Dos aspectos se pueden deducir de esta información, el primero es considerar el potencial de ahorro y eficiencia que representan modelos de edificación que promuevan el uso razonable de la energía; el segundo aspecto es destacar la relación de dependencia que presenta el consumo de energía con las condiciones climáticas del entorno, para garantizar condiciones de habitabilidad.

Desde este punto de vista, toda la gestión posible por lograr ahorro y eficiencia energética en el ambiente construido, se traduce de forma directa en indicadores de impacto económico, con alta incidencia en el desarrollo nacional, donde los costos de la energía fluctúan en muchas ocasiones por encima de la inflación total del país.

Por estas razones, es necesario inscribir los aspectos de la energía en el ambiente construido, dentro de un marco de Política Pública de Construcción

Sostenible, de acuerdo con los lineamientos del Plan Energético Nacional, definidos en cinco objetivos específicos y dos objetivos transversales, para alcanzar la meta de un sistema energético nacional autosuficiente, exportador, con menor impacto ambiental y equitativo.

Figura 78. Inflación comparativa en Colombia: energía eléctrica, gas y combustibles Vs inflación total. Fuente: UPME (2015)



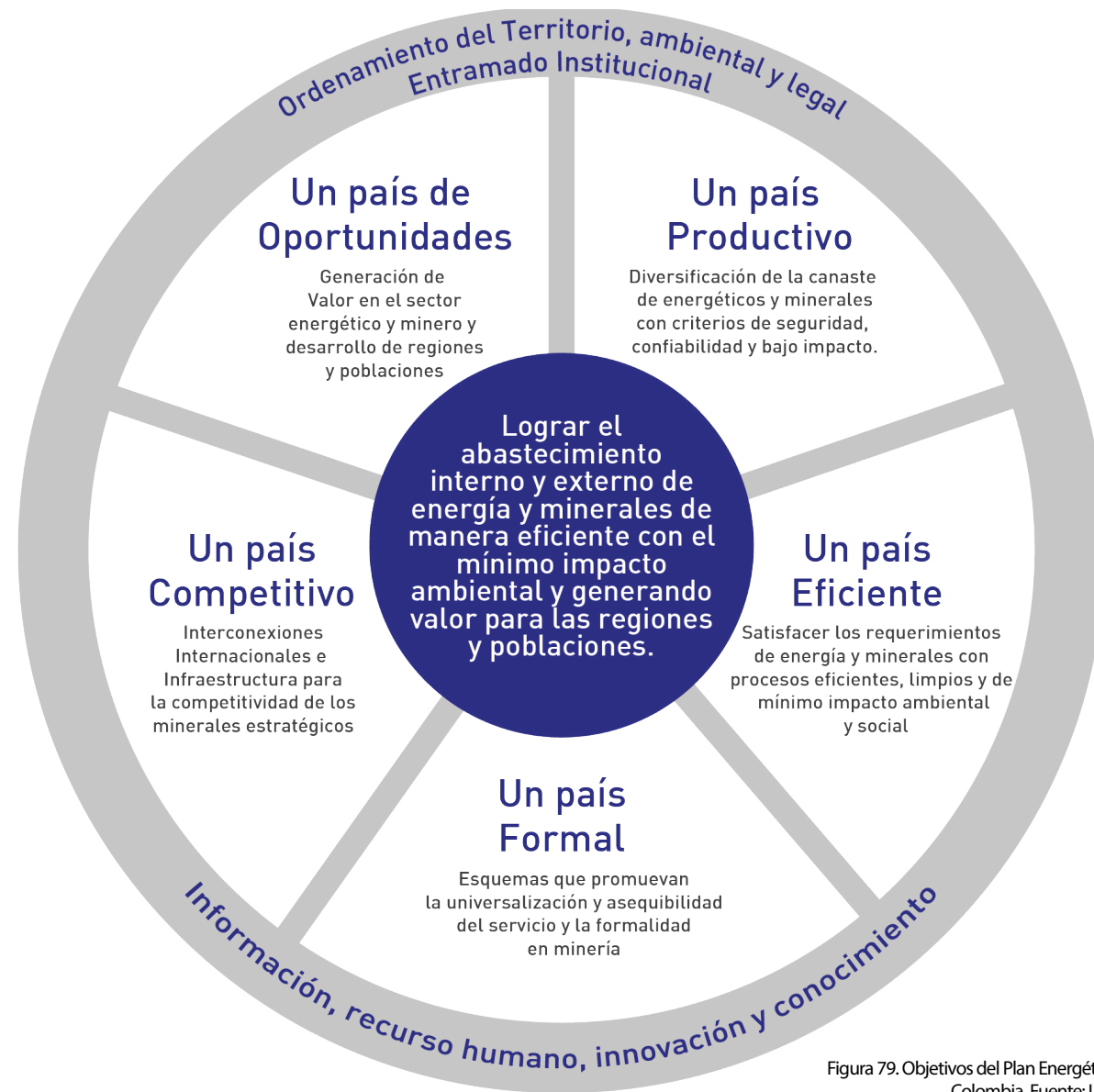
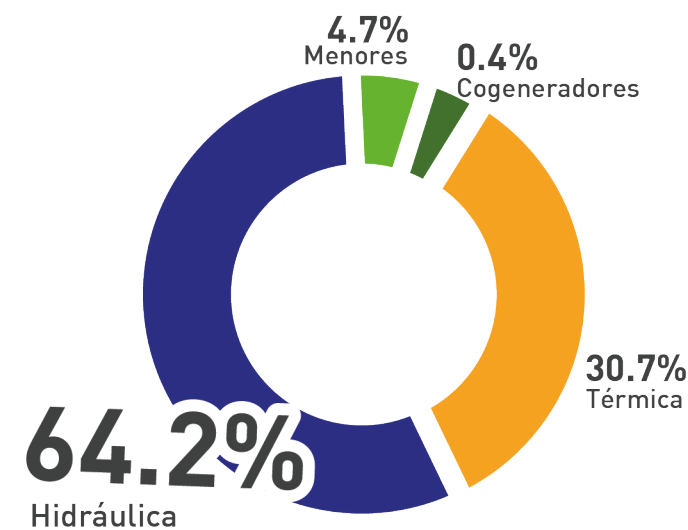


Figura 79. Objetivos del Plan Energético Nacional Colombia. Fuente: UPME (2015).

Diversificando la canasta de generación eléctrica

Para asegurar el abastecimiento energético del país es necesaria la adopción de nuevas tecnologías y mejores hábitos de consumo, que permitan optimizar la gestión y el uso de los recursos energéticos disponibles en Colombia. La base de la generación eléctrica en Colombia tiene dos fuentes principales, la generación hidráulica (GH) con un 64,2% y la generación a gas natural (GN) con un 30,7% en plantas térmicas, según datos de la UPM en 2013. Esta situación representa un escenario vulnerable en el corto plazo, debido a la variabilidad de los ciclos hidrológicos y en mediano y largo plazo a la disponibilidad de GN por recursos propios o por importaciones.



Como fuente primaria el GN representa el 39% del consumo del sector residencial y el 21% en el sector industrial, pero el 19% de la capacidad de generación en plantas termoeléctricas se hace con GN, lo que representó que en el año 2013, el sector eléctrico consumiera el 31% del mercado interno de GN. En este escenario, a pesar de que la generación eléctrica en Colombia sea mayoritariamente hidráulica, el consumo de GN incrementa la volatilidad de la demanda interna de energía del país, porque depende de la capacidad de los embalses y los fenómenos ambientales que en períodos de sequía, requieren disponibilidad de GN, afectando la satisfacción de la demanda, en particular de los sectores de industria y transporte.

La expansión del sector de generación hidráulica representa riesgos de modificación de ciclos hidrológicos y reducción de las precipitaciones, además de las grandes dificultades y restricciones para la construcción de estas infraestructuras. Por esta razón es necesaria la instalación de otras fuentes de energía que logren diversificar la canasta eléctrica y garantizar así la confiabilidad del suministro de energía, que al mismo tiempo sea sostenible.

Figura 80. Generación de energía eléctrica en Colombia. Fuente: UPME (2014).

Integrando fuentes de energía no convencionales (FNCE) a partir de la expedición de la Ley 1715 de 2014

En el escenario nacional se propone la inclusión de plantas eólicas, generación solar fotovoltaica, geotermia y biomasa, con una proyección que considera la participación de cerca del 10% de energías renovables no convencionales en capacidad instalada hacia el año 2028, con una generación media entre el 2.5% y el 7.5% de la producción total de energía eléctrica en el país. (UPME (2015)). En la actualidad las tecnologías de generación solar y eólica en Colombia son marginales en la canasta energética, con capacidades instaladas entre 9 y 11 MWp en energía fotovoltaica en sistemas aislados o aplicaciones profesionales, entretanto en el parque eólico Jepírachi se cuenta con una potencia de 19.5 MWp. El establecimiento de incentivos fiscales en la Ley 1715 de 2014 tiene como beneficios:

- La reducción del impuesto a la renta hasta el 50% de la inversión, de manera distribuida en los cinco años siguientes del desarrollo de implementación de los sistemas FNCE.
- La exención en el pago del IVA en equipos y servicios destinados al proyecto que son definidos por la UPME.
- Los materiales, equipos, maquinaria e insumos importados y que no sean producidos en Colombia estarán exentos de aranceles.
- Posibilidad de depreciar aceleradamente los activos del proyecto con una tasa máxima anual del 20%

Este antecedente legal resulta determinante como alternativa para involucrar en los lineamientos de la Política Pública de Construcción Sostenible aspectos como la micro-generación y/o autogeneración de energía, para el autoabastecimiento de los usuarios, mediante equipos de pequeña magnitud que usan la red convencional como respaldo. Este modelo de gestión se apoya en la noción de generación distribuida, el cual encuentra respaldo en tendencias del mercado que ofertan al usuario residencial un medio para garantizar sus consumos, gestionar sus hábitos energéticos e incrementar el control sobre su facturación energética. También es necesario considerar que este tipo de inversiones no representa los mismos retos constructivos, asociados a sistemas de mayor escala con sus respectivos requerimientos de gestión legal, predial y social.

La Ley en cuestión dispone de otros mecanismos para promover la generación local a pequeña escala, autorizando a los pequeños auto-generadores a suministrar sus excedentes a la red de distribución y comercializar créditos de energía, obtenidos como resultado de dichos excedentes, de acuerdo con las disposiciones de la CREG.

Pero es necesario mientras se diversifica la canasta e implementan las energías no convencionales, promover la eficiencia energética...

El incremento de la eficiencia energética permitirá aumentar la competitividad y la productividad del país, además de convertirse en una de las principales estrategias de mitigación de impacto ambiental por la producción de energía. Este mecanismo se basa en la adopción de tecnologías modernas y la promoción de buenos hábitos de consumo, para asegurar el abastecimiento energético, con la optimización en la gestión del recurso disponible.

El impacto de la mejora en la eficiencia en el consumo de energía está asociado a la expectativa de crecimiento de la demanda interna de electricidad, con un aumento sostenido durante los próximos años,

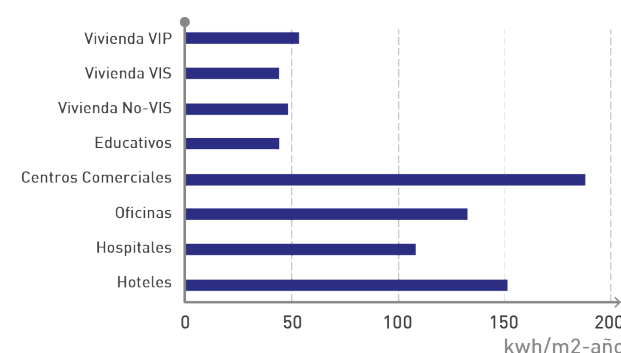


Figura 81. Línea Base de consumo energético por tipología de edificación. Fuente: Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio (2015)

Pérdidas del 60% en la matriz energética nacional registrada en el año 2012, equivalentes a un costo cercano de 5.200 millones de dólares anuales, representan un claro potencial de impacto para mejorar la eficiencia energética nacional.

proyectado por la UPME, hasta alcanzar el 31% entre el 2015 y el 2028. En el Programa de Uso Racional y Eficiente de Energía y Fuentes No Convencionales entre el 2010 y el 2015, fue identificado un potencial de ahorro en electricidad del 20,2% a escala nacional, donde se estableció como meta una reducción del 14.75% de la energía eléctrica y de 2,10% en otras fuentes, para el año 2015.

En el Plan Ideario Energético 2050 (UPME (2015)) se presentan los avances, los potenciales identificados y las metas de ahorro de energía en cada uno de los sectores de consumo, al mismo tiempo que se proponen estrategias factibles para alcanzar las metas propuestas.

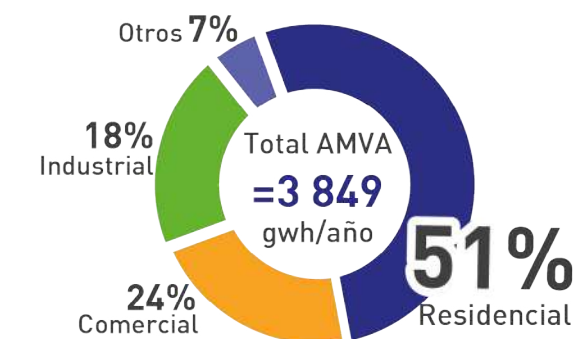


Figura 82. Porcentaje del Consumo de Energía Eléctrica por tipología de edificación (%), para el Área Metropolitana. Fuente: Gobernación de Antioquia (2014)

En el sector residencial...

El sector residencial representa hoy en día un poco más del 20% del consumo final de energía en Colombia, teniendo como principales fuentes de abastecimiento la energía eléctrica con un 31% del total y leña como combustible, que cubre cerca del 28% de la demanda de este sector. En este panorama se identifican tres fuentes principales de ineficiencia energética:

1. El elevado uso de electricidad en refrigeración, efecto de la tenencia de equipos con altos consumos, debido a factores como tecnología clasificada en rangos bajos de eficiencia energética, falta de mantenimiento y antigüedad.
2. La persistencia de bombillas incandescentes en algunas regiones del país.
3. Alto consumo de energía térmica para cocción y calentamiento de agua.

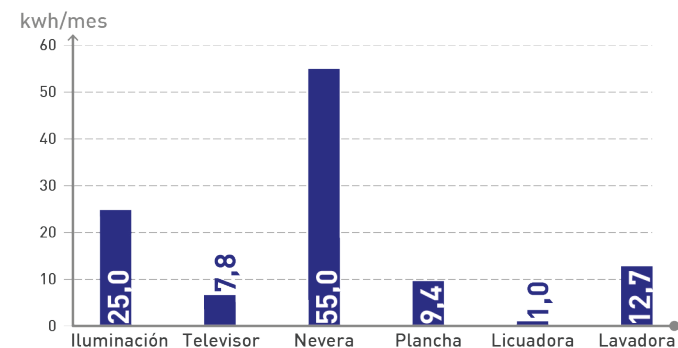


Figura 83. Consumo de energía en kwh-mes, por dispositivo. Estudio realizado para estratos 1, 2 y 3 (Colombia). Fuente: Adaptado de EPM (2014b)

El sector residencial se considera, entonces, como el de mayor potencial de ahorro energético en el país, con un 10,6%, fijándose una meta de reducción del 8,66% en electricidad y de 0,55% en otros energéticos, para el período de 2015. Para alcanzar esta meta fueron diseñadas cinco estrategias de acción para el sector residencial, definidas bajo el criterio de menor costo de abatimiento:

1. Sustitución de 32 millones de bombillas ineficientes, para un ahorro estimado de 2.200 GWh/año, representando un ahorro del 3,45% y con un costo de 96 millones de dólares.
2. Sustitución de 2 millones de equipos de refrigeración en los estratos 1,2 y 3, para un ahorro equivalente de 2,400 GWh/año (3,76%), con una inversión de cerca de 770 Millones de dólares.
3. Inversión en capacitación e investigación aplicada en te-

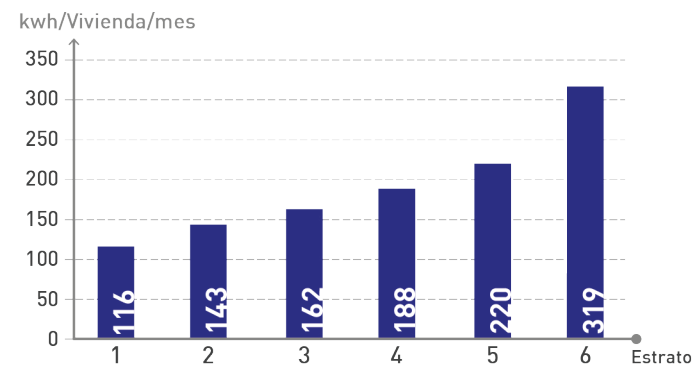


Figura 84. Consumo por unidad de vivienda de energía eléctrica por estrato socioeconómico (kwh/Vivienda/mes). Fuente: Fuente: Adaptado de Gobernación de Antioquia (2014)

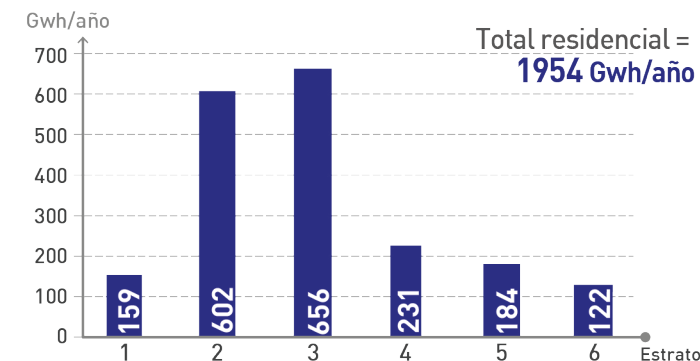


Figura 85. Consumo de energía eléctrica por estrato socioeconómico (Gwh/año). Fuente: Adaptado de Gobernación de Antioquia (2014)

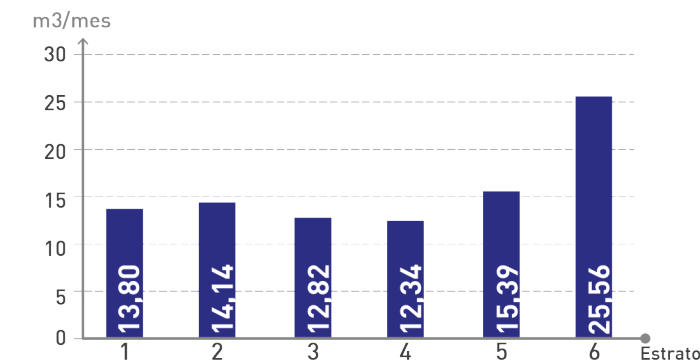


Figura 86. Promedio de los últimos cuatro años, del consumo de gas domiciliario por estrato socioeconómico. Fuente: Adaptado de Gobernación de Antioquia (2014)

4. Inversión en capacitación e investigación en sistemas de arquitectura con conceptos de eficiencia energética, mediante el uso de materiales adecuados, diseño arquitectónico orientado al confort térmico y lumínico, aprovechamiento de los recursos naturales y el uso de electro y gasodómicos de alta eficiencia, con lo que se espera optimizar los consumos y disminuir los costos de la energía para las familias.
5. Adelantar una consultoría para investigar la posibilidad de usar GLP en sectores rurales y marginales.

Para un segundo período de proyección comprendido entre el 2014 y el 2020, la UPME continuará con estos subprogramas, especialmente en el potencial de ahorro de las estrategias 1 y 2. La meta para este nuevo período es reemplazar al menos 1 millón de refrigeradores, con un ahorro equivalente del 2,48% para la demanda proyectada al 2020. Frente a la sustitución de bombillas incandescentes, actualmente se estiman en uso 27 millones de unidades, equivalentes a un ahorro del 1,27% de energía eléctrica.

Cargas Vampiro:

Se evalúa la posibilidad de desarrollar acciones por parte de la UPME, para reducir en 1% el consumo del sector residencial por concepto de stand-by, de electrodomésticos como televisores, decodificadores, routers, hornos microondas y otros. González y Pineda (2014), determinaron un desperdicio de energía por este factor para la ciudad de Medellín, equivalente a 2.000 Millones de pesos en el sector residencial.

Sector comercial, público y de servicios ...

La UPME identificó que este sector tuvo en el año 2013 una participación cercana al 6% de la demanda energética nacional, con un 66.2% de abastecimiento con energía eléctrica, un 28,9% con gas natural y 4,8% con GLP. El principal componente del consumo eléctrico de este sector es la sobreiluminación de grandes superficies comerciales y el incremento de energía eléctrica, destinada para el aire acondicionado de los espacios y cargas de refrigeración.

En este escenario se estima un potencial de eficiencia energética del 25%, orientado principalmente a la

definición y puesta en marcha de buenas prácticas de operación y a la actualización tecnológica de los sistemas de iluminación, refrigeración, acondicionamiento de aire y equipos de fuerza motriz.

En las sedes administrativas de entidades públicas nacionales, regionales y locales se realizaron, por parte de la UPME, auditorías energéticas que permitieron una comparación de consumo, para identificar y promover acciones de mejora en el uso de la energía, las cuales se incorporan en los planes de gestión eficiente que exige la Ley 1715. Con este trabajo se estimó

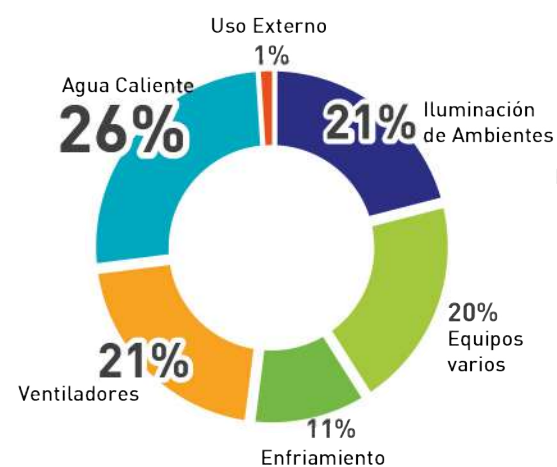
un potencial de ahorro de este subsector cercano al 40% sobre la línea base del consumo de electricidad, el cual se distribuye en aumento de la calidad de la iluminación, con alcances entre el 8% y el 13% de eficiencia, optimización de aire acondicionado entre 10% y 18%, equipos de oficina en 5% y un potencial estimado por cuenta de rehabilitaciones arquitectónicas entre un 10% y un 15%.

Las acciones propuestas por la UPME para alcanzar el mayor potencial de ahorro en este sector son:

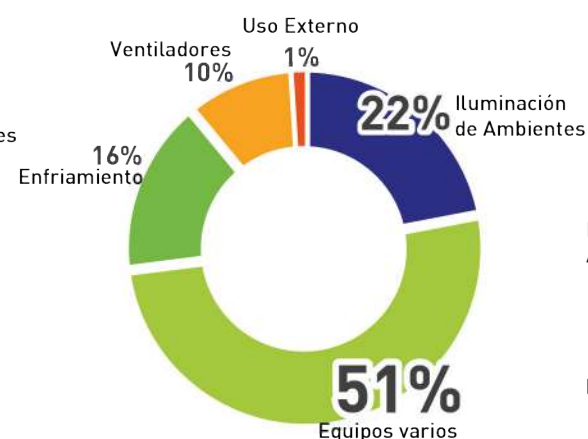
1. Rediseño de sistemas de iluminación, cambio de luminarias, automatización y buenas prácticas asociadas al sistema.
2. Acondicionamiento de espacios, mejoramiento en la transferencia de calor por cubiertas, muros y ventanas, actualización tecnológica de equipos de aire acondicionado de acuerdo con las necesidades de los usuarios y las buenas prácticas asociadas a la operación.
3. Mejoras en el diseño, la construcción y la reconversión de edificaciones para optimizar el uso de la energía operativa.
4. Actualización o reconversión tecnológica de alumbrado público.



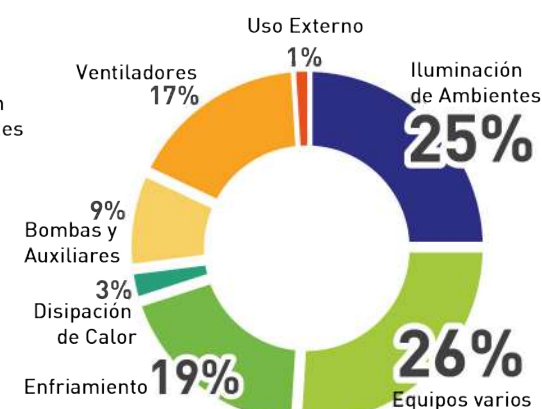
Hospitales



Hoteles



Oficinas



Centros Comerciales

El alumbrado público representa un 3% de la energía eléctrica nacional, donde se estima, de acuerdo con los resultados de un estudio de FINDETER y el BID en 2014, que la sustitución de 300 mil lámparas correspondientes al 30% de las existentes, por tecnología LED, con un costo de 120 millones de dólares representaría un ahorro de 86.495 MWh/año, un ahorro del 40% en el consumo de energía, reducción de costos de mantenimiento, mejoramiento de la calidad de la iluminación y una reducción total de emisiones de GEI aproximada a 24.219 toneladas de CO2/año.

Figura 87. Usos de la energía en edificaciones no residenciales. Adaptado de: Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio (2015)

4.3. Demanda de materiales para la construcción

El crecimiento urbano en el Valle de Aburrá, va acompañado por una creciente actividad edificatoria...

Un rápido crecimiento urbano va acompañado, por no decir que es propiciado, por una creciente actividad constructiva. Observando la actividad constructiva de las últimas dos décadas, en metros cuadrados por año, se hace evidente cómo esta presenta un incremento considerable a partir del año 2001, alcanzando para el año 2013, niveles superiores a los 2.5 millones de m²/año.

Observar la cantidad de metros cuadrados construidos por municipio para el año 2012, según cada una de las tipologías de proyecto, permite calcular que para ese año, se adicionaron aproximadamente 2'245.229 m² de área nueva construida al Área Metropolitana. De la cual el 86%, corresponde a la construcción y reforma de vivienda,

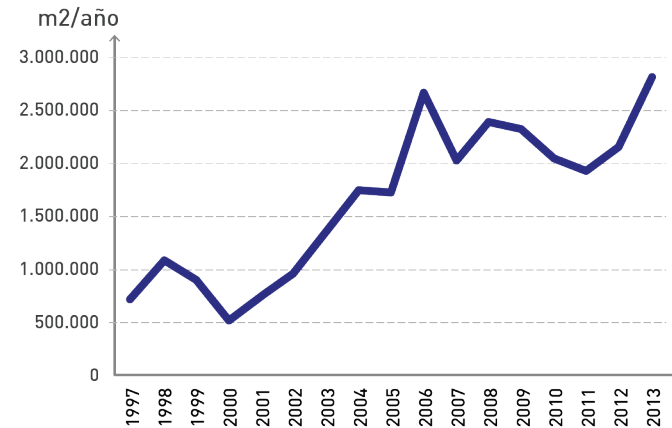
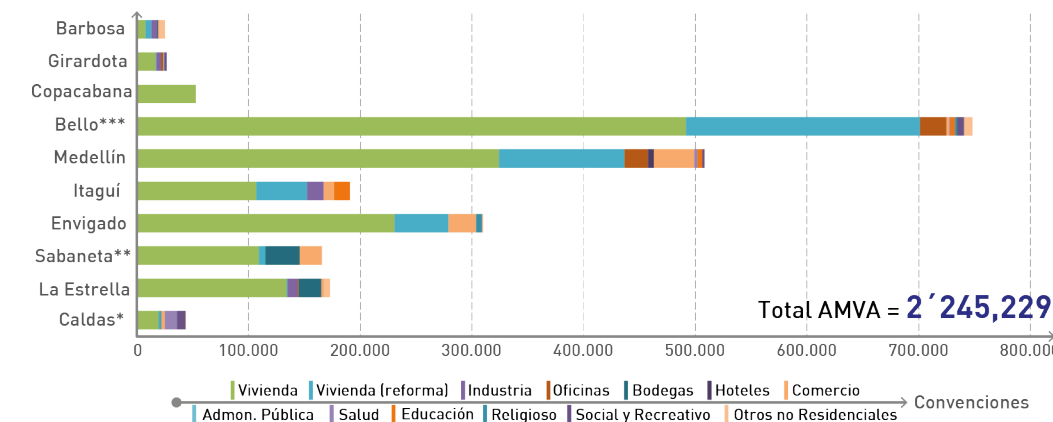


Figura 88. Incremento de la actividad constructiva en el Área Metropolitana del Valle de Aburrá. Fuente: CAMACOL (2015b)

Figura 89. Área edificada (m2) para el año 2012 en el Área Metropolitana del Valle de Aburrá. Fuente: Anuario Estadístico de Antioquia (Gobernación de Antioquia, 2012) y Expedientes Municipales (AMVA, 2010 - 2008).

mientras que solo 320.700 m² corresponden al resto de tipologías de edificación. De la misma forma, es importante resaltar que usualmente esta actividad constructiva es, en su mayor parte, producto de iniciativas comerciales privadas, hecho que está relacionado, de manera directa o indirecta, con la problemática del déficit de espacio público, cuya construcción y desarrollo se considera, tradicionalmente, como responsabilidad del sector público.

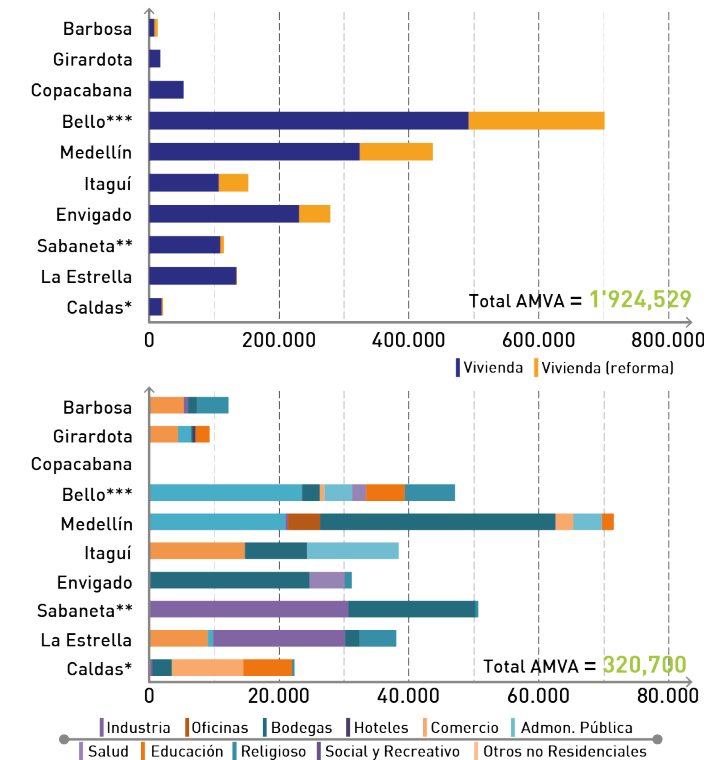


Figura 90. a). Área edificada de vivienda nueva y reforma de vivienda (m2) para el año 2012 en el AMVA. b). Área edificada (m2) para el año 2012 de diferentes tipologías de edificación, menos vivienda. Fuente: Anuario Estadístico de Antioquia (Gobernación de Antioquia, 2012) y Expedientes Municipales (AMVA, 2010 - 2008).

...que se desarrolla en su mayoría con sistemas constructivos no industrializados, que generan mayores impactos.

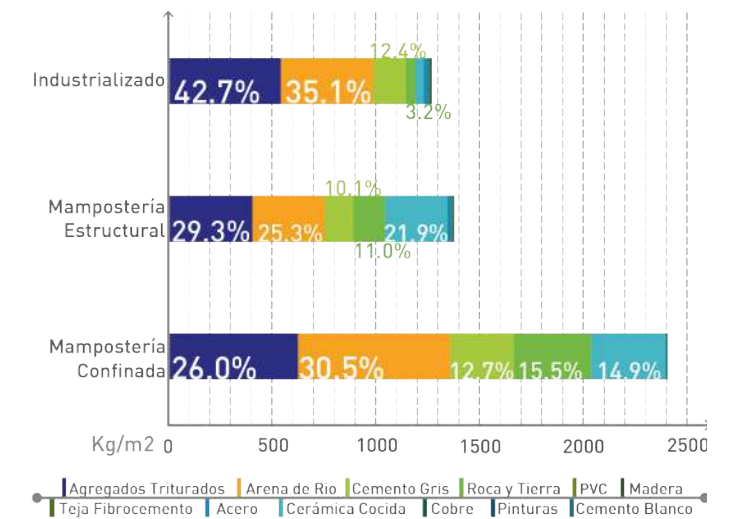
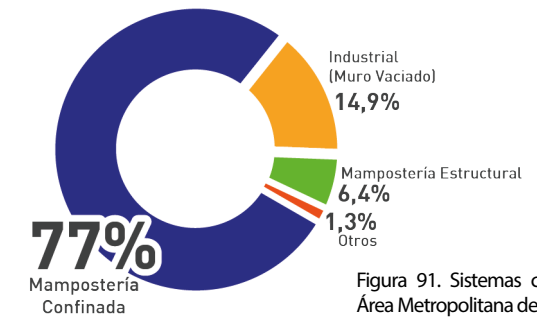


Figura 92. Consumo de materiales por sistema constructivo. Fuente: Determinación de propiedades físicas y estimación del consumo energético en la producción de acero, concreto, vidrio, ladrillo y otros materiales utilizados en la construcción de edificaciones colombianas (UPME, PNUD, Ecoingeniería, 2012).

La actividad constructiva está asociada al desarrollo de un proyecto, que puede ser de múltiples escalas pero que para su especialización requiere de una materialidad, la cual está compuesta, como su nombre lo dice, por materiales y por la forma como estos se integran, por medio de un sistema constructivo.

El sector de la construcción es una de las grandes industrias, sin embargo, muchos de los procesos bajo los cuales se desarrolla, son altamente artesanales y están lejos de poder ser clasificados como industrializados. Este es el caso del sector de la construcción en el AMVA, donde la mayor parte de los proyectos son desarrollados bajo sistemas constructivos tradicionales, como la mampostería confinada.

Si consideramos el porcentaje de participación de los sistemas constructivos en el Área Metropolitana del Valle de Aburrá por área construida en tipología vivienda, se observa que la mampostería confinada es el principal sistema constructivo con el 77% del área edificada, el 15%

corresponde a mampostería estructural y solo el 6% corresponde a sistemas industrializados.

Cada sistema constructivo demanda una cantidad diferente de materiales para su composición. Si se observa el gráfico comparativo que muestra los tres sistemas constructivos más usados en el Área Metropolitana del Valle de Aburrá, puede observarse que la mampostería confinada consume dos veces más materiales que los otros dos sistemas. Los materiales para su fabricación, demandan la transformación de un recurso primario, un consumo de energía para esta transformación, y en consecuencia, producen gases que son emitidos a la atmósfera. El hecho de que un sistema constructivo demande más materiales que otro, se traduce en que este tiene un mayor impacto sobre la explotación del recurso primario, que consume más energía y que genera una mayor cantidad de emisiones, acciones que incrementan la huella de carbono del material y que, por lo tanto, hacen menos sostenible el sistema. La huella de carbono de los materiales será definida con mayor profundidad en el capítulo que trata este tema.

4.4. Emisiones atmosféricas

El componente de emisiones atmosféricas se aborda desde dos puntos de vista: 1) Emisiones contaminantes que tienen impacto directo sobre la calidad del aire y sobre la salud pública a nivel local, que se producen específicamente en la fase de construcción y 2) Emisiones de gases de efecto invernadero – GEI, que contribuyen al fenómeno del cambio climático global, que se producen a lo largo del ciclo de vida del proyecto constructivo.

No resulta simple diferenciar las emisiones contaminantes específicas que se relacionan con la construcción...

Con la documentación técnica analizada, no es posible cuantificar de manera puntual el impacto que genera la construcción en la calidad del aire, sea por la falta de iniciativas o por la poca importancia que se le otorga a estas fuentes, debido a sus cortos períodos de influencia directa. Sin embargo, analizando el sector constructivo desde una mirada más amplia, es posible asociar diferentes impactos de contaminación atmosférica que incluyen las actividades conexas que hacen parte del proceso constructivo, a saber:

- La fabricación de materiales de construcción, la cual es reportada como parte del inventario de emisiones de la industria manufacturera.
- El transporte de materiales hasta la obra y el transporte de residuos de construcción y demolición hasta los sitios de disposición, la cual es reportada como parte del inventario de emisiones del sector transporte.
- La operación de maquinaria en obra, la cual no aparece en los reportes.

sector de la construcción y las principales fuentes de contaminación de la calidad del aire del Valle de Aburrá, cuantificadas en emisiones de fuentes móviles y fuentes fijas.

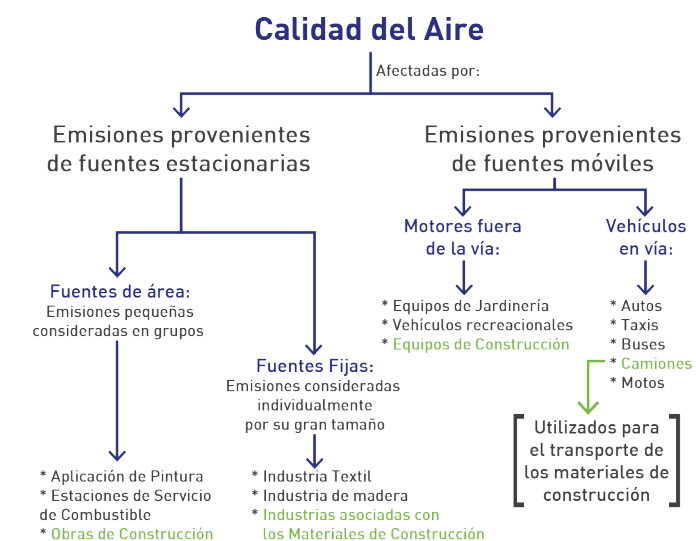


Figura 93. Clasificación de las principales emisiones que afectan la calidad del aire en el Valle de Aburrá. Fuente: Elaboración propia.

Una mayor demanda energética produce mayores emisiones atmosféricas, generando un mayor impacto en la calidad del aire a nivel local

Según el inventario de emisiones atmosféricas (2011, 2013), el parque automotor y el sector industrial del Valle de Aburrá consumieron 53.366 TJ de energía, proveniente de la quema de combustibles fósiles y biomasa. Como puede observarse en la tabla, las fuentes móviles con descargas a la atmósfera fueron las principales consumidoras de energía.

La gasolina y el diésel representan el 93% de la energía utilizada por los vehículos que se movilizan en el área metropolitana, consumiendo en menor medida el gas natural, el cual es aprovechado por el sector industrial como principal fuente primaria de energía (62%), seguida por el uso del carbón mineral.

| Fuente | Combustible | Energía (TJ/año) | Energía Total |
|-----------------|----------------|------------------|---------------|
| Fuentes Móviles | Gasolina | 17,878 | 36,203 |
| | Diesel | 15,985 | |
| | GMV | 2,340 | |
| Fuentes Fijas | Carbon Mineral | 4399 | 15407 |
| | Fuel Oil | 762 | |
| | Gas Natural | 9676 | |
| | Biomasa | 562 | |
| | Otros | 8 | |

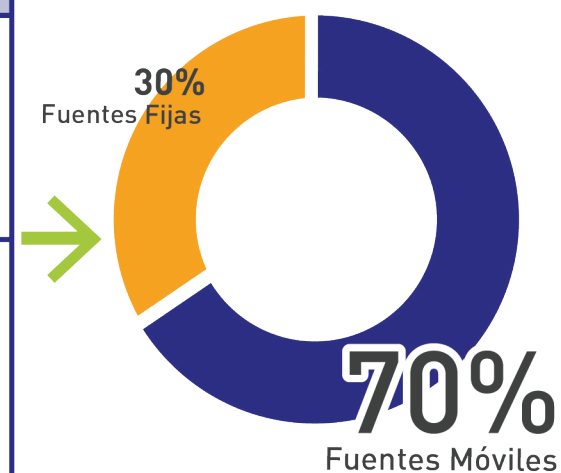


Figura 94. Demanda de energía de acuerdo con el tipo de fuente. Fuente: Adaptado del inventario de emisiones atmosféricas del Valle de Aburrá, año base 2011, 2013

El sector transporte constituye la principal fuente de emisiones contaminantes en el Valle de Aburrá...

Los contaminantes del aire se clasifican en criterio y no criterio, siendo los primeros aquellos que resultan perjudiciales para la salud de las personas. Los contaminantes criterio considerados para las emisiones generadas por fuentes fijas y móviles del Valle de Aburrá fueron cinco: monóxido de carbono (CO), óxidos de nitrógeno (NOx), óxidos de azufre (SOx), compuestos orgánicos volátiles (VOC) y material particulado 2,5 μm (PM2,5). De estos contaminantes, solo el CO representa el 78% del total de las emisiones que van a la atmósfera, lo cual indica que

los demás contaminantes procedentes de la industria o del parque automotor suman el 22% restante.

En cuanto a la distribución, el principal responsable de la emisión de contaminantes criterio, a excepción de los SOx, son las fuentes móviles, que contribuyen con el 98% de las emisiones de CO, 88% de las emisiones de NOx, 93% de las emisiones de VOC y 79% de las emisiones de PM2,5. Las fuentes fijas hacen su principal aporte a las emisiones de SOx, contribuyendo con el 89% de las emisiones de ese contaminante.

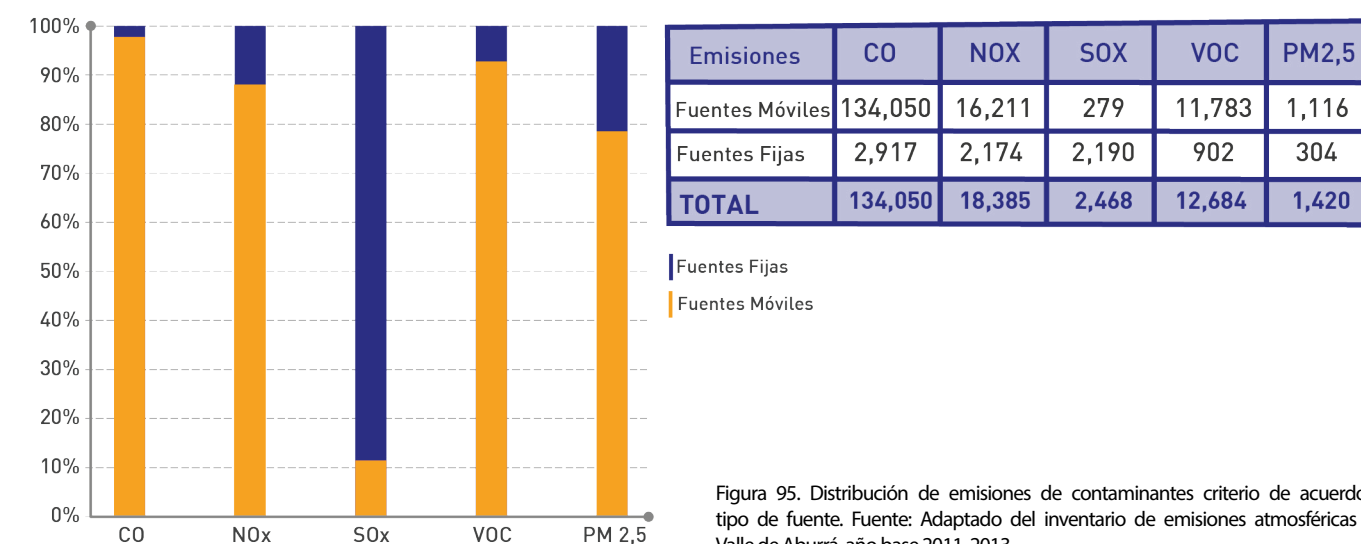


Figura 95. Distribución de emisiones de contaminantes criterio de acuerdo al tipo de fuente. Fuente: Adaptado del inventario de emisiones atmosféricas del Valle de Aburrá, año base 2011, 2013

...lo cual hace parte de los impactos ambientales relacionados con la actividad constructiva

El parque automotor del Valle de Aburrá cuenta con cerca de 1'075,000 vehículos, distribuidos fundamentalmente en cinco categorías: autos (42%), taxis (6%), motos (48%), buses (2%) y camiones (4%). La eficiencia energética, medida como el rendimiento de combustible, que presenta cada vehículo depende de su masa, forma y tamaño, así para un mismo volumen de combustible cada tipología de vehículo puede recorrer una distancia diferente y de esta manera generar mayores o menores emisiones a la atmosfera.

La demanda de energía vehicular desagregada por categoría, muestra que los camiones aunque constituyen solamente el 4% del parque automotor, representan la segunda categoría que demanda más energía, consumiendo el 22% del total. Además los camiones presentan un bajo rendimiento de combustible en relación con las demás categorías vehiculares, lo cual genera un mayor consumo de energía y a su vez mayores emisiones atmosféricas dependiendo del tipo de combustible utilizado.

Considerando la distribución de las emisiones por categorías vehiculares, los camiones hacen una importante contribución a la emisión de CO, NOX, VOC y PM2,5 aportando respectivamente el 40%, 40%, 22% y 45% de las emisiones de estos contaminantes.

| Combustible Utilizado | Recorrido (km) | | |
|-----------------------|----------------|---------------|------------------|
| | Motocicleta | Autos y Taxis | Buses y Camiones |
| 1 Galón de Gasolina | 170 | 40 | 14 |
| 1 Galón de Gasolina | -- | 41 | 20 |
| 1 Galón de Gasolina | -- | 11 | 6 |

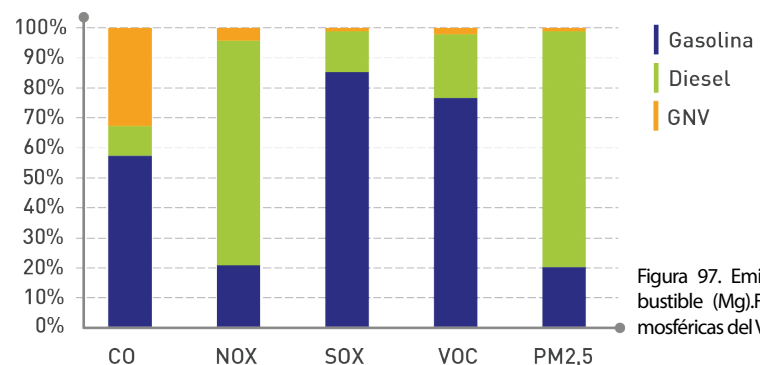


Figura 97. Emisión de contaminantes criterio por tipo de combustible (Mg). Fuente: Adaptado del inventario de emisiones atmosféricas del Valle de Aburrá, año base 2013.

| Categoría | CO | NOX | SOX | VOC | PM2,5 |
|-----------------|----------------|---------------|------------|---------------|--------------|
| Autos | 53.202 | 2.819 | 156 | 2.172 | 36 |
| Taxis | 3.085 | 624 | 58 | 110 | 7 |
| Buses | 13.402 | 4.209 | 17 | 1.187 | 123 |
| Camiones | 47.510 | 8.256 | 31 | 3.501 | 751 |
| Motos | 16.851 | 302 | 27 | 4.812 | 200 |
| TOTAL | 134.050 | 16.211 | 279 | 11.783 | 1.116 |

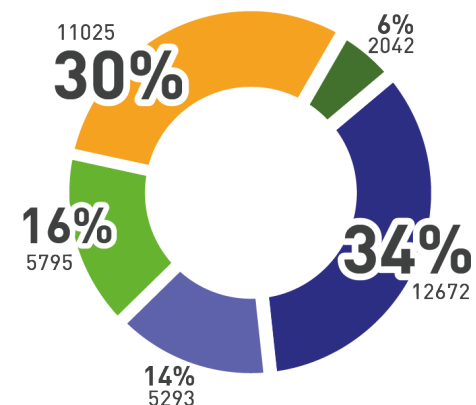


Figura 96. Eficiencia y demanda de energía por categoría vehicular. Fuente: Adaptado del inventario de emisiones atmosféricas del Valle de Aburrá, año base 2013.

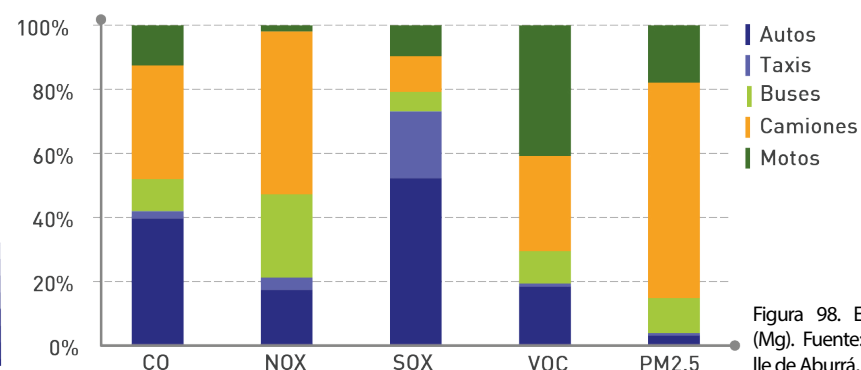


Figura 98. Emisión de contaminantes criterio por categoría vehicular (Mg). Fuente: Adaptado del inventario de emisiones atmosféricas del Valle de Aburrá, año base 2013

Aunque el transporte pesado (camiones y volquetas) constituye solo el 4% del parque automotor del Valle de Aburrá, consume un 22% de la energía demandada por el sector transporte, emite el 45% del material particulado respirable y cerca 40% de los óxidos de nitrógeno que producen las fuentes móviles y contribuye con el 22% de las emisiones de GEL.

Las industrias asociadas a los materiales de construcción tienen una contribución menor respecto a la emisión de sustancias contaminantes

Según el expediente del Archivo Ambiental del AMVA, en el Valle de Aburrá existen más de 300 empresas que son susceptibles de generar descargas a la atmósfera. En el inventario de emisiones de 2011, estas industrias son clasificadas en doce sectores de acuerdo con su actividad productiva, sin embargo, para el caso de estudio se consideraron cuatro sectores que, por su nivel de importancia, presentaron una relación directa con el sector de la construcción.

| Actividad productiva | Descripción |
|----------------------|---|
| CVL | Cerámicos y Vítreos; ladrilleras, alfareras, tejares e industrias de cerámica. |
| MMC | Metalmecánico; fundición y manejo de metales, hierro, metales no ferrosos, producción de maquinaria eléctrica y no eléctrica. |
| ASF | Derivados del petróleo; producción y procesamiento asfaltos y emulsiones asfálticas, explotación y tratamiento de triturados. |
| MAD | Aserriós, depósitos de maderas, e industrias que trabajan la madera. |

Tabla 13. Actividades productivas con descargas atmosféricas asociadas al sector de la construcción en el Valle de Aburrá. Fuente: Adaptado del inventario de emisiones atmosféricas del Valle de Aburrá, año base 2011.

Estos cuatro sectores asociados a la actividad constructiva equivalen al 30% de las industrias del Valle de Aburrá y contribuyen con el 35% de las fuentes de emisión del área metropolitana. Las industrias de cerámicos y vítreos son las que aportan las mayores emisiones de contaminantes criterio y de gases de efecto invernadero con respecto a los demás sectores productivos.

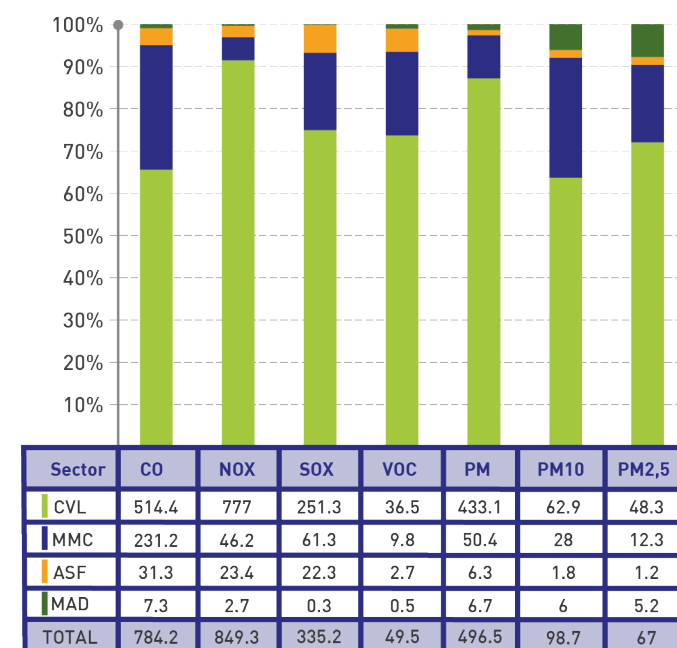


Figura 99. Datos y distribución porcentual de emisiones de contaminantes criterio por actividad productiva (Mg). Fuente: Elaboración propia con datos del inventario de emisiones atmosféricas del Valle de Aburrá, año base 2011.

La determinación de emisiones de GEI relacionadas con la construcción también es compleja...

Como se mencionó anteriormente, una de las prioridades para la construcción sostenible es su contribución a la mitigación del cambio climático mediante la disminución de las emisiones de gases de efecto invernadero en el ciclo de vida de los proyectos:

- Emisiones de GEI derivadas del ciclo de vida de los materiales.
- Emisiones derivadas de la actividad constructiva: transporte de materiales, gestión de residuos de demolición y construcción, uso de maquinaria.
- Emisiones derivadas del consumo de recursos y el uso de servicios durante la vida útil de los proyectos: consumo de energía (eléctrica principalmente), suministro de agua, recolección, tratamiento y disposición de aguas residuales y de residuos sólidos urbanos.

| Sector | Subsector | % |
|------------------|--|-------------|
| Energía | Transporte | 12,1 |
| | Industrias de la energía | 8,5 |
| | Industria manufacturera y de la construcción | 7,3 |
| Ganadería | Fermentación entérica (ganado vacuno) | 18,5 |
| Suelos agrícolas | Suelos agrícolas | 18,1 |
| Usos del suelo | Emisión de CO2 del suelo | 4,1 |
| | Conversión de bosques | 9,2 |
| Residuos sólidos | | 5,0 |
| SUMA | | 79,8 |

Tabla 14. Contribución porcentual de GEI para los sectores más representativos en Colombia. Fuente: IDEAM: 2009

Con respecto a las emisiones totales provenientes de las fuentes fijas, las industrias asociadas a la construcción aportan el 27%, 39%, 15%, 5% y 22% de las emisiones de CO, NOx, SOx, VOC y PM2,5 respectivamente. Al comparar estos valores con las emisiones que presentan los camiones para fuentes móviles, se tiene que el sector industrial presenta un aporte menor en la calidad del aire local del área metropolitana.

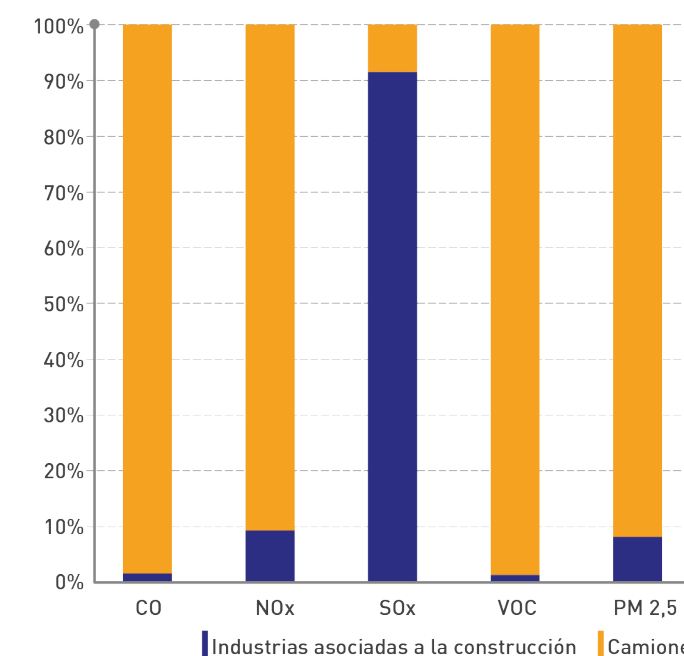


Figura 100. Emisiones relacionadas con el sector de la construcción para fuentes fijas y móviles. Fuente: Adaptado de inventario de emisiones atmosféricas del Valle de Aburrá, año base 2011.

A nivel nacional, el inventario de emisiones de gases de efecto invernadero (IDEAM, 2009), demuestra que las fuentes principales de emisión están relacionadas con la producción agrícola (18,1%), pecuaria (18,5%), la pérdida de coberturas vegetales naturales por transformación de usos del suelo (13,3%) y el transporte (12,1%). Dado que

la matriz de generación de energía eléctrica en Colombia es predominantemente hidroeléctrica y este tipo de fuente presenta bajos factores de emisión que al sumarse dejan a este sector en el quinto lugar (8,5%). El inventario no hace diferenciación entre la industria manufacturera y la industria de la construcción y le atribuye un 7,5% en conjunto.

El sector transporte también es el principal responsable de las emisiones directas de GEI en el Valle de Aburrá, pero la incidencia del transporte pesado es menor...

Dado que el Valle de Aburrá concentra el 90% de su productividad económica en la industria, los servicios y el comercio, es decir, actividades no agropecuarias, la composición porcentual de sus emisiones de GEI es diferente a la composición porcentual de nivel nacional.

| Emisiones | CO2 | CH4 | N2O |
|-----------------|------------------|--------------|-----------|
| Fuentes Móviles | 2.587.977 | 8.874 | 53 |
| Fuentes Fijas | 900.698 | 53 | 13 |
| TOTAL | 3.488.655 | 8.926 | 66 |

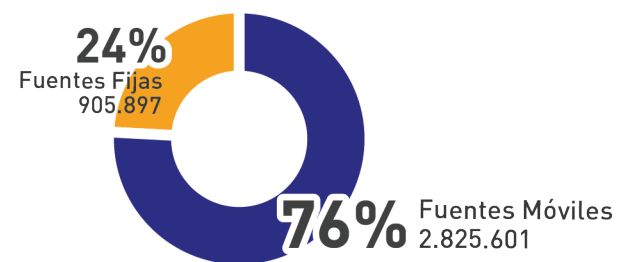
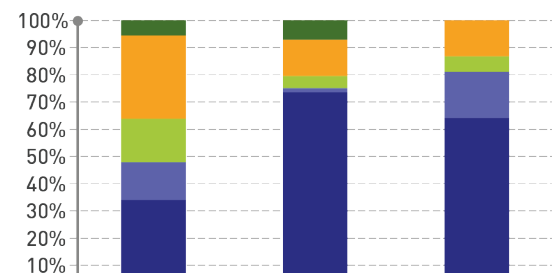


Figura 101. Emisiones de gases de efecto invernadero de acuerdo con el tipo de fuente (ton). Fuente: Elaboración propia con datos del inventario de emisiones atmosféricas del Valle de Aburrá, año base 2011, 2013



| Categoría | CO2 | CH4 | N2O |
|-----------------|------------------|--------------|-----------|
| Autos | 878.845 | 6.530 | 34 |
| Taxis | 359.615 | 132 | 9 |
| Buses | 414.266 | 400 | 3 |
| Camiones | 791.409 | 1.182 | 7 |
| Motos 2T | 143.822 | 630 | 0 |
| TOTAL | 2.587.957 | 8.874 | 53 |

Figura 102. Emisión de gases de efecto invernadero por categoría vehicular (Mg) Fuente: Adaptado del inventario de emisiones atmosféricas del Valle de Aburrá, año base 2011, 2013.

El Área Metropolitana del Valle de Aburrá en convenio con la Universidad Pontificia Bolivariana elabora periódicamente un inventario de emisiones directas GEI a partir de fuentes fijas (industria) y fuentes móviles (transporte). Considerando el in-

ventario del año 2011 y 2013, se reporta una emisión directa de 3'834.264 toneladas de CO2-eq. Donde las fuentes móviles son quienes generan la mayor parte de las emisiones de GEI producidas en el Valle de Aburrá

La industria relacionada con la producción de materiales para la construcción hace una baja contribución a las emisiones directas de GEI dentro del Valle de Aburrá...

La actividad productiva del sector de la construcción aporta solo el 6% de las emisiones de GEI generadas en el área metropolitana.

| Sector | CO2 | CH4 | N2O |
|--------------------------|----------------|------|------|
| CVL | 178.191 | 5,47 | 1,45 |
| MMC | 30.245 | 3,42 | 0,52 |
| ASF | 26.086 | 0,79 | 0,44 |
| MAD | 2.468 | 0,25 | 0,16 |
| Total | 236.990 | 10 | 3 |
| Total de CO2 - eq | 238.134 | | |

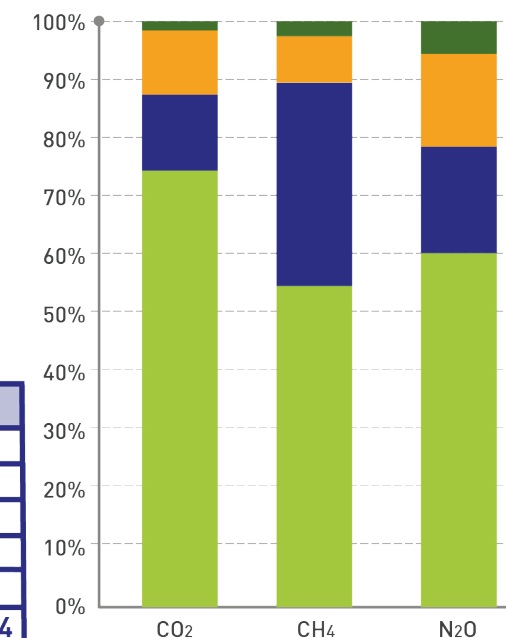


Figura 103. Distribución de las emisiones de gases de efecto invernadero por actividad productiva (Mg). Fuente: Elaboración propia con datos del inventario de emisiones atmosféricas del Valle de Aburrá, año base 2011.

...Pero, con un enfoque de ciclo de vida, la huella de carbono de los materiales de construcción es elevada

El inventario de emisiones directas de GEI que se realiza actualmente no tiene en cuenta las emisiones de las actividades extractivas en general y también excluye las emisiones de la industria manufacturera relacionada con la producción de materiales de construcción cuando esta tiene lugar por fuera del Valle de Aburrá. Cuando se hace un análisis de este tema bajo un enfoque de ciclo de vida, la contribución de los materiales de construcción a las emisiones de GEI es muy significativa.

Al aplicar estos factores de emisión a los datos sobre metros cuadrados construidos por tipo de sistema en el Valle de Aburrá e intensidad de materiales por tipo de sistema constructivo a nivel nacional, se tiene que la emisión de GEI asociada al ciclo de vida de los materiales de construcción asciende a 1'200.000 ton CO2-eq./año.

| Material | Emisión de CO2 Total [ton CO2/ton] |
|-----------------------|------------------------------------|
| PVC | 7,659 |
| Guadua | 0,107 |
| Agregados gruesos | 0,01 |
| Agregados finos | 0,021 |
| Base | 0,013 |
| Sub-base | 0,011 |
| Arena de río | 0,01 |
| Ladrillo-Teja Arcilla | 0,243 |
| Baldosas - Azulejos | 0,83 |
| Acero | 2,705 |
| Cobre | 8,622 |
| Cal | 0,798 |
| Cemento vía húmeda | 1,185 |
| Cemento vía seca | 1,096 |
| Yeso estuco químico | 0,203 |
| Yeso estuco | 0,205 |
| Pinturas | 0,408 |
| Maderas | - |
| Teja Fibrocemento | 0,052 |
| Vidrio Plano | 1,859 |
| Adición K -ecológica | 0,125 |
| Ecocemento | 0,211 |
| Bloque Ecológicos | 0,085 |
| Ladrillos Ecológicos | 0,056 |
| Agregados reciclados | 0,001 |
| Aluminio | 1,6 |

Tabla 15. Factores de emisión de GEI de los materiales de construcción empleados en Colombia Fuente: PNUD, UPME, Ecoingeniería (2012)

Las emisiones de GEI derivadas de las actividades constructivas no han sido calculadas para el Valle de Aburrá

El transporte de materiales de construcción, la disposición de residuos de construcción y demolición, así como la operación de maquinaria en la actividad constructiva son actividades que generan emisiones de GEI. Las dos primeras están relacionadas con el transporte, pero no es posible tener el valor específico del transporte en la construcción a partir del inventario de emisiones realizado por el AMVA y la UPB. Por su parte, las emisiones generadas por la operación de maquinaria no están incluidas en el inventario. Por lo tanto, el valor de emisiones directas de GEI por actividades constructivas no se conoce, se requiere la realización de estudios específicos para determinarlas.

El consumo anual de energía eléctrica en el Valle de Aburrá equivale a menos de la mitad de las emisiones de CO2 eq/año derivadas del ciclo de vida de los materiales de construcción...

El sistema interconectado de energía eléctrica a nivel nacional se basa principalmente en generación hidroeléctrica, una fuente de energía renovable con bajo factor de emisión. No obstante, también hay una importante proporción de generación termoeléctrica. El factor de emisión de cada kwh de energía eléctrica consumida en el país varía anualmente en función de varios factores, entre ellos la capacidad de generación hidroeléctrica en función de las precipitaciones, el valor promedio es de 116 g CO2-eq/kwh. Al aplicar este factor de emisión al consumo facturado de energía eléctrica en el Valle de Aburrá reportado en el capítulo sobre energía del presente documento técnico, se tiene un valor de 485.000 ton CO2-eq / año, menos de la mitad de las emisiones derivadas del ciclo de vida de los materiales de construcción usados

anualmente. Sin embargo, estas últimas tienen impacto una sola vez, mientras que las emisiones derivadas del consumo de energía eléctrica se prolongan a lo largo de la vida útil de las edificaciones. Por lo tanto, ambas fuentes de emisión son importantes para la sostenibilidad de la construcción.

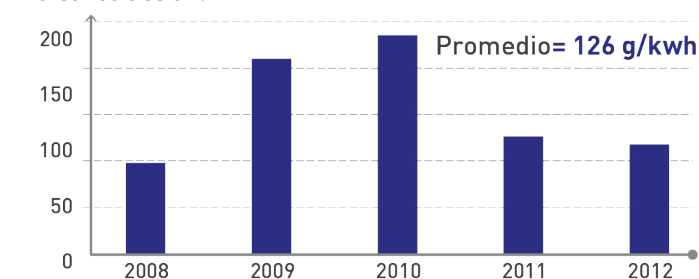


Figura 103. Factores de emisión del consumo de energía eléctrica del sistema nacional interconectado. Fuente: UPME (2010)

El suministro de agua potable, así como la generación de aguas residuales producen emisiones indirectas de GEI, pero sus valores no han sido calculados para el Valle de Aburrá

Los sistemas de suministro de agua potable, así como los sistemas de recolección, tratamiento y disposición de aguas residuales consumen energía eléctrica y productos químicos y generan residuos orgánicos en forma de lodos y biosólidos, todo lo cual genera emisiones directas e indirectas de GEI, que hacen parte del ciclo de vida de las edificaciones. El inventario nacional de emisiones de GEI reporta un factor de emisión para aguas residuales, el cual se emplea en el presente documento para calcular las emisiones directas por vertimientos. El valor de las

La gestión inadecuada de los residuos sólidos urbanos es una de las fuentes más importante de emisiones de GEI en el Valle de Aburrá

Debido al bajo nivel de separación de residuos en la fuente, la descomposición de la fracción orgánica en condiciones anaeróbicas, el desaprovechamiento de un porcentaje importante de los residuos reciclables y la disposición final a 30 km de distancia; la gestión inadecuada de los residuos sólidos urbanos podría ser una de las fuentes más importantes de emisiones de GEI en el Valle de Aburrá. A pesar de que no se han realizado cálculos precisos y se requieren estudios para ello, existe información sobre el aporte de diferentes categorías a las emisiones de GEI del sector Residuos.

Actualmente el relleno sanitario de "La Pradera" cuenta con un sistema de combustión de biogás que posibilita la mitigación parcial de estas emisiones. No obstante, la gestión

emisiones indirectas derivadas de la operación de tratamiento y eliminación de las aguas residuales se estima de cerca 20.660 ton CO₂-eq para el año 2011 (AMVA, Convenio 298, 2013).

Nuevamente es importante aclarar que estas emisiones se prolongan a lo largo de la fase de operación de las edificaciones. Todos los esfuerzos orientados a la gestión sostenible del agua en la construcción redundan en una disminución de las emisiones de GEI en el sector.

integral de los residuos sólidos debe ser considerada una prioridad para la disminución de impactos ambientales durante la fase de operación de los proyectos constructivos

| Categoría | CO ₂ -eq (Gg) |
|---|--------------------------|
| Disposición de residuos sólidos | 22,3 |
| Tratamiento biológico de los residuos Sólidos | 0,09 |
| Incineración abierta de residuos | 1,5 |

Tabla 16. Emisiones del sector Residuos en CO₂ equivalentes para el año 2011. Fuente: AMVA, 2013.

De acuerdo con las estimaciones presentadas en este documento la emisión de GEI relacionada con el ciclo de vida de las edificaciones supera la emisión del sector transporte y del sector industrial en el Valle de Aburrá

Aunque se requieren estudios para determinar valores precisos, la estimación de emisiones relacionadas con el ciclo de vida de la construcción: materiales y servicios (energía eléctrica, aguas residuales y residuos sólidos), supera el valor de las emisiones directas del sector transporte y el sector industrial. Esto ocurre incluso sin contar aún con factores de emisión que permitan estimar las emisiones derivadas de las actividades constructivas y del suministro de agua potable, tampoco se consideran las emisiones derivadas del uso de gas natural.

Estos cálculos preliminares confirman las evidencias en el sentido de que la gestión del ciclo de vida de la construcción constituye una prioridad para la sostenibilidad global. Sin embargo, el enfoque globalizado del presente documento establece diferencias importantes en cuanto a las características de dicha prioridad a nivel local. A diferencia de lo que puede ocurrir en otras regiones y otras economías, para el Valle de Aburrá el consumo de energía eléctrica no constituye el principal factor de emisión de GEI en las edificaciones, primero habría que considerar la gestión de residuos sólidos urbanos y en segundo lugar los materiales de construcción, debido a su intensidad de uso en los diferentes sistemas constructivos.

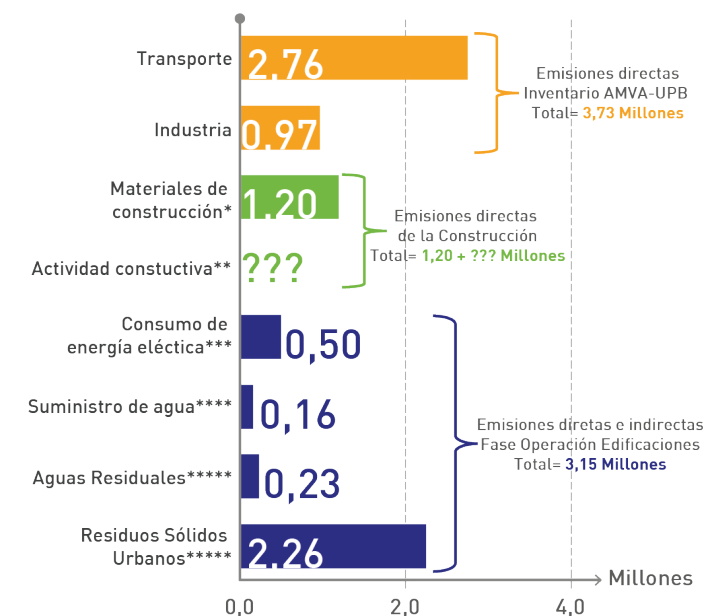


Figura 104. Estimación de emisiones de GEI en el Valle de Aburrá.

Emisiones directas desde el sector transporte y el sector industrial. (Inventario de Emisiones AMVA – UPB)
 *Aplicación de factores de emisión de los materiales de construcción (UPME, PNUD, Ecoingeniería, 2012)
 **Valor desconocido, factores de emisión sin determinar para Colombia
 ***Factores de emisión (UPME, 2013)
 ****Factores de emisión genéricos. Sin determinar para Colombia
 *****Factores de emisión Inventario Nacional de Emisiones (IDEAM, 2009). Para los residuos sólidos solamente se aplican factores a la fracción orgánica, no se contabilizan factores de emisión derivados del transporte, ni factores derivados del no aprovechamiento de residuos reciclables

4.5. Generación de residuos sólidos

Para interés de la construcción sostenible, resulta necesario dividir los residuos sólidos que se generan en el Área Metropolitana en dos categorías que permitan visualizar los impactos producidos desde el sector de la construcción y el metabolismo urbano.

Clasificación de los Residuos Sólidos generados en el Área Metropolitana

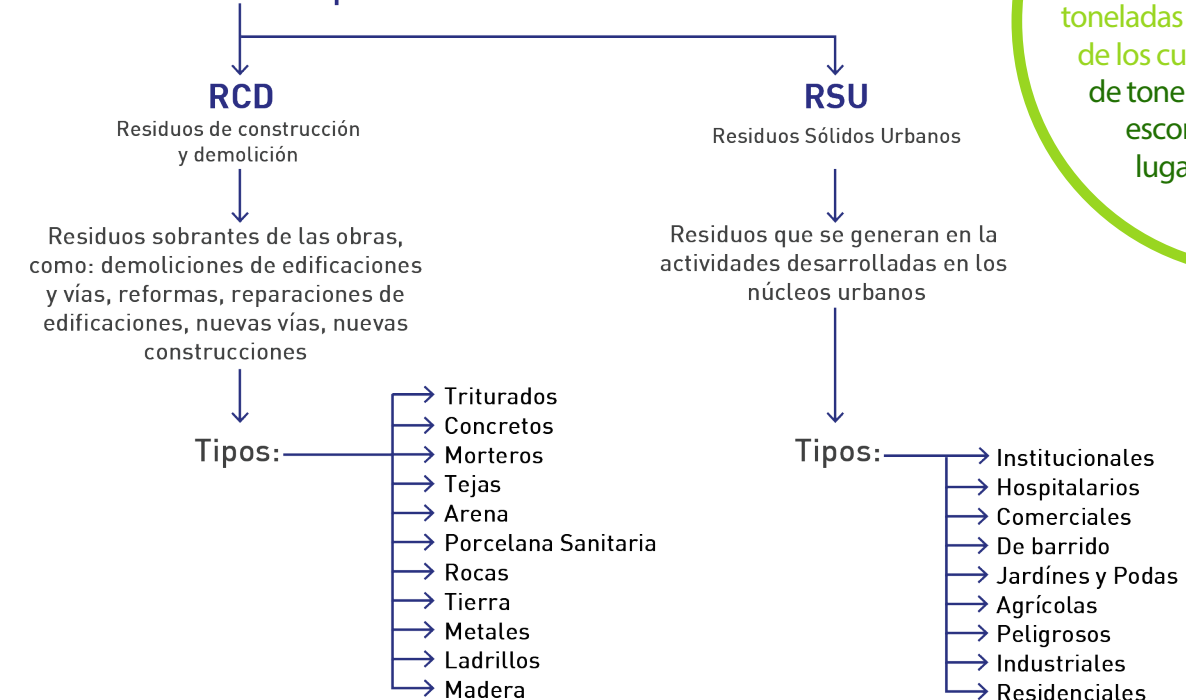


Figura 105. Los residuos sólidos en el área metropolitana del Valle de Aburrá. Fuente PGIRS Regional (2006)

En el Área Metropolitana del Valle de Aburrá (AMVA) se arrojan en promedio 2'600.000 toneladas anuales de escombros, de los cuales más de un millón de toneladas se disponen en escombreras ilegales o lugares clandestinos.

Los RSUs tienen un mayor impacto sobre la percepción que las personas tienen a cerca de los residuos. Pero, la mayor parte de los residuos que se generan diariamente en el Área Metropolitana del Valle de Aburrá son los RCDs

Según el PGIRS, en el área metropolitana se generan cerca de 72.904 toneladas de residuos sólidos cada mes, de los cuales 4.664 toneladas de RCD son reportados por las empresas de servicios públicos domiciliarios. Sin embargo, considerando que un alto porcentaje de los RCD, a diferencia de los RSU, se disponen de manera clandestina a lo largo del Valle de Aburrá, el valor estimado para el año 2005 con base en indicadores de m3/m2 de generación de escombros, fue de 8.790 ton/día. Así la cantidad de residuos producidos diariamente en el área metropolitana totaliza 11.066 toneladas, donde solo 2.275 toneladas son RSU.

Los municipios de Bello y Medellín generan la mayor parte de los RCDs que se producen en el área metropolitana, debido al crecimiento constructivo que presentan. Se estima que por cada metro cuadrado construido se generan 1,35 m3 de residuos de construcción, de los cuales entre el 50 y el 70 % se pueden reciclar, y en un elevado porcentaje, comercializar (Bocanumenth, 2004).



Figura 106. Caracterización de residuos sólidos en el Valle de Aburrá. Fuente: elaboración propia a partir de datos tomados del PGIRS regional 2006

A partir de los siguientes datos, en el PGIRS se calcula la producción de escombros generados por los sectores de la construcción:

- Densidad aproximada de los escombros: 1.4 ton/m3
- Producción de escombros en un Edificio comercial: 2.5 m3/10 m2 Construido
- Producción de escombros en un Edificio Unifamiliar: 3.5 m3/10 m2 Construido
- Producción de escombros en un Edificio Multifamiliar: 5.0 m3/10 m2 Construido.

| SECTOR | Generación* (Anual) | Tipo I ** | Tipo II*** | UN |
|-------------------------|---------------------|------------------|----------------|------------|
| Construcción Nueva | 1.773.896 | 1.188.039 | 545.856 | m3 |
| | 2.340.759 | 1.603.853 | 736.906 | Ton |
| Reformas y Adecuaciones | 127.013 | 86.775 | 40.238 | m3 |
| | 203.220 | 138.840 | 64.380 | Ton |
| Obras Públicas | 85.886 | 58.677 | 27.209 | m3 |
| | 115.946 | 72.214 | 36.732 | Ton |
| Total m3 | 1.986.795 | 1.333.491 | 613.303 | m3 |
| Total Ton | 2.659.925 | 1.814.907 | 838.018 | Ton |

Tabla 16. Producción de escombros por sector de la construcción. Fuente: Adaptado del PGIRS diagnóstico 2006.

*RCD: Residuo de la construcción y demolición
 **Nivel I: Residuos correspondientes a tejas, ladrillos, baldosas y cerámicos (Arcilla)
 ***Nivel II: Residuos correspondientes a Hormigón (y derivados), mortero, bloques de concreto

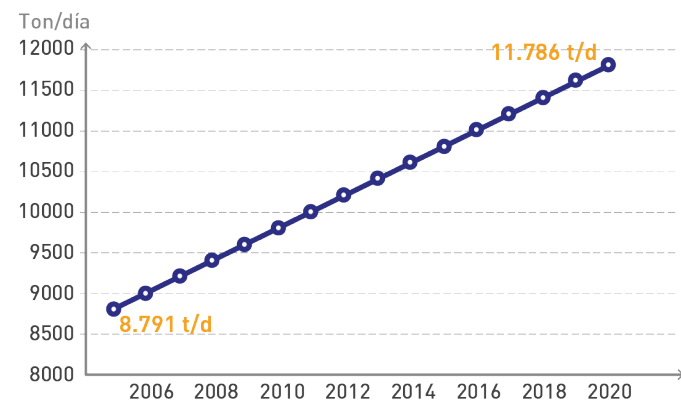


Figura 107. Proyección de la generación de RCDs en el Área Metropolitana del Valle de Aburrá. Fuente: Elaboración propia con datos del PGIRS Regional 2006.

De acuerdo con estos datos, se calcularon en el PGIRS una generación de 8.790 ton/día en el 2005 y de 11.786 ton/día para el año 2.020.

¿Cuál es la situación en el mundo?

Los datos disponibles para evaluar el desperdicio en las construcciones en el mundo, tomando como base investigaciones realizadas entre 1989 y 2003, indican que:

- El desperdicio en la construcción corresponde a 20%, en masa, como mínimo, de todos los materiales utilizados en una obra. Valores de 10 a 15% son obtenidos en países europeos;
- La pérdida económica es del 10% del costo total de la obra, es decir, por cada 10 pisos de un predio, uno es desperdiciado.

La disposición final legal de RCDS se estima en menos del 50%, mientras el porcentaje de aprovechamiento es poco significativo

Según la documentación analizada, todos los municipios que conforman el Área Metropolitana del Valle de Aburrá presentan problemas relacionadas con la descarga ilegal de escombros en zonas de retiros de quebradas y ríos, problemáticas que se hacen más evidentes en unos municipios más que en otros, y que ocasionan innumerables impactos erosivos y de contaminación sobre los recursos naturales y el ambiente.

En el municipio de Bello, por ejemplo, se generan el 71% de las explotaciones de areneras, el 19% de las explotaciones de canteras y el 5% de las explotaciones aluviales del Valle de Aburrá, por lo que la alta disposición ilegal de escombros presenta una alteración en la calidad de las gravas y arenas que allí se extraen.

Algunos efectos negativos asociados a las escombreras:

- Aporte de sedimentos a las fuentes de agua provenientes del material descubierto mientras se constituyen las plataformas.
- Posibilidad de procesos de inestabilidad en los terraplenes y taludes constituidos.
- Cambios en la dinámica natural de los drenajes superficiales y sub-superficiales.
- Emisión de material particulado a la atmósfera

- en el sitio del lleno y a lo largo del recorrido de las volquetas que transporten los escombros.
- Emisión de ruido en el sitio del lleno y a lo largo del recorrido de las volquetas que transportan los escombros, afectando a las viviendas del sector.
- Emisiones de contaminantes como productos de la quema de combustibles
- Afectación temporal del paisaje natural, mientras se realiza el lleno y se adecúa el terreno.
- Obstrucción del espacio público, sobre todo por la circulación de volquetas que transportan escombros.
- Riesgo de accidentalidad, por la circulación de volquetas que transportan escombros.

La elevada cantidad de escombros generados en el Área Metropolitana, generan algunos cuestionamientos:

- ¿Cuánto cuesta acopiar, cargar, transportar y disponer estos residuos? La disposición certificada del escombro tiene un valor aproximado de \$ 25.000/m³.
- ¿Cuánto dinero se invierte en recoger los residuos de las estaciones de transferencia para mantener limpia la ciudad?
- ¿Cuánto invierten las administraciones municipales o la autoridad ambiental competente, por limpiar los sitios en donde se depositan ilegalmente los escombros?
- Considerando el impacto ambiental de estos subproductos, ¿Se generan con el viento nubes de polvo que causan problemas crónicos de salud a los pobladores aledaños?, ¿cómo se mide este efecto?, ¿cómo se cuantifica su impacto en necesidades de servicios de salud, erradicación de roedores, etc.?



Figura 108. Disposición de RCDs en el Área Metropolitana del Valle de Aburrá. Fuente: Elaboración propia

¿Qué se está haciendo a nivel metropolitano para el aprovechamiento de los RCDs?

La única iniciativa la presenta el municipio de Medellín con el decreto No. 1609 de 2013, por medio del cual se reglamenta el acuerdo municipal 062 de 2009 que establece una política pública para la gestión de escombros en la ciudad de Medellín. En el artículo 17, se establece que las edificaciones públicas o privadas, realizadas al interior de la ciudad deberán incluir un 5% del total de metros cuadrados del proyecto, en elementos reciclados provenientes de los CATAE (Centro de acopio temporal y de aprovechamiento integral de escombros), CAE (Centro de aprovechamiento de escombros) y los generados por las etapas constructivas y de desmantelamiento. Sin embargo, ni en la ciudad

de Medellín ni en el Área Metropolitana se cuenta con CATAE y CAE, lo cual dificulta la implementación de este decreto en un corto plazo.

Es claro que abordar la solución de un problema de tal magnitud exige definir una propuesta que reconozca la realidad y proyecte en el tiempo sus consecuencias, que evalúe y cuantifique los volúmenes y diversidades de materiales presentes en los residuos, que establezca la viabilidad técnica y económica de la separación de los distintos componentes o la homogenización del todo, con miras a formular aplicaciones específicas rentables.

El 86% de los residuos sólidos urbanos generados en el Área Metropolitana son de origen residencial, y de acuerdo a su composición, la mayor parte de los RSU son de material orgánico...

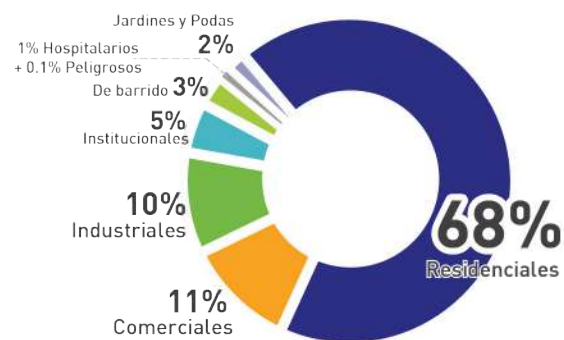


Figura 109. Generación de residuos sólidos urbanos en el Área Metropolitana del Valle de Aburrá. Fuente: Elaboración propia con datos del PGIRS regional 2006.

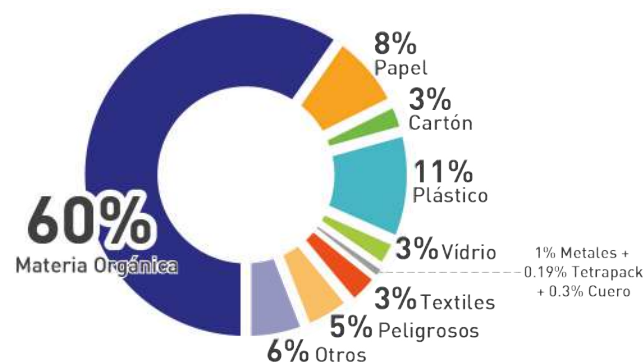
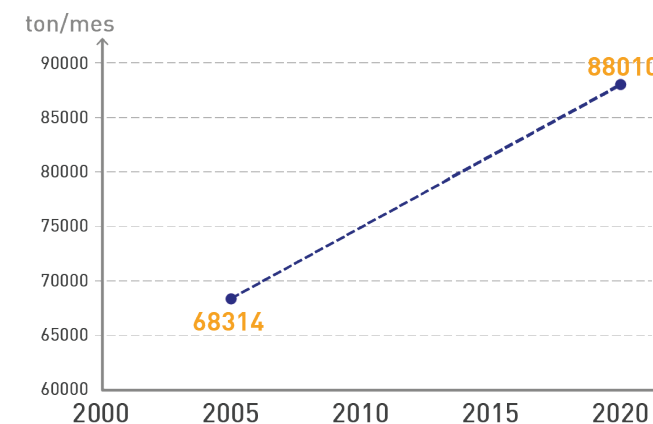


Figura 110. Composición de los residuos sólidos generados en el Área Metropolitana del Valle de Aburrá. Fuente: elaboración propia con datos de PGIRS Regional 2006.



Las proyecciones de generación de residuos sólidos en el Valle de Aburrá, sin considerar los escombros, arrojan un total estimado de 68.315 ton/mes para el año 2005, y de mantenerse la tendencia, en el 2020, se generarían 88.010 ton/mes. Considerando que la vigencia del PGIRS va hasta el año 2020, es posible aproximar desde el siguiente gráfico una producción actual de residuos sólidos cerca a las 80.000 toneladas mensuales.

Figura 111. Generación y Proyección de los RSU en el Área Metropolitana del Valle de Aburrá. Fuente: Elaboración propia con datos del PGIRS Regional 2006.

Aunque los RSU presentan un alto potencial de aprovechamiento, la gestión que se les da en el Área Metropolitana es inadecuada, ocasionando que más del 80% de los residuos sólidos generados por la población urbana durante la fase operacional de las edificaciones, sean dispuestos en el relleno sanitario La Pradera...

Solo 9.121 ton/mes, es decir, el 14% de los RSU generados en el Área Metropolitana son aprovechados o reincorporados a los ciclos productivos respectivos, a partir del trabajo que realizan los recicladores informales y algunas empresas y cooperativas de la región.

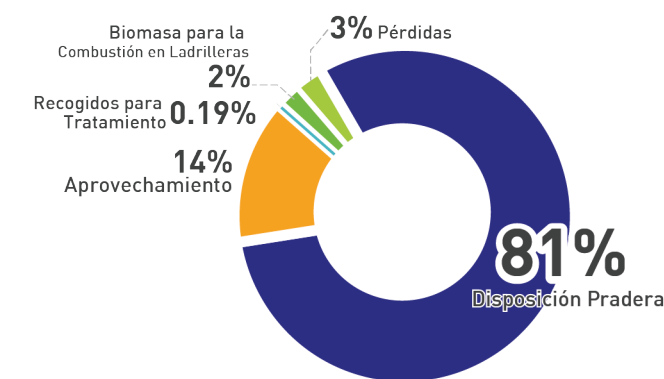


Figura 112. Flujo total de residuos en el Valle de Aburrá. Fuente: Elaboración propia con datos del PGIRS Regional 2006.

...generando impactos negativos no solo a nivel ambiental sino también social y económico.

Los principales impactos generados por las actividades de recolección y transporte de los residuos sólidos en el ambiente construido, **son por el ruido, la generación de olores ofensivos relacionados con el derrame de lixiviados, y las emisiones atmosféricas** generadas por el normal funcionamiento de 202 vehículos recolectores en el Valle de Aburrá.

Aparte de los impactos que genera la creación de un relleno sanitario al ambiente natural en su conjunto, la mayor problemática asociada a la operación de estos espacios radica en el alto porcentaje de materia orgánica que allí se almacena, ya que su proceso de descomposición produce lixiviados que arrastran los productos tóxicos presentes en los residuos, y contaminan las aguas subterráneas, que en ocasiones se utilizan para consumo humano y riego; al mismo tiempo se liberan al aire importantes cantidades de

Aunque las alcaldías municipales intentan generar conciencia y capacitar a la población para generar una correcta separación de sus residuos sólidos desde la fuente, esto no se ha logrado...

La separación en la fuente, que depende de las actitudes proambientales del ciudadano, es el principal paso para garantizar que los residuos sólidos no terminen en el relleno sanitario y puedan ser aprovechados y reciclados, sin embargo existen dos problemáticas asociadas al mal funcionamiento de estas actividades.

gases metano, CO₂ (gases de efecto invernadero) o gases tóxicos como el benceno o el tricloroetileno, además cuando ocurren incendios accidentales se lanzan al ambiente productos clorados como las dioxinas, sustancias declaradas como cancerígenas por la Organización Mundial de la Salud (OMS), entre otros, todos capaces de provocar efectos graves en la salud de la población.

Por otro lado, disponer el 80% de los residuos sólidos producidos por la población metropolitana en el relleno sanitario La Pradera, genera pérdidas económicas al desperdiciar el potencial de reúso y aprovechamiento de estas materias, además de los elevados costos operacionales requeridos para transportar diariamente los residuos desde cada uno de los municipios hasta Donmatías donde está localizado el relleno sanitario.

El problema **más notable** ha sido la **carencia en temas de educación de la población urbana**, que promuevan conductas ambientales y le permitan realizar una adecuada separación en la fuente, además de la **falta de compromiso de las empresas prestadoras de servicio de aseo, para recolectar los residuos sólidos separados.**

El problema **menos evidente** pero fundamental, es el **desconocimiento existente desde el diseño arquitectónico de las edificaciones, que no incluyen los espacios adecuados que le permitan gestionar los residuos sólidos a los usuarios**

La gestión de los residuos sólidos domiciliarios tiene una estrecha relación con los espacios que se diseñan y construyen como soluciones habitacionales, ya que la tasa de recuperación cuando se separan en la fuente no depende únicamente de la separación en la vivienda, sino del ciclo que se determine para los residuos en espacios para su almacenamiento, conservando siempre la separación.

4.6. Dependencia ecológica del Valle de Aburrá

Las ciudades tienen un alto nivel de dependencia ecológica respecto a otras regiones. Reducir este nivel de dependencia es uno de los objetivos de la sostenibilidad urbana...

La intensidad del metabolismo urbano en términos de demanda de recursos y generación de impactos excede la capacidad de su propio territorio, esto hace que las ciudades tengan una relación de dependencia ecológica respecto a las regiones rurales y sistemas naturales, que producen sus recursos o que se convierten en receptores de sus impactos, por lo tanto uno de los principales objetivos de la sostenibilidad urbana, consiste en disminuir el grado de dicha dependencia. Su indicador es la huella ecológica, generalmente expresada en ha/habitante, o planetoide personal (PP) que sería su valor per cápita.

Aunque actualmente existen diversos métodos de cálculo, a partir del análisis de los recursos que una persona

consume y de los residuos que produce, la cuantificación de este tipo de indicador para el desarrollo de la línea base de la política pública resulta bastante complejo. Por tal motivo, se considera pertinente adoptar los cálculos realizados por Agudelo (2010), cuyo texto proporciona valores del planetoide personal y de la huella ecológica, además de una serie de sub-indicadores que el autor obtiene a partir de ellos, como es la capacidad de carga local, y la dependencia ecológica que presenta el Valle de Aburrá con respecto a los alimentos, los sumideros de carbono, el agua y la generación de energía hidroeléctrica.

El territorio del Valle de Aburrá produce menos del 2% de los recursos que requiere su propia economía. Su huella ecológica equivale a 47 veces su área.

El planetoide personal indica en términos de espacio, el área de suelo productivo que una persona ocupa o que requiere debido a sus hábitos de consumo. El planetoide personal para el área metropolitana presenta una relación directamente proporcional al aumento del estrato socioeconómico de la población, sin embargo, los datos no presentan una distribución equitativa si se considera que más del 80 % de la población urbana se encuentra en los estratos más bajos. Esta distribución de datos permite además establecer similitudes con los niveles medios de consumo de naturaleza de otras naciones del mundo; los valores más altos (3.8 ha) se aproximan a los promedios nacionales de Polonia e Italia, el estrato

cuatro se acerca al promedio mundial (2.3 ha) y es comparable con los consumos de México y Brasil, el estrato dos coincide con el promedio nacional de Colombia (calculado en 1999 por Redefining Progress) y con el promedio de Nigeria, finalmente los valores más bajos (1.17 ha) son comparables con los promedios nacionales de Indonesia y ligeramente menores que los datos de Perú y Filipinas.

A partir del planetoide personal ponderado se calculó la huella ecológica y la capacidad de carga local (K) de la población metropolitana. Los resultados se presentan en la siguiente tabla:

| Estrato | Número de Habitantes | Planetoide Personal (Ha/Hab/Año) |
|---------|----------------------|----------------------------------|
| 1 | 364,750 | 1,17 |
| 2 | 1.161,890 | 1,3 |
| 3 | 1.114,478 | 1,7 |
| 4 | 259,181 | 2,4 |
| 5 | 189,645 | 3,4 |
| 6 | 70,800 | 3,8 |

Tabla 17. Planetoide personal ajustado a la estratificación socioeconómica de la población Fuente: Agudelo (2010)

| Dependencia Ecológica | Unidades | |
|-------------------------------|-------------|--------|
| Huella Ecológica (H3) | 54.596,237 | km2 |
| Capacidad de Carga Local (K) | 0,032 | Ha/Hab |
| | 1.014,293 | km2 |
| Capacidad de Carga Robada | 583.581,944 | km2 |
| Déficit Ecológico en promedio | 2,284 | Ha/Hab |

Tabla 18. Dependencia ecológica en general. Fuente: Agudelo (2010)

Al comparar el valor de la huella ecológica con la superficie del Valle de Aburrá (1.152 Km²), se tiene que la población del área metropolitana requiere una superficie 47 veces mayor para satisfacer todas sus necesidades, o bien, requiere el 86% del área total del departamento de Antioquia que tiene una extensión de 63.612 Km². Lo cual indica que existe un déficit de los recursos disponibles en el Valle de Aburrá con una capacidad de carga local muy reducida. Se genera, entonces, una alta dependencia ecológica hacia

otros territorios importando recursos que permitan suplir la demanda interna de la población metropolitana. Este concepto hace referencia a la capacidad de carga robada, que según la tabla de resultados sería del 98.1 %.

A continuación se muestran algunos resultados más precisos del déficit ecológico que presenta el Valle de Aburrá con respecto a los alimentos, los sumideros de carbono, el agua y la hidroeléctrica.

| Dependencia Ecológica | Capacidad de carga local (KM2) | Capacidad Requerida (KM2) | Déficit Ecológico (1%) |
|---|--------------------------------|---------------------------|------------------------|
| Dependencia ecológica de Alimentos (bosques productivos) | 215,52 | 28.677,680 | 99,25 |
| Dependencia ecológica de Sumideros de carbono (bosques productivos) | 352,84 | 19.149,715 | 99,16 |
| Dependencia ecológica de agua e hidroenergía (Pbosques protegidos) | 49,46 | 38.118,000 | 99,87 |
| Dependencia Ecológica | -- | -- | 99,99 |

Tabla 19. Dependencia ecológica del Valle de Aburrá con respecto a los alimentos, sumideros de carbono, agua e hidroeléctrica Fuente: Agudelo (2010)

5. El sector constructor y el desarrollo de la Región

Lugar

Población

Habitabilidad

Metabolismo Urbano

Desarrollo Urbano

Indicadores

La economía mundial sigue mostrando una baja capacidad de crecimiento. No obstante, América Latina en general y Colombia en particular siguen mostrando una capacidad superior a la media mundial

De acuerdo con el Fondo Monetario Internacional las proyecciones de crecimiento económico mundial se mantienen por debajo del 4% anual. Sin embargo, las expectativas para América Latina y el Caribe son positivas. Para el año 2015 se espera un crecimiento de Panamá por encima del 6%, de Perú y Bolivia alrededor del 5% y Colombia tiene un crecimiento proyectado de 4,5%

Lo cual ha sido positivo para la actividad constructiva, que juega un papel cada vez más importante en la economía nacional

La importancia que tiene la construcción sobre la economía colombiana en términos de valor de la producción es cada vez mayor. Mientras que en el 2000 el sector generaba recursos por \$8,7 billones de pesos, para 2013 ésta cifra se había multiplicado por siete y alcanzado un total de \$61,2 billones.

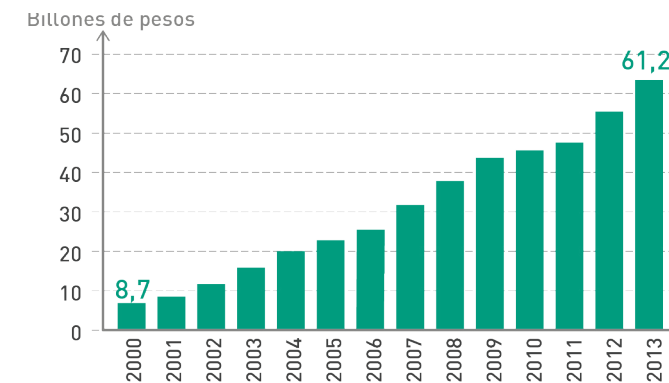


Figura 113. Valor de producción del sector de la construcción a precios constantes de 2005. Fuente: CAMACOL, 2014a

La actividad edificatoria se ha sustentado principalmente través de la interacción entra la oferta y la demanda. Sin embargo, los subsidios a la vivienda generados por el gobierno nacional durante los últimos cuatro años han generado un impulso importante al desempeño sectorial. Para el período 2014-2018 la meta del gobierno nacional es de 400 mil viviendas sociales, lo cual aportará cerca de 3,8 puntos porcentuales al crecimiento del PIB de las edificaciones, llevando a este sector a tasas de crecimiento de 9,7% anual, llegando a generar 1,5 millones de empleos (CAMACOL, 2014). Las ventas de vivienda nueva crecen considerablemente durante los últimos años y las proyecciones para el 2015 siguen esta misma tendencia. Se prevén ventas por 187.029 unidades, es decir, la dinámica comercial a nivel nacional podría ser 17,7% superior a lo registrado durante el 2014, crecimiento que estaría jalonado por el buen comportamiento de las ventas de viviendas del segmento VIS

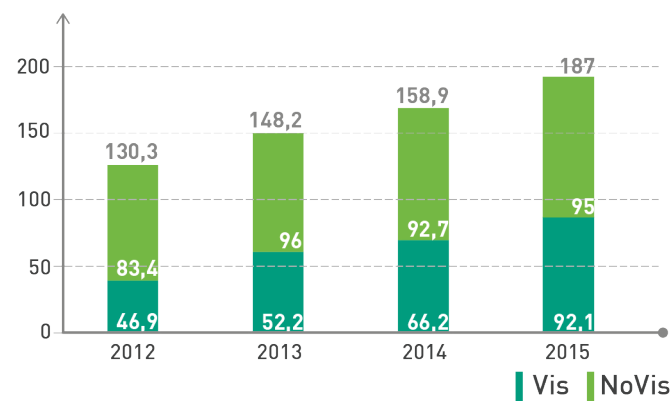


Figura 114. Proyecciones ventas de vivienda (miles de unidades a nivel nacional). Fuente CAMACOL, 2014a

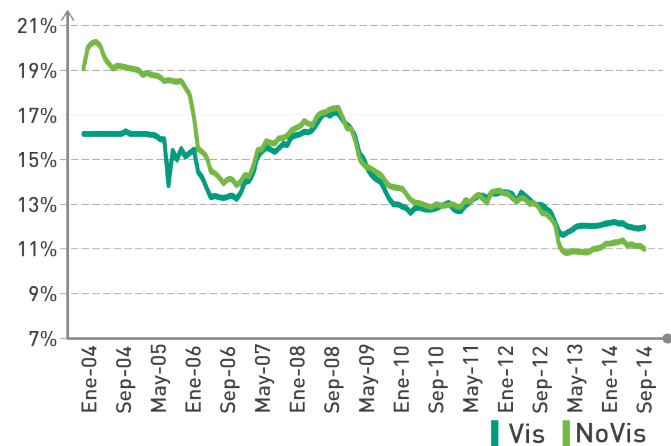


Figura 115. Tasas de interés para crédito de vivienda en Colombia. Fuente: CAMACOL, 2015a

El crecimiento en las ventas de vivienda nueva es impulsado, como se mencionó anteriormente, por la puesta en marcha de subsidios por parte del gobierno nacional, pero también por un descenso significativo en las tasas de interés, que disminuyeron de un 20% en la década anterior hasta un 11% en la actualidad, permaneciendo estable durante los últimos dos años.

En cuanto al segmento no residencial se presenta una dinámica ascendente que se proyecta hacia el año 2015 en un crecimiento del 25,6% anual. Así, en el agregado, las licencias totales experimentarían una expansión del 16,8% anual.

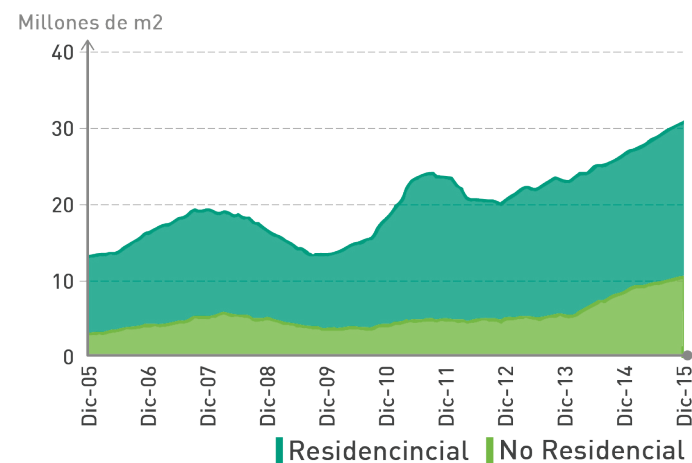


Figura 116. Licencias de construcción a nivel nacional. Fuente: CAMACOL, 2015

No obstante la caída de los precios del petróleo que comenzó en el año 2014 puede tener efectos negativos sobre la economía nacional y especialmente sobre la inversión estatal

En términos generales el año 2015 se muestra con un panorama positivo para el conjunto del sector de edificaciones. No obstante, la caída de los precios del petróleo a nivel mundial genera incertidumbre sobre el desempeño de la economía nacional, debido a la importancia que tiene sobre las finanzas públicas y el impacto que puede tener sobre la estabilidad financiera del país y las consecuencias sobre los flujos de capital, toda vez que el petróleo representa el 55,2% de las exportaciones nacionales, por lo que una caída en la cotización de este producto traería consigo una

menor entrada de divisas al país y puede disminuir la inversión extranjera directa (PNUD, 2014).

Un estudio reciente realizado por el DANE y publicado por CAMACOL demuestra que a nivel nacional, existe un alto nivel de dependencia entre la variación anual del PIB del petróleo y la variación anual del PIB de la construcción. Sin embargo, hay marcadas diferencias interregionales para esta tendencia y Antioquia muestra una correlación relativamente baja en este sentido.

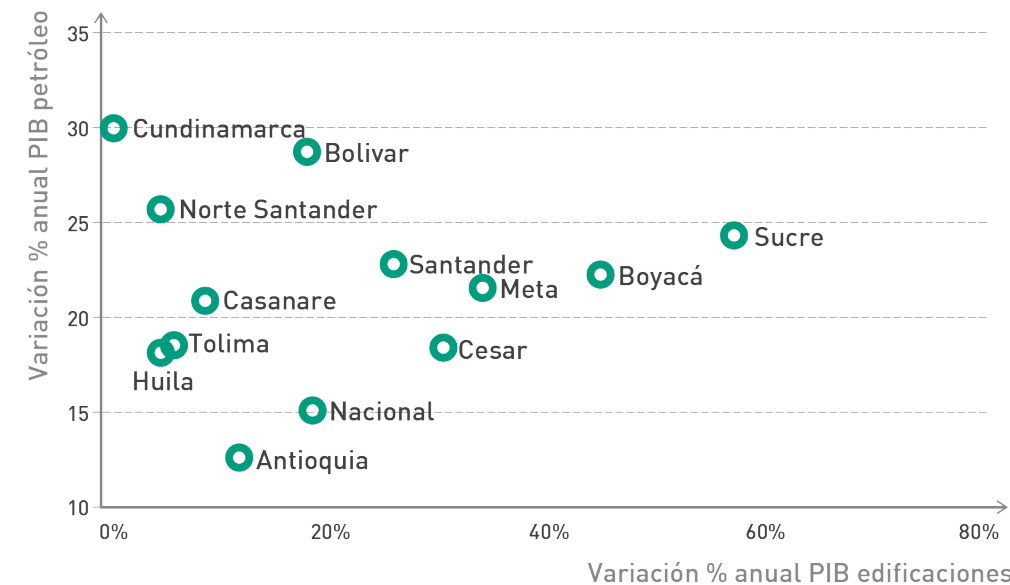


Figura 117. Variación del PIB del petróleo vs Variación del PIB de la construcción. Fuente: CAMACOL, 2014b

La variación anual del índice de costos de construcción muestra un incremento asociado a la mano de obra y a la compra de maquinaria y equipos, pero la variación anual del costo de los materiales viene en descenso

A nivel nacional los costos de construcción de vivienda nueva-ICCV podrían incrementarse en el 2015 como consecuencia del aumento en la tasa de cambio en los rubros relacionados con la compra de maquinaria y equipos. El costo de la mano de obra también tiende a incrementarse con el aumento del salario mínimo, pero los costos asociados con materiales de construcción tienden a mostrar muy poca variación. En total se

espera una variación del índice cercana a 5,7%. Para el caso particular del Valle de Aburrá el Índice de Precios al Productor tiende a mostrar fluctuaciones cíclicas y se incrementa a partir del año 2013, pero a finales del 2014 aún se encontraba por debajo del 4,0%. Por su parte el Índice de Precios de Materiales muestra una tendencia contraria y a finales del 2014 mostraba una variación de 0,1%.

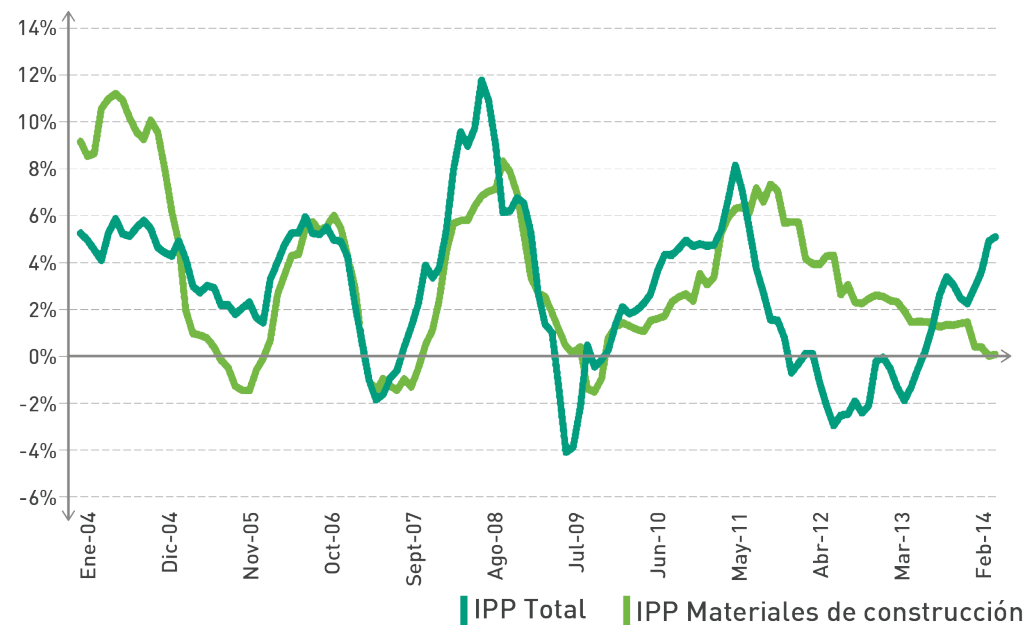


Figura 118. Índice de Precios de Materiales al Productor. Variación Anual. Fuente: CAMACOL, 2014b

Los precios de la vivienda nueva y usada se incrementan anualmente a tasas moderadas

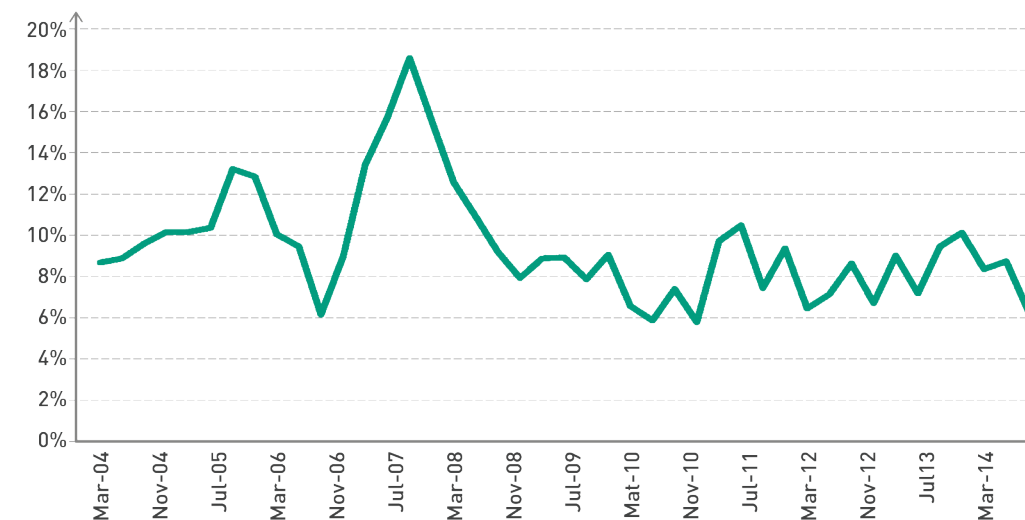


Figura 119. Índice de Precios de vivienda nueva. Variación Anual. Medellín (Medellín, Envigado, Itagüí). Fuente: CAMACOL, 2014c

Todas estas condiciones contribuyen a mantener los precios de venta de vivienda nueva, en un nivel de crecimiento relativamente estable, que para el caso del Valle de Aburrá mantiene un incremento del Índice de Precio de Venta alrededor del 7% anual desde el año 2010.

Por su parte la variación del Índice de Precios para vivienda usada en el Valle de Aburrá muestra importantes fluctuaciones durante los últimos años, con una fuerte caída entre el 2008 y el 2011. Aunque comienza a mostrar un incremento entre 2013 y 2014, pero manteniéndose por debajo del 6% anual.

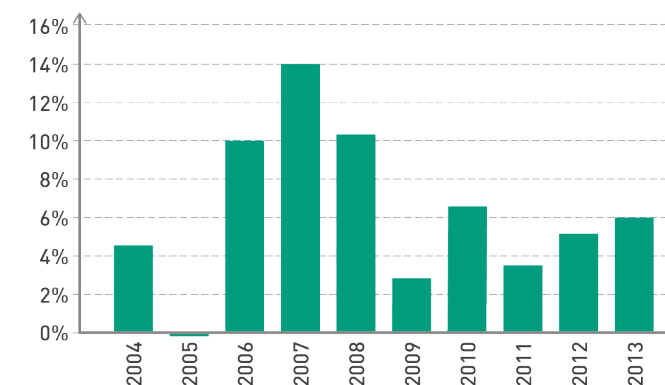


Figura 120. Índice de Precios de vivienda usada. Variación Anual. Medellín (Medellín, Envigado, Itagüí). Fuente: CAMACOL, 2014c

El mercado de la vivienda en Colombia se muestra robusto frente a las regulaciones del suelo, las tarifas impositivas o las expectativas de valorización y depende más de variables macroeconómicas

Un estudio desarrollado por CAMACOL (2014) muestra que en Colombia la agregación de variables macroeconómicas explica en un 70% la variabilidad de los precios de la vivienda, lo cual se traduce en una menor sensibilidad del mercado nacional frente a factores como regulaciones sobre la habilitación de suelo, tarifas impositivas o expectativas de valorización. Esto implica que, mientras se mantenga el nivel de crecimiento del PIB nacional, la inversión extranjera y la generación de empleo, el precio de la vivienda tendería al aumento, pero este efecto se ve equilibrado por la estabilidad en las tasas de interés y el control de la inflación. La tasa de cambio y la dinámica demográfica tienen un efecto moderado sobre la dinámica del mercado.

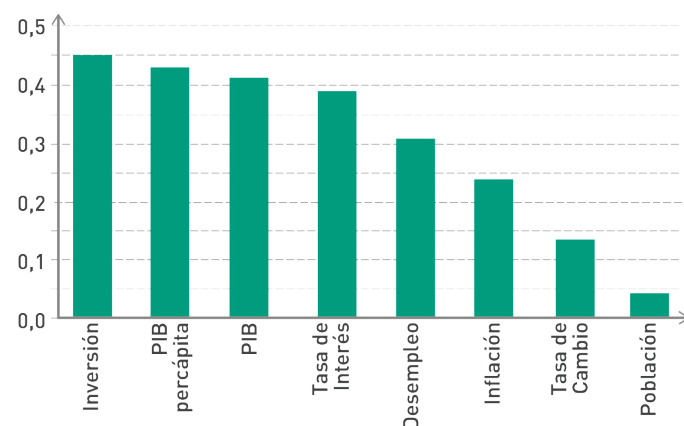


Figura 121. Incidencia de variables macroeconómicas sobre el precio de la vivienda en Colombia. Fuente: CAMACOL, 2014d

La dinámica económica propia del Valle de Aburrá permite anticipar un crecimiento sostenido del sector de la construcción...

El Valle de Aburrá centraliza aproximadamente el 60% de la población del departamento y el 70% de la actividad económica industrial y de servicios. También concentra buena parte de la oferta de educación superior y de servicios de salud de alta complejidad. Con respecto a la ciencia, la tecnología y la innovación, la actividad se ubica fuertemente en el Valle de Aburrá, con 419 grupos de investigación universitarios activos de un total de 3.032 grupos en Colombia, es decir, 13,8%. En el contexto inter-

nacional, Medellín, según el ranking de América Economía, es de "las mejores ciudades para hacer negocios en América Latina". Se situó en 2010 en el puesto 15, luego de haber alcanzado el puesto 25 en 2009. En los últimos años el Valle de Aburrá se ha caracterizado por el desarrollo de un enfoque de ciudad-clúster, donde el sector de la construcción es uno de los más destacados (Gobernación de Antioquia, 2015).

En cuanto al riesgo del mercado de la construcción el Valle de Aburrá muestra una baja rotación de inventarios, pero también un bajo porcentaje de oferta terminada sin vender y bajo punto de equilibrio de ventas respecto al promedio nacional

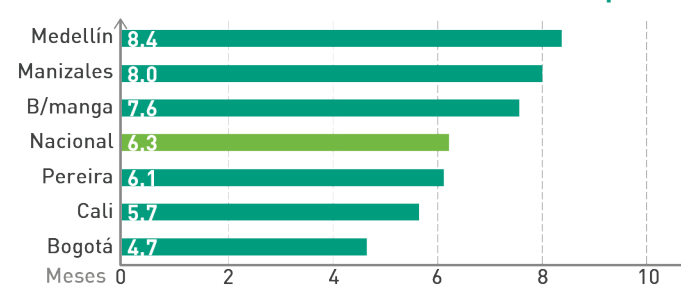


Figura 122. Rotación de inventarios. Meses Fuente: CAMACOL, 2014e

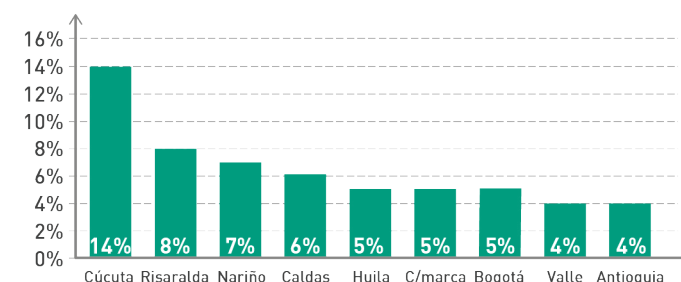


Figura 123. Oferta terminada sin vender/oferta total Fuente: CAMACOL, 2014e

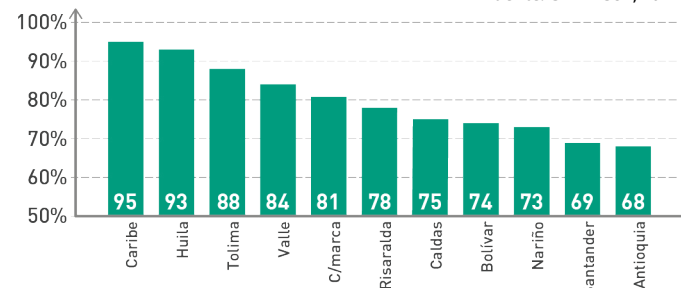
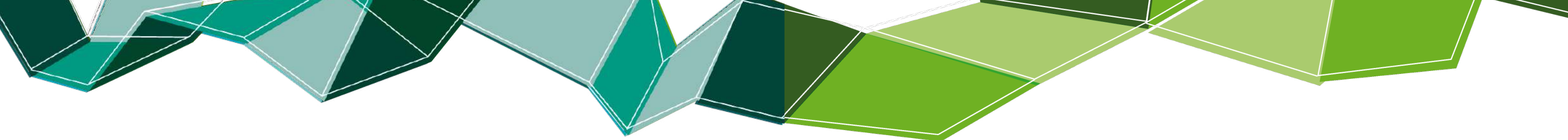


Figura 124. Punto de equilibrio de ventas de vivienda Fuente: CAMACOL, 2014e

A nivel nacional la interacción entre la oferta y las ventas ha producido un incremento en el período de rotación de inventarios de vivienda, pasando de un promedio de seis meses en el año 2013 a siete en el año 2014. A nivel regional se presentan importantes diferencias. El Valle de Aburrá mostró valores dos meses por encima del promedio nacional para el año 2013, lo cual podría resultar contraproducente para el impulso edificatorio en la región.

A pesar de lo anterior, los niveles de venta en el departamento de Antioquia muestran una relación favorable, ya que el porcentaje de oferta terminada sin vender se sitúa alrededor del 4%, por debajo del promedio nacional.

En promedio el porcentaje de unidades vendidas de un proyecto habitacional antes de iniciar construcción a nivel nacional es del 76%, evidenciando la importancia de la fase de preventa con miras a evitar una acumulación de inventarios. Respecto al punto de equilibrio el departamento de Antioquia también muestra una relación favorable en comparación con los indicadores nacionales, ya que se sitúa en el 68%.



En el Valle de Aburrá se da un importante impulso a la inversión pública en proyectos de construcción

Es importante destacar en el Valle de Aburrá un importante nivel de inversión pública en la actividad constructiva. El total de inversiones planteadas por el Plan de Desarrollo vigente del Área Metropolitana, sumadas a las inversiones planteadas por los Planes de Desarrollo Municipales de los nueve municipios que la integran, asciende a Tres billones de pesos. Teniendo en cuenta que los períodos de administración son cuatrienales, esto equivale a 750 mil millones de pesos al año, de los cuáles un 20% está destinado a edificaciones (vivienda social y equipamientos), el 50% está destinado al desarrollo de infraestructura y movilidad y el 30% está destinado a obras de espacio público y mejoramiento integral del hábitat.

6. Indicadores y objetivos operacionales de sostenibilidad



Un indicador es un signo, típicamente medible, que puede reflejar una característica cuantitativa o cualitativa, y que permite analizar la evolución de un sistema dado. Es un medio de simplificar una realidad compleja centrándose en ciertos aspectos relevantes, de manera que queda reducida a un número manejable de parámetros (CEPAL, 2007). Los Indicadores de Desarrollo Sostenible (IDS) son una serie de señales que facilitan evaluar el progreso de un país o una región hacia el desarrollo sostenible, son herramientas concretas que apoyan el trabajo de diseño y evaluación de políticas públicas, permitiendo:

Existen diversos marcos ordenadores para el diseño de indicadores de sostenibilidad

Es posible definir variables de medición y valores de referencia, sea con los Indicadores de Desarrollo Sostenible IDS, que con los Indicadores de Sostenibilidad Ecológica ISE. Ambos consiguen evaluar los logros de una sociedad en cuanto al mejoramiento de las condiciones de vida, y entre ellas la calidad ambiental, desde la perspectiva del Desarrollo Sostenible, o bien la restauración o conservación de los ecosistemas, con los costos y beneficios sociales que ello implica, según la perspectiva de Sostenibilidad Ecológica. Para agrupar la lista de indicadores que se definan, se utilizan marcos ordenadores, y su elección depende de la posición de los autores o de la nación para la cual se organiza el sistema de indicadores.

De acuerdo con Quiroga (2001), es posible diferenciar al menos nueve marcos ordenadores diferentes:

- Sintetizar información para evaluar la dimensión y tendencia de una problemática
- Establecer objetivos
- Controlar el cumplimiento de los objetivos
- Incrementar el grado de conciencia ciudadana.

Es importante mantener presente que los indicadores de desarrollo sostenible, constituyen un tema que aún se encuentra en proceso de debate y elaboración en el mundo, en el cual algunos países han avanzado más que otros, en aspectos diversos.

- Presión – Estado – Respuesta (P-E-R)
- Fuerza Motriz – Estado – Respuesta (F-E-R)
- Temas y subtemas
- Modelo – Flujo – Calidad (M-F-C-)
- Agregativos
- Familias
- Espacio ecológico
- Presión – Estado – Impacto / Efecto – Respuesta (P-E-I/E-R)
- Pirámides lógicas: Principios – Criterios – Indicadores.

Cada uno de estos marcos ordenadores puede conformarse a su vez en dos grupos, de acuerdo con el enfoque de sostenibilidad que adopten, es decir, pueden hacer parte de los IDS o de los ISE. La figura presenta de

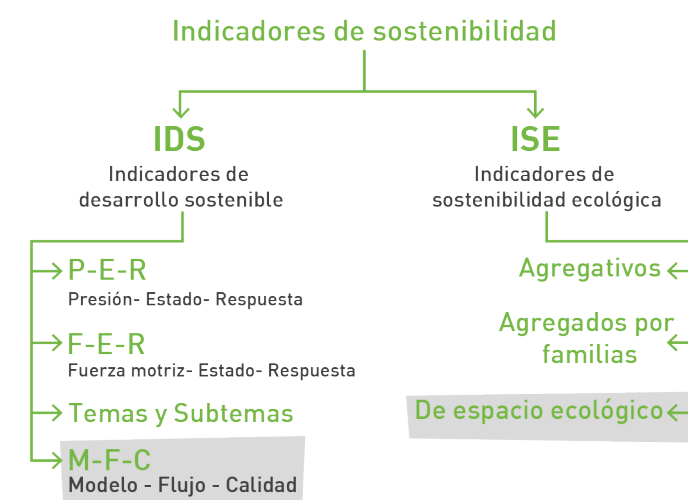


Figura 125. Distribución de los marcos ordenadores de acuerdo a un enfoque de sostenibilidad. Fuente: Elaboración propia

manera gráfica la distribución de siete de estos marcos ordenadores.

La distribución considerada para cada marco ordenador se realizó teniendo en cuenta el enfoque que le otorga la mayoría de la literatura consultada a estos modelos; sin embargo, a modo de ejemplo, el marco ordenador M-F-C se ubica en los IDS, pero no quiere decir que la información que proporciona deba usarse solamente para esta evaluación, puesto que algunos de sus indicadores dan información útil para los modelos ISE.

Es preciso hacer una descripción de estos marcos ordenadores con respecto a su teoría, alcance y metodología, para justificar los que fueron seleccionados en el área de estudio.

Indicadores de Presión – Estado – Respuesta (P-E-R)

Este marco ordenador fue propuesto en el año de 1991 por la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE) y ha sido ajustado a través del tiempo por varias agencias internacionales, siendo el más utilizado.

Los indicadores de presión describen los impactos que ejercen las actividades humanas sobre el medio ambiente, que de forma directa o indirecta afectan la cantidad y calidad de los recursos naturales. Estos indicadores no analizan las causas (económicas, sociales, ecológicas) de los problemas ambientales, sino que describen el origen y su manifestación más notoria.

Los indicadores de estado informan sobre la condición actual de conservación o deterioro del medio ambiente y se construyen sobre la base de mediciones puntuales (ruido, contaminación). Los indicadores de respuesta describen las acciones tomadas por la sociedad, individual o colectivamente, que son diseñadas para facilitar o prevenir impactos medioambientales negativos con el fin de corregir el daño existente o de conservar los recursos naturales.

La siguiente figura permite visualizar de manera más sencilla la composición del marco ordenador P-E-R:



Figura 126. Esquema del marco ordenador P-E-R.
Fuente: Elaboración propia

Indicadores de Fuerza Motriz – Estado – Respuesta (F-E-R)

Este marco ordenador es un ajuste del modelo P-E-R, realizado por la Comisión de Desarrollo Sostenible (CDS) en 1995. En este ajuste se cambia el concepto de presión (P) por el de fuerza motriz (F) con el fin de profundizar en las causas de los problemas ambientales y para incorporar variables e indicadores no ambientales de la sostenibilidad al marco ordenador.

Otra de las razones por las cuales se pretende modificar el concepto de presión, es porque se asocia con un aspecto negativo, mientras que fuerza motriz transmite la idea de cambios positivos o negativos. Una misma variable que se considere como fuerza motriz puede tener un impacto económico – social

positivo (como el aumento del empleo), pero uno negativo en la dimensión ambiental (explotación de un bosque natural), por lo tanto la fuerza motriz debe ser especificada con precisión en sus diferentes aplicaciones o interpretaciones. En relación con los indicadores de estado y respuesta, se mantiene la misma estructura que se definió en el modelo anterior.

Indicadores por temas y subtemas

Este marco ordenador viene adoptado en el año 2001 por la Comisión de Desarrollo Sostenible y el programa de trabajo en IDS. Consiste en organizar los indicadores en un listado de temas y subtemas a fin de reducirlos. Este marco viene evaluado fundamentalmente mediante el modelo P-E-R., con temas no solo ambientales, sino que incluyen todas las dimensiones del DS; sin embargo, para algunos temas se mantiene el enfoque del modelo F-E-R.

La representación gráfica de estos indicadores consiste en un cuadro que contiene tres columnas. En la primera se define la lista de temas a considerar, en la segunda se detallan los subtemas respectivos, y en la tercera se encuentran los indicadores específicos para cada subtema. En este caso, a diferencia del modelo P-E-R, no hay una columna que haga referencia a la categoría de los temas (o indicadores), sino que se utiliza un cuadro para cada categoría considerada.

Indicadores de Modelo – Flujo – Calidad (M-F-C)

Este marco ordenador fue propuesto por la Agencia Europea de Medio Ambiente (EEA) e intenta incorporar el enfoque eco-sistémico a la lógica de formulación de indicadores de sostenibilidad. Es un modelo de alcance local donde los municipios son considerados sistemas ecológicos complejos, que no se encuentran en equilibrio y que, para su permanencia, requieren constantes aportes de energía, materia e información, que metabolizan y transforman procesos desde los cuales se producen desechos, entendiendo que cada modelo municipal produce distintos bienes y servicios.

Los indicadores de Modelo-Flujo-Calidad hacen referencia a dos extremos de ciudad, compacta y difusa. Evalúa, por ende, la estructura urbana con relación al Desarrollo Sostenible, siendo el modelo de ciudad compacta el modelo más favorable para el caso de AMVA, por ser menos exigente en materiales y consumo energético.

Los indicadores de flujo son aquellas variables que implican un desplazamiento desde un origen a un destino. Miden la intensidad (en el sistema territorial considerado) de los ciclos de materiales y energía, desde su producción, distribución, tratamiento y reutilización. Por tanto, estos indicadores se dan en territorios que dependen de recursos externos para poder funcionar; así entre mayor sea el grado de dependencia, mayor será la intensidad de los flujos (cantidad de materiales o energía / t).

Los indicadores de calidad, conservan el mismo concepto planteado en los modelos ya mencionados, como modo de dimensionar el estado y la evolución del ambiente. En conclusión, este modelo presenta similitud con el modelo P-E-R en la construcción de los indicadores, pero en la agrupación es diferente, sea por su carácter dinámico, donde la información viene actualizada periódicamente y por tanto, se amplía el período de observación en las diferentes categorías evaluadas, que por su aplicación a nivel municipal.

Indicadores agregativos

Los indicadores agregativos tipo índice, a diferencia de los marcos ordenadores presentados anteriormente, pretenden reducir el volumen de información a monitorear, con el fin de obtener eficacia en la construcción de guías, para la formulación de acciones públicas y privadas en materia ambiental.

Entre los índices agregativos se pueden encontrar los siguientes:

- NEO (Reportes Nacionales sobre el ambiente); pertenece a los Países Bajos, y su objetivo es evaluar el recorrido de la ejecución de los Planes Nacionales de Política Ambiental, basándose en una imagen normativa de sostenibilidad.
- SIAU (Sistema de Indicadores Ambientales Urbanos); Adoptado en Colombia por iniciativa del Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, basándose

se también en una imagen normativa de sostenibilidad.

- IBES (Índice de Bienestar Económico Sostenible); Integra variables económicas, de distribución de riqueza y ambientales valoradas y ponderadas, que se miden como gastos en que incurre un país para mejorar, reparar o prevenir daños ambientales.
- PIB; Índice agregativo relativo a la generación de riqueza medida en términos económicos convencionales.

En estas familias se consideran flujos de energía y materiales desde y hacia los ecosistemas locales. Los indicadores ecológicos que incorpora, interpretan los recursos naturales sea como proveedores de bienes de consumo o como receptores de contaminantes que degradan, almacenan o transportan. A pesar de lo interesante de esta propuesta, Chile abandona este marco ordenador para acogerse al marco de la CDS de temas y subtemas.

Indicadores agrupados por familias

La Comisión Nacional de Medio Ambiente del gobierno de Chile diseña un indicador agrupado y organizado desde un enfoque sistémico para aplicarlo a cada una de las regiones del territorio. Este modelo contiene cuatro subsistemas básicos, definidos a partir de una "familia" de indicadores y contruidos a partir de cuatro dimensiones (ecológica-económica, social, ecológica e institucional), como se muestra a continuación.

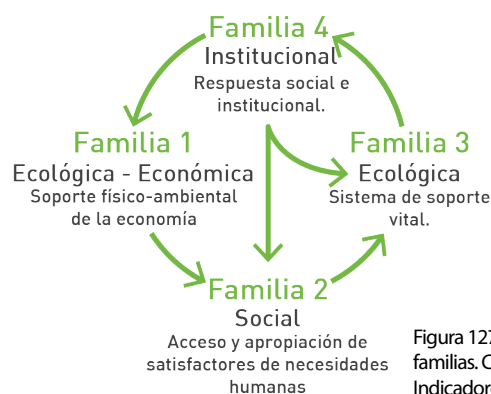


Figura 127. Marco ordenador por familias. Chile (Fuente: Quiroga et ál. Indicadores regionales de desarrollo sostenible).

Indicadores de espacio ecológico

Estos indicadores presentan el balance entre la oferta ambiental de un territorio, independiente de su escala: país, región, municipio, ciudad, frente al consumo de recursos naturales, la producción y la disposición de desechos. Con el cálculo de variables-agregativas, se pretende conocer el equilibrio o desequilibrio entre la oferta local de los ecosistemas del territorio, la cantidad de recursos naturales que debe importar dicho territorio para satisfacer sus niveles de consumo y el volumen de desechos que debe exportar a otros territorios, debido al agotamiento de la capacidad auto-depuradora de sus ecosistemas locales. La siguiente ecuación permite entender mejor la preocupación de este indicador:

$$Cl = \pm Oal + Oar + Oag$$

Consumo Local Oferta Amb. Local Oferta Amb. Regional Oferta Amb. Global

$Oal \leq Cl$ Desequilibrio ecológico | $Oal > Cl$ Equilibrio ecológico

El consumo local hace referencia a los diferentes usos de la naturaleza, sea directo por materias primas, o indirecto por el soporte físico de la urbanización, la industria, la agricultura, la ganadería, la conservación y el ocio; o como receptora de residuos de estas y otras actividades. La oferta ambiental lo-

Indicadores de urbanismo ecológico

La Agencia de Ecología Urbana de Barcelona propone un sistema en el cual se integran algunos de los ítems previamente descritos, pero adicionalmente se incorporan otros indicadores que atienden la dimensión físico-espacial de la sostenibilidad territorial y urbana. Este modelo ha sido adaptado con modificaciones como parte del programa "Modelos Urbanos Sostenibles" desarrollado en la Unión Europea.

Este modelo plantea cuatro objetivos básicos de la sostenibilidad urbana: 1) Cohesión Social, 2) Eficiencia, 3) Complejidad y 4) Compacidad y Funcionalidad. Cada objetivo se compone de uno o más ámbitos, los cuales se subdividen en indicadores de urbanismo ecológico.

cal utiliza ecosistemas que se encuentran en el territorio considerado, teniendo en cuenta tanto a la productividad natural de los ecosistemas, como a la productividad agregada por el uso de tecnologías, sin considerar el impacto que estas generan sobre la base natural.



Figura 128. Modelo de Indicadores de Urbanismo Ecológico. Fuente: BCN Ecología & AL21 (2013).

Colombia participa de los diversos esfuerzos internacionales en definición, medición y reporte de indicadores de sostenibilidad

Para el caso colombiano, son numerosos los esfuerzos promovidos para desarrollar sistemas de información e indicadores ambientales y de gestión. La primera experiencia emprendida por una entidad pública nacional para su identificación fue liderada en 1996 por la Unidad de Política Ambiental (UPA) del Departamento Nacional de Planeación (DNP) y fue el Sistema de Indicadores de Planificación y Seguimiento Ambiental (SIPSA), que surgió como respuesta a la necesidad del Departamento Nacional de Planeación de contar con una herramienta, para monitorear el avance de las políticas y acciones derivadas del componente ambiental del Plan Nacional de Desarrollo.

A raíz de esta iniciativa, se fueron desarrollando nuevos parámetros ambientales como el Sistema Unificado de indicadores de Planificación y Gestión Ambiental (SUIGA), el Sistema de indicadores Ambiental (SISA), el Sistema de Indicadores Ambientales Urbanos (SIAU) que ha sido adoptado por iniciativa del Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, y otros sistemas que son planteados desde diferentes instituciones del país (IDEAM, el DIANE, entre otros).

Además de estos sistemas de indicadores, Colombia participa en iniciativas ambientales de desarrollo sostenible en el ámbito internacional, como son: la Iniciativa Latinoamericana y Caribeña para el Desarrollo Sostenible (ILAC), el anuario estadístico de la Comisión Económica para América Lati-

na y el Caribe (CEPAL), el Sistema de Información del Medio Ambiente de los Países de la Comunidad Andina (SIMA), la Red de Información y Datos del Pacífico Sur para el Apoyo a la Gestión integrada del Área Costera (SPINCAM), el Objetivo 7 de Desarrollo del Milenio (ODM), entre otros.

En la Política Pública de Urbanismo y Construcción Sostenibles del Valle de Aburrá se incorporan dos niveles de indicadores

En la Política Pública de Construcción Sostenible del Valle de Aburrá se incorporan dos niveles de indicadores:

El primer nivel está constituido por **indicadores técnicos** que permiten evaluar la sostenibilidad en los diferentes ámbitos de aplicación y las fases del ciclo de vida de los proyectos constructivos. Estos indicadores son usados para construir la matriz de marco lógico, que establece las problemáticas y oportunidades relacionadas con el sector de la construcción (a partir de la línea base) y establecer los objetivos y lineamientos que definen el urbanismo y la construcción sostenibles en el contexto del Valle de Aburrá. Este es el nivel de indicadores que se discute a continuación.

El segundo nivel corresponde a los **indicadores de política pública** los cuales permitirán evaluar la efectividad de la implementación de la política pública y serán definidos en el documento sobre lineamientos, cuya visión, objetivos y metas serán discutidos y concertados a partir de foros realizados con la participación de los diferentes grupos de interés.

El modelo de sostenibilidad para la construcción en el Valle de Aburrá se compone de cinco ejes

De acuerdo con la revisión de literatura previamente descrita y de acuerdo con las conclusiones arrojadas por el análisis de Línea Base, se identifican siete ejes para la sostenibilidad del Valle de Aburrá que se relacionan con las dinámicas del urbanismo y la construcción. Sin embargo, dos de estos ejes de-

penden más directamente de Políticas de Desarrollo Social, de Ordenamiento Territorial y de Movilidad, por lo tanto no son incluidos en la batería de indicadores técnicos para la Política Pública de Construcción Sostenible. El modelo resultante se ilustra a continuación.

| Dimensiones de la sostenibilidad sistémica | Ejes de sostenibilidad urbana. Definición de indicadores | Definición | Fases del ciclo de vida | Escalas de aplicación |
|--|---|---|--|-----------------------|
| Ambiental | Ecoeficiencia | Intensidad del metabolismo en el ciclo de vida de los proyectos. Se refiere al uso eficiente de los recursos (agua, energía, materiales) y a la disminución de impactos (vertimientos, emisiones, residuos). | Ciclo de vida completo | Todas las escalas |
| | Habitabilidad | Relación entre el entorno y los factores humanos, particularmente en la fase de operación de los proyectos. Calidad y renovación del aire, confort térmico, confort lumínico, accesibilidad física y ergonomía. Incluye la incidencia de estos aspectos en la salud pública | Tiene impacto en la operación, pero se define en Planeación y Diseño | Todas las escalas |
| Social | Viabilidad | Relación de costo--eficiencia económica de la implementación de lineamientos y estrategias de sostenibilidad en el ciclo de vida de los proyectos | Ciclo de vida completo | Todas las escalas |
| Económico | Complejidad | Físico-espacial y funcional como criterio de planificación y de diseño. Su medida más directa es la diversidad. Se evalúa la diversidad urbana (mezcla de usos y vitalidad económica), así como la diversidad biológica. | Tiene impacto en la operación, pero se define en Planeación y Diseño | Intermedia |
| Físico-espacial | Resiliencia | Se refiere a la capacidad de prevención, mitigación y adaptación en relación con la Gestión Integral del riesgo de desastres. | Tiene impacto en la operación, pero se define en Planeación y Diseño | Todas las escalas |
| | Movilidad | Constituyen ejes de la sostenibilidad urbana, pero su desarrollo e implementación dependen de otros instrumentos de planeación: Planes de Ordenamiento Territorial, Planes de Movilidad... | No aplica en la política pública de construcción sostenible | |
| | Equidad | | | |
| Político Institucional | | Evaluación de la efectividad de los instrumentos de Política Pública para la participación de grupos de interés | | |

Figura 129. Modelo de Indicadores Técnicos para la Política Pública de Construcción Sostenible del Valle de Aburrá. Fuente: Elaboración propia



Cada eje define un objetivo general y un índice del modelo, compuesto a su vez de una serie de objetivos específicos e indicadores específicos

Cada uno de los ejes previamente ilustrados define un objetivo general del modelo de sostenibilidad adoptado para la Política Pública de Construcción Sostenible del Valle de Aburrá. Cada objetivo general cuenta con un índice para su evaluación, cada uno de los cuáles está compuesto por una serie de indicadores, definidos a partir de problemáticas y oportunidades específicas.

El Anexo 1 muestra la matriz de marco lógico donde se identifican las problemáticas y oportunidades, los objetivos y los lineamientos específicos de sostenibilidad para la construcción en el Valle de Aburrá. Así mismo se ilustran los indicadores mediante los cuales será

posible evaluar el nivel de sostenibilidad de los planes y proyectos urbanísticos y constructivos, de acuerdo con los ámbitos de aplicación, las escalas, las tipologías y las fases del ciclo de vida. A continuación se ilustran los objetivos operacionales, definidos a partir de la identificación de problemáticas y oportunidades análisis en la Línea Base que se presentada en este documento.

Estos objetivos operacionales constituyen la orientación para el planteamiento de los objetivos estratégicos que definen la Política Pública de Construcción Sostenible del Valle de Aburrá.



Tabla 19. Definición de objetivos operacionales de sostenibilidad para el desarrollo urbano y la actividad constructiva como resultado de la Línea Base. Fuente. Elaboración propia

| Ecoeficiencia | | |
|---|--|--|
| Objetivo general Reducir la incorporación de recursos naturales y la generación de impactos ambientales en el ciclo de vida de los proyectos constructivos al tiempo que se mantienen o incrementan las cualidades de resistencia y durabilidad | | |
| Elemento | | Objetivos específicos |
| Energía | Reducir el consumo de energía por m ² en el ciclo de vida del proyecto constructivo | <ul style="list-style-type: none"> Reducir el uso de energías no renovables Incrementar el uso de la microgeneración de energías renovables |
| Agua | Reducir el consumo de agua por m ² en el ciclo de vida del proyecto constructivo | <ul style="list-style-type: none"> Disminuir el consumo de agua potable en usos que no requieren dicha calidad Incrementar el nivel de aprovechamiento de las aguas lluvias Incrementar el nivel de reúso de aguas grises Disminuir la carga contaminante por vertimiento de aguas residuales al sistema hídrico natural Mantener coeficientes de escorrentía similares a los coeficientes naturales del lugar Incrementar la permeabilidad del suelo urbanizado y del suelo a urbanizar con el fin de mantener caudales equivalentes a los de la recarga natural Mantener caudales de extracción de agua subterránea por debajo de los caudales de recarga específicos Incrementar el nivel de aprovechamiento del agua subterránea que deba ser extraída para abatimiento del nivel freático |



(Continúa Ecoeficiencia)

| | | |
|----------------------------|--|--|
| <p>Materialidad</p> | <p>Disminuir la intensidad de los materiales por m² construido, asegurando el cumplimiento con los niveles de seguridad establecidos por la normativa vigente</p> | <p>Implementar alternativas para el aprovechamiento de los Residuos derivados de la Adecuación del Suelo</p> <p>Incrementar el nivel de modularización de la actividad constructiva con el fin de optimizar el uso de materiales y disminuir la producción de Residuos de Construcción</p> <p>Implementar medidas de deconstrucción selectiva que permitan incrementar el aprovechamiento de Residuos de Demolición</p> <p>Incrementar el uso de materiales que cumplan con estándares ambientales nacionales establecidos por el Sello Ambiental Colombiano</p> <p>Implementar la separación de los diferentes tipos de Residuos de Demolición y Construcción con el fin de facilitar su transformación y aprovechamiento posterior</p> |
| <p>Residuos</p> | <p>Incrementar el nivel de separación y aprovechamiento de residuos sólidos urbanos</p> | <p>Incrementar el nivel de transformación y aprovechamiento de los residuos sólidos orgánicos</p> <p>Incrementar el nivel de aprovechamiento de los residuos sólidos reciclables</p> |
| <p>Emisiones</p> | <p>Reducir la generación de emisiones por m² en el ciclo de vida del proyecto constructivo</p> | <p>Reducir la huella de carbono por m² en el ciclo de vida del proyecto constructivo</p> <p>Reducir la cantidad de emisiones derivadas del transporte de materiales y de residuos</p> <p>Reducir cantidad de emisiones derivadas de la provisión de agua y saneamiento</p> <p>Reducir la cantidad de emisiones derivadas del consumo de energía en edificaciones</p> <p>Reducir la cantidad de emisiones indirectas derivadas de la gestión de Residuos de Construcción y Demolición (RCDs)</p> |



Resiliencia

Objetivo general

Reducir la vulnerabilidad e incrementar la resiliencia y adaptabilidad del ambiente construido frente a los riesgos relacionados con la variabilidad climática, incluyendo el cambio climático global

Elemento

Objetivos específicos

Desastres naturales

Riesgo de deslizamiento

Limitar la edificación de zonas con algún nivel de riesgo geológico, aun cuando sea mitigable

Procurar la adaptación del proyecto constructivo al relieve del lugar con el fin de disminuir la intensidad de adecuación del terreno

Mantener la funcionalidad ambiental del suelo cuando sea necesaria la intervención para su estabilización (taludes, procesos erosivos)

Riesgo de avenida torrencial

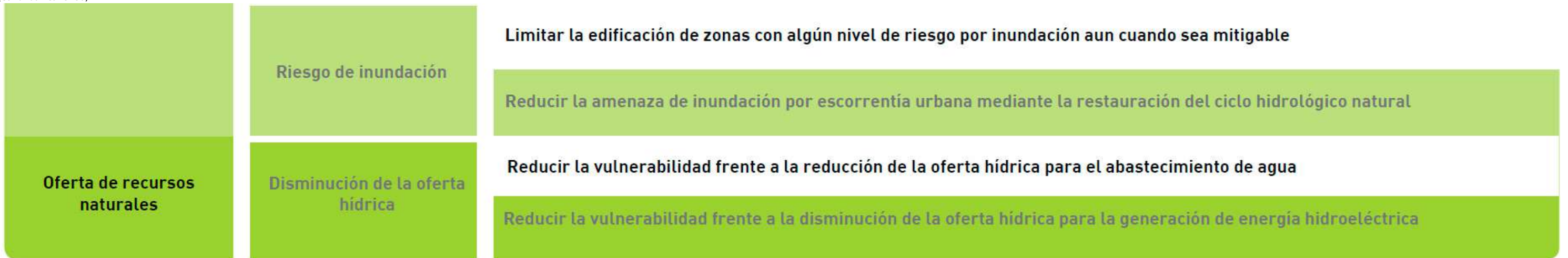
Limitar la edificación de zonas con algún nivel de riesgo por avenida torrencial, aun cuando sea mitigable

Evitar la intervención en elementos del sistema hídrico natural: nacimientos, escorrentías naturales, quebradas, humedales y sus respectivas rondas hídricas (retiros)

Mantener o incrementar la integridad ecológica de los cauces cuando sea necesario intervenirlos para su estabilización



(Continúa Resiliencia)





Integralidad

Objetivo general

Promover la articulación físico-espacial y funcional de los sistemas y procesos naturales y construidos en la planeación urbanística así como en el diseño de espacios abiertos públicos y privados contribuyendo a incrementar la ecoeficiencia, la resiliencia, la habitabilidad y la viabilidad en el desarrollo de planes urbanísticos y proyectos constructivos

| Elemento | | Objetivo |
|----------------------|--------------|--|
| Diversidad biológica | Constructiva | Incrementar la biodiversidad vegetal de las intervenciones en el espacio público verde así como en las áreas libres privadas a partir de la incorporación de especies nativas |
| | Estructural | Incorporar la estratificación de la vegetación como criterio de diseño en espacios abiertos como criterio de biodiversidad |
| | Funcional | Fortalecer las estructuras ecológicas locales, municipales, metropolitanas y regionales a través del incremento de la conectividad ecológica de los elementos naturales en del espacio público y en las áreas libres privadas con elementos de las redes ecológicas existentes |
| | | Introducir criterios de funcionalidad geotécnica, hidrológica, microclimática, ecológica y urbanística en la planeación, el diseño y la intervención de espacios abiertos de carácter público y privado |
| | | Evitar o reducir conflictos entre el componente vegetal (típicamente componente arbóreo) y los sistemas de servicios urbanos (movilidad, energía, telecomunicaciones, acueducto y alcantarillado) |



(Continúa Integralidad)

| | | |
|----------------|-------------------------|--|
| Paisaje | Integración | Incorporar criterios integrados de paisaje en las intervenciones y proyectos, y por ende al bienestar de los usuarios y a la óptima articulación entre procesos naturales e intervenciones construidas. |
| | Proporción | Adecuar la planeación, diseño e intervención en espacios abiertos públicos y privados de acuerdo con la proporcionalidad y la temporalidad de la escala humana |
| | Sentido de lugar | Incorporar criterios de reconocimiento y valoración de la Identidad del lugar a los procesos de planeación urbanística e intervenciones en espacios abiertos públicos y privados |
| | Percepción | Incorporar criterios de percepción paisajística (forma, línea, color, textura, fragilidad, calidad, etc.) a los procesos de planeación urbanística e intervenciones en espacios abiertos públicos y privados |



Viabilidad

Objetivo general

Mantener una alta relación beneficio/costo en todas las estrategias tendientes a incrementar la ecoeficiencia, la habitabilidad, la resiliencia y la complejidad en el ambiente construido

Atributo

Relación Costo/Beneficio

Riesgo

Objetivo específico

Priorizar estrategias que minimicen la relación global costo/beneficio a lo largo del ciclo de vida de los proyectos

Priorizar estrategias que minimicen la relación costo/beneficio dentro de cada fase del ciclo de vida del proyecto

Identificar, definir y fortalecer mecanismos que permitan transferir costos y beneficios entre los diferentes actores que intervienen en las diferentes fases del ciclo de vida

Priorizar estrategias que minimicen los costos de oportunidad a lo largo del ciclo de vida de los proyectos

Priorizar estrategias con alta tasa de retorno de inversión

Priorizar estrategias con alto nivel de escalabilidad y replicabilidad

(Continúa Viabilidad)

Creación de valor

Identificar y promover mecanismos de visibilización y fortalecimiento de marca, tanto de empresas, como de proyectos basados en criterios de sostenibilidad

Identificar y promover estrategias que permitan informar a los clientes y usuarios potenciales los beneficios recibidos a través del desarrollo de proyectos sostenibles

Fortalecimiento global de la economía

Promover la generación y fortalecimiento de nuevos modelos de negocio basados en la inclusión de criterios de sostenibilidad en la planeación urbanística y en la actividad constructiva

Contribuir a la generación de nuevas formas de empleos basadas en la inclusión de criterios de sostenibilidad en la planeación urbanística y en la actividad

Promover una mayor eficiencia en el desarrollo económico al reducir sobrecostos derivados del consumo excesivo de recursos naturales, la generación de impactos ambientales y el deterioro de la salud pública entre otros

Contribuir al fortalecimiento de la competitividad de la región, con base en la inclusión de criterios de sostenibilidad en el desarrollo urbanístico y la actividad constructiva



Habitabilidad

Objetivo general Promover la comodidad física y mental de los usuarios en ambientes interiores y exteriores

Atributo

Factores humanos

Objetivo específico

- Atender las particularidades del lugar y de los usuarios locales principalmente.
- Disminuir la necesidad energética al aprovechar las condiciones del lugar y conocer el usuario y actividades.
- Identificar acciones para incrementar la habitabilidad de las edificaciones, sin menoscabo de su eficiencia energética.
- Evaluar las posibilidades de interacción del usuario con la edificación para modificar las condiciones de habitabilidad
- Establecer el nivel de adaptación fisiológica del usuario durante los periodos de ocupación de los espacios.
- Determinar el potencial de gestión ambiental de la edificación por participación de los usuarios.
- Garantizar que todos los usuarios, sin excepción, puedan realizar de forma cómoda y segura sus actividades, en ambientes interiores y exteriores.
- Propender por espacios armónicos diseñados integralmente, acoplados a las necesidades de los usuarios, la actividad y el tiempo de uso
- Propiciar la apropiación de los ambientes.
- Resignificar el paisaje, mediante su lectura, la valoración y comprensión del beneficio que reporta a los ciudadanos en las diversas escalas.



(Continúa Habitabilidad)

Confort Higrotérmico

Generar condiciones de bienestar higrotérmico en ambientes interiores y exteriores, según las actividades y tiempos de permanencia

Confort Visual

Garantizar visuales apropiadas en espacios interiores y exteriores para una correcta relación entre ambiente interior y exterior.

Garantizar condiciones visuales apropiadas en espacios interiores y exteriores, de acuerdo con la tarea visual a realizar.

Confort Auditivo

Evitar la propagación al exterior de ruidos generados en ambientes interiores.

Garantizar dentro del espacio condiciones adecuadas para la emisión y recepción de los sonidos, según la actividad predominante del espacio.

Confort Higiénico

Establecer condiciones de calidad del aire interior de acuerdo con usos y tiempos de permanencia en los ambientes interiores.

Garantizar una calidad del aire apropiada para la habitabilidad humana

Reducir la carga de contaminación atmosférica en los ambientes interiores y exteriores.

Bibliografía

Agudelo Patiño, L. C. (2010). La Ciudad Sostenible. Dependencia ecológica y relaciones regionales. Un estudio de caso en el Área Metropolitana de Medellín, Colombia. (Primera Ed). Medellín: Editorial Universidad Nacional de Colombia.

Alcaldía de Medellín (2014). Documento Técnico de Soporte para el Plan de Ordenamiento Territorial

Alcaldía de Medellín. (2013a). Encuesta de Percepción Ciudadana. Medellín. Medellín Cómo Vamos. Disponible en: <http://www.medellincomovamos.org/informe-de-resultados-de-la-encuesta-de-percepcion-ciudadana-2013>

Alcaldía de Medellín. (2013b). Pobreza y Desigualdad. Medellín Cómo Vamos. Disponible en: <http://www.medellincomovamos.org/pobreza-y-desigualdad>

Alcaldía de Medellín. (2015). Movilidad y Espacio Público. Medellín Cómo Vamos. Disponible en: <http://www.medellincomovamos.org/movilidad-y-espacio-publico>

AMVA & Consorcio PS-AAC. (2015). Actualización de los mapas de Ruido de la zona urbana de los municipios de Medellín, Bello e Itagüí (Primera Ed). Medellín.

AMVA & Universidad de Antioquia (2012). Determinación y protección de las potenciales zonas de recarga en el norte del Valle de Aburrá 2012.

AMVA & Universidad de Antioquia (2013a). Determinación y protección de las potenciales zonas de recarga en el centro y sur del Valle de Aburrá 2013.

AMVA & Universidad de Antioquia. (2013b). Evaluación de la calidad de vida en el Área Metropolitana del Valle de Aburrá usando el nuevo indicador multidimensional de calidad de vida y la ECV de 2013. Medellín.

AMVA & Universidad Nacional de Colombia (2013). Cinturón verde metropolitano del Valle de Aburrá. Informe final de la formulación

AMVA & Universidad Nacional de Colombia. (2014). Operar La Red De Monitoreo De La Calidad Del Aire, Meteorología Y Ruido, En El Valle De Aburrá. Informe Final. Medellín.

AMVA & Universidad Pontificia Bolivariana (2007). Estudio de la forma y el Crecimiento del Valle de Aburrá. Informe Final

AMVA & Universidad Pontificia Bolivariana (2015). Política Pública de Construcción Sostenible del Valle de Aburrá 2015 - 2030. Lineamientos

AMVA, Universidad Pontificia Bolivariana, Universidad Nacional de Colombia & Politecnico Colombiano Jaime Isaza Cadavid. Inventario de emisiones atmosféricas del Valle de Aburrá, año base 2011. Informe final 2013.

AMVA & Universidad Pontificia Bolivariana. Inventario de emisiones atmosféricas del Valle de Aburrá, año base 2013. Informe de avance 2014.

AMVA (2006). Directrices Metropolitanas de Ordenamiento Territorial, Hacia una Región de Ciudades. Disponible en: <http://www.metropol.gov.co/Planeacion/Paginas/Directrices.aspx>

AMVA (2007a). Plan Maestro de Espacios Públicos Verdes Urbanos de la Región Metropolitana del Valle de Aburrá. Disponible en <http://www.metropol.gov.co/ZonasVerdes/Paginas/default.aspx>

AMVA (2007b). Plan Integral de Desarrollo Metropolitano - Metrópoli 2008-2020: "Hacia la integración regional sostenible. Disponible en <http://www.metropol.gov.co/Planeacion/Paginas/Metropoli.aspx>

AMVA (2009a). Amenaza, vulnerabilidad y riesgo por movimientos en masa, avenidas torrenciales e inundaciones en el Valle de Aburrá. Formulación de propuestas de gestión. Disponible en: http://www.metropol.gov.co/Planeacion/DocumentosAreaPlanificada/Informe%20IV_GestionRiesgo.pdf

AMVA (2009b). Plan Maestro de Movilidad para la Región Metropolitana del valle de Aburrá. Disponible en: <http://www.metropol.gov.co/Movilidad/Documents/Plan%20Maestro%20de%20Movilidad.pdf>

AMVA (2010). Atlas Metropolitano. Registro ISBN 978-958-8513-40-9. Primera edición, diciembre de 2010. Medellín – Antioquia – Colombia

AMVA (2012a). Plan de Gestión 2012 – 2015 Pura Vida. Hacia una gestión sostenible e integrada del territorio metropolitano. Disponible en: <http://www.metropol.gov.co/Documents/PLAN%20DE%20GESTION%20Pura%20Vida%202012-2015.pdf>

AMVA (2012b). Directrices y lineamientos para la elaboración de estudios geológicos, geomorfológicos, hidrológicos, hidráulicos, hidrogeológicos y geotécnicos para intervenciones en ladera en el Valle de Aburrá. Disponible en: <http://www.metropol.gov.co/Planeacion/Paginas/Laderas.aspx>

AMVA (2012c). Plan Estratégico Metropolitano de Vivienda y Hábitat con perspectiva ambiental. Disponible en: <http://www.metropol.gov.co/Planeacion/Paginas/PlanVivienda.aspx>

AMVA (2013). Convenio 298 de 2013, por el cual se constituye el primer inventario de emisiones de gases de efecto invernadero del Valle de Aburrá, año base 2009 y 2011.

AMVA, Alcaldía de Medellín & URBAM (2010). Bio 2030 Plan Director Medellín, Valle de Aburrá. Un sueño que juntos podemos alcanzar. Disponible en: <http://www.metropol.gov.co/Planeacion/Paginas/PlanDirector.aspx>

AMVA, CORNARE, CORANTIOQUIA, Universidad de Antioquia, Universidad Pontificia Bolivariana, Universidad De Medellin & Universidad Nacional Colombia. "Red de monitoreo ambiental en la cuenca hidrográfica del Río Aburrá en

jurisdicción del Área Metropolitana - fase IV". PORH Componente diagnóstico – RedRío 2014.

AMVA, Universidad de Antioquia, CORANTIOQUIA & AINSA. (2006). Formulación del plan de gestión integral de residuos sólidos regional del Valle de Aburrá - PGIRS 2006.

AMVA, Universidad de Antioquia, Universidad Pontificia Bolivariana, Universidad De Medellín & Universidad Nacional De Colombia. "Red de monitoreo ambiental en la cuenca hidrográfica del Río Aburrá en jurisdicción del Área Metropolitana - fase III". RedRío 2011.

AMVA. (2015). Expedientes Municipales. Observatorio Metropolitano de Información. Disponible en: <http://www.metropol.gov.co/observatorio/Paginas/PresentacionExpedientes.aspx>

Banco Mundial (2012). Gestión Integral de Aguas Urbanas. Síntesis. Blue Water. Green Cities. An initiative from the World Bank for Integrated Urban Water Management. Banco Mundial. 1818 H Street NW. Washington DC 20433. 40 p

BCN Ecología & AL21 (2013). Sistema de indicadores y condicionantes para Ciudades grandes y Medianas. Disponible en: http://www.magrama.gob.es/es/calidad-y-evaluacion-ambiental/temas/medio-ambiente-urbano/INDICADORES_CIUDADES_GRANDES_Y_MEDIANAS_tcm7-177731.pdf

Bedoya C. M. (2005): Estudio para el Diseño de Valorización de Residuos de Escombros, mediante un Sistema de gestión Integral de los mismos para la Producción Más Limpia en la Ciudad de Medellín – Informe Final. Asociación Social Popular ASOP, Bello.

Bedoya C.M; Gonzalez A.; Penagos G.; Alzate J.D. AADA – Arquitectura de Alto desempeño ambiental: Una Metodología Conceptual para Iberoamérica. Revista de la Cátedra UNESCO de Sostenibilidad. Num 12/2010 – 2011. Universidad Politécnica de Catalunya

Bocanumenth Alvarez, J.I. (2004). Especialista en manejo de escombros, calcula la generación de escombros para el Valle de Aburrá, año 2004.

CAMACOL (2014a). Tendencias de la Construcción. Economía y Coyuntura Sectorial. Segunda Edición. Disponible en: <http://camacol.co/informacion-economica/tendencias>

CAMACOL (2014b). Análisis del mercado internacional de hierro y acero: Evolución reciente y dinámicas regionales. No. 59 Julio de 2014 ISSN 2011-7444, P-F02-PEE-01 V1.

CAMACOL (2014c). ¿Qué se puede esperar del sector edificador durante el 2015?. Una proyección de corto plazo. No. 66 Febrero de 2015 ISSN 2011 -7444, P-F02-PEE-01 V1

CAMACOL (2014d). Incidencia macroeconómica y ciclos de precios de la vivienda. Análisis comparativo para 12 países. No. 61 Noviembre de 2014 ISSN 2011 -7444, P-F02-PEE-01 V2

CAMACOL (2014e). Heterogeneidad inter e intra regional de los precios de la vivienda nueva: Evolución reciente y tendencias de largo plazo. No. 57 Abril de 2014 ISSN 2011-7444. P-F02-PEE-01 V1

CAMACOL (2015a). Consideraciones sobre la tendencia de la tasa de cambio, el comercio exterior y la cadena productiva del sector edificador. Estudios Económicos. No. 67 Abril de 2015 ISSN 2011 -7444, P-F02-PEE-01 V2

CAMACOL (2015b). Construcción en Cifras. Disponible en: <http://camacol.co/informacion-economica/cifras-sectoriales/construccion-en-cifras>

CEPAL (2011). La sostenibilidad del desarrollo a 20 años de la cumbre de la Tierra: Avances, brechas y lineamientos estratégicos. LC/L.3346 • Agosto de 2011 • 2011-456. 55 p.: grafs., tabs Disponible en: <http://www.cepal.org/es/publicaciones/la-sostenibilidad-del-desarrollo-20-anos-de-la-cumbre-para-la-tierra-avances-brechas-y>

CEPAL (2014a). América Latina y el Caribe: Estimaciones y Proyecciones de Población. 1950 – 2050. Centro Latinoamericano y Caribeño de Demografía (CELADE) - División de Población. LC/G. 2225-P

CEPAL (2014b). Panorama Económico y Social de la Comunidad de Estados Latinoamericanos y Caribeños 2014. LC/L.3946 Páginas: 54 p.; grafs. <http://www.cepal.org/es/publicaciones/37645-panorama-economico-y-social-de-la-comunidad-de-estados-latinoamericanos-y>

Colombia (2008) Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial Política de Gestión ambiental Urbana. Bogotá, D.C. Colombia, Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial

Colombia (2010). Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. Política Nacional de Producción y Consumo Sostenible. Bogotá D.C. Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. Páginas: 71

Colombia (2012a). Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. Colombia, 20 años siguiendo la Agenda 21 [Recurso electrónico] / Sandoval, José Manuel; Liévano, Juan Pablo (Compiladores, editores). Bogotá, D.C. Colombia, Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. 2012. 152p. ISBN: 978-958-8491-62-2

Colombia (2012b). Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. Política Nacional para la Gestión de la Biodiversidad y sus Servicios Ecosistémicos.

Colombia. (1991). Constitución Política de Colombia. Bogotá.

Comisión Conjunta para la Ordenación y Manejo de la Cuenca Hidrográfica del Río Aburrá (2007). Plan de Ordenación y Manejo de la Cuenca del Río Aburrá. Disponible en: <http://www.metropol.gov.co/Planeacion/Paginas/pomca.aspx>

Concejo de Medellín. (2014). Acuerdo 010 de 2014, por el cual se adopta y reglamenta la Política de Biodiversidad para Medellín. Medellín: Gaceta Oficial No. 4247.

Congreso de Colombia. (1994). Ley 142 de 1994. Por la cual se establece el régimen de los servicios públicos domiciliarios y se dictan otras disposiciones. Bogotá: República de Colombia.

CONPES (2012). Política nacional de Espacio Público. Documento Conpes 3718 de 2012

CTA (2008). Estudio de futuro en usos y disponibilidad del agua 2030 Valle de Aburra y sus zonas de expansión. Disponible en: <http://cendoc.colciencias.gov.co/cgi-bin/koha/opac-detail.pl?biblionumber=549>

CTA (2013): Evaluación de la huella hídrica en la cuenca del Río Porce 2013. Disponible en: <http://www.goodstuffinternational.com/images/PDF/LibroHuellaHidrica.pdf>

DANE (2009). Metodología Déficit de Vivienda. Bogotá. Colección de Documentos. Num.79. Disponible en: https://www.dane.gov.co/files/investigaciones/fichas/Deficit_vivienda.pdf

Departamento Administrativo de Planeación (2012). Anuario Estadístico de Antioquia. Gobernación de Antioquia. Medellín.

Empresas Públicas de Medellín (2014a). Programa de saneamiento del río

Empresas Públicas de Medellín. (2014b). Información Consumo de Energía y Gas. Medellín.

Glasgow Centre for Population and Health. Briefing Paper. Concept Series. Disponible en: http://www.gcph.co.uk/assets/0000/4174/BP_11_-_Built_environment_and_health_-_updated.pdf

Gobernación de Antioquia, Alcaldía de Medellín, & AMVA. (2013). Encuesta de Calidad de Vida. Medellín.

Gonzalez & Penagos (2015). Habitabilidad, ecoeficiencia, calidad de vida y salud en la vivienda informal. Una revisión al concepto de Construcción Sostenible a partir de estudios de caso en el Valle de Aburrá. Datos sin publicar

Holden M. (2006). Urban Indicators and the integrative ideals of cities. *Cities* 23 (3): 170 – 183

IDEAM (2009). Inventario Nacional de Emisiones de Gases de Efecto Invernadero 2009

IDEAM (2010). Estudio nacional del agua 2010.

IHOBE (2008). Manual para la Redacción de Planeamiento Urbanístico con Criterios de Sostenibilidad. IHOBE, Sociedad Pública de Gestión Ambiental Alda. Urquijo, 36 - 6ª (Plaza Bizkaia). 48011 Bilbao

ILPES – CEPAL (2014). Aplicación de indicadores de sostenibilidad urbana a la vivienda social. Disponible en: http://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/36654/S2014040_es.pdf?sequence=1

Koichiro M. & Christodoulou A. (2012). Review of sustainability indices and indicators: Towards a new City Sustainability Index (CSI). *Environmental Impact Assessment Review*. 32 (1): 94 – 106.

Linares, S. (2013). Las Consecuencias de la Segregación Socio-espacial: Un Análisis Empírico sobre tres Ciudades Medias Bonaerenses (Olavarría, Pergamino y Tandil). *Cuaderno Urbano*, 14, 5–30. Disponible en: <http://www.scielo.org.ar/pdf/cuba/v14n14/v14n14a01.pdf>

Medellín y sus quebradas afluentes, segunda etapa Disponible en: https://www.epm.com.co/site/portals/documentos/aguas/2012/Presentacion_PlantaBello_Interceptor.pdf

Ministerio de Ambiente y desarrollo sostenible, Centro Nacional de Producción más Limpia. Guía conceptual y me-

todológica de compras públicas sostenibles.

Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. (2012). Criterios ambientales para el diseño y construcción de vivienda urbana. Bogotá.

Ministerio de ambiente y desarrollo sostenible. (2012). Decreto 1640 de 2012, por medio del cual se reglamentan los instrumentos para la planificación, ordenación y manejo de las cuencas hidrográficas y acuíferos, y se dictan otras disposiciones (2006). Colombia

Ministerio de ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. Política de Prevención y Control de la Contaminación. 2010

Ministerio de ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. Política Nacional de Producción y consumo. 2010

Ministerio de ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. Política Nacional para la Gestión Integral del Recurso Hídrico. 2010.

Ministerio de ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. Protocolo para el control y vigilancia de la Contaminación atmosférica generada por fuentes fijas. 2010

Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. Resolución 0627 de 2006, por la cual se establece la norma nacional de emisión de ruido y ruido ambiental. (2006). Colombia

Ministerio de Educación Nacional. Norma Técnica Colombiana NTC 4595 Ingeniería Civil y Arquitectura Planeamiento y Diseño de Instalaciones y Ambientes Escolares (1999). Colombia.

Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio. (2015). Anexo Técnico. Guía de Construcción Sostenible para el ahorro de agua y energía en edificaciones. Bogotá.

Ministerio de vivienda, ciudad y territorio. Reglamento Técnico del Sector de Agua Potable y Saneamiento Básico - RAS 2000.

Municipio de Medellín. (2014). Plan de Manejo Ambiental Municipal. Recurso Agua. Disponible en: <http://www.medellin.gov.co/irj/go/km/docs/wpccontent/Sites/Subportal%20del%20Ciudadano/Medio%20Ambiente/Secciones/Plantillas%20Gen%C3%A9ricas/Documentos/2013/SIGAM/pam/componentefuncionamientoespacial.html>

OCDE & CEPAL (2014). Evaluaciones del Desempeño Ambiental. Colombia. Disponible en: http://www.oecd.org/env/country-reviews/Evaluacion_y_recomendaciones_Colombia.pdf

OCDE (2015). Estudios económicos de la OCDE. Colombia. Disponible en: http://www.oecd.org/eco/surveys/Overview_Colombia_ESP.pdf

Perico-Agudelo D. (2009). El espacio público y la ciudad: una aproximación desde el estudio de sus características microclimáticas. *Cuadernos de vivienda y urbanismo*. 2 (4): 278 – 301.

PNUD, UMPE, Ecoingeniería (2012). Determinación de propiedades físicas y estimación del consumo energético en la producción de acero, concreto, vidrio, ladrillo y otros materiales, entre ellos los alternativos y otros de uso no tradi-

cional, utilizados en la construcción de edificaciones colombianas. Disponible en: <http://www.si3ea.gov.co/LinkClick.aspx?fileticket=6G1VGDdWfHc%3D&tabid=90&mid=449&language=en-US>

POMCA (2007). Plan de ordenamiento y manejo de la cuenca del río Aburrá.

Presidencia de la República. (1998). Decreto 1504 de 1998. Por el cual se reglamenta el manejo del espacio público en los planes de ordenamiento territorial. Bogotá. República de Colombia.

Rámirez I. (2008). Sostenibilidad de la Explotación de Materiales de Construcción en el Valle de Aburrá. Tesis de Maestría en Medio Ambiente y Desarrollo. Universidad Nacional. Sede Medellín. 145 p.

Real Academia Española. (2001). Diccionario de La Real Academia de la Lengua Española. Disponible en: <http://lema.rae.es>

Song Y. (2011). Ecological city and urban sustainable development. *Procedia Engineering* 21: 142 – 146

Trujillo Uribe, S. (2012). Estimación de Temperatura Superficial en el Valle de Aburrá mediante Técnicas de Percepción Remota. Escuela de Ingeniería de Antioquia.

UN (1949). Declaración Universal de los Derechos Humanos. Disponible en: <http://www.un.org/es/documents/udhr/>

UN (2010). Buildings and construction as tools for promoting more sustainable patterns of consumption and production. *Sustainable Development. Innovation Briefs. Issue 9, 2010.*

UNEP & SETAC (2004). ¿Por qué adoptar un enfoque de ciclo de vida?. ISBN: 92-807-24500-9. 28 p

UNEP & SETAC (2009). Guidelines for Social life cycle Assessment Of products. ISBN: 978-92-807-3021-0 DTI/1164/PA

UNEP (2007). Buildings and Climate Change. Status, Challenges and Opportunities. Disponible en: <http://www.unep.org/sbci/resources/Publications.asp>

UNEP (2012). Global Environmental Outlook. Environment for the future we want. PROGRESS PRESS LTD P.O. BOX 328 341 ST. PAUL STREET CMR 01 VALLETTA, MALTA. Disponible en: <http://www.unep.org/spanish/geo/geo5.asp>

UNESCO (2009). World Water Development Report 3: “El agua en un mundo en cambio”. Disponible en: <http://www.unesco.org/new/es/natural-sciences/environment/water/wwap/wwdr/2015-water-for-a-sustainable-world/>

UN-HABITAT (2011). Global Report on Human Settlements 2011: Cities and Climate Change. Earthscan Ltd, Dunsan House, 14a St Cross Street, London EC1N 8XA, UK

UNHSP (2004). Urban Indicators. Guidelines Monitoring the Habitat Agenda and the Millennium Development Goals. Disponible en: https://ine.pt/ngt_server/attachfileu.jsp?look_parentBoui=143216309&att_display=n&att_download=y

Universidad del Rosario & Inteligencia de Negocios (2014). Ranking de las Ciudades Latinoamericanas para la

Atracción de Inversiones. Informe Oficial – Mayo 2014. Disponible en: <http://www.urosario.edu.co/competitividad>

UPME (2010). Proyección de Demanda de Energía en Colombia. Disponible en: http://www.upme.gov.co/Docs/Energia/PROYECC_DEMANDA_ENERGIA_OCTUBRE_2010.pdf

UPME (2015). Plan Energético Nacional. Colombia Ideario Energético 2050. Disponible en: http://www.upme.gov.co/Docs/PEN/PEN_IdearioEnergetico2050.pdf

WHO (2011). Health and the Green economy: health co-benefits of climate change mitigation – housing sector. Disponible en: <http://www.who.int/hia/hgehousing.pdf>

WHO (2012). Health Indicators of sustainable cities in the Context of the Rio+20 UN Conference on Sustainable Development Initial findings from a WHO Expert Consultation: 17-18 May 2012. Disponible en: http://www.who.int/hia/green_economy/indicators_cities.pdf

World Bank (2007). Mitigating Environmental Degradation to Foster Growth and Reduction Inequality in Colombia. 2007 The International Bank for Reconstruction and Development/The World Bank. ISBN 978-958-8307-10-7. Mayol Ediciones S.A.

World Economic Forum (2014). The Global Competitiveness Report 2013–2014. ISBN-13: 978-92-95044-73-9, ISBN-10: 92-95044-73-8

Política Pública
de Construcción
Sostenible

1 Línea Base



Universidad
Pontificia
Bolivariana