

Contenido

8. Capítulo 8. Lecciones aprendidas - de Ciudad Verde a Lagos de Torca.	2
8.1 Ecología urbana	2
8.2 Manejo integrado del agua.....	4
8.3 Energía.....	5
8.4 Residuos.....	6
8.5 Movilidad y desarrollo territorial.....	7
8.6 Edificaciones e infraestructura urbana.....	9
8.7 Conclusiones.....	10
Anexo 16. Marco Político y Regulatorio	13
A.16.1 Gestión Ambiental	18
A.16.2 Manejo integrado del agua.....	21
A.16.3 Suministro y Uso de Energía.....	30
A.16.4 Residuos.....	40
A.16.5 Instrumentos para la movilidad sostenible.....	45
A.16.6 Edificaciones e infraestructura.....	61
Referencias.....	81

8. Capítulo 8. Lecciones aprendidas - de Ciudad Verde a Lagos de Torca.

Los resultados del presente estudio son sin duda de complejidad en su lectura detallada y amplia diversidad, no solamente por la metodología propuesta y su abordaje sectorial, sino también por la aplicación de los indicadores y evaluación de medidas de mitigación y mejora en dos casos de estudio, en etapas disímiles de desarrollo. Ciudad Verde en Soacha y Lagos de Torca en el Distrito Capital, por sus dimensiones e implicaciones urbanas, se pueden considerar de gran significado para el desarrollo urbano. Aunque comparten ubicación periférica en zonas de expansión, los contextos urbanos de los dos casos corresponden a estados de desarrollo que demuestran fase final de consolidación en Ciudad Verde y desarrollo inicial dentro de un plan de largo plazo a treinta años en Lagos de Torca (2020-2050). En tanto que Ciudad Verde es un macroproyecto de vivienda de interés social desarrollado en un plan único, con proceso de población en consolidación. Lagos de Torca, por su parte, constituye una zona de transición entre varias zonas urbanas y ambientales, en diversos planes parciales, lo que abarca desarrollos residenciales, comerciales e institucionales, con distintos escenarios poblacionales.

Con el ánimo de comprender de manera sintética los mayores aprendizajes de los análisis adelantados, siguiendo la metodología propuesta, se presenta en este capítulo un texto que se ha denominado “lecciones aprendidas”. Está estructurado de manera secuencial para cada uno de los sectores que se contemplaron en este proyecto buscando resaltar los aprendizajes más significativos del análisis de los dos casos de estudio. Es importante anotar que las reflexiones van más allá de los retos de reducción de la huella de carbono, pues para cada uno de estos proyectos urbanos, desde una óptica sectorial, se evaluaron, además de opciones de mitigación, otras de adaptación y mejoras de la calidad de vida que apuntan a cumplir los objetivos identificados de buen uso del suelo, maximización de servicios ecosistémicos, gestión eficiente de recursos y residuos, oferta de bienes públicos para mejorar el bienestar de la población y de edificaciones y movilidad sostenible, como se señaló en el capítulo 1 de este Informe Final. La aplicación de los indicadores propuestos da cuenta de estos análisis.

En el Anexo a este capítulo se presenta un resumen del marco de política y de los instrumentos regulatorios que pueden aportar a levantar las barreras existentes y solucionar los requerimientos para contar con ciudades y proyectos urbanos sostenibles.

8.1 Ecología urbana

El propósito de la evaluación de ecología urbana es el de promover equilibrio apropiado entre las funciones social y ecológica de los espacios verdes urbanos, atendiendo metas de eficiencia, equidad y bienestar social, así como calidad y resiliencia ambiental. Para estos propósitos, los indicadores examinan cuantitativamente su disponibilidad y cualitativamente su capacidad, en diversas categorías de espacios, apoyando las funciones sociales y ecológicas.

Discriminando el espacio verde total que integra la totalidad de espacios verdes públicos, el espacio verde público efectivo comprende exclusivamente parques urbanos, incluyendo zonas duras, y, dependiendo de su dimensión, alamedas. Excluye las áreas protegidas y los espacios verdes asociados al sistema vial, es decir, controles ambientales y separadores verdes.

Respecto de espacio público efectivo, Lagos de Torca señala un incremento de cerca de 27% frente a Ciudad Verde, al pasar de 3.77 m²/hab. a 5.10 m²/hab. Estos valores se acercan al valor mínimo de referencia de 4 m²/habitante establecido por Naciones Unidas. Al descontarse del área verde pública efectiva las áreas duras de peatonales, ciclovías y canchas deportivas el indicador se reduce a 3.4 m²/habitante, corroborando el peso que estas áreas tienen como función social antes que ecológica.

Como señal de accesibilidad social a espacios verdes, en Ciudad Verde todas sus viviendas tienen acceso a espacios verdes (parques lineales, locales, zonales) a distancias menores o iguales a 300 metros. Para espacios verdes de escala metropolitana, respecto del “Parque de Niebla”, todas las viviendas tienen acceso a éste a menos de 2 km, que corresponde al deseable propuesto en el “UK National Ecosystem Assessment”. Por contraste, en Lagos de Torca solamente el 23.86% del área está dentro de distancia menor a 200 metros de parques zonales y el 79.33% a menos de 2 km de un parque metropolitano. De sus planes parciales puede hacerse la hipótesis de la posibilidad de que la totalidad de las viviendas se encontrarán a 200 metros o menos de un parque zonal o urbano.

Para el espacio público verde asociado al sistema vial (p.ej., controles ambientales, separadores verdes), la disponibilidad es levemente mayor en Ciudad Verde, con 1.68 m²/habitante frente a 1.47 m²/habitante en Lagos de Torca.

Se acentúan las diferencias principales entre los dos proyectos cuando se toman en cuenta las Áreas Protegidas y los espacios verdes privados en la ponderación socio-ecológica del sistema de áreas verdes. En tanto que, en Ciudad Verde la zona de manejo y preservación ambiental del río Soacha, asociada con la estructura ecológica principal, cubre el 9% del total de áreas verdes públicas, para Lagos de Torca su plan zonal incluye el Humedal de Guaymaral y varias quebradas con zonas de preservación y manejo ambiental significando 38% del espacio público verde total, en sus 175 hectáreas de áreas protegidas. Así, en Áreas Protegidas se tienen 5.99 m²/hab en Ciudad Verde y 10.67 m²/hab en Lagos de Torca, con la obligación de ser preservadas y gestionadas manteniendo sus características ambientales, fortaleciendo su función ecológica vital.

Para examinar la función ecológica de los territorios, referida a su capacidad de generar gran diversidad de servicios ecosistémicos, se estudiaron la conectividad ecológica, la captura de carbono y la regulación microclimática.

Las condiciones de dimensión y ubicación de las alamedas y parques lineales, con amplias zonas duras contiguas a vías vehiculares, son inapropiadas para la función de las mismas como hábitat o corredor de paso de aves y otros animales.

Se considera no significativo, en términos de corredores ecológicos en Ciudad Verde y su área de influencia, que no se proporcionan Áreas Protegidas de importancia. Por contraste, la conectividad ecológica es muy importante en Lagos de Torca por su ubicación estratégica en las transiciones entre Cerros Orientales y Río Bogotá y en el área de influencia de la Reserva Thomas van der Hammen. Se identifica conectividad robusta en la dirección oriente occidente a través del Humedal Guaymaral que puede reforzarse con el proyecto de su restauración ecológica y privilegiando en el Parque Metropolitano la funcionalidad ecológica sobre la social, mediante reducción de canchas deportivas y zonas duras, así como control de accesibilidad y actividad. Se señala conectividad difusa en la zona nororiental en la que existen quebradas entre los cerros y la autopista y mayor proximidad entre estos, el Humedal y la Reserva van der Hammen, con interferencias por el desarrollo urbano. La conectividad ecológica es muy débil en la zona sur del proyecto, por discontinuidad en los cuerpos de agua y otros tipos de zonas verdes significativas que vinculen los cerros orientales con la Reserva van der Hammen. Si se promueve la permanencia de las instituciones existentes en la zona y se fortalece su funcionalidad ecológica mediante mejoramiento de coberturas forestales, esta conectividad podrá incrementarse.

Por esto se hace importante en la ponderación de áreas verdes en Lagos de Torca la inclusión de espacios privados que, aunque tengan uso restringido a poblaciones particulares, con relativamente bajo aporte a la funcionalidad social, pueden cumplir importante función ecológica de beneficio general, contribuyendo al control de densidades y paisaje urbano, con intervenciones de arborización.

En Ciudad Verde se pospuso para la etapa final del proyecto la plantación arbórea en el Parque de la Niebla y parques zonales, con oportunidades para mejorar la naturalidad y el diseño paisajístico. Es posible elevar el “índice de naturalidad” en espacios públicos verdes efectivos mediante disminución de áreas duras e incremento de coberturas forestales. En Lagos de Torca su plan zonal plantea alto índice de naturalidad con cantidad y variedad de coberturas vegetales, lo cual depende de diversos actores públicos y privados. Para el parque metropolitano, parte de sus quebradas con sus rondas y el resto de áreas verdes del plan zonal depende de los promotores. En consecuencia, el índice final de naturalidad dependerá del desempeño y coordinación de esas acciones.

Con una baja cobertura arbórea inicial en los dos proyectos, para la mitigación de emisiones por medio de la captura de CO₂ en biomasa aérea, el mejoramiento dependerá de las actividades efectivas de aumento de cobertura de árboles. Se observa que los índices actuales Lagos de Torca, de 280 árboles por hectárea, son inferiores a índices como el IPCC "2019 Refinement to the 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories" de 370 árboles por hectárea.

Vale la pena mencionar que, del análisis planimétrico de los dos planes parciales de Lagos de Torca (El Bosque y Tibabita), se pudo establecer que en ambos casos el porcentaje de área de cesión es superior al mínimo exigido en el Decreto 088 de 2017. Este incremento porcentual no se refleja significativamente en el indicador de disponibilidad (i.e., m² de área verde por habitante) dado que el área de cesión adicional se destina principalmente a equipamientos y zonas duras. Esto podría estar mostrando que, como se vio en Ciudad Verde, al empezar a notarse falencias en temas de dotación urbana o de equipamientos, se aproveche esta área extra para crear elementos como: puestos de venta al por menor, Comandos de Acción Inmediata (CAIs), estaciones de reparación de bicicletas y otros, restando metros al área verde del proyecto incluso por encima del área de supuesto excedente.

Finalmente, en ninguno de los dos casos hay una clara estructura urbana en torno a nodos funcionales (centralidades internas), que organicen las jerarquías espaciales y funcionales. En los dos proyectos la geometría urbana responde a la cuadrícula ortogonal, sin mayores variaciones en el planteamiento zonal ni en los Planes Parciales con respecto a la geometría utilizada en el resto de la ciudad. Desde la perspectiva de la inclusión de la naturaleza como factor estructurante del entorno urbano, esta geometría ortogonal invisibiliza y homogeniza la base territorial. No se evidencia un esfuerzo de búsqueda de opciones de morfología urbana más ajustada a las características territoriales que, particularmente en el caso de Lagos de Torca, hubiera contribuido a generar una microciudad con mayor diversidad urbana y paisajística, así como, a la generación de los elementos de identidad y estructuración funcional que diferencian una microciudad de una expansión urbana.

8.2 Manejo integrado del agua

La gestión sostenible del agua en desarrollos urbanos requiere la articulación de los sistemas necesarios para el abastecimiento de agua y el manejo del agua pluvial y residual. Dicha articulación involucra distintas escalas temporales y espaciales, de manera que se integren tanto las dinámicas de la cuenca como los procesos urbanos. El uso de indicadores es útil para la evaluación del desempeño de los sistemas del agua urbana (tanto planeados como existentes), así como para la definición de políticas y estrategias de mejora. Así pues, la evaluación de los casos de estudio se basó en un conjunto de catorce indicadores y se propusieron medidas de mejora asociadas al consumo de agua y manejo de la escorrentía.

La evaluación de indicadores en Ciudad Verde demostró que los relacionados con la prestación del servicio de acueducto y alcantarillado presentaron el mejor desempeño. Sin embargo, en el marco de transición hacia un manejo sostenible del agua, dichos indicadores hacen parte de las primeras etapas. De acuerdo con

los resultados obtenidos para el indicador de emisiones de CO_{2eq}, se evidencia que en este sector hay un mayor potencial en el desarrollo de medidas orientadas a la adaptación al cambio climático. Es así como medidas como el abastecimiento descentralizado y la infraestructura verde multifuncional permiten reducir la vulnerabilidad en las áreas urbanas ante el desabastecimiento, las inundaciones y los incrementos de temperatura.

Por otro lado, en Ciudad Verde se evidenció que la asequibilidad al servicio de agua potable y alcantarillado pluvial supera el estándar en un 300%, afectada por la estructura tarifaria, por lo cual, y observando un consumo de agua más alto en las viviendas estrato 1 beneficiarias del mínimo vital, sería pertinente balancear los subsidios, y sustituir un porcentaje significativo del agua potable con el uso de fuentes alternativas como el agua gris y/o el agua lluvia, de acuerdo con las prácticas de reúso por parte de la población identificadas en el caso de estudio. En este caso de estudio existe un potencial de reutilizar el agua de escorrentía para el riego de las zonas verdes, ya que ésta es almacenada temporalmente en un pondaje, cuyo uso multifuncional es muy bajo al no hacer parte del espacio público efectivo, cuando podría aumentar la provisión de servicios ecosistémicos para educación, por ejemplo. Para esto, se requiere del diálogo y la cooperación interinstitucional con el fin de asegurar el aprovechamiento para diferentes usos no potables. Por último, el indicador de agua residual tratada al nivel de calidad requerido evidenció una desconexión entre la gestión de ésta y la planeación del desarrollo urbano en el área.

En relación con el manejo de la escorrentía en el caso de estudio de Lagos de Torca, se realizó un análisis comparativo de los requerimientos para la provisión de servicios ecosistémicos (p.ej., servicios de provisión, regulación y socioculturales) para doce planes parciales. Lo anterior permitió identificar áreas en las que puede presentarse un mayor déficit de los servicios a partir de los usos del suelo y, por ende, sería recomendable la implementación de tipologías de Sistemas Urbanos de Drenaje Sostenible (SUDS) para ayudar a suplir dichos requerimientos. Adicionalmente, de acuerdo con el Decreto 88 de 2017, la retención mínima del agua lluvia por parte de los SUDS se establece en un 30%. No obstante, se observó que las características de cada plan parcial y sus requerimientos de servicios ecosistémicos son determinantes en la implementación de SUDS. Por esto se considera necesario que las exigencias para el manejo de la escorrentía en el sitio dependan de las características y necesidades de este.

8. 3 Energía

Las concepciones habituales de planeación energética de proyectos urbanos de vivienda se enfocan exclusivamente en garantía de suministro de energía eléctrica y gas natural. Se registra la experiencia de los habitantes de Ciudad Verde sobre la deseada mejora de calidad de servicio eléctrico.

No se han considerado por sus promotores, en los dos casos de estudio, tecnologías limpias de generación y almacenamiento descentralizadas ni de prácticas de eficiencia energética. Existe interés de los habitantes en Ciudad Verde para instalar sistemas de recursos solares localizados sobre las cubiertas de los bloques multifamiliares, con limitaciones económicas para su implementación. Igualmente, es posible la generación térmica para calentamiento de agua con equipos sobre cubiertas, con la restricción de los costos de adición de redes de recirculación de agua y la disponibilidad de área.

Por su estado de formulación y desarrollo, en Lagos de Torca es posible considerar sistemas de generación térmica descentralizada para precalentamiento de agua y acondicionamiento térmico de espacios en sectores residencial y comercial y potencial para implementar soluciones integrales de generación térmica y eléctrica. Igualmente, es de esperar que en Lagos de Torca se instalen sistemas de medición inteligente que faciliten la gestión de la demanda por parte de los consumidores y el intercambio de excedentes si fuese posible.

En Ciudad Verde no se manifiesta aún interés en estos sistemas de medición. Es de esperar que los avances regulatorios puedan derivar en un cambio paulatino de medidores con el liderazgo de CODENSA integrándolos a las prácticas diarias y capacitando usuarios.

En Lagos de Torca, hay un buen potencial de implementar transporte público eléctrico que facilite los desplazamientos internos y que, combinado con las opciones de movilidad tradicional, promueva la interacción entre el sector de transporte y el de energía a nivel de ciudad, y de esta manera avanzar en la integración de sistemas.

8.4 Residuos

La estructura planteada en el componente de residuos considera las diferentes etapas jerárquicas para la gestión de residuos priorizando la prevención y la reducción en la fuente, recordando que la forma más simple de manejar los residuos es evitando su generación. Posteriormente a la generación, prevalece la reutilización del producto, el aprovechamiento material y la valorización energética, dejando como alternativa menos favorecedora el pre-tratamiento y la disposición final de los residuos generados en las ciudades. Teniendo en cuenta el enfoque del proyecto hacia la planeación de ciudades con bajas emisiones de carbono, sostenibles, resilientes y que garanticen el bienestar de los habitantes, se realizó la evaluación cuantitativa de indicadores que buscan abordar los principios mencionados y que aplicados a los casos de estudio permiten las siguientes reflexiones y aprendizajes.

Respecto a la prevención de la generación, la cantidad de residuos generados por persona en Soacha y Bogotá, y en general en el país, son bajas a nivel mundial, por lo que, si bien el primer objetivo de la gestión de residuos es su minimización, en Ciudad Verde se requeriría enfocar los esfuerzos en el aprovechamiento de los residuos para mitigar las emisiones de GEI. Esto particularmente para residuos orgánicos rápidamente putrescibles, cuya descomposición anaerobia en el relleno sanitario constituye más del 85% de las emisiones del sector, lo que evidencia la importancia y la oportunidad de aprovechamiento de este flujo de residuos.

Para los residuos inorgánicos y orgánicos lentamente putrescibles, la tasa de aprovechamiento sobre el total de residuos generados de Ciudad Verde (15.4%) se encuentra muy cerca a la meta nacional de 17.9%. Sin embargo, el vidrio, el plástico y el papel presentan las menores tasas de aprovechamiento, lo que puede indicar la necesidad de intervención en la separación y recolección del material, la superación de limitaciones tecnológicas que impiden un aprovechamiento mayor y la búsqueda de estrategias económicas para incentivar esta actividad. Por otro lado, aunque la ruta de recolección selectiva no se plantea dentro del esquema de gestión de residuos en el municipio de Soacha, el indicador de aprovechamiento de los residuos domiciliarios es cercano a la meta nacional gracias a la actividad de la población recicladora de oficio. Este esquema permite el aumento en los niveles de aprovechamiento y mejora la calidad de los materiales obtenidos para comercializar. Lo anterior confirma la importancia de la labor de la población recicladora de oficio, cuyas condiciones laborales requieren intervención prioritaria.

Según lo observado en Ciudad Verde, contemplar la existencia de equipamientos para la gestión descentralizada de residuos, que permita la participación de los habitantes y la creación de oportunidades laborales dentro del macroproyecto se constituye como una alternativa para reducir el impacto ambiental de los residuos generados y beneficiar a la población. Este hecho cobra especial importancia en proyectos en fase de planeación como Lagos de Torca, en el que los usos de los equipamientos proyectados se encuentran en definición y puede establecerse una infraestructura que permita la gestión y aprovechamiento de los residuos en la zona urbana. Además, esto evitaría la necesidad de que los residuos generados por los

primeros habitantes del proyecto tengan que ser recolectados por las empresas constructoras antes que la empresa de aseo del municipio preste el servicio en la urbanización.

Dentro de las medidas de mitigación propuestas para Ciudad Verde, la quema de biogás generado en el relleno sanitario representa la mayor reducción de Gases de Efecto Invernadero (GEI), sin embargo, continuar disponiendo los residuos en rellenos (alternativa menos favorecida en la jerarquía de gestión de residuos) tiene implicaciones como la reducción de la vida útil de estos sistemas de disposición final, afectaciones ambientales como eutrofización de cuerpos de agua, acidificación, ecotoxicidad acuática, entre otros, y el desperdicio de los materiales y energía residual presente en los residuos. Esta medida puede representar un paso inicial hacia la mitigación, seguida por estrategias que favorezcan el aprovechamiento.

Ahora bien, para Lagos de Torca la planeación contemplada hasta el momento incluye la recolección y transporte de los residuos al relleno sanitario de Bogotá ubicado a 35 km. Un aprovechamiento descentralizado de los residuos orgánicos rápidamente putrescibles y de residuos reciclables teniendo como base la recolección diferenciada, representa mitigación en emisiones por la descomposición anaerobia de los residuos rápidamente putrescibles, por el transporte y extensión de la vida útil del relleno sanitario de la ciudad, además de otra gran cantidad de ventajas en términos de sostenibilidad.

En proyectos en fase de planeación como Lagos de Torca, el diseño de infraestructura para la gestión de residuos al interior de los proyectos de vivienda puede intervenir de modo que se favorezca la separación y el almacenamiento en la fuente. Por ejemplo, los sistemas de conducción de los residuos desde las viviendas, si existen, deben separar los residuos en fracciones aprovechables y no aprovechables, permitiendo la recolección diferenciada. Además, al incluir Lagos de Torca muchas viviendas de interés social, al igual que las de Ciudad Verde entregadas en obra gris, puede generarse gran cantidad de residuos de construcción y demolición en etapa de acabados, lo que hace evidente una oportunidad de intervención desde el diseño de las viviendas para evitar el desperdicio de materiales posterior a la construcción.

8.5 Movilidad y desarrollo territorial

Dentro de la alta urbanización colombiana, se registran efectos marcados en escasez y precio alto del suelo, expulsión de poblaciones de menores recursos a zonas periféricas de las ciudades y deterioro de condiciones de vida expresadas en desigualdad (en múltiples dimensiones, incluida la de género), accesibilidad y asequibilidad del transporte, con deficiencias en bienestar y sostenibilidad para grupos de población más vulnerable. Por ello en la planificación integrada del territorio deben atenderse dichos aspectos considerando los impactos en la calidad de vida de las personas.

Por la localización periférica de grandes proyectos en áreas periurbanas donde se suma la deficiencia de equipamientos y actividades productivas, con alta dependencia de movilidad motorizada, se agravan las condiciones para conseguir transporte urbano sostenible, lo que requiere utilizar enfoques integrados que mezclen distintas intervenciones en transporte, usos del suelo, medio ambiente y políticas sociales, frecuentemente poco comprendidas a largo plazo.

Para este estudio el análisis de movilidad sostenible se desarrolló mediante métodos cuantitativos y cualitativos que representan cinco etapas en la visión de transporte sostenible: acceso universal a los servicios que ofrece la ciudad, planeación visión cero ampliada a impactos por siniestralidad y calidad del aire, oferta de transporte de buena calidad, calidad de vida como prioridad y transporte consistente con metas en mitigación y adaptación al cambio climático.

El análisis en Ciudad Verde evidenció el déficit en equipamientos de todo tipo, con la más baja calificación en los servicios de salud, educación y abastecimiento de víveres. La falta de equipamientos al interior de la ciudadela se ve reflejada en una dependencia de la población en los centros urbanos de Soacha y Bogotá para suplir sus necesidades. El comercio informal apoyado por las redes sociales ha surgido como una alternativa ampliamente usada por la comunidad para acceder a ciertos bienes. Como contraparte, las redes sociales han permitido también actividades ilícitas y criminales, diversificando las fuentes de inseguridad y percepción de presencia criminal, que limitan la capacidad de movilización temporalmente en áreas y franjas particulares de la ciudadela.

Al déficit en equipamientos se suma la falta de conectividad entre la red vial del macroproyecto y las redes de transporte de Soacha y Bogotá. Ciudad Verde cuenta con acceso muy limitado a través de la conexión que existe entre la Autopista Sur y la Avenida Terreros, desencadenando condiciones críticas de congestión para entrar o salir de la urbanización. En cuanto a la oferta de transporte público, la ciudadela solo tiene acceso a dos estaciones de Transmilenio, San Mateo y Terreros, ambas distantes más de 3 Km. Ante esto ha surgido una oferta de buses privados y transporte informal que cumplen la función de alimentación, sin embargo, a un costo que para el usuario supera el del servicio de transporte público y en muchos casos su capacidad de pago. El 60% de los viajes que hace la población de la ciudadela tiene una duración cercana a dos horas por trayecto, con implicaciones relevantes en calidad de vida. La alta participación del transporte público colectivo y masivo en los viajes de la población se refleja en una baja huella de carbono per cápita por transporte, pero en una alta exposición a contaminantes criterio debido a las características predominantes de la flota.

El análisis de medidas de mitigación en Ciudad Verde muestra que, a través de una mayor oferta de equipamientos dentro de la ciudadela, de diferentes alternativas sostenibles como modos de alimentación a los sistemas de transporte público, y la modernización de la flota de transporte público, sería posible mejorar algunas situaciones que determinan la calidad de vida de la población y mantener la movilidad en una senda de bajas emisiones de carbono.

Por su parte, el proyecto de Lagos de Torca plantea un espacio público concebido para la totalidad de actores, peatones, ciclistas, transporte público y privado que, sin embargo, y sobre todo en el corto y mediano plazo, privilegia los modos de transporte privados. Lagos de Torca ofrece mezcla de tipos de vivienda y espacio para la funcionalidad del transporte público que plantea la incertidumbre de sus fases de maduración y entrada en operación. Puede resultar que, en cierto tiempo, se genere la presencia de transporte informal para atender tales demandas, pues se observa que los proyectos iniciales de Vivienda de Interés Social (VIS) y Vivienda de Interés Prioritario (VIP) no hacen explícita la movilidad planeada para sus futuros residentes. Por esto, con la necesaria intervención gubernamental, se debería pensar desde su diseño en cómo solucionar, al menos parcialmente, las necesidades de movilidad, en especial vía transporte público limpio para viajes fuera de la micro-ciudad y con una oferta variada de opciones en movilidad sostenible para viajes al interior de la micro-ciudad.

El análisis para Lagos de Torca sobre su potencial impacto a nivel de región, mediante la estimación del índice de dispersión, muestra potenciales ventajas del proyecto en un menor crecimiento de huella urbana, con mayor mezcla de usos del suelo, en comparación con otros dos escenarios analizados (uno de crecimiento inercial y uno de habilitación de proyectos de micro-ciudad ubicados en diferentes zonas de la región). A largo plazo, con el desarrollo de las obras de infraestructura en movilidad planeadas para la ciudad, los modos sostenibles de transporte tendrían una participación superior al 90% en los viajes de la población de Lagos de Torca.

El análisis de los dos casos de estudio muestra cómo las intervenciones posibles para mejorar la calidad de vida de la población de un proyecto ya consolidado como sería el caso de Ciudad Verde son muy limitadas. La consideración de los objetivos de movilidad sostenible desde la planeación y etapa inicial de Lagos de Torca ofrece la oportunidad de evitar o minimizar problemas de acceso a equipamientos, dependencia de modos informales y no sostenibles de transporte y otras externalidades negativas, como son los largos tiempos de viaje para acceder a servicios básicos que ofrece una ciudad y que además en su mayoría podrían ofrecerse desde la micro-ciudad.

8.6 Edificaciones e infraestructura urbana

El análisis de los casos de estudio, Ciudad Verde y Lagos de Torca, evidencia la diversidad en tipos y escalas de proyectos urbanos, con variadas configuraciones de actores interesados y líneas de tiempo para su desarrollo, que exceden los perímetros municipales y que suman iniciativas públicas y privadas. Desde allí es preciso reconocer las lecciones aprendidas de la trayectoria de macroproyectos como Ciudad Verde y la pertinencia o no de su aplicabilidad en Lagos de Torca. En ese sentido, las principales lecciones aprendidas con relación al desarrollo de proyectos de edificaciones e infraestructura urbana tienen que ver con las diferentes etapas de su ciclo de vida y su desempeño en cuanto a la serie de indicadores establecidos en otras secciones del presente documento.

En primer lugar, es importante destacar que, de acuerdo con el análisis realizado, es claro que los niveles de confort térmico en la vivienda de interés social no son los adecuados y, por tanto, existe un gran potencial de mejora en cuanto a los niveles mínimos de comodidad requeridos para los residentes de este tipo de inmuebles. Las múltiples simulaciones energéticas realizadas en Ciudad Verde evidencian que la gran mayoría de unidades habitacionales se encuentran por fuera de los rangos de confort térmico sugeridos por estándares internacionales. Sin embargo, alcanzar niveles de confort adecuados no es un proceso fácil y la implementación de medidas pasivas o sistemas de calefacción que eleven la temperatura interna de las viviendas a niveles de comodidad, en concordancia con estándares internacionales, eleva el presupuesto requerido para construcción de los proyectos residenciales con el consiguiente impacto en el precio de la vivienda. En consecuencia, para lograr mejores niveles de confort térmico en proyectos futuros (p.ej., Lagos de Torca), es necesario revisar, por un lado, el efecto de la forma urbana en el nivel de confort de las unidades residenciales a partir de la norma urbana con las condiciones de soleamiento y la aplicación de pautas de aislamiento entre edificaciones y, por otro, la materialidad de la envolvente de la edificación.

En segunda instancia, otra de las lecciones aprendidas a lo largo del presente estudio está relacionada con los procesos de toma de decisiones en las etapas tempranas de los proyectos urbanos (i.e., Ciudad Verde y Lagos de Torca). Las simulaciones energéticas desarrolladas y los indicadores establecidos permiten argumentar que dichos procedimientos se llevan a cabo de forma segmentada y sin una adecuada integración entre los actores públicos y privados intervinientes. En consecuencia, los procesos de toma de decisiones relacionados con el desarrollo de proyectos residenciales no incorporan adecuadamente elementos relacionados con la sostenibilidad ambiental de las edificaciones a lo largo de todo su ciclo de vida. La gran mayoría de decisiones pre-constructivas adoptan diseños arquitectónicos y sistemas constructivos poco innovadores. Hay carencias en cuanto a analizar a profundidad las emisiones asociadas con los materiales utilizados y la importancia de la forma urbana y el entorno construido. Lo anterior, lleva a sugerir que para el desarrollo del proyecto Lagos de Torca, por ejemplo, se requiere una mayor integración de los actores públicos y privados con el fin de impulsar las innovaciones técnicas y gerenciales necesarias para lograr mejores mecanismos integrativos de toma de decisiones.

Adicionalmente, hay falencias importantes en cuanto a incorporar elementos de la fase de operación de las edificaciones al momento de estructurar los proyectos por parte de promotores, desarrolladores, y

funcionarios públicos. Esto es evidente en Ciudad Verde donde no existen equipamientos adecuados y suficientes para satisfacer la variada demanda de servicios exigida por los residentes del macroproyecto. La definición de equipamientos parece responder a un intento de suplir la demanda cuando ya se ha generado una situación problemática de insatisfacción de necesidades, en vez de estar enmarcada en un proceso de planeación en el que se prevé una demanda según la cantidad de viviendas a desarrollar y el potencial proceso de ocupación del proyecto. Cuando los habitantes no cuentan con la oferta de servicios necesarios aparecen soluciones en la informalidad para suplir la demanda insatisfecha que posteriormente deriva en otras problemáticas sociales.

Por último, es importante resaltar que se requieren mejoras sustanciales en el proceso de formulación de actuaciones urbanas integrales. Esto implica reinterpretar las relaciones entre las cargas y los beneficios de una actuación urbanística, donde desde el inicio se identifiquen las grandes apuestas en sostenibilidad del territorio donde los instrumentos de gestión y financiación concurren en el logro de esos objetivos. Se evidencian entonces acciones relativas al ordenamiento ambiental del territorio, gestión de suelo y estructuración de esquemas de gestión (APP) para infraestructura urbana y equipamientos sociales. En otras palabras, más allá de los planes parciales, es necesario aplicar estrategias de integración inmobiliaria, reajuste de tierras u otros mecanismos para garantizar el reparto equitativo de las cargas y los beneficios vinculados al mejor aprovechamiento de los inmuebles, así como la cooperación entre partícipes que consideren sistemas de compensaciones en dinero y derechos urbanísticos, lo que permitiría formar unidades gestoras para el desarrollo conjunto de las unidades.

8.7 Conclusiones

De la lectura de las lecciones aprendidas del trabajo sectorial en los dos estudios de caso se identifican varios aspectos relacionados con las oportunidades de reducir la huella de carbono, prepararse para efectos indeseados de la variabilidad y el cambio del clima, y mejorar las condiciones de habitabilidad de los moradores. Estos aspectos pueden ser concebidos desde la planeación y el diseño de los proyectos urbanos, así como monitoreados y mejorados durante su operación. En últimas, se constituyen en opciones para mejorar la transición urbana hacia la sostenibilidad de proyectos y de la ciudad misma.

En el caso de Ciudad Verde se analizaron diferentes escenarios de reducción de emisiones de GEI y de mejora de la resiliencia ante el cambio del clima, mediante la herramienta desarrollada en este proyecto y presentada en el capítulo 3. En síntesis, se evaluaron 43 medidas de mitigación y se construyeron 6 escenarios. Gran parte de las medidas tienen un costo mayor a 30 USD/ton CO_{2-eq}. El potencial de reducción de emisiones para el año 2030 es cercano al 70% para la mayoría de los escenarios y las emisiones per cápita se sitúan entre 0.17 y 0.48 ton CO_{2-eq} en ese mismo año. Para contribuir al incremento de la resiliencia frente a posibles problemas de desabastecimiento, inundaciones e incremento de la temperatura, se evaluaron diferentes opciones que ilustran posibilidades de ahorro de agua potable y, en menor medida, logros en la regulación de escorrentía. Con relación a la regulación de temperatura, la implementación de los SUDS tiene un efecto positivo por el incremento de la evapotranspiración. Aunque los efectos locales no son significativos por el momento, en el futuro el control de islas de calor puede ser de gran importancia, por lo cual una buena concepción de la cobertura arbórea en el espacio público puede complementar la medida anterior.

Con referencia a la mitigación de GEI se encontraron las siguientes necesidades y/o oportunidades para proyectos urbanos: (i) la realización de análisis completos desde la etapa del diseño de requerimientos de movilidad y servicios comerciales, de salud, de educación y otra oferta de bienes públicos; (ii) la estimación de los impactos de la operación y evolución del proyecto por aumento de requerimientos de confort y los

cambios en la demanda de servicios; (iii) la consideración de nuevas tecnologías de gestión de recursos (p. ej., energéticos y agua) y de residuos que ofrecen opciones descentralizadas y digitalizadas eficientes con menor huella de carbono, las soluciones híbridas y la integración de sistemas y modos de transporte; (iv) la eficiencia y nuevas prácticas para el manejo de agua, energía, residuos y en movilidad, inspiradas en conceptos de economía circular; (v) las posibilidades de captura y secuestro de carbono mediante la arborización urbana; (vi) la necesidad de contar con metodologías de análisis de ciclo de vida que consideren las diferentes etapas para el inventario y medición de emisiones y la información correspondiente; (vii) la financiación de las opciones identificadas como, por ejemplo, mayor subsidio a las VIS y VIP para la inclusión de nuevas tecnologías y para mejores sistemas de transporte público y de acceso; y (viii) la capacitación y vinculación de la comunidad para lograr su compromiso en la transición hacia una menor huella de carbono.

Respecto a la adaptación y resiliencia, desde el análisis de ecología urbana y manejo integrado del agua, además del aporte de la cobertura arbórea para la mitigación de emisiones por medio de la captura de CO₂ en biomasa aérea, se identificó: (i) el gran aporte de los espacios verdes, la necesidad de favorecer la conectividad de los ecosistemas de los proyectos y la oportunidad de la naturaleza como factor estructurante del entorno urbano para ofrecer mayor diversidad urbana y paisajística y elementos de identidad y estructuración funcional; y (ii) la importancia de la articulación de las dinámicas de la cuenca con los procesos urbanos y de los sistemas necesarios para la gestión del recurso agua, por ejemplo, la inclusión de sistemas de abastecimiento descentralizado e infraestructura verde multifuncional permitiría reducir la vulnerabilidad en las áreas urbanas ante problemas de abastecimiento, inundaciones e incrementos de temperatura. Si bien existe la posibilidad de sustituir un porcentaje significativo del agua potable con agua gris y/o aguas lluvias, y utilizar SUDS para el manejo de la escorrentía, aun se presentan dificultades por barreras regulatorias.

Con relación a la habitabilidad y mejoras en la calidad de vida de los habitantes de los proyectos y de otros segmentos de población, además de los anteriores, se llama la atención sobre: (i) la asequibilidad de los servicios públicos en su conjunto que plantea dificultades para los habitantes de los deciles de ingreso más bajos; (ii) la necesidad de mejorar la movilidad al interior de los proyectos con nuevas tecnologías y su integración a los sistemas de transporte público, (iii) el monitoreo necesario de la calidad de los servicios públicos, en especial el tratamiento del agua residual pues se presenta una desconexión entre la gestión de ésta y la planeación del desarrollo urbano en el área; (iv) la importancia de mejorar el acceso a los espacios verdes, parques y zonas peatonales para los habitantes y visitantes y, en general, de mejores condiciones de confort, servicios y bienes públicos; (v) la oferta laboral en, por ejemplo, el manejo de los sistemas descentralizados de suministro de energía, la gestión de residuos, los proyectos culturales, el manejo de sistemas demostrativos y la capacitación y vinculación de la comunidad para garantizar una buena evolución de su lugar de vivienda y trabajo descentralizado.

Es bueno subrayar que se requiere el financiamiento de estas opciones de mejora y no siempre es evidente la consecución de recursos a nivel de proyecto urbano y ciudad. Este es un tema que se abordará en el libro blanco con alguna profundidad. Igualmente, es importante poder contar con un respaldo institucional que garantice la aplicación de los indicadores, propuestos, aumentados o modificados en las diferentes etapas de evolución de proyectos urbanos, apoyo para la identificación y evaluación de las medidas e impulso para la implementación de las opciones evaluadas y seleccionadas. El acompañamiento de la administración pública en capacitación, seguimiento y apoyo es fundamental.

A nivel de la gestión de los proyectos urbanos, uno de los aspectos a señalar es la necesidad de aprender de la experiencia de las fases de promoción y desarrollo de los proyectos. Ciudad Verde, el macroproyecto más grande del país, durante los diez años de gestión tuvo varias revisiones y ajustes en el proceso que no

se evaluaron abiertamente en términos urbanos o de sostenibilidad; lo cual habría servido como punto de partida a la siguiente gran experiencia en Lagos de Torca. Es decir, al no existir una tarea continuada y firme de revisión y análisis, se seguirá corriendo el riesgo de repetir errores y/o no avanzar en los cambios y ajustes requeridos de acuerdo con lo que se evidenció en los análisis realizados en esta investigación.

Igualmente, sigue siendo crítica la condición y calidad de las relaciones entre actores en la toma de decisiones, gestión y desarrollo de este tipo de proyectos. En Ciudad Verde, a pesar de su propuesta de gerencia única y control de la gestión y desarrollo, se evidencian carencias y faltantes necesarios de abordar para garantizar la calidad de vida de los habitantes del desarrollo urbano. En este contexto, son los residentes quienes aportan en esta etapa inteligencia colectiva que puede permitir el tránsito a una condición más sostenible. Es claro que en las agendas pública, privada y comunitaria los procesos de operación y mejoramiento de los proyectos concluidos deben considerar tanto el potencial de mejora sobre los casos construidos, lo que significarían acciones como el *retrofit*, así como ajustes que demuestren aprendizaje continuo a lo largo del desarrollo de nuevos proyectos. Esto dependerá de la disponibilidad y credibilidad de los indicadores. De esa lectura debe aprender Lagos de Torca. ¿Cómo hacerlo mejor desde un inicio? ¿Cómo hacer valer las evidencias de la ciudad que tenemos para dar los pasos en la dirección correcta?

Por último, si bien no se trató de manera específica en ninguno de los sectores de estudio, es necesario que el concepto de densidad se ponga sobre la mesa de discusión. Pues afecta todos los sectores y tiene incidencia en la sostenibilidad del territorio. Como lo comentan actualmente varios expertos, la pandemia del 2020 no representa un tema de cifras sino una oportunidad para reflexionar en términos de equilibrio y equidad y, en particular, de buenas relaciones entre los componentes urbanos. Así, este estudio, más allá de una visión agregada desde los sectores, brinda insumos para este importante debate urbano.

El enfoque de este estudio parte de reconocer que los proyectos urbanos son dinámicos y deben avanzar hacia la descarbonización a partir de la búsqueda de objetivos específicos como los planteados de buen uso del suelo, maximización de servicios ecosistémicos, gestión eficiente de recursos y residuos, oferta de bienes públicos, y movilidad e infraestructuras sostenibles. El planteamiento de etapas con indicadores para cada una de ellas y la evaluación de opciones de mitigación, adaptación y de mejora, requiere que se consideren estas oportunidades desde el inicio, que haya un seguimiento de su implementación y un compromiso de gestión para alcanzar objetivos de menor huella de carbono, mayor resiliencia y mejores condiciones de habitabilidad, en últimas, lograr la sostenibilidad de los desarrollos urbanos.

Anexo 16. Marco Político y Regulatorio

A nivel de ciudades, como bien lo señala Salazar Ferro [1], *“la cultura urbanística colombiana tiene una tradición relativamente larga en el manejo de instrumentos de planificación y regulación del suelo”*. Las ciudades colombianas han contado desde la década de 1950 con planes piloto y planes reguladores urbanísticos, casi exclusivamente formulados y adoptados para las áreas urbanas de municipios capitales. En las décadas de 1960 y 1970 se desarrollaron los primeros planes de ordenamiento supramunicipales, correspondientes a las recién creadas Áreas Metropolitanas. Se destacan el caso del área metropolitana del Valle de Aburrá, AMVA, que integra 11 municipios, incluyendo a Medellín y el del Área Metropolitana de la Bucaramanga, que integra cuatro municipios. A partir de 1997, la formulación y adopción de planes de ordenamiento territorial se volvió una obligación para la totalidad de los municipios colombianos, planes que comprenden tanto el área urbana como el área rural. Si bien desde 2011 se dispuso la adopción de Planes Departamentales, a la fecha esta disposición no ha sido ampliamente desarrollada, prevaleciendo el ordenamiento territorial municipal.

A continuación, se presenta un resumen de las disposiciones vigentes atinentes al desarrollo de ciudades en el marco de los objetivos de cambio climático. Se presentan las disposiciones y las opciones de financiamiento generales y sectoriales.

Marco de política general reciente

En la década de los noventa, se da *“un salto de gran magnitud en lo relacionado con la producción de normas y políticas urbanas que de manera directa promueven la mejora de las ciudades en términos de planificación y ordenamiento territorial”* [1]. Hoy se cuenta con un instrumento central para la transformación de las prácticas de planificación y gestión del desarrollo urbano. Con la adopción e implementación de la Ley 388 de 1997 (Ley de Desarrollo Territorial), que modifica la Ley 9 de 1989, se definieron los lineamientos técnicos, políticos, administrativos y jurídicos relacionados con el proceso de ordenamiento territorial de los municipios, reglamentando como instrumento de planificación, el Plan de Ordenamiento Territorial (POT) a escala local, esto es en los municipios y/o distritos. Se establecen instrumentos de gestión y financiamiento del desarrollo como complemento indispensable para la ejecución del ordenamiento territorial. Los Planes de Ordenamiento Territorial (POT) son el instrumento para *“la definición y construcción de un modelo territorial como futuro deseable para el municipio”*, pues permiten *“identificar y programar con eficiencia programas y proyectos públicos y establecer las regulaciones adecuadas para la actuación privada”*.

Posteriormente, con la expedición de la Ley 1454 de 2011 (Ley Orgánica de Ordenamiento Territorial) se establece el marco regulatorio en esta materia, reiterando muchos de los aspectos inicialmente establecidos por la Ley 388 de 1997. El ordenamiento territorial colombiano se estructura de acuerdo con la organización político-administrativa del país, en: (i) la Nación; (ii) los departamentos; (iii) las áreas metropolitanas; (iv) los distritos especiales, y (v) los municipios.

Con este marco, el Plan Nacional de Desarrollo (PND) 2010 – 2014 propuso establecer una política de largo plazo para consolidar un Sistema de Ciudades y fortalecer el buen gobierno en la gestión urbana. El Departamento Nacional de Planeación (DNP) convocó la Misión Sistema de Ciudades, adelantada en los años 2012 – 2013. La Misión señala que Colombia debe asegurar que las ciudades sean más productivas para facilitar e impulsar el desarrollo, al tiempo que se generen mejores condiciones de vida para sus habitantes y se consolida un territorio sostenible para las generaciones futuras. Se adelantan varios estudios con diferentes expertos y sus análisis se estructuran en los siguientes cinco ejes en el documento final:

- Planeación: ciudades y ordenamiento territorial, planeación ambiental, y riesgos de desastres, planeación urbana y rural.
- Coordinación interjurisdiccional y buenas prácticas: fortalecimiento del trabajo coordinado de las diferentes instancias de gobierno, de los esquemas de asociación entre entidades territoriales, y difusión de buenas prácticas.
- Conectividad: red nacional multimodal, acceso a puertos, sistemas integrados de transporte regional, TICs y digitalización.
- Productividad: beneficios de la aglomeración, formación de clústers, mejor movilidad laboral, políticas sociales acordes con características demográficas, disponibilidad, e identificación de atractivos de ciudades.
- Financiación: fortalecimiento de instrumentos y mejora de condiciones de endeudamiento.

Las conclusiones señalan la necesidad de mejorar los procesos de planeación y gestión del territorio, propiciar el desarrollo endógeno y las condiciones específicas de aglomeración. Se propone organizar el sistema de ciudades con una visión de territorio, buscar mejoras de la conectividad y de las capacidades nacionales y regionales, promover figuras de asociatividad y relacionamiento del gobierno nacional con los territoriales. Este trabajo es la base del documento CONPES 3819, Política Nacional para Consolidar el Sistema de Ciudades en Colombia.

La Política Nacional para el Sistema de Ciudades busca establecer un marco de largo plazo para orientar, articular y hacer más eficientes los propósitos de desarrollo, y las actuaciones de las entidades nacionales en las ciudades y regiones del país, en concordancia con las condiciones específicas de su desarrollo y con las políticas que las entidades territoriales hayan desplegado. Para esto es necesario que la política nacional fije los objetivos específicos de productividad, equidad y sostenibilidad que busca alcanzar en el desarrollo urbano en relación con el desarrollo general del país, en términos que respondan a los retos y a las oportunidades de las diversas regiones y ciudades.

En el Plan Nacional de Desarrollo referido y en este documento CONPES se determina la implementación del Observatorio del Sistema de Ciudades, con el fin de realizar seguimiento a la Política del Sistema de Ciudades y apoyar el ordenamiento del territorio para la sostenibilidad.

A nivel nacional se cuenta además con la Ley de Cambio Climático, Ley 931 de 2018, la cual establece las directrices para la gestión del cambio climático en las decisiones de los diferentes agentes públicos y privados del orden nacional, regional y local para adelantar acciones de adaptación y de mitigación de gases efecto invernadero (GEI), con el fin de reducir la vulnerabilidad de la población y de los ecosistemas del país frente a los efectos del cambio climático. Previamente a la expedición de esta Ley, se aprobó el “Acuerdo de París”, adoptado el 12 de diciembre de 2015, en París, Francia, mediante la Ley 1847 de 2017.

En la Ley de Cambio Climático se establecen como instrumentos de gestión, además de los de competencia sectorial de cada ministerio y territorial de los entes departamentales y municipales, los de planificación, los de sistemas de información, y los económicos y financieros. En los instrumentos de planificación se señalan: (i) la Política Nacional de Cambio Climático, (ii) los Planes Integrales de Gestión del Cambio Climático Sectoriales y los Planes Territoriales, (iii) los planes de desarrollo de las entidades territoriales y los planes de ordenamiento territorial, (iv) las Contribuciones Determinadas a Nivel Nacional y (v) las Comunicaciones Nacionales, los Inventarios Nacionales de GEI, los reportes bienales de actualización (BUR). En los sistemas de información se define el Registro Nacional de Reducciones de GEI (RENARE) y el monitoreo de bosques y carbono. Como instrumentos económicos, la Ley define los cupos transables

de emisiones, crea el Programa Nacional de estos cupos y asigna la regulación de emisiones, reducciones y remociones y el régimen sancionatorio al MADS. Los recursos resultantes de subastar los cupos transables de emisiones irán al Fondo Nacional Ambiental (FONAM) para apoyar proyectos de mitigación y adaptación. Finalmente, establece que de los recursos de regalías que reciba Colciencias el 1% se destinará a proyectos con estos mismos propósitos.

La Política de Cambio Climático fue expedida en 2017 sobre la base de diferentes estrategias y planes¹ que consideran escenarios a 2030 y 2050. El objetivo de esta Política, muy coincidente con la finalidad de la Ley, es: *“incorporar la gestión del cambio climático en las decisiones públicas y privadas para avanzar en una senda de desarrollo resiliente al clima y baja en carbono, que reduzca los riesgos del cambio climático y permita aprovechar las oportunidades que este genera”*.

En la política se proponen una serie de estrategias sectoriales y territoriales. En las primeras, se hacen explícitas aquellas con riesgos e impactos potenciales altos: (i) desarrollo minero-energético bajo en carbono y resiliente al clima² y (ii) desarrollo de infraestructura estratégica resiliente al clima y baja en carbono³. Las estrategias territoriales propuestas son: (iii) desarrollo urbano resiliente al clima y bajo en carbono, (iv) desarrollo rural resiliente al clima y bajo en carbono, y (v) manejo y conservación de ecosistemas y sus servicios ecosistémicos para el desarrollo bajo en carbono y resiliente al clima.

La implementación de estas líneas sectoriales y territoriales está soportada en cuatro estrategias instrumentales: (vi) información y ciencia y tecnología; (vii) educación, formación y sensibilización a públicos, (viii) planificación de la gestión del cambio climático y (ix) financiación e instrumentos económicos.

Igualmente, se señala en la Política que para su implementación se requiere un marco institucional y de gobernanza que facilite la articulación de las diferentes agentes y entidades públicos y privados y la coordinación de acciones sectoriales y territoriales. Varias de estas consideraciones están contenidas en el Decreto 298 del 2016 que crea el Sistema Nacional de Cambio Climático (SISCLIMA) con la finalidad de lograr la coordinación interinstitucional entre el nivel central y territorial para promover las políticas, estrategias, planes, programas, proyectos y acciones de mitigación de emisiones de GEI y adaptación en materia de cambio climático. El SISCLIMA cuenta con nueve nodos regionales, una Comisión Intersectorial de Cambio Climático (CICC), que a su vez cuenta con un Consejo Asesor creado por la Ley, y dos Comités Técnicos: de Gestión Financiera y de Asuntos Internacionales.

¹ Se señalan: la Estrategia Colombiana de Desarrollo Bajo en Carbono (ECDBC), el Plan Nacional de Adaptación al Cambio Climático, la Estrategia Nacional para la Reducción de las Emisiones debidas a la Deforestación y la Degradación forestal (ENREDD+), el Plan Nacional de Gestión de Riesgo de Desastres (PNGRD), la Estrategia de Protección Financiera frente a Desastres (EPFD) y la Estrategia Colombiana de Financiamiento Climático.

² Las líneas de acción que orientan esta primera estrategia son: (i) integrar en las políticas y regulaciones, referentes a la expansión de la oferta energética y eléctrica, los objetivos de adaptación ante los eventos climáticos y las medidas de desarrollo bajo en carbono, (ii) evaluar la utilización de biocombustibles que aseguren una baja huella de carbono a lo largo de su ciclo de vida con limitados impactos a los recursos hídricos, la seguridad alimentaria y la biodiversidad, (iii) promover mecanismos eficientes, incluidos instrumentos económicos, para la gestión de la demanda baja en carbono en los diferentes sectores, (iv) incentivar la diversificación de la canasta energética reconociendo los beneficios sobre la mitigación de GEI y los co-beneficios en la calidad del aire, resiliencia climática, acceso y seguridad energética, (v) fomentar el aprovechamiento de fuentes de energía renovables complementarias a las no renovables con el fin de asegurar el suministro confiable de energía eléctrica en zonas no interconectadas (ZNI) y (vi) promover la adecuada gestión de las emisiones fugitivas.

³ Las líneas de acción de la segunda estrategia hacen referencia al desarrollo de infraestructura de redes de transporte a nivel nacional y regional.

Vale la pena mencionar dos políticas adicionales: la Política de Crecimiento Verde consignada en el documento CONPES 3934 de 2018, que busca impulsar el crecimiento económico del país con un aumento de la productividad y competitividad, asegurando el uso sostenible del capital natural y la inclusión social de manera compatible con el clima. Esta política se construye con base en los análisis y resultados de la Misión de Crecimiento Verde que plantea estrategias para los diferentes sectores de la economía. En particular, vale la pena mencionar, las estrategias de promover condiciones para lograr una mayor penetración de energías renovables y favorecer la adopción de tecnologías para la gestión eficiente de la energía y la movilidad sostenible. Esta última, con fomento al ingreso de vehículos eléctricos, el ascenso tecnológico en la flota oficial del país y la incorporación de tecnologías con cero o bajas emisiones a los SITM y SETP.

Otra Política es la Gestión de Riesgos de Desastres, adoptada mediante la Ley 1523 de 2012, la cual busca integrar este concepto en las políticas, planes y proyectos y la ejecución de acciones para contribuir a garantizar la seguridad humana, ambiental y territorial. Las acciones plantadas son: (i) la reforma normativa del Sistema Nacional, (ii) la mejora de la capacidad técnica de las entidades territoriales y Corporaciones Autónomas Regionales, (iii) la formulación de políticas estratégicas para la protección financiera ante desastres, (iv) el manejo de desastres de baja y mediana intensidad y (v) mecanismos para orientar procesos de reconstrucción ante una situación declarada de desastre nacional, entre otras.

El Departamento Nacional de Planeación ha desarrollado un Kit de apoyo a las autoridades locales para la elaboración de los Planes de Desarrollo Territorial⁴.

Financiamiento

Según lo establece la Ley 1931 de 2018, la financiación de la gestión del cambio climático debe combinar fuentes de origen internacional (cooperación, banca multilateral, ayuda oficial al desarrollo, mercados internacionales de carbono), recursos públicos (nacionales y territoriales) y recursos privados (hogares, empresas y sector financiero) para desarrollar las acciones de adaptación y mitigación previstas en la política de cambio climático, incluyendo la financiación relacionada con la investigación, transferencia tecnológica, sensibilización y construcción de capacidades.

El Comité de Gestión Financiera del SISCLIMA tiene como tarea principal el establecimiento de mecanismos e instrumentos para promover el acceso a las fuentes internacionales y orientar dichas fuentes a las prioridades identificadas en los planes integrales de gestión del cambio climático, tanto sectoriales como territoriales. Igualmente debe invitar a la banca multilateral a crear líneas de crédito para el financiamiento de las acciones de adaptación y mitigación.

Con relación a los recursos públicos, la financiación de las medidas de adaptación recae sobre el gasto presupuestal tanto de los ministerios sectoriales como de las entidades territoriales y autoridades ambientales regionales en primera instancia y sobre el Fondo de Adaptación en segunda instancia. Y las de mitigación sobre los presupuestos de los ministerios, territorios y el FONAM.

Un aspecto importante, como lo señala la Ley de Cambio Climático, se destinará 1% del Fondo Ciencia, Tecnología e Innovación del Sistema General de Regalías a la financiación de proyectos de mitigación y adaptación al cambio climático. En la reciente reforma se destina un 10% a ciencia, tecnología e innovación, de eso, dos puntos como mínimo a asuntos relacionados o con incidencia sobre el ambiente y el desarrollo

⁴ Ver: <https://portalterritorial.dnp.gov.co/kpt/>.

sostenible y se asignan recursos para la conservación de las áreas ambientales estratégicas y la lucha nacional contra la deforestación.

El DNP en 2017 divulgó varios documentos sobre instrumentos financieros para el crecimiento verde; uno de ellos los prioriza y otro señala vacíos legales para su aplicación.

Uno de los instrumentos para la financiación de acciones de cambio climático que es necesario mencionar es el impuesto al carbono. Desde el 2017 se cobra un Impuesto al Carbono sobre el consumo de gasolina, kerosene, Jet Fuel, ACPM y Fuel Oil, el de gas natural, solo si es usado en la industria de refinación de hidrocarburos y la petroquímica, y el Gas Licuado de Petróleo (GLP) para usuarios industriales. Quedan por tanto excluidos el carbón y el gas natural o GLP para consumo no industrial, es decir -entre otros- el gas natural vehicular (que tampoco es contribuyente del impuesto nacional y la sobretasa a los combustibles líquidos). Están igualmente exoneradas del impuesto las empresas que demuestren que, en desarrollo de sus actividades, remueven un volumen de emisiones de CO₂ que compensan al usar uno de los combustibles sujeto al impuesto. En términos de las normas, son “carbono neutras”.

El valor por pagar es de \$15.000 pesos de 2017 (en 2019 son \$16.422) por tonelada de CO₂ generada por la combustión de los combustibles gravados. Estos valores se ajustan con el incremento del índice de precios al consumidor del año anterior más un punto adicional cada año, hasta que sea equivalente a una unidad de valor tributario UVT, que en 2019 es \$34.270. A la tasa de cambio euro/peso colombiano (nov 28/19) el valor por tonelada de CO₂ es de 4,25 euros y llegaría hasta 8,88 Euros. La OECD recomienda que la tarifa del impuesto debería ser de 30 Euros para 2020 y 60 Euros para 2030.

El recaudo, según cifras aproximadas, asciende a unos \$450.000 millones anuales y se destina en un 70% a programas relacionados con el posconflicto y el 25% a proyectos ambientales (erosión costera, ecosistemas estratégicos y al cuidado de fuentes hídricas y el Sistema Nacional de Áreas Protegidas).

De otro lado, los cupos transables de emisiones han sido utilizados con cierto éxito en Estados Unidos y en Europa y es otra de las opciones de financiamiento disponibles. Estos cupos estimulan a los grandes emisores de gases contaminantes a introducir innovaciones en sus procesos productivos y si tienen excedentes en sus cupos adquiridos inicialmente podrán venderlos en una Bolsa de Valores, o por el contrario, si requieren aumentar los cupos iniciales podrán pagar un precio de mercado para hacerlo.

En la Ley de Cambio Climático se creó el Programa de Cupos transables y se definieron sus condiciones en particular al disponer que no son revocables. En 2018, el Ministerio de Ambiente recibió un estudio de consultoría para crear en el país un mercado de emisiones transables. A principios de este año se entregó otro estudio para definir en mayor detalle el mapa de ruta del mecanismo de comercio de cupos transables de emisiones. Se espera que esta propuesta este incluida en la Ley de Crecimiento Verde actualmente en discusión. Es bueno mencionar que la reglamentación del artículo 6 del Acuerdo de París sobre mercados de carbono generó bastante polémica en la pasada COP 25 en Madrid – Chile.

En relación con la sobretasa predial, los Concejos pueden decretar exenciones al impuesto mismo, lo que repercute en la sobretasa. En el segundo documento del DNP, dice: *“...se tiene que “el amplio manejo discrecional que la legislación otorga a la administración en incentivos como el referido a la exención del impuesto predial hace que cada entidad territorial decida de qué manera implementa este incentivo, lo que puede resultar nada o poco atractivo para los titulares de los predios. Lo anterior en parte se presenta por la falta de actualización del catastro, que lleva a que no existan valores reales en los predios reales, los cuales están llamados a acceder a este tipo de exenciones. Adicionalmente, el valor del impuesto no es lo suficientemente alto para que se genere el incentivo de realizar actividades de conservación en los predios rurales, en lugar de pagar un impuesto gravoso.”*

Otro de los instrumentos para la realización de proyectos de alguna envergadura son las alianzas público-privadas (APP), un esquema de ejecución bajo el cual el Estado se asocia con uno o más particulares para trabajar conjuntamente en el desarrollo de cualquier tipo de proyecto de inversión. Lo anterior se materializa a partir de un contrato de largo plazo entre el socio público y el sector privado (escogido a través de licitación pública), mediante el cual el privado, previo análisis cuidadoso de los riesgos, asume la obligación de realizar el diseño, construcción, administración, operación y mantenimiento del proyecto, bajo presupuesto y plazo fijos, lo que quiere decir que los sobrecostos de cualquiera de estas actividades son asumidos en su totalidad por el privado; y, el público aportará parte de los recursos de inversión. El socio privado empezará a recibir ingresos una vez ponga en operación el proyecto completo o en los módulos, bloques o tramos señalados previamente, con los niveles de calidad y continuidad establecidos por el Estado en las condiciones del proceso de selección. En cualquier caso, todos los activos asociados al proyecto deberán ser revertidos al Estado cuando se finalice el contrato.

Es bueno mencionar que Findeter y el Banco Interamericano de Desarrollo han creado un programa Ciudades Sostenibles y Competitivas (CSC) mediante el cual impulsan el desarrollo sostenible de las ciudades intermedias del país, desarrollando con cada una de ellas, una visión a largo plazo⁵.

A continuación, se resume el marco de políticas sectoriales y los principales instrumentos financieros y económicos de carácter general, sectorial y territorial que podrían ser empleados para avanzar hacia el objetivo de contar con ciudades y comunidades sostenibles y de implementar las medidas identificadas en los dos casos de estudio analizados en este proyecto.

En términos generales, se puede afirmar que el país no requiere mayores esfuerzos legales, de política ni regulatorios. Es necesario poner en marcha las estrategias y recomendaciones ya concebidas. Contar con una compilación del marco vigente sería altamente deseable. En diversas evaluaciones se señala la inconveniencia de la gran cantidad de políticas e instrumentos y actores de diferente índole pues dificultan el logro de los propósitos que son de carácter integrales como los de avanzar hacia ciudades y comunidades sostenibles. Se requiere si, un gran esfuerzo para ampliar las opciones y las cantidades de financiamiento. Muchos proyectos requieren inversiones importantes.

A.16.1 Gestión Ambiental

A nivel ambiental, el país ha adoptado un buen número de “Políticas Nacionales”, cada una precedida de Decretos y Resoluciones nacionales y regionales. El MinAmbiente divulgó en 2018 un Documento de Seguimiento de Políticas donde se anota: *‘Los documentos de Política que han sido priorizados en el sector ambiental corresponden a 13 documentos formulados desde la creación del Ministerio con la Ley 99 de 1993 hasta finales del año 2017,’* y que *“es función del Departamento Nacional de Planeación realizar la evaluación de las políticas públicas”*. Lo que hace el documento mencionado es priorizar a su interior las tareas que se deben adelantar, pero no se ordenan por importancia las trece políticas.

Las trece políticas mencionadas en el documento son para la gestión: integral de la biodiversidad y sus servicios, integral de recursos hídricos, sostenible del suelo, ambiental urbana, integral de residuos, de desechos peligrosos y de aparatos eléctricos y electrónicos; los humedales interiores, el desarrollo sostenible de los espacios oceánicos y las zonas costeras e insulares, la producción y el consumo sostenible, la prevención y el control de la contaminación del aire, la educación ambiental, y el cambio climático. Cada política incorpora un elevado número de acciones a desarrollar.

⁵ Ver: https://www.findeter.gov.co/publicaciones/40037/ciudades_sostenibles_y_competitivas/.

En la evaluación de políticas ambientales, que adelanta el DNP, se señala hay una extensa y compleja normatividad en el sector ambiental y una gran diversidad de actores de distintos ordenes, lo cual genera dificultades para la implementación efectiva de las políticas. En uno de los documentos disponibles (evaluación de la Política de Gestión Urbana) se señala: “*Las relaciones interinstitucionales e intersectoriales son uno de los retos más importantes de la gestión ambiental urbana, debido a que los actores involucrados están dispersos y cuentan con una baja influencia en la toma de decisiones para operar en acciones concretas, tanto a nivel nacional como en los niveles sectorial, regional y en los territorios concretos de los municipios y las gobernaciones.*”.

Se puede afirmar que en la normatividad hay poca priorización y pragmatismo. Todo hay que hacerlo al tiempo, no se escogen subsectores ni adoptan medidas paso a paso. Hay un enmarañado sistema institucional que enreda aún más las competencias de los Distritos y Municipios, en particular en los usos del suelo, con el agravante de que la Corte Constitucional declaró inexecutable el artículo que permitía que los Alcaldes pidieran al MADS revisar decisiones de las CAR sobre los POTs y similares, mediante el recurso de reposición. Esta decisión, unida al hecho de que la orientación y apoyo nacional al ordenamiento territorial municipal se ubica por una parte en el Viceministerio de Ordenamiento Ambiental del Territorio y en la Dirección de Asuntos Ambientales Sectorial y Urbanos del MADS y, por otra, en la Dirección de Espacio Urbano y Territorial, del Viceministerio de Vivienda, del MVCT, ha contribuido a la escisión entre ordenamiento urbano y rural, así como a la complejización de los procesos de ordenamiento territorial en general.

En la revisión internacional de casos de éxito se señala como factores clave, entre otros, el carácter integrador que debe tener una política ambiental urbana y su alcance de largo plazo, la adecuada y fácil coordinación intersectorial, el seguimiento continuo y el desarrollo de capacidades de gestión ambiental.

Se mencionan a continuación las tres políticas que se identificaron como las más relevantes para definir el marco de actuación hacia la construcción de ciudades sostenibles, desde la órbita de la gestión ambiental. La primera, la *Política de gestión ambiental urbana*, que promueve la coordinación y el fortalecimiento institucional entre las entidades territoriales y las autoridades ambientales y la participación ciudadana para incrementar la cultura, la conciencia ambiental y el grado de participación de los ciudadanos en la solución de los problemas ambientales urbano-regionales. En la evaluación mencionada se señala la dificultad de participación de las autoridades municipales y áreas metropolitanas en la discusión de las acciones y toma de decisión, además de la falta de claridad en la norma respecto a definiciones (i.e. qué es lo urbano), jurisdicción, lineamientos y competencias.

Otra de las Políticas a resaltar es la de *Gestión Integral de la Biodiversidad y Servicios Ecosistémicos (PGIBSE)* la cual busca que ‘*se mantenga y mejore la resiliencia de los sistemas socio-ecológicos, a escalas nacional, regional, local y transfronteriza, considerando escenarios de cambio y a través de la acción conjunta, coordinada y concertada del Estado, el sector productivo y la sociedad civil*’. Estos objetivos son concordantes con los objetivos del plan de acción la Política de Gestión Ambiental Urbana (2008).

Para lograr los objetivos previstos, la PGIBSE propone 6 ejes temáticos que exploran la relación de la biodiversidad con: (i) la conservación y el cuidado de la naturaleza, (ii) la gobernanza y creación de valor público, (iii) el desarrollo económico y calidad de vida, (iv) la gestión del conocimiento, tecnología e información, (v) la gestión del riesgo y suministro de servicios ecosistémicos y (vi) la corresponsabilidad y los compromisos globales.

Esta política reconoce los procesos de urbanización como uno de los principales vectores de transformación y pérdida de biodiversidad y servicios ecosistémicos en Colombia, y en consecuencia, promueve la inclusión explícita de estos en las determinantes ambientales que deben adoptar las Corporaciones

Ambientales para la formulación de los POT municipales. Sin embargo, la misma PNGIBSE reconoce las dificultades para definir estos determinantes. Los *Planes Regionales de Acción en Biodiversidad (Pargibse)*, son una oportunidad de articulación.

Ciudades que cuentan con Autoridad Ambiental Urbana, entre ellas Bogotá y Medellín, han formulado y adoptado sus respectivas Políticas de Gestión de la Biodiversidad⁶. Asimismo, tanto en Bogotá como en Medellín, los Jardines Botánicos constituyen un importante soporte tanto para la generación de información como para la gestión de la biodiversidad urbana. El proyecto Conexión Bio, liderado por el Jardín Botánico, le apuesta al fortalecimiento de la Biodiversidad en la capital. Esta iniciativa se ha venido desarrollando con recursos asignados a Bogotá del Fondo de Ciencia, Tecnología e Innovación del Sistema General de Regalías⁷. Si bien esto constituye un significativo avance en la gestión de la biodiversidad urbana, a la fecha la articulación entre estas políticas y los Planes de Ordenamiento es aún débil.

La última Política para mencionar en este resumen es la *Política de producción y consumo sostenible* que busca generar un cambio hacia patrones de producción y consumo hacia una mayor sostenibilidad por parte de los diferentes actores de la sociedad nacional. Se contemplan acciones para “*reducir la contaminación, conservar los recursos, favorecer la integridad ambiental de los bienes y servicios y estimular el uso sostenible de la biodiversidad, como fuentes de la competitividad empresarial y de la calidad de vida*”. En esta Política, además de las estrategias e instrumentos se incluyen metas para mejorar los patrones de producción y consumo de la sociedad colombiana, de acuerdo con lo establecido en las metas generales del plan decenal de la política ambiental del país⁸.

De otro lado, es bueno mencionar que, en junio del año 2019, el MADS presentó oficialmente la Estrategia de Largo Plazo E2050 para la Resiliencia Climática (Carbono-Neutralidad y Adaptación). Esta estrategia apuesta por la adaptación de los sectores y territorios a los efectos del cambio climático y tiene como uno de sus ejes la construcción de ciudades sostenibles. Dicen que ‘*un lente urbano permite fomentar enfoques transversales* al integrar varios sectores de uso final, varios niveles de gobierno y diferentes tipos de actores (privado, academia, no gubernamental). Ojalá se logre esta coordinación con el apoyo de la Mesa de ciudades que coordina el MADS.

También el MVCT anunció a mediados de noviembre de 2019 la Política Nacional de Ciudades 4.0, que tiene como objetivo construir territorios autónomos, sostenibles, ordenados y modernos, buscando fortalecer las capacidades de las ciudades, para que estas cuenten con equipos técnicos sólidos y mayor independencia financiera. Para esto, se adopta el concepto de Biodiverciudades que contempla aquellos territorios que tienen en cuenta el desarrollo del espacio público y de la infraestructura social complementaria para un desarrollo sostenible.

Con relación al financiamiento y los incentivos tributarios, en la Ley 99 lograron incluirse artículos que son mandatos imperativos como los referentes a las tasas por uso del agua y las retributivas para el vertimiento de aguas residuales; crea las Transferencias que tienen que hacer las generadoras eléctricas; las reglas sobre concesiones, permisos; sobre Licencias Ambientales y la sobretasa al impuesto predial que se transfiere a las CAR.

⁶ En el caso de Bogotá, la “Política para la gestión de la conservación de la biodiversidad en el Distrito Capital”, adoptada mediante Decreto 607 de 2011; en el de Medellín, el Acuerdo de 2014, mediante el cual se adopta y reglamenta la Política de Biodiversidad para Medellín.

⁷ Ver <http://www.sdp.gov.co/noticias/conozca-proyecto-busca-fortalecer-la-biodiversidad-bogota>.

⁸ Ver: <https://www.icesi.edu.co/blogs/pycs/files/2011/09/Pol%C3%ADtica-de-PyCS-FINAL.pdf>, pag. 37.

Para terminar, es bueno señalar que la gestión para la conservación y consecuentemente la sostenibilidad del territorio, debe concretarse en el ordenamiento territorial, ya que dicha herramienta político-administrativa permite concertar acciones para orientar el desarrollo del territorio, según las estrategias de desarrollo socioeconómico y en concordancia con el medio ambiente y las tradiciones culturales.

Las Leyes 9ª de 1989 y 388 de 1997 son complementarias al establecer las funciones del nivel local sobre la ordenación del territorio de cada Distrito, Municipio y Área Metropolitana. Los aspectos más relevantes son: (i) la obligación de elaborar Planes de Ordenamiento Territorial (POT) para los que tienen más de 100.000 habitantes, como Bogotá y Soacha, (ii) la autorización para que los Concejos adopten el tributo de “Participación de Plusvalía”.

A.16.2 Manejo integrado del agua

La planeación del recurso

El manejo del agua en las microciudades tiene una relación con las distintas escalas del territorio dado que esto es determinante en la disponibilidad del recurso y los impactos del uso del agua. Idealmente, la planeación territorial debe estar articulada con el manejo del recurso hídrico. En el país se cuenta con distintos instrumentos de planeación para el manejo del agua y el desarrollo territorial cuya articulación resulta clave para la gestión sostenible del agua (ver Tabla 1). Estos incluyen escalas definidas a partir del concepto de cuenca (i.e., macrocuenca, zonas hidrográficas, subzonas hidrográficas y microcuencas) y de límites políticos (i.e., región y ciudad). A su vez, integran actores de carácter público y privado a nivel municipal, distrital, regional y nacional; de manera directa o mediante grupos de participación. Los actores cumplen distintos roles de acuerdo con la escala de planeación. Por ejemplo, un actor municipal o distrital como la empresa de servicios públicos participa en planes a nivel de cuenca mediante instancias como el consejo de cuenca.

Tabla 1. Principales instrumentos de planeación relevantes para el manejo del agua

Tipo de plan	Escala territorial	Instrumento de planeación	Principales resultados Manejo del agua y la cuenca
Planificación manejo del recurso hídrico	Áreas hidrográficas o macrocuencas	Planes estratégicos	Criterios y estrategias para manejo y conservación de recursos hídricos.
	Zonas hidrográficas	Programa nacional de monitoreo	Red regional del monitoreo hídrico.
	Subzonas hidrográficas	Planes de ordenación y manejo de cuencas (POMCA)	Objetivos, metas, programas, proyectos y estrategias para aprovechamiento y conservación de la cuenca.
	Microcuencas y acuíferos	Planes de manejo ambiental de microcuencas	Proyectos y actividades para solucionar problemáticas de cantidad y/o calidad.
	Región	Plan de gestión ambiental regional	Líneas estratégicas de gestión de acuerdo con problemas y oportunidades identificadas. Base determinantes ambientales POT
	Ciudad	Programa de uso eficiente y ahorro del agua	Características del sistema de abastecimiento. Proyectos para uso eficiente y ahorro de agua, metas e indicadores.

Tipo de plan	Escala territorial	Instrumento de planeación	Principales resultados Manejo del agua y la cuenca
	Ciudad	Plan maestro de acueducto y alcantarillado (PMAA)	Lineamientos para garantizar sostenibilidad hídrica y en la prestación del servicio*
Ordenamiento territorial y urbanización	Ciudad	Plan de ordenamiento territorial (POT)	Medidas para la protección del medio ambiente, identificación de zonas de riesgo (amenaza de inundación) y conservación. Localización de elementos referidos en el PMAA
	Desarrollos urbanos	Planes parciales	Acceso a servicios de acueducto y alcantarillado.

Adicionalmente, a través de las regulaciones y políticas se han establecido relaciones directas e indirectas entre estos instrumentos y sus actores principales. Los planes de ordenación y manejo de cuencas, que corresponden a las subzonas hidrográficas, tienen una relación directa con el ordenamiento territorial establecida mediante el artículo 10 de la *Ley 388 de 1997*. En este artículo se mencionan estos planes como parte de las normas de jerarquía superior que se deben considerar para la estructuración de los Planes de Ordenamiento Territorial (POT). Asimismo, en los Planes de Gestión Ambiental Regional (PGAR) se definen los determinantes ambientales que deberán ser considerados por los POT y en el desarrollo de los planes parciales. A su vez, de acuerdo con el *Decreto 1076 de 2015*, los PGAR incorporan resultados de los Planes de Ordenación y Manejo de Cuenca Hidrográfica.

Sin embargo, dada la gran cantidad de actores e instrumentos de planeación pueden presentarse dificultades en la integración de estos y sus resultados. Por lo cual, las políticas de escala urbana formuladas en los últimos años - como el *plan nacional de manejo de aguas residuales municipales* [2] y la *política de gestión ambiental urbana* [3] - han establecido estrategias y metas para generar espacios de trabajo intersectorial e interinstitucional, así como para la articulación de instrumentos de planificación nacional, regional y local [2], [3]. No obstante, aún se requieren acciones adicionales para llevar a cabo una completa integración entre instrumentos y actores. La evaluación realizada por el Departamento Nacional de Planeación (DNP) a la *política de gestión ambiental urbana* reveló problemas de integración entre actores y de claridad en los roles de autoridades ambientales regionales y urbanas [4]. Por lo que se recomendaron acciones a nivel institucional para ajustar competencias y capacidades de actores como las Corporaciones autónomas Regionales [4]. Adicionalmente, en esta evaluación se determinó que instrumentos como el Índice de Calidad Ambiental Urbana (ICAU) permitían un dialogo a nivel nacional y regional pero que esto era insuficiente dado que el ICAU constituía únicamente un mecanismo de control. Por otro lado, de acuerdo con esta evaluación, los POT y los POMCAS se han convertido en escenarios de articulación [4], lo cual es consistente con la estructura normativa actual.

Abastecimiento de agua

Debido a los desafíos actuales, asociados con los procesos de urbanización y el cambio climático, es necesaria la implementación y el fortalecimiento de la gestión integrada de los recursos hídricos. Esta gestión promueve el reúso de las aguas lluvia y residuales como fuente de abastecimiento alternativa, así como el tratamiento descentralizado de las mismas. Adicionalmente, es importante reducir pérdidas en los sistemas de distribución y fomentar la conservación y uso eficiente del agua mediante campañas educativas, el uso de equipos eficientes e instrumentos normativos y económicos. Lo anterior permitirá la concertación

de soluciones para mejorar la planificación urbana y garantizar el suministro de agua en el largo plazo [5]. En Colombia se han presentado avances en la normatividad relacionada el uso eficiente y ahorro del agua, así como de la utilización de fuentes alternativas de abastecimiento (i.e., aprovechamiento de aguas lluvia y residuales). La normatividad más relevante para cada caso se describe en las siguientes secciones.

- Uso eficiente y ahorro del agua

En materia normativa, el interés por el uso eficiente y ahorro del agua en Colombia fue inicialmente abordado por la *Ley 373 de 1997* que establece el *Programa para el uso eficiente y ahorro del agua*, posteriormente actualizado en el *Decreto 1090 de 2018*. Allí se resalta la necesidad de establecer metas para reducir pérdidas en el sistema de acueducto, así como metas para el uso eficiente y ahorro del agua. Estas metas, deben ser definidas por las Corporaciones Autónomas Regionales y demás autoridades ambientales, las entidades prestadoras de los servicios de acueducto y alcantarillado y demás usuarios del recurso. Para ello se promueve la regulación de consumos básicos y máximos, la instalación de medidores y el reemplazo gradual a tecnologías de bajo consumo. Además, se incentivan campañas educativas y de concientización y la estructuración tarifaria que propenda al ahorro y uso eficiente del agua [4].

En el año 2002, el Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial (MAVDT) publicó la *Guía de ahorro y uso eficiente del agua*, la cual incluye estrategias para el ahorro y uso eficiente del agua, principalmente en el sector industrial [6]. En relación con la gestión del agua en entornos urbanos, la *Política de gestión ambiental urbana* expedida en 2008 promueve la formulación e implementación de programas para el uso eficiente del agua mediante la definición y ejecución de programas de uso, ahorro y reúso del agua [3]. La *Política nacional para la gestión integral del recurso hídrico* publicada en el año 2010 por el MAVDT, establece como uno de sus principios el ahorro y uso eficiente del agua. Para lo cual, se fomenta el uso tecnologías ahorradoras, la reducción de pérdidas de agua y la mejora de la infraestructura, así como el desarrollo de mecanismos que promuevan cambios en los hábitos de consumo [7]. A nivel regional, la Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca (CAR) publicó en 2012 las *Guías de planeación del Programa de Uso Eficiente y Ahorro del Agua*. Estas guías engloban un conjunto de proyectos y acciones que se deben elaborar y adoptar con el fin de promover el uso eficiente del agua en todas las actividades asociadas a la prestación de los servicios de acueducto y alcantarillado [8].

Debido a la preocupación nacional por los efectos del cambio climático, el MVCT presentó el *Decreto 1285 de 2015*, el cual busca establecer el primer manual de construcción sostenible que propone lineamientos para el uso eficiente de los recursos naturales, enfocado hacia el ahorro de agua y energía [9]. Esta guía se adoptó con la *Resolución 0549 de 2015* y establece los porcentajes mínimos obligatorios de agua y energía que deben ser ahorrados en las nuevas edificaciones del país. Para ello se promueve la implementación de tecnologías eficientes y estrategias para disminuir el consumo de agua [10]. En relación con lo anterior, la *Política Nacional de Cambio Climático* expedida en 2017 por el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible – MADS, resalta la importancia reducir el riesgo por desabastecimiento hídrico de las ciudades mediante incentivos económicos por el uso eficiente del agua y la reducción de pérdidas y agua no contabilizada [11].

En 2018 se publicó el *Plan Director de Agua y Saneamiento Básico*, el cual se plantea como una herramienta que busca establecer soluciones innovadoras para enfrentar los desafíos del cambio climático, el manejo sostenible de las aguas lluvias y la gestión de las aguas residuales y de los residuos sólidos. Dentro de sus lineamientos se promueve la gestión de la demanda mediante campañas educativas, así como la reducción de pérdidas físicas en el sistema y uso de aparatos hidrosanitarios eficientes para reducir los consumos de agua [12]. Ahora bien, con la publicación de la *Guía para el uso eficiente y ahorro del agua*

en el año 2018 por el MADS, se busca promover y facilitar la elaboración e implementación de los programas de uso eficiente y ahorro del agua de una manera práctica y útil [13].

Por su parte, la Comisión de Regulación de Agua Potable y Saneamiento Básico – CRA, con la *Resolución 887 de 2019*, desincentivó el consumo excesivo de agua potable por instrumentos financieros en los casos en que se presente disminución en los niveles de precipitación, ocasionados por fenómenos naturales y por condiciones de variabilidad climática de carácter regional [14]. Así mismo, el *Decreto 0003 de 2019* expedido por la Gobernación del Valle del Cauca invitó a los alcaldes y alcaldesas de los municipios y distritos del departamento a tomar medidas y acciones de control y vigilancia para garantizar el uso eficiente y ahorro del agua durante el fenómeno de El Niño [15]. A nivel local se han consolidado esfuerzos para promover el ahorro del agua en nuevas edificaciones mediante la implementación de equipos eficientes, así el MVCT publicó en 2019 un protocolo para dar cumplimiento a las exigencias de ahorro establecidas por la *Resolución 0549 de 2015* en la ciudad de Bogotá [16].

- Aprovechamiento del agua lluvia

En Colombia, el aprovechamiento del agua lluvia se empezó a promover con el *Decreto Ley 2811 de 1974 Código Nacional de Recursos Naturales Renovables y de Protección al Medio Ambiente*, en el cual se establece que los dueños de predios pueden servirse de las aguas lluvia que caigan sobre el mismo y pueden realizar adecuaciones a la propiedad para almacenarlas si esto no afecta a terceros [17]. Con el *Decreto 1449 de 1977* y el *Decreto 1541 de 1978* se reiteran los anteriores lineamientos. Este último es compilado en el *Decreto 1076 de 2015* y establece que las aguas lluvias son aguas de dominio público [18]. Con la expedición de la *Ley 373 de 1997* se establece que las aguas de origen superficial, subterráneo o lluvias deberán ser reutilizadas en actividades primarias y secundarias cuando el proceso técnico y económico lo permita. Además, exige que la licitación de nuevos proyectos debe incluir estudios de oferta de aguas lluvias y su uso si es técnica y económicamente viable [4].

Ahora bien, con la publicación en 2015 de la *Guía de construcción sostenible para el ahorro de agua y energía en edificaciones* se fomenta la recolección y tratamiento de las aguas lluvia como estrategia para cumplir con los porcentajes de ahorro mínimo establecidos por la *Resolución 0549 de 2015* [19]. En relación con lo anterior, el *Proyecto de Ley 48 de 2017* busca establecer un marco normativo para exigir a todas las nuevas construcciones que se realicen en el territorio nacional la implementación de sistemas de recolección, tratamiento y utilización de aguas lluvias y de captación de energía solar [20]. Así mismo, el *Plan Director de Agua y Saneamiento Básico (2018)* incentiva la captación de agua lluvias en edificaciones para ser utilizadas en usos no potables [12]. Con el fin de dar cumplimiento a las exigencias de ahorro establecidas por la *Resolución 0549 de 2015* en la ciudad de Bogotá, el MVCT publicó en 2019 un protocolo que promueve la recolección y tratamiento de las aguas lluvia para ser utilizadas en actividades que no requieran agua potable [16].

- Aprovechamiento de aguas residuales

A partir del *Decreto 1541 de 1978*, el cual dicta que las aguas utilizadas, servidas o negras son de dominio público, se observa una inclinación por considerar las aguas residuales como un recurso más que un desecho [18]. Posteriormente, la *Ley 373 de 1997* establece que las aguas provenientes de cualquier actividad que genere afluentes líquidos deben ser reutilizadas en actividades primarias y secundarias cuando el proceso técnico y económico así lo ameriten [4]. De acuerdo con el *Plan Nacional de Manejo de Aguas Residuales Municipales* publicado en 2004, en el país se han llevado a cabo iniciativas en relación con el reúso de las aguas residuales. Por lo cual, se sugiere fomentar y hacer seguimiento a dichos pilotos con el fin de construir una normatividad de fácil implementación y que promueva la utilización del agua residual de forma segura

[2], pues actualmente solo la *Resolución 1207 de 2014* especifica las condiciones de calidad para la reutilización del agua residual en usos agrícolas e industriales [21].

La *Guía de construcción sostenible para el ahorro de agua y energía en edificaciones* publicada en 2015 incentiva el reúso de aguas residuales tratadas para alcanzar los porcentajes mínimos de ahorro reglamentados por la *Resolución 0549 de 2015* [19]. Por otro lado, la *Política de Crecimiento Verde*, a través del Consejo Nacional de Política Económica y Social – CONPES 3934, establece en uno de sus ejes estratégicos el fortalecimiento de los mecanismos e instrumentos para optimizar el uso de recursos naturales y energía en la producción y el consumo y la mejora de la eficiencia en el uso del agua. Para ello, promueve el reúso del agua residual tratada por medio de ajustes normativos en la *Resolución 1207 de 2014*, el diseño de un documento que compile las buenas prácticas en el reúso del agua y la promoción y seguimiento del reúso del agua por las autoridades ambientales [22]. Por su parte, las Bases del Plan Nacional de Desarrollo 2018-2022 establece la adopción de medidas para proteger las fuentes de agua y garantizar su sostenibilidad en el tiempo, con un enfoque de Economía Circular como uno de los objetivos a alcanzar por parte de las entidades responsables del tratamiento de aguas residuales [23]. A nivel local, el protocolo publicado por el MVCT en 2019 promueve el tratamiento y reciclaje de aguas residuales para reemplazar usos no potables en nuevas edificaciones en la ciudad de Bogotá [16].

Agua pluvial

En Colombia en el desarrollo de los planes de gestión locales de las aguas pluviales se ha formulado la conversión de los sistemas convencionales de drenaje en sistemas sostenibles, a través de la implementación de Sistemas Urbanos de Drenaje Sostenible - SUDS. Estos corresponden a sistemas complementarios al sistema de drenaje convencional cuyo objetivo es replicar el drenaje natural de un área antes del desarrollo urbano. De esta manera, cartillas de espacio público han incluido porcentajes de área permeable para espacios público de distinto tipo, así como referencias a la implementación de SUDS; incluyendo estructuras como los pavimentos permeables y los tanques de almacenamiento [2], [3]. A su vez, instrumentos de planeación como el Plan de Ordenamiento Zonal del Norte de Bogotá integran requerimientos sobre la ubicación de los SUDS y el porcentaje de volumen de escorrentía que debe ser atenuado en las áreas urbanizadas [5]. Dentro de los proyectos tipo del Departamento Nacional de Planeación - DNP, se incluye el de *Lineamientos para el diseño de sistemas urbanos de drenaje sostenible*, en el cual se detalla el diseño, el proceso constructivo y las consideraciones de operación y mantenimiento de algunas tipologías de SUDS. Adicionalmente, un estudio desarrollado por la Universidad de los Andes, con el apoyo de la Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá - EAB y la Secretaria Distrital de Ambiente - SDP, definió las tipologías de SUDS que más se adaptan a las condiciones de la ciudad de Bogotá. Como parte del estudio se generaron, entre otros, (1) una guía técnica de diseño y construcción de SUDS, (2) una norma técnica de SUDS para la EAB y una cartilla técnica, y (3) el monitoreo de un piloto de SUDS construido al sur de la ciudad.

Respecto al marco normativo y regulatorio, la *Ley 142 de 1994* define la recolección del agua lluvia como parte del servicio público de alcantarillado y la *Ley 388 de 1997* establece que el ordenamiento territorial es una función pública que, entre sus objetivos, contempla mejorar la seguridad de los desarrollos urbanos ante eventos de inundación. La *Resolución 688 de 2014* de la CRA define que los prestadores pueden realizar estudios de beneficio/costo para la implementación de SUDS dentro del servicio público de alcantarillado y su inclusión en las obras depende de la aprobación de la entidad territorial respectiva y de la relación beneficio/costo. Adicionalmente, la *Resolución 0330 de 2017* del MVCT establece que, para nuevos desarrollos que modifiquen la cobertura natural del suelo, se deben diseñar SUDS con el fin de reducir mínimo en un 25% el caudal pico del hidrograma de diseño. A nivel local, los antecedentes normativos para la implementación de SUDS en la ciudad de Bogotá incluyen el *Acuerdo 418 de 2009*, que

promueve la implementación de tecnologías arquitectónicas sustentables, como techos verdes, y el *Decreto 528 de 2014*, que establece el Sistema de Drenaje Pluvial Sostenible de la ciudad y dicta los lineamientos que se requieren para su adecuado funcionamiento. Se identifican las relaciones de las entidades distritales - ligadas con la gestión y el manejo de la vegetación, la urbanización, las áreas protegidas, riesgos y alcantarillado pluvial - con el sistema de drenaje y se reconoce a la infraestructura verde como parte de este [4]. Sin embargo, fue derogado por el *Decreto 597 de 2018* debido a conflictos con la normativa existente y la delegación de responsabilidades.

Aguas residuales

Cambios en los paradigmas del tratamiento de las aguas residuales en Colombia se empiezan a evidenciar con *El Plan Nacional de Manejo de Aguas Residuales Municipales* publicado en 2004. Este resalta la importancia de fomentar nuevas alternativas de manejo y tratamiento que tengan en cuenta el comportamiento integral de los sistemas de acueducto, alcantarillado y aseo, en unión con los sistemas de tratamiento de las aguas residuales y el cuerpo receptor [2]. En relación con el tratamiento descentralizado se observan esfuerzos por promover su aplicación en desarrollos urbanos a nivel regional con *Resolución 1574 de 2008*, la cual establece los parámetros sobre determinantes ambientales para planes parciales en jurisdicción de la CAR. Allí se establece que los municipios que no cuentan con Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales (PTARs) deben integrar a los planes parciales alternativas para tratar las aguas residuales generadas [24]. Ahora bien, con el fin de regular la calidad de los vertimientos a los cuerpos de agua receptores, el *Decreto 2667 de 2012* reglamenta el cobro de una tasa retributiva por la utilización directa e indirecta del agua como receptor de los vertimientos puntuales o indirectos y sus consecuencias nocivas [25].

Con la expedición de la *Resolución 0549 de 2015* y la publicación de *la Guía de construcción sostenible para el ahorro de agua y energía en edificaciones*, se promueve el tratamiento descentralizado de las aguas residuales producidas en nuevas edificaciones para ser reutilizadas en actividades que no requieran agua potable [19]. Por otro lado, el *Plan Director de Agua y Saneamiento Básico (2018)* resalta las ventajas de considerar sistemas de tratamiento descentralizados como alternativas de bajo costo en zonas rurales [12]. Ahora bien, la *Política de Crecimiento Verde*, a través del CONPES 3934 propone expedir una regulación que facilite la desintegración vertical en los servicios públicos de acueducto, alcantarillado y aseo, y que permita el desarrollo de mercados regionales para sistemas de tratamiento de aguas residuales. Además, plantea incorporar en el Reglamento Técnico para el Sector de Agua Potable y Saneamiento Básico – RAS lineamientos sobre nuevas tecnologías de tratamiento de aguas residuales y el aprovechamiento de subproductos y energía [22]. En la ciudad de Bogotá, se ha incentivado el tratamiento y reúso de aguas residuales en nuevas edificaciones a través de los lineamientos expuestos en el protocolo publicado por el MVCT en 2019.

Los instrumentos

Uso sostenible del agua

Entre las medidas que se pueden implementar para el ahorro del agua en la etapa de consumo se incluyen los equipos eficientes. Estos permiten disminuir el consumo de agua potable mediante su uso, debido a que reducen su caudal de operación y mejoran la eficiencia del sistema. Entre estos se encuentran los grifos ahorradores, los inodoros de doble descarga y las duchas de bajo flujo. A nivel residencial, para incentivar su implementación se requiere establecer un ahorro mínimo obligatorio para viviendas tipo VIS y VIP, pues estos esquemas de financiación para hogares son cada vez más utilizados en el país. La instalación de este tipo de tecnologías eficientes se puede financiar a través de Findeter. Debido a que el desempeño de estos sistemas varía de acuerdo con el usuario [26], se deben efectuar campañas educativas para aumentar la

conciencia pública sobre el valor del agua y los buenos hábitos de consumo, como se ha dispuesto en la normativa desde la Ley 373 de 1997. Dichas campañas se deben plantear según las características de la población (i.e., ingresos, nivel de educación, edad, tipo de vivienda y valores ambientales). Se pueden instalar equipos de micromedición en los hogares para informar a los usuarios sobre su consumo y, de esta manera, promover el uso eficiente del agua. De acuerdo con la Ley 142 de 1994, los usuarios deben ser los que financien este tipo de tecnologías.

Por otro lado, los sistemas de reúso de aguas grises se utilizan principalmente para reemplazar el agua potable destinada a usos no potables (p.ej., la descarga de sanitarios, el lavado de pisos y el riego de jardines). Estos representan una alternativa para la gestión de las aguas residuales urbanas [27]. Los sistemas de aprovechamiento de aguas lluvias, por su parte, permiten recolectar el agua lluvia que cae sobre una superficie impermeable, para disponerla para usos no potables. En general, el ahorro de agua por su uso varía de acuerdo con los regímenes de precipitación y el tamaño del tanque de almacenamiento. Tanto los sistemas de reúso de aguas grises como aprovechamiento de aguas lluvias permiten mejorar la eficiencia en el uso del agua y disminuir la demanda de agua potable, lo que reduce la presión sobre las fuentes hídricas y la necesidad de incrementar la capacidad de suministro. En un escenario en el que el suministro pueda verse afectado por condiciones ambientales como eventos de sequía o contaminación de las fuentes de agua, la implementación de estas alternativas es particularmente relevante.

Para promover y asegurar la implementación de estos sistemas es necesaria la adecuada articulación entre los diferentes actores. Se requiere establecer, en el marco normativo, el tipo de tratamiento que se le debe dar al agua según su fuente, así como los estándares de calidad del agua requeridos según los usos potenciales. Lo anterior, con el fin de reducir los riesgos ambientales y de salud pública asociados con las prácticas de reúso. Se deben generar lineamientos sobre los requisitos y estándares técnicos para su diseño, tanto para la industria como para los desarrolladores urbanos y los habitantes, y guías para su operación y mantenimiento. Se hace necesaria la incorporación de estos sistemas como parte del diseño general de las edificaciones. La financiación se puede dar a través del usuario, los subsidios del gobierno o de entidades como Findeter.

A su vez, es indispensable la implementación de campañas de información y promoción para crear conciencia y comprensión en los habitantes sobre la necesidad y seguridad del reúso del agua. Estas deben incluir las principales características de los sistemas, los costos de instalación, operación y mantenimiento, el ahorro de agua potable y otros beneficios asociados (p.ej., en la contribución a la sostenibilidad en el manejo del agua y autosuficiencia), el potencial ahorro en la factura del servicio público de agua para los usuarios y, si es necesario, el periodo de recuperación de la inversión. Adicionalmente, se requiere de una entidad que demuestre competencia institucional para vigilar y monitorear la operación de estos sistemas. Generalmente, la empresa de servicios públicos de agua es la encargada de realizar dichas actividades de vigilancia. La implementación de pilotos y sistemas de monitoreo es útil para asegurar la recolección y suministro de datos confiables entorno al desempeño y los costos de las prácticas de reúso.

Respecto a la etapa de suministro, como se mencionó anteriormente, se requiere de la implementación de programas efectivos para el control de pérdidas de agua, que permitan cumplir con las metas establecidas en la normativa. En los últimos años se han desarrollado técnicas de *machine learning* para detectar fugas y/o rupturas en el sistema de distribución, así como para predecirlas. En primer lugar, se encuentran disponibles herramientas que procesan y analizan datos de la operación de la red (p.ej., caudal o presión) para detectar fugas y/o rupturas en las tuberías. Un ejemplo es el software *Event Detention System* (EDS) [28], que procesa y analiza datos de medición de caudal y presión para detectar fugas y rupturas de manera oportuna. A su vez, existen herramientas que permiten predecir eventos de falla en las tuberías a partir del análisis de datos históricos de la operación de la red (p.ej., caudal, presión y eventos de falla) y otras

variables como las propiedades físicas de las tuberías (p.ej., diámetro y longitud) y las condiciones ambientales (p.ej., tipo de suelo donde se instala la tubería, temperatura y precipitación).

Entre los beneficios que existen por el uso de estas herramientas se destacan, entre otros, el planteamiento adecuado de estrategias proactivas de mantenimiento, el ahorro en los costos de operación del sistema, la reducción significativa de la pérdida de recursos como el agua y la energía, y el incremento del desempeño de los indicadores de prestación del servicio. Para su implementación en el contexto local las empresas de servicios públicos deben demostrar capacidad técnica para manejarlas y realizar su calibración según sea necesario. En Bogotá, desde el sector de la academia se han realizado esfuerzos por desarrollar este tipo de herramientas para los sistemas de distribución de agua [29]. Aun así, todavía es necesario el interés de las empresas prestadoras por su uso y su articulación con la academia para incluirlas en los procesos de toma de decisiones. Debido a los altos requerimientos de información que presentan estas herramientas, son necesarios procesos de monitoreo y recolección de datos robustos.

Drenaje sostenible e infraestructura verde multifuncional para crear ciudades resilientes

Se han planteado nuevas aproximaciones para el manejo de la escorrentía en las ciudades, como los SUDS. El principio de estos sistemas es mitigar los cambios en la hidrología o mediante la emulación de las condiciones previas al desarrollo, con el fin de evolucionar hacia un régimen de flujo más natural. De esta manera, incluyen tipologías que realizan conducción, tratamiento, detención, retención e infiltración de la escorrentía. Algunos ejemplos de tipologías vegetadas son las cunetas verdes, las zonas de bioretención, los humedales construidos y los alcorques inundables. Por otro lado, tipologías como las zanjas de infiltración y los pavimentos porosos se caracterizan por la presencia de un reservorio granular, el cual permite el tratamiento y almacenamiento temporal de la escorrentía. Otras estructuras como los techos verdes y los tanques de almacenamiento pueden ser integradas en edificaciones. Los techos verdes, particularmente, proveen beneficios adicionales sobre el confort térmico de los edificios [30] y los tanques de almacenamiento permiten reducir el uso de agua potable [31].

La implementación de SUDS permite considerar el manejo del agua lluvia a diferentes escalas (p.ej., control en la fuente y control local) y generar un esquema multifuncional para el manejo de la escorrentía, que facilita la interacción de los habitantes con el agua y la conectividad de áreas verdes y corredores verdes y verde azules. Por su parte, la conexión entre las tipologías SUDS y con corredores verdes y verde-azules como una estrategia de planificación territorial asegura un uso equilibrado de los recursos y contribuye a la mejora microclimática, la conectividad de los ecosistemas y la biodiversidad urbana. A su vez, a la adaptación al cambio climático mediante la reducción de la vulnerabilidad a eventos de inundación y la mitigación del efecto de isla de calor urbano [32], [33].

En la actualidad, se encuentran disponibles algunas herramientas para cuantificar el desempeño de los SUDS. Por ejemplo, el software *Storm Water Management Model* (SWMM) incluye un módulo que permite analizar el desempeño hidrológico de diferentes estructuras como cunetas verdes, pavimentos permeables, zanjas de infiltración y zonas de bioretención [34]. Este módulo representa diversos procesos de almacenamiento, detención, infiltración y evapotranspiración que se llevan a cabo en las estructuras. El modelo MIKE URBAN [35] permite realizar la cuantificación del desempeño hidráulico de diversas tipologías como complemento al sistema de drenaje convencional. La herramienta winSLAMM, por su parte, permite cuantificar los volúmenes de escorrentía descargados por los SUDS y su calidad en términos de Sólidos Suspendedos Totales (SST) y otros contaminantes de tipo particulado y filtrable [36]. Adicionalmente, entre las herramientas disponibles para valorar los servicios ecosistémicos provistos por los SUDS se encuentra la herramienta “SPLASH” [37], que permite calcular el valor de algunos de los beneficios asociados a la implementación de los SUDS como los costos evitados de daños por la reducción

de inundaciones, el aumento en la disponibilidad del agua y la captura de carbono. El software i-Tree Eco permite estimar el secuestro de carbono, la remoción de contaminantes (p.ej., NO₂, PM_{2.5} y PM₁₀) y el efecto en las islas de calor urbanas de tipologías vegetadas como los techos verdes o los alcorques inundables.

La implementación de SUDS en los desarrollos urbanos locales implica una nueva visión del sistema de drenaje, lo que involucra nuevos actores en su planeación, diseño, construcción, operación y mantenimiento. Por tal razón, las responsabilidades de los actores públicos y privados deben reconocerse y definirse de manera clara en el marco normativo distrital y nacional. Para definir dichas responsabilidades se pueden utilizar estrategias como el desarrollo de modelos de cooperación para las diferentes fases, en los cuales las responsabilidades se definen de acuerdo con la experiencia y capacidad técnica, operativa y administrativa de los actores y las necesidades locales así como el reconocimiento de los actores que generan presión adicional sobre el sistema de alcantarillado y los que se benefician al reducir dicha presión [38], [39]. Se requiere de una entidad que coordine y modere la comunicación transparente entre las partes. Para las actividades de operación y mantenimiento, por ejemplo, si los SUDS se desarrollan en el espacio público, la responsabilidad podría ser compartida de acuerdo con las competencias de las entidades públicas respectivas (p.ej., la empresa de servicios públicos y el responsable de las vías urbanas y las zonas verdes). Si se implementan este tipo de estructuras en el espacio privado, la responsabilidad del mantenimiento debería ser del propietario del predio. Adicionalmente, se hace necesario establecer, en el marco normativo, cuales tipologías pueden hacer parte del servicio público de alcantarillado y los requisitos y estándares técnicos para su diseño. En este sentido, la implementación de pilotos de SUDS y su monitoreo puede ser adecuada para definir la efectividad y factibilidad de las diferentes tipologías [40]. Los datos del monitoreo también se pueden utilizar para establecer los beneficios asociados a la implementación de SUDS, incluida su integración a la infraestructura verde y a la planificación urbana.

Por otro lado, es necesario definir una estrategia específica para la financiación de los SUDS en el marco normativo. Se destaca que dentro de las bases de los estudios para el nuevo marco tarifario para grandes prestadores de servicios públicos que expidió la CRA, se incluyó el requisito de proponer herramientas para incentivar las inversiones para la construcción y el mantenimiento de los SUDS dentro del servicio público de alcantarillado [41]. A nivel del espacio público, se debe considerar la financiación de los SUDS como un componente del Plan de Obras e Inversiones Regulado (POIR) o a través aportes públicos de presupuestos municipales, departamentales y nacionales [41]. En nuevos desarrollos, parte de los costos se pueden asignar a actores privados como los desarrolladores urbanos.

En el espacio privado, por su parte, la regulación podría generar cobros e incentivos (p.ej., tarifas por escorrentía y descuentos en la tarifa por instalación de SUDS) para adoptar estos sistemas, considerando una metodología que se articule con el ordenamiento territorial. La tarifa por escorrentía contempla en el cobro del servicio de alcantarillado pluvial la calidad de la escorrentía descargada, el volumen descargado o el área impermeable del predio. Para esto, sería necesario una desagregación de los costos de acueducto y alcantarillado en la tarifa existente y un análisis detallado de la capacidad de pago de los suscriptores. Según las competencias de cada entidad, los actores involucrados en la definición de dicha tarifa serían el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (MADS) y la CRA. Respecto a los descuentos por instalación de SUDS, la empresa de servicios públicos debería ser la encargada de definir si un predio privado que instale alguna tipología de SUDS puede acceder a un descuento, según las disposiciones normativas. Así mismo, se pueden implementar políticas educativas para aumentar la conciencia pública en los habitantes. Entre estas se encuentran los proyectos piloto de SUDS así como los programas de premios y reconocimientos para destacar casos de estudio exitosos [40].

Manejo sostenible de aguas residuales

Los sistemas descentralizados para el tratamiento de las aguas residuales recolectan, tratan y reutilizan el agua residual en la fuente de producción o cerca de la misma. Entre los beneficios que existen por el uso de estos sistemas están el retorno del agua a la cuenca de origen y la disminución de los costos de operación [42]. Es importante aclarar que su implementación debe estar enmarcada en un esquema integral para el manejo de las aguas residuales que incluya tanto tratamiento centralizado como descentralizado, según sea conveniente. La resolución 1574 de 2008 y el Decreto 1077 de 2015 son un primer paso para exigir a los nuevos desarrollos urbanos la implementación de alternativas descentralizadas de tratamiento de aguas residuales cuando no exista una PTAR. Para promover la implementación de estos sistemas se requiere del desarrollo de políticas, programas y lineamientos para asegurar su adecuado diseño, construcción, operación y mantenimiento. Estos deben incluir un listado de las tecnologías disponibles para el tratamiento según las principales necesidades del contexto local. Adicional a los estándares de calidad requeridos para los efluentes, mencionados en la resolución 631 de 2015, se deben definir los requerimientos para el reúso del agua y la recuperación de recursos como energía y nutrientes.

La financiación de estos sistemas se puede dar mediante tasas retributivas, recursos de inversiones regionales o el fondo nacional de regalías. Así mismo, como se menciona en el Plan Nacional de Manejo de Aguas Residuales en Colombia [43], se puede fomentar la creación de Fondos Regionales de Inversión en Descontaminación Hídrica para la construcción de estos sistemas de tratamiento, de acuerdo con las prioridades definidas. Debido a que la operación y el mantenimiento de estas estructuras descentralizadas está a cargo de los privados, se hace necesaria la implementación de programas de educación y capacitación a los mismos con el fin de asegurar la correcta operación de los sistemas. La empresa de servicios públicos de agua y saneamiento debe demostrar capacidad para vigilar la operación de dichos sistemas, pues el monitoreo periódico y la estricta aplicación de la normativa son componentes esenciales en la fase operativa. Si la empresa de servicios públicos no posee la capacidad para realizar las actividades de vigilancia, es necesario delegar o conformar otro ente para que coordine la operación de estos sistemas.

A.16.3 Suministro y Uso de Energía

La Ley 1715 de 2014 da los lineamientos para la integración de las energías renovables no convencionales al Sistema Energético Nacional y de los programas de gestión eficiente de la demanda. En esta sección se discuten los avances y requerimientos para la introducción de proyectos de generación eléctrica con energías renovables no convencionales y otras fuentes, en el mercado mayorista, y de las opciones para la difusión de sistemas descentralizados eficientes. También se resumen los avances en cuanto a respuesta de la demanda y eficiencia energética en materia de incentivos y líneas de apoyo financiero.

La Misión de Transformación Energética, actualmente en desarrollo por parte del Gobierno, busca elaborar propuestas para la modernización del marco institucional y regulatorio que facilite la incorporación de nuevos agentes, tecnologías y esquemas transaccionales en los mercados de energía. *“En particular quiere resolver preguntas tales como: (i) ¿Cómo asegurar que la regulación permita la innovación o introducción de nuevas tecnologías con suficiente agilidad sin poner en riesgo la confiabilidad? y (ii) ¿Cuál debe ser el marco institucional y regulatorio que asegure que el mercado propenda por beneficiar al usuario y generar precios eficientes para la demanda?”*⁹.

⁹ Información tomada de las presentaciones realizadas por el equipo de la Misión: <https://energiaevolucionaria.org/transformacion>

El Ministerio de Minas y Energía o la CREG además de fijar pautas generales y también permitir que los agentes experimenten modelos de negocio, mediante la implementación de cajas de arena, un mecanismo regulatorio recomendado tanto por la Misión de transformación Energética como por la Misión Internacional de Sabios.

Subastas de energías renovables

Colombia ha iniciado con éxito el avance para incorporar a la matriz energética de la generación con fuentes solares y eólicas, con la reciente subasta de contratos de compra venta a quince años. Para que las respectivas plantas entren en operación a más tardar el 1 de enero de 2022, será necesaria asegurar que las comunidades no entorpezcan su instalación y la ampliación del Sistema Nacional de Transmisión que las interconecten.

La compra obligatoria de energías de este tipo por parte de las empresas comercializadoras no es ortodoxa, pero a juicio del consultor, no viola la Constitución. El Legislador bien puede introducir excepciones al criterio de Libre Competencia, si, -como en este caso- se facilita la sustitución en un plazo impredecible, de combustibles fósiles.

Una segunda razón para justificar la excepción es la de dar la oportunidad de aprendizaje a unas fuentes de generación eléctrica que transforman disruptivamente el mercado eléctrico tradicional. Todos los actores tienen que aprender a convivir con la nueva situación: los generadores, el Centro Nacional de Despacho, los usuarios y, en general, la sociedad.

Como son plantas sin la firmeza de la generación convencional, los súbitos cambios en la oferta eléctrica a lo largo de cada día exigen acoplamiento más precisos de las redes en los niveles de tensión que, por una parte, disminuyan cortes del servicio y, por otra, no pongan en peligro la seguridad del sistema.

Las Autoridades Sectoriales deberían dejar pasar un tiempo razonable antes de convocar nuevas subastas, por dos razones:

1. Esperar para conocer y aprender de la experiencia que tendrán los generadores adjudicatarios de los contratos. Qué resultado tendrá los lineamientos y comportamientos de Autoridades Locales y de las comunidades. Muy posiblemente serán disímiles de un lugar a otro y de un empresario a otro. Esas experiencias serán útiles para aprender mejores prácticas en el indispensable diálogo entre Agentes, Autoridades y organizaciones sociales que, en vez de disminuir, más probable parece que irán en aumento.
2. No sería aconsejable adicionar más capacidad instalada por el momento. Hace unos días hubo dos subastas de reconfiguración de compra para asignar Obligaciones de Energía Firme y Cargo por Confiabilidad (CxC), convocadas por la CREG. En los Documentos CREG10 fundamentos de las subastas, se indica que es necesario asegurar la oferta de energía para los años eléctricos 2020/2021 y 2021/2022. Para los años posteriores al 2022, la demanda esperada está apropiadamente cubierta. No obstante, en la COP 25, Colombia habla de 30% de la capacidad instala en renovables en 2030, lo que resultaría en 7.5 GW totales (si la capacidad instalada en 2030 fuese de 25 GW). Con la capacidad existente, la nueva con contratos de cargo y largo plazo, más Ituango 2, tendríamos 23,25 GW en 2026. De esta manera, la expansión requerida sería de 1,75 GW. Si toda se hace con renovables (que no es seguro), con los 2.1 GW de renovables actuales, el máximo de renovables posible sería 3.85 GW para un total 15.5% de la capacidad instalada. Habría que calcular cuanta capacidad ineficiente energética y ambientalmente puede salir del sistema para ver si se llegaría al 20% de renovables, esto es a 5 GW en 2030. XM analizó que pasaría si todos los proyectos con

¹⁰ Documentos CREG 058 de septiembre 1º/19 y 077 de octubre 2/19.

permiso que son 5.9 GW de conexión se instalaran y encuentran que hasta esa cifra no habría requerimientos adicionales de reserva para garantizar la seguridad del suministro. El impacto más allá de esta cifra no se ha estudiado aún¹¹.

Otros combustibles para la generación eléctrica

Existen otros recursos o portadores energéticos y tecnologías que pueden ser utilizados para la generación de electricidad: la biomasa y los residuos, la geotermia, el hidrógeno y los combustibles nucleares. En términos generales, la generación eléctrica a partir de estos energéticos podría permitirse con base en el principio de adaptabilidad de la Ley 143/94 que señala:

Artículo 60. Las actividades relacionadas con el servicio de electricidad se regirán por principios de eficiencia, calidad, continuidad, adaptabilidad, neutralidad, solidaridad y equidad.

[....]

“El principio de adaptabilidad conduce a la incorporación de los avances de la ciencia y de la tecnología que aporten mayor calidad y eficiencia en la prestación del servicio al menor costo económico.”

Biomasa

La biomasa agrícola está definida en la Ley 1715/14 como fuente no convencional de energía de carácter renovable (FNCER) y podrán contar con los beneficios e incentivos establecidos allí. De la misma manera lo están los residuos sólidos no reutilizables no reciclables. En esta Ley se asignan competencias para reglamentación mediante Decretos Presidenciales y Resoluciones de la CREG para utilizar la biomasa incluyendo los residuos sólidos.

Geotermia

La geotermia está igualmente definida y considerada explícitamente en la Ley 1715/14. El país ha venido avanzando en el análisis de las barreras para su utilización y en la definición del marco regulatorio. En una reunión celebrada en 2018¹², se propusieron seis estrategias (que se reúnen en cinco) para superar barreras referentes a su desarrollo en el país: (i) establecer un grupo de acción para el trabajo continuo y coordinado y apoyar la socialización, (ii) cuantificar su potencial exploratorio y energético, (iii) capacitar al recurso humano, (iv) avanzar en las definiciones regulatorias sobre la concesión y manejo del recurso y (v) identificar el campo de acción de la política pública.

Jurídicamente se requieren dos concesiones. Una para uso del agua que incluya autorización para su reinyección, otorgada por la Agencia Nacional de Licencias Ambientales, ANLA¹³; y otra para explotar como un servicio público el recurso geotérmico, otorgada por el MME.

¹¹ El Ministerio de Minas y Energía en el reciente lanzamiento del Plan Energético Nacional hablan de 25% en 2030.

¹² <https://www2.sgc.gov.co/Noticias/Paginas/Tercera-Reuni%C3%B3n-Nacional-de-Geotermia-2018.aspx>.

¹³ Decreto 1076/16 Decreto Único Reglamentario del Sector Ambiente y Desarrollo Sostenible:

Artículo 2.2.3.2.7.1. “Disposiciones comunes. Toda persona natural o jurídica, pública o privada, requiere concesión para obtener el derecho al aprovechamiento de las aguas para los siguientes fines:”

“...”

“h) Inyección para generación geotérmica”

Artículo 2.2.3.3.4.6. “De la reinyección de residuos líquidos. Solo se permite la reinyección de las aguas provenientes de la exploración y explotación petrolífera, de gas natural y recursos geotérmicos, siempre y cuando no se impida el uso actual o potencial del acuífero.”

Esta segunda concesión sigue las reglas mencionadas en la Ley 80/93, artículo 32, recogido como parte de la Ley 1508/12, artículo 2º: *“Contrato de Concesión. Son contratos de concesión los que celebran las entidades estatales con el objeto de otorgar a una persona llamada concesionario la prestación, operación, explotación, organización o gestión, total o parcial, de un servicio público, o la construcción, explotación o conservación total o parcial, de una obra o bien destinados al servicio o uso público, así como todas aquellas actividades necesarias para la adecuada prestación o funcionamiento de la obra o servicio por cuenta y riesgo del concesionario y bajo la vigilancia y control de la entidad concedente, a cambio de una remuneración que puede consistir en derechos, tarifas, tasas, valorización, o en la participación que se le otorgue en la explotación del bien, o en una suma periódica, única o porcentual y, en general, en cualquier otra modalidad de contraprestación que las partes acuerden.”*

El Código de Recursos Naturales¹⁴ exigía que el contrato de concesión para uso de agua y para “producción de energía” fuera uno solo y otorgado por el INDERENA; por Decreto con fuerza de ley 3573 de 2011 asignó esas competencias a la ANLA. Pero como se mostró, el Decreto 1076/15 dejó para la ANLA solamente la concesión de aguas para este tipo de generación eléctrica.

Generación con energía nuclear

La generación con energía nuclear es una de las Fuentes No Convencionales de Energía, FNCE, como expresamente lo señala la Ley 1715/14¹⁵. Las normas ambientales exigen Licencia Ambiental otorgada exclusivamente por la ANLA¹⁶.

Pueden ser parte de los contratos a largo plazo porque -como se mostró- es una de las FNCE y la norma que los regula¹⁷, adiciona las reglas del Capítulo 8 del Título III del Decreto 1073/15¹⁸ y ese capítulo se refiere a las FNCE.

No sobra resaltar que la Corte Constitucional declaró exequible la Ley 728 de 2001, *“por medio de la cual se aprueba la ‘Convención Sobre la Protección Física de Materiales Nucleares’, firmada en Viena y Nueva York el 3 de marzo de 1980.”*

La Sentencia hace expresa referencia a la posibilidad de que en Colombia se desarrolle la generación eléctrica: *“Cabe destacar que las técnicas nucleares presentan grandes ventajas en muy variados campos. Si bien las aplicaciones se concentran en mayor medida en actividades que se relacionan con la generación*

¹⁴ Decreto con fuerza de Ley 2811 de 1974.

¹⁵ Ley 1715/14

“ARTÍCULO 5o. DEFINICIONES. Para efectos de interpretar y aplicar la presente ley, se entiende por:”

“.....”

“16. Fuentes No Convencionales de Energía (FNCE). Son aquellos recursos de energía disponibles a nivel mundial que son ambientalmente sostenibles, pero que en el país no son empleados o son utilizados de manera marginal y no se comercializan ampliamente. Se consideran FNCE la energía nuclear o atómica y las FNCER.”

¹⁶ Decreto 1076/15: *“Artículo 2.2.2.3.2.2. Competencia de la Autoridad Nacional de Licencias Ambientales (ANLA). La Autoridad Nacional de Licencias Ambientales (ANLA) otorgará o negará de manera privativa la licencia ambiental para los siguientes proyectos, obras o actividades:”*

“.....”

“4. En el sector eléctrico.”

“.....”

“5. Los proyectos para la generación de energía nuclear.”

¹⁷ Decreto 570/18.

¹⁸ *“ARTÍCULO 1. Adiciónese una sección al Capítulo 8 del Título III del Decreto Único Reglamentaría del Sector Administrativo de Minas y Energía 1073 de 2015, así:”*

de electricidad por medio de reactores nucleares, su ámbito de aplicación es mucho más amplio, abarcando campos como la nutrición y salud”.

Hidrógeno

Con relación al hidrógeno, según misma Ley, la UPME puede considerarlo una Fuente de Energía No Convencional. Si es producida con recurso renovables sería un portador renovable.

De otro lado vale la pena anotar en esta sección que la CREG podrá regular el hidrógeno en estado gaseoso, como un tipo de gas combustible, según la definición de la Ley 142/94:

“14.28. SERVICIO PÚBLICO DOMICILIARIO DE GAS COMBUSTIBLE. Es el conjunto de actividades ordenadas a la distribución de gas combustible, por tubería u otro medio, desde un sitio de acopio de grandes volúmenes o desde un gasoducto central hasta la instalación de un consumidor final, incluyendo su conexión y medición. También se aplicará esta ley a las actividades complementarias de comercialización desde la producción y transporte de gas por un gasoducto principal, o por otros medios, desde el sitio de generación hasta aquel en donde se conecte a una red secundaria.”

Los Reglamentos Técnicos del caso, entre ellos los requerimientos mínimos de seguridad para usar el hidrógeno en aplicaciones residenciales, industriales y comerciales, al igual que su uso en transporte, deberán ser establecidos por el MME, a solicitud de la CREG, consultando previamente a la Organización Mundial de Comercio (OMC) expedirá los del caso. Los Ministerios de Salud y de Ambiente, si es necesario, expedirán los suyos también consultando previamente a la OMC.

Combustibles resultantes de la generación eléctrica

Además del hidrógeno que puede ser producido a partir de electricidad, el recurso renovable eólico y solar con el que cuenta el país, principalmente en el norte, puede ser empleado para la producción de gas natural (tecnologías Power to Gas). Este recurso está siendo impulsado para la transición a energía limpias principalmente en los sectores transporte e industria y la relación de reservas producción del país es de alrededor de 10 años. Es bueno, entonces, discutir la reglamentación requerida para el almacenamiento estratégico de gas combustible.

El decreto 2100/11 ordenó que, para junio 15 de 2012, el MME y la ANH evaluarán la viabilidad del almacenamiento de gas natural: Artículo 19. *“Almacenamiento subterráneo en campos de hidrocarburos. En un plazo no superior a un (1) año, el MME y la ANH evaluarán conjuntamente la viabilidad de la utilización de campos de hidrocarburos con fines de almacenamiento de gas natural como alternativa para asegurar la confiabilidad del servicio público”.*

En 2010, la CREG recibió el Informe Preliminar de un estudio sobre la materia con el Consorcio Itansuca - Freyre & Asociados que expone la situación en el país en aquel tiempo, analiza las distintas alternativas disponibles indicando sus ventajas y desventajas y muestra muchas experiencias internacionales. En agosto siguiente, el consorcio completó su estudio haciendo recomendaciones.

Las Bases del Plan Nacional de Desarrollo 2018 – 2022, reiteraron la importancia del almacenamiento estratégico. Se señalaba que, *“El MinEnergía, o la entidad que este designe, estudiará la necesidad de contar con infraestructura de almacenamiento de combustibles líquidos y de gas combustible para determinar, entre otras condiciones, su ubicación y su capacidad. Considerando lo anterior, la CREG expedirá un marco normativo que impulse la participación de agentes en la prestación de los nuevos servicios de almacenamiento de inventarios.”*

La CREG en su “Informe de gestión CREG 2018 – 2019”, dice: “*La CREG expedirá un marco normativo que impulse la participación de agentes en la prestación de los nuevos servicios de almacenamiento de inventarios*”.

El contrato de concesión, establecido por la Leyes de contratación estatal y recogido en la Ley que regula las Asociaciones Público-Privadas, lo define así (Ley 80/93, artículo 32, recogido como parte de la Ley 1508/12, artículo 2°):

“4°. Contrato de Concesión. Son contratos de concesión los que celebran las entidades estatales con el objeto de otorgar a una persona llamada concesionario la prestación, operación, explotación, organización o gestión, total o parcial, de un servicio público, o la construcción, explotación o conservación total o parcial, de una obra o bien destinados al servicio o uso público, así como todas aquellas actividades necesarias para la adecuada prestación o funcionamiento de la obra o servicio por cuenta y riesgo del concesionario y bajo la vigilancia y control de la entidad concedente, a cambio de una remuneración que puede consistir en derechos, tarifas, tasas, valorización, o en la participación que se le otorgue en la explotación del bien, o en una suma periódica, única o porcentual y, en general, en cualquier otra modalidad de contraprestación que las partes acuerden.”

El Decreto 1073/15, Único del Sector Administrativo de Minas y Energía lo repitió, aunque omitiendo el plazo (Artículo 2.2.2.2.3): “Almacenamiento subterráneo en campos de hidrocarburos. El MME y la ANH evaluarán conjuntamente la viabilidad de la utilización de campos de hidrocarburos con fines de almacenamiento de gas natural como alternativa para asegurar la confiabilidad del servicio público”.

El MME puede entonces adelantar un proceso contractual para otorgar concesiones con ese propósito. Si el estudio mencionado atrás se considera útil puede tomarse como base o contratar una actualización.

Generación distribuida, microrredes y redes inteligentes

Es importante estimular las enormes posibilidades que traen otras innovaciones tecnológicas que han venido haciéndose comercialmente viables y muy probablemente serán aún más a mediano plazo. La Misión de Transformación Energética, actualmente en desarrollo por parte del Gobierno busca elaborar propuestas para la modernización del marco institucional y regulatorio que facilite la incorporación de nuevos agentes, tecnologías y esquemas transaccionales en los mercados de energía. “*En particular quiere resolver preguntas tales como: (i) ¿Cómo asegurar que la regulación permita la innovación o introducción de nuevas tecnologías con suficiente agilidad sin poner en riesgo la confiabilidad? y (ii) ¿Cuál debe ser el marco institucional y regulatorio que asegure que el mercado propenda por beneficiar al usuario y generar precios eficientes para la demanda?*”.

La combinación de plantas generadoras de pequeña escala que al mismo tiempo sean distribuidoras de la energía que generan, (“Generación-Distribuida”), el almacenamiento de energía eléctrica, la respuesta de la demanda y los vehículos eléctricos facilitarán la participación de los usuarios en la gestión misma de prestar los servicios. De allí que se haya acuñado el vocablo “prosumidores”, combinando las palabras productor y consumidor, porque podrán instalar plantas generadoras y vender excedentes a la red y, en el futuro, dentro de un circuito conformado por muchos otros usuarios y empresas que sean Generadores-Distribuidores a lo mejor desconectados del sistema de distribución local y del sistema interconectado.

La puesta en marcha de esquemas de prestación como estos dependerá de que las empresas prestadoras, las actuales que innoven y de nuevas con visión de negocio. Pero también pueden los alcaldes ser promotores de esta modalidad, en las ciudades intermedias y grandes (las de más de 400.000 habitantes, por ejemplo) y en las Áreas Metropolitanas o Asociaciones de Municipios en conurbaciones urbanas. Con aprobación de

los respectivos Concejos o Juntas Metropolitanas, pueden decretarse exenciones hasta por 10 años a los impuestos predial y de industria y comercio para los emprendedores de esquemas como los descritos.

Las condiciones para la instalación y operación deberán ser establecidas por la CREG, lo cual es aún más necesario, si el distribuidor se convierte en el operador de la red de distribución y en una plataforma de servicios, y estas actividades están adecuadamente remuneradas.

La CREG además de fijar pautas generales y también permitir que los agentes experimenten modelos negocio, un mecanismo regulatorio recomendado en el Informe de la denominada “Misión Internacional de Sabios”:

“Los proyectos propuestos buscan diversificar la economía y apoyar el aumento de la productividad total, crear hábitats sostenibles y más limpios, y mejorar las capacidades de anticipar y probar alternativas de negocios y regulatorias para la transición energética: (i) apoyo a la creación de una industria electrónica y digital de paneles solares orgánicos, instrumentación y control para redes inteligentes y microrredes, y eficiencia energética”.

La generación distribuida y las microrredes pueden utilizarse igualmente para expandir la cobertura del servicio eléctrico o mejorar su calidad en las zonas rurales. Como parte de los Acuerdos de Paz con las FARC, estos territorios en buena parte son áreas prioritarias para la extensión de distintos programas gubernamentales con los denominados Planes de Desarrollo con Enfoque Territorial, PDTS en 170 municipios, que incluyen a las 90 y 20 zonas no municipalizadas que hacen parte de las ZNI.

Si se llega a la decisión de separar la propiedad y la operación de activos físicos de generación y almacenamiento de las compañías de distribución (propietarias y operadoras de las instalaciones de redes de distribución), en el caso de la electrificación rural, *“si la distribuidora incumbente tuviese que ejercer su responsabilidad como suministrador por defecto y tuviese que realizar actividades de suministro eléctrico con microrredes o utilizando sistemas individuales aislados, en ambos casos se trataría de actividades sometidas a regulación y con remuneración establecida por la autoridad reguladora (remuneración que se espera recuperar a partir de las tarifas y del subsidio que corresponda). Por lo tanto, no existe riesgo para la actividad regulada de distribución que se derive de situaciones o precios de mercado. Hay que considerar también el caso de que “la red llegue” al emplazamiento de una microrred, y que la generación de la microrred sea transferida a la compañía distribuidora; en ese caso, para evitar situaciones que justificasen algún tipo de unbundling, bastaría con establecer que la producción de las plantas de generación o de almacenamiento provenientes de microrredes e incorporadas a la red principal de distribución se debería remunerar a un precio regulado prefijado de antemano. De esta forma se minimizan, e incluso se evitan, situaciones que podrían resultar en serios conflictos de interés”*¹⁹.

En resumen, legal y regulatoriamente es viable poner en marcha estos desarrollos y se está en el camino de hacerlo. No sobra recordar que por el principio de adaptabilidad de la Ley 143/94, más por los lineamientos de la Ley 1715/14 y por la flexibilización que la Ley del Plan Nacional de Desarrollo 2018-2022 introdujo para considerar nuevos servicios y sus operadores, la CREG podrá regular sin requerir otras disposiciones adicionales.

Los Distritos Térmicos

Un Distrito Térmico (DT) es un servicio ofrecido a uno o varios clientes, que consiste en el suministro de agua fría/helada, caliente o en forma de vapor, para mantener temperaturas frescas o con calefacción. El

¹⁹ Concepto del profesor Luis Ignacio Pérez Arriaga. Mensaje de correo del 31 de diciembre de 2019 a Ángela Cadena.

DT generalmente cuenta con una planta de generación eléctrica a base de una o varias energías renovables no convencionales o con una turbina de gas combustible nada impide, sin embargo, que el DT prefiera tomar la electricidad de la red pública.

La electricidad generada se utiliza únicamente para calentar o enfriar el agua y distribuirla por tuberías a los distintos clientes. No es, por tanto, parte del servicio público domiciliario de energía eléctrica, aunque puede tener efectos sobre el mismo, al alejar usuarios que consumen electricidad para hacer funcionar equipos de aire acondicionado en climas cálidos o calentadores de ambiente en climas fríos.

La CREG no tiene competencia para regular los DT. La Generación dentro del DT no hace parte del Mercado Mayorista, MEM y puede calificarse como un Cogenerador y si decidiera vender excedentes a la Red Pública, sí estaría sometido a las Leyes 142 y 143 de 1994, a la Regulación CREG y a la vigilancia de la Superintendencia de SSPD, pero solo para efectos de las transacciones con excedentes. Los operadores de los DT no son ni tienen que ser “Empresas de Servicios Públicos”, como lo dispone la Ley 142/94. Están sí sometidos a las reglas constitucionales y su desarrollo legal sobre prohibición de prácticas contrarias a la Libre Competencia incluido el abuso de Posición Dominante, así como a no incurrir en conductas de competencia desleal y a la protección al consumidor, como la totalidad de los agentes económicos en el país. Por tanto, estarán, en esas materias, vigilados por la Superintendencia de Industria y Comercio, SIC.

Debe advertirse, en todo caso, la amenaza que surge del siguiente artículo de la Ley 142/94:

“73.2. Someter a su regulación, a la vigilancia del Superintendente, y a las normas que esta ley contiene en materia de tarifas, de información y de actos y contratos, a empresas determinadas que no sean de servicios públicos, pero respecto de las cuales existan pruebas de que han realizado o se preparan para realizar una de las siguientes conductas:

a. Competir deslealmente con las de servicios públicos;

b. Reducir la competencia entre empresas de servicios públicos

c. Abusar de una posición dominante en la provisión de bienes o servicios similares a los que éstas ofrecen.”

El hecho de que un DT indirectamente compita con los prestadores del servicio eléctrico, al atraer clientes al DT para el calentamiento o enfriamiento de agua que, dejarían de consumir parcialmente electricidad, podría verse como una competencia desleal y llevar a la CREG a someter a uno o varios DT a su regulación y la vigilancia de la SSPD. Es claro que el artículo no se pensó para actividades como las que desarrollan los DT; podría proponerse al MME o la CREG que, basándose en el Principio de Adaptabilidad, precisaran el alcance del artículo citado.

En relación con la distribución del agua para calentar o enfriar el ambiente en los hogares o establecimientos comerciales, tampoco están sujetos las normas legales ni a la Regulación de la CRA, porque no transportan agua potable.

En conclusión, los DT prestan un servicio privado que se rige por las normas del Derecho Privado. Es usual que un DT sea promovido por Autoridades Locales. Si más allá de la promoción se hacen aportes al capital accionario por parte de un Distrito (en el sentido de las normas sobre la Organización Territorial), un Municipio o un esquema asociativo las normas aplicables serán las del Derecho Público, en materia presupuestal, contractual, laboral y serán vigiladas por la Contraloría respectiva.

El Ministerio de Ambiente, EPM, el Gobierno Suizo, la Agencia para la Cooperación Internacional de Colombia elaboraron un Documento que expone las barreras de todo tipo que dificultan el desarrollo de los DT. La Comisión de la Unión Europea publicó en 2012 un Documento de Política para los DT. Se

encontraron documentos posteriores más de recomendaciones a los Estados Miembros para que faciliten y promuevan la instalación de DT.

Gestión eficiente de energía

La Ley 1715/14 promueve, al igual que las FNCER, la gestión de la demanda entendida como respuesta de la demanda y eficiencia energética. En este marco, el MME, la CREG y la UPME han venido definiendo el marco de participación de la demanda en el mercado eléctrico y afinando los incentivos para el uso eficiente de la energía.

Respuesta de la demanda y medición inteligente

De acuerdo con el mapa de ruta que elaboró la UPME, las autoridades sectoriales han venido trabajando en la dirección de agilizar la conexión de la autogeneración de energía y los intercambios de excedentes, de automatizar las redes de distribución, de instalar sistemas de medición inteligente, de instalar facilidades para la movilidad eléctrica y de viabilizar la participación de la demanda. La Misión de Transformación Energética sugiere a la CREG estudiar una nueva fórmula tarifaria que de las señales a los consumidores para su participación rápida en el mercado eléctrico.

Por otro lado, la resolución 131 de 2020 de la CREG presenta el proyecto “Por la cual se establecen las condiciones para la implementación de la infraestructura de medición avanzada (AMI) en el SIN”. En dicha resolución se presentan dos modelos viables para aplicación de AMI: (1) El comercializador instala el medidor y la gestión de todos los datos están a cargo de un tercero (incluye comunicaciones); (2) El OR es responsable del despliegue de AMI y parte de los datos son reportados a un tercero para su gestión. Adicionalmente, en dicha resolución se establece que la CREG determinará: i) los responsables de la instalación, administración, operación, mantenimiento y reposición de la infraestructura de medición avanzada, considerando la independencia e imparcialidad para el desarrollo de esas actividades, para lo cual puede tener en cuenta en primer lugar al operador de red; ii) los esquemas de remuneración de los costos eficientes de las inversiones y funcionamiento asociados, para la implementación de la infraestructura de medición avanzada; iii) los requisitos de ciberseguridad, manejo, uso y protección de datos que garanticen un adecuado funcionamiento de la infraestructura AMI; iv) los requisitos y procedimientos para el acceso a la información de AMI por parte de otros agentes del sector que la requieran.

Eficiencia energética

En materia de eficiencia energética, en la Ley 697 de 2001 se establecen los mecanismos para el fomento del uso racional y eficiente de la energía como un asunto de interés social, público y de conveniencia nacional, además se promueve la utilización de energías alternativas y se dictan otras disposiciones. Con esta Ley se busca optimizar la utilización de los recursos energéticos primarios que posee el país, minimizando los impactos ambientales y mejorando la competitividad de la nación.

Así mismo, a través del decreto 3683 (19 de diciembre de 2003) se creó la Comisión Intersectorial de Uso Racional y Eficiente de la Energía (CIURE), cuyo fin es el de asesorar y apoyar al Ministerio de Minas y Energía en la coordinación de políticas sobre uso racional y eficiente (URE) de la energía y demás formas de energía no convencional en el sistema interconectado nacional y en las zonas no interconectadas. Inicialmente la comisión fue integrada por el ministro de Minas y Energía y los Ministerios de Ambiente, Comercio Industria y Turismo, la CREG y COLCIENCIAS. A la UPME le fue asignada la Secretaría Técnica. Posteriormente, mediante el decreto 2688 de 2008 se sumaron a ésta como miembros permanentes, el DNP y el IPSE y ahora, por la importancia que tiene en términos de consumos y de sus potenciales de Eficiencia Energética, se espera vincular al Ministerio de Transporte.

En la misma Ley 697 de 2001, se creó el Programa de Uso Racional y Eficiente de la Energía y demás formas de energía no convencionales, PROURE. El Ministerio de Minas y Energía es el encargado de promover, organizar, asegurar el desarrollo y seguimiento de los programas que lo conforman. El PROURE a través de sus programas promueve: (1) el fomento y desarrollo de proyectos con fuentes energéticas no convencionales y de eficiencia energética, incluidos los proyectos de energías limpias o renovables con prioridad en las zonas no interconectadas; (2) la construcción de edificaciones arquitectónicas y equipamiento asociado para el URE de la energía; (3) el cambio climático e iniciativas de mercado de metano y secuestro y captura de carbono; (4) el desarrollo de proyectos o actividades de producción más limpia y de ahorro y de eficiencia energética, que requieran equipos, elementos y maquinaria destinados a la reducción en el consumo de energía y/o eficiencia energética; (5) la sustitución de combustibles tradicionales por otros combustibles potencialmente más limpios y específicamente el fomento y utilización de los Biocombustibles; (6) la actualización y/o reconversión tecnológica de equipos industriales en función del URE; (7) el fomento del URE en los sectores oficial, comercial, transporte, residencial, industrial (Medianas y Pequeñas Empresas MYPIMES y Empresas de Servicios Energéticos, ESCOS).

Mediante Resolución 41286 de 2016 se adoptó por parte del MME el Plan de Acción Indicativo, PAI, 2017-2022, en el cual se definen acciones estratégicas y sectoriales para alcanzar metas de eficiencia energética a 2022 que lleven a una reducción del consumo final de más de 5%.

Como parte de los instrumentos para el impulso a la eficiencia energética, además de los incentivos del Estatuto Tributario (reglamentados entre otros mediante el Plan de Acción Indicativo 2017 – 2022) y de la Ley 1715 de 2014, se cuenta con el Fondo de Energías no Convencionales y Gestión Eficiente de la Energía (FENOGE) encargado de entregar recursos para la realización de proyectos piloto y actividades de investigación.

De otro lado, el *Programa del Acelerador de Eficiencia Energética en Edificación (Building Efficiency Accelerator -BEA, por sus siglas en inglés)*, es una alianza público-privada que tiene por objeto duplicar las tasas de eficiencia energética en las edificaciones en más de un 30% a 2030 acelerando las acciones de reducción de consumos. Dicho programa se ha implementado en diferentes ciudades del mundo, en 2016 Bogotá se integró a este grupo y en 2018 lo hicieron las ciudades de Montería y Cali. Este programa es implementado en Colombia por el Consejo Colombiano de Construcción Sostenible (CCCS) como socio local y por el World Resources Institute (WRI) como socio global. Como parte del programa se adelantaron diferentes actividades, entre las que se buscaba desarrollar un código de eficiencia energética en estas ciudades con base en la implementación de la resolución 549 de 2015 del Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio (MVCT).

Para esto se desarrollaron entrevistas a la industria, se construyeron paquetes primarios de las prácticas actuales y se realizaron simulaciones energéticas para diez tipologías arquitectónicas (VIP, VIS, Vivienda de estratos 3 y 4, Vivienda de estrato 5 y 6, Oficinas, Centros Comerciales, Hoteles, Colegios, Educación Superior y Hospitales) con sus respectivos prototipos de edificaciones. A partir de esto se establecieron paquetes de medidas de eficiencia, se calcularon los ahorros asociados a cada uno de estos paquetes y se hizo un análisis de costos asociados a los mismos. Con base en esto se estableció una metodología de cumplimiento del código la cual cuenta con un método de desempeño en el cual se plantean porcentajes de ahorro que se deben lograr en cada una de las tipologías y un procedimiento de simulación para verificar dichos ahorros, y un método prescriptivo el cual describe un paquete de medidas de eficiencia para cada tipología, con las cuales se logra el cumplimiento del código.

Como parte de este programa la Alcaldía de Bogotá planteó el Plan de Acción del Programa BEA con el fin de fomentar la aplicación del código, alinearse con el Plan de Ordenamiento Territorial y con la Política

Pública de Ecourbanismo y Construcción Sostenible. Adicionalmente se planteó la aplicación del código y de otras medidas recomendadas en un proyecto piloto emblemático para la ciudad como es Progresía Fenicia y el diseño e implementación de un sistema de monitoreo, reporte y verificación (MRV) para la ciudad que ya tiene unos módulos desarrollados los cuales se pueden consultar en: <http://www.sdp.gov.co/micrositios/ppecs/indicadores>.

A.16.4 Residuos

Incentivos que promuevan el aprovechamiento de residuos putrescibles y la mitigación de GEI

La Estrategia Nacional de Economía Circular (ENEC) lanzada en el año 2019 identifica oportunidades en el desarrollo de negocios de producción de fertilizantes orgánicos, enmiendas o acondicionadores, incrementando el valor agregado de la tierra y reduciendo la emisión de GEI por la fabricación de fertilizantes de síntesis química. Dos de las medidas de mejora identificadas para los proyectos de vivienda en estudio tienen por objetivo el aprovechamiento de residuos orgánicos rápidamente putrescibles de origen domiciliario, evitando las emisiones por descomposición en los rellenos y permitiendo el uso de nutrientes disponibles en los residuos mediante fertilizantes resultantes de procesos de aprovechamiento bioquímico (compostaje y digestión anaerobia). Si bien las metas establecidas en la ENEC para este flujo de material están dirigidas a biomasa residual de procesos agroindustriales se evidencia una oportunidad en el aprovechamiento de los residuos domiciliarios. La composición nacional de los residuos sólidos municipales mayoritariamente está integrada por residuos rápida y medianamente putrescibles, los cuales son los principales responsables de la generación de GEI y lixiviados en los rellenos sanitarios. He aquí la importancia de potenciar los procesos de aprovechamiento de esta importante fracción de los residuos municipales. Por otro lado, los rellenos sanitarios en países con alto desarrollo tecnológico han venido siendo minimizados en las últimas décadas, debido a los altos impactos ambientales negativos que generan, alta demanda de espacio, periodos de tiempo muy largos en su clausura y posclausura, emisiones de GEI, entre otras.

La ley 1715 de 2014 contempla el aprovechamiento energético de residuos que no puedan reutilizarse ni reciclarse como una fuente no convencional de energía renovable, permitiendo la aplicación de incentivos tributarios, arancelarios y contables para proyectos que produzcan o utilicen energía de este tipo de fuentes. A partir de la expedición del D.570 de 2018 (incorporado en el DUR 1073/15) se brindan mejores condiciones de mercado para este tipo de energías.

Por su parte, la política nacional para la gestión de residuos sólidos (CONPES 3874) contempla entre sus ejes estratégicos evitar la generación de gases de efecto invernadero [44] en armonía con los compromisos de mitigación del cambio climático conforme lo establece la L.164 de 1994 aprobatoria del CMNUCC y el Protocolo de Kioto, aprobado mediante la L.629 de 2000 que incluye los MDL como estrategia de reducción y/o captura de GEI en países en desarrollo. En la Política Nacional para la Gestión Integral de Residuos Sólidos se plantea como una de las estrategias para la promoción de la economía circular, la expedición por parte del MVCT de reglamentación para establecer la obligatoriedad de implementación de sistemas de extracción y captura activa de gases en rellenos sanitarios, lo cual podría considerarse como lo mínimo a realizar sobre los rellenos sanitarios.

Para el caso de estudio Lagos de Torca, los residuos generados serán transportados y dispuestos en el relleno sanitario de Doña Juana, lo que refleja que se mantendrá el esquema de gestión que se ha venido aplicando en Bogotá, acorde con lo previsto en su plan de gestión integral de residuos sólidos 2016-2027 adoptado mediante el Decreto Distrital 495 del 2016, con base en la normatividad que desarrolla la materia (DUR 1077/15, art. 2.3.2.2.3.87). Con base en los requisitos establecidos por el MADS en la R.2733 y R.2734 de

2010, el biogás generado en el relleno sanitario Doña Juana puede ser aprovechado previa viabilidad técnica y económica del proyecto (DUR1077/15, art. 2.3.2.3.21). Desde el año 2007, a través de contrato de concesión, se autorizó el tratamiento y aprovechamiento del biogás proveniente de Doña Juana aplicando el MDL del Protocolo de Kioto (Concesión # 137/07). Por su parte, las emisiones atmosféricas de los vehículos recolectores deben ajustarse a lo dispuesto en la R.910/08 (norma reglamentaria del D.948/95 incluido en el DUR 1076/15).

Algunos esfuerzos reglamentarios y operativos se han desplegado para impulsar el aprovechamiento como actividad complementaria del servicio público de aseo. De manera particular y atendiendo los mandatos de la Corte Constitucional (incluidos en la sentencia T-724 de 2003 y sus autos de seguimiento que ordenan adelantar acciones afirmativas en favor de los recicladores), se ha buscado fomentar el aprovechamiento de ciertos materiales objeto de comercialización por parte de la población recicladora. Estas disposiciones se armonizan con la estrategia de economía circular consagrada en el documento CONPES 3874 de 2016 [44].

Así, a través del D. 596 de 2016 (modifica y adiciona el DUR 1077/15) el MVCT reglamentó la recolección de residuos aprovechables, el transporte selectivo hasta la estación de clasificación y aprovechamiento (ECA) o planta de aprovechamiento incluyendo su clasificación y pesaje; actividades a cargo de la persona prestadora que, para los casos de estudio, son los recicladores de oficio formalizados o en proceso de formalización conforme lo estipulado en el artículo 15° de la Ley 142 de 1994. Los habitantes de los proyectos de vivienda deben cumplir con su obligación de separación en la fuente (DUR 1077/15, art. 2.3.2.5.2.1.1) para que los residuos aprovechables sean transportados hasta las ECA previstas para el proyecto en las cuales se clasificará, acopiarán, pesarán y alistarán los materiales para su posterior comercialización por parte de los recicladores de oficio organizados según la ley y registrados como tales ante la Superintendencia de Servicios Públicos Domiciliarios (SSPD).

Tanto los sistemas de almacenamiento de residuos no aprovechables como las ECA deben cumplir con los requisitos mínimos que faciliten su limpieza controlando factores de riesgo asociados al manejo de residuos (DUR 1077/15, art. 2.3.2.2.2.19) garantizando las posibilidades de recolección por parte de las personas prestadoras del servicio, también se debe evitar la mezcla de residuos ordinarios con residuos peligrosos, metales pesados o ni bifenilos policlorados; los residuos orgánicos no podrán estar almacenados por más de cuarenta y ocho (48) horas (DUR 1077/15, art. 2.3.2.2.2.8.82). En todo caso, la recolección de residuos aprovechables se debe adelantar de forma separada a la recolección de los residuos no aprovechables; sin embargo, se debe articular con los procesos de separación en la fuente y presentación diferenciada (DUR 1077/15 art. 2.3.2.2.2.3.26).

Dentro de los múltiples propósitos del aprovechamiento, establecidos en la normatividad (DUR 1077/15 art. 2.3.2.2.2.8.81) se destaca la recuperación de la fracción orgánica presente en los residuos sólidos con el fin de reducir el caudal y la carga contaminante de lixiviados en el relleno sanitario y aumentar su vida útil al tiempo que se disminuyen los impactos ambientales derivados de los procesos de disposición final; no obstante, el desarrollo reglamentario referente al aprovechamiento de los residuos orgánicos ha sido escaso y no ha contado con los estímulos diseñados para la recuperación de materiales como papel, cartón, plástico, vidrio y metal por lo que su destino final sigue siendo el relleno sanitario con los impactos que genera su descomposición relacionados a la generación de biogás (GEI) y lixiviados. De acuerdo con la R. 720 de 2015 CRA en el costo de disposición final es posible incluir los costos de inversión en sistemas de control ambiental para el manejo de lixiviados; la recuperación y gestión de la fracción orgánica de los residuos está enmarcada en los costos de tratamiento, lo que desestimula su desarrollo. En otras palabras, la reglamentación sobre aprovechamiento de residuos orgánicos mediante el compostaje y la lombricultura aún no ha sido desarrollada y en los esquemas regulatorios se reconocen como tratamiento de residuos con tarifas asociadas a la disposición final.

Una de las tareas prioritarias en la gestión sostenible de los residuos sólidos municipales es la estructuración y puesta en marcha de procesos a mediana y gran escala del aprovechamiento de la fracción putrescible, pues estos son los mayores responsables de la emisión de GEI en rellenos sanitarios. Es muy importante que dentro de la política de aprovechamiento de residuos se dé espacio y se promueva la utilización de los materiales sólidos remanentes de dichos procesos (p.e. digestatos, compost, vermicompost, etc.), pues hoy en día dichos materiales deben competir comercialmente de forma injusta con excretas de empresas pecuarias (gallinaza, porquinaza, pollinaza, etc.), pues estas últimas constituyen un mayor riesgo sobre salud pública (p.e. contenido patogénico, antibióticos, etc.) y su gestión y aprovechamiento no se encuentran debidamente regulados a nivel nacional. Esta política podría enfocarse en que parte de las compras públicas nacionales, regionales y municipales se dé preferencialmente sobre cultivos que usen dichos residuos putrescibles debidamente estabilizados, como enmiendas agronómicas.

Descentralización de sistemas de gestión de residuos sólidos domiciliarios

El manejo centralizado de la disposición de residuos sólidos municipales genera enormes ineficiencias y externalidades socioambientales. Lo cual aunado a la ausencia de estaciones de transferencia de residuos sólidos en grandes ciudades hace de estos esquemas de gestión la peor apuesta en una sociedad tendiente a la sostenibilidad. Tener que retornar camiones colectores vacíos desde los rellenos sanitarios hacia las zonas de servicio, a todas luces, demuestra la alta ineficiencia energética que tiene este esquema, a lo cual se debe sumar la mayor emisión de GEI por tonelada de residuo efectivamente gestionada. En grandes ciudades la centralización de la gestión de los residuos en un solo punto (por lo general a las afueras de la ciudad) es una propuesta anquilosada, no sostenible e ineficiente. La visión nacional debe involucrar la gestión (aprovechamiento) descentralizada de los residuos sólidos generados, lo cual tiende hacia la sostenibilidad racionalizando el uso de recursos (tiempo, energía, etc.).

A nivel local se han desarrollado proyectos piloto para la instalación de unidades de aprovechamiento de residuos orgánicos domiciliarios y capacitación de los beneficiarios en zona rural urbana y periurbana de Bogotá a través del contrato 369 celebrado entre la Universidad Nacional de Colombia y la Unidad Administrativa Especial de Servicios Públicos (UAESP). Además, el Acuerdo 605 de 2015 institucionaliza el programa de agricultura urbana ecológica en la ciudad de Bogotá y representa una oportunidad para el aprovechamiento a pequeña escala de residuos orgánicos rápidamente putrescibles de origen domiciliario.

A pesar de la existencia de políticas, acuerdos y estrategias que buscan mitigar la emisión de GEI generada por la gestión de residuos y aumentar el aprovechamiento, la regulación frente a la localización de plantas de aprovechamiento y valorización (Reglamento Técnico del Sector de Agua Potable y Saneamiento Básico Título F Sistemas de Aseo Urbano) establece, para el caso de los residuos inorgánicos reciclables, un retiro mínimo de 50m de áreas residenciales en zonas preferiblemente de uso de suelo industrial; para el aprovechamiento de residuos orgánicos biodegradables se establece un retiro mínimo de 500 m de áreas residenciales y el establecimiento de las plantas en áreas con uso del suelo de expansión urbana, periurbano o rural. Estos requerimientos dificultan la ubicación de plantas de aprovechamiento, especialmente de residuos orgánicos, a pequeña escala en ciudades densamente pobladas como Bogotá, lo que propicia la continuación de sistemas centralizados de gestión de residuos que deben contar con la capacidad suficiente para recibir la totalidad de los residuos generados en la ciudad y que acarrear además la necesidad de transportar los residuos largas distancias, aumentando el consumo de combustibles, la emisión de GEI y problemas de tráfico, entre otros.

Por otro lado, si bien en la normatividad sobre la prestación del servicio público de aseo se contempla la ubicación de Estaciones de Transferencia como solución de costo mínimo para incrementar la eficiencia y optimizar los costos de operación (DUR 1077/15, art. 2.3.2.2.7.74), en Bogotá no se ha viabilizado este

tipo de sistema a pesar de estar contemplado su estudio de conveniencia en el PGIRS (2016/2027). La inclusión de las Estaciones de Transferencia en el instrumento de planificación da respuesta a la obligación de buscar economías de escala en la prestación del servicio; no obstante, su ubicación está condicionada a los usos del suelo previstos en las normas de ordenamiento territorial (DUR 1077/15, art. 2.3.2.2.1.9), lo cual no se ha logrado compatibilizar en el Distrito Capital

Los ajustes normativos en torno a la gestión de los residuos sólidos en el país, en armonía con los lineamientos de las políticas públicas del sector, privilegian la disposición final de los residuos sólidos no aprovechados en rellenos sanitarios por considerar que este tipo de sistema se constituye en una solución costo-efectiva por las características de los residuos generados [45], lo cual es altamente discutible y no soportado técnicamente. En Bogotá la operación del relleno sanitario Doña Juana se mantendrá hasta que termine su vida útil (año 2056) pues no fue viabilizado el proyecto de construcción de un segundo sistema de disposición final para el Distrito Capital (según lo propuesto en el Convenio 291 de 2006). De todas formas, los dos predios compatibles con un uso de suelo que permite la ubicación de infraestructuras para la disposición final de residuos están ubicados en el suroccidente de la ciudad [46].

El funcionamiento del relleno sanitario Doña Juana está respaldado por la R.1351/14 CAR modificada por la R.2320/14 CAR mediante la cual le fue otorgada la licencia ambiental conforme lo establece el artículo 2.2.2.3.2.3 del DUR 1076/15. Con la actual licencia se autoriza la operación del relleno sanitario Doña Juana hasta que se complete su capacidad de disposición de residuos, prevista para el primer trimestre del año 2022. La futura operación del relleno sanitario será sometida a un nuevo trámite de licenciamiento ambiental que, en esta ocasión, estará a cargo de la Autoridad Nacional de Licencias Ambientales (ANLA) toda vez que el MADS mediante la R.1484/18 asumió la competencia para la evaluación y control ambiental de todas las actividades relacionadas con la operación de Doña Juana y le ordenó a CAR el traslado del expediente del relleno sanitario a la ANLA.

Mantener la gestión centralizada de residuos sólidos es seguir manteniendo las muy altas ineficiencias económicas, ambientales y sociales. El país debe apostar por la descentralización en grandes ciudades.

El esquema tarifario como incentivo a la reducción de la generación, la separación en la fuente y el aprovechamiento

El actual gobierno colombiano establece dentro de su Plan de Desarrollo 2018-2022 que el MVCT, con apoyo del MADS fomentarán el aprovechamiento, reciclaje y tratamiento de residuos, para lo cual definirán criterios para la ubicación de infraestructura de recuperación de materiales y avanzarán en la implementación de proyectos tipo para su financiación con enfoque de cierre de ciclos. Adicionalmente, la Comisión de Regulación de Agua Potable y Saneamiento Básico (CRA) incluirá los costos ambientales y la remuneración del aprovechamiento y el tratamiento en los marcos tarifarios. Este ajuste fortalecería la viabilidad de opciones de gestión de residuos diferentes a la disposición final. De igual forma, referente a la tarifa del servicio de aseo se ha establecido en la regulación un descuento de hasta 4% en cobros para suscriptores de macro rutas de recolección de residuos aprovechables que tengan niveles de rechazo inferiores al 20% de los residuos presentados (Resolución CRA 720 de 2015). Si bien este estímulo no ha demostrado un impacto significativo en la correcta separación en la fuente, representa un paso inicial hacia una tarifa individualizada en el que se cobre al usuario por la cantidad de residuos no reciclables que genere (Pay-as-you-throw) ligado también al aumento en la visibilidad y claridad para los usuarios de los rubros incluidos en la tarifa que pagan por el servicio de aseo.

El manejo de los residuos generados por los habitantes de proyectos de vivienda se ajusta a los esquemas de gestión establecidos en el país, según los cuales los residuos ordinarios y los residuos peligrosos se deben gestionar de manera independiente acorde con la normatividad e institucionalidad establecida para cada

caso. En este sentido, el manejo de los residuos ordinarios está enmarcado en la prestación del servicio público domiciliario de aseo cuyas directrices son establecidas por el Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio (MVCT) y se rige por lo consagrado en el DUR 1077 de 2015. Por su parte, la gestión de los residuos peligrosos está a cargo de gestores especializados que cuenten con licencia ambiental otorgada por la autoridad competente tal como lo establece el DUR 1076 de 2015 y según los condicionamientos que señale el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (MADS). Para la gestión de los residuos peligrosos se debe consultar con la autoridad ambiental el listado de las empresas autorizadas según las características de peligrosidad de los residuos generados.

En el marco de la prestación del servicio público domiciliario de aseo, los habitantes de los proyectos urbanos están sometidos al régimen jurídico fijado por L. 142 de 1994 para este efecto y, en virtud de este régimen, deberán suscribir el contrato de condiciones uniformes (CCU) tal como lo dispone la citada ley (Arts. 128 y ss.). Así, la prestación del servicio se realiza atendiendo lo dispuesto en el ordenamiento jurídico del sector (DUR 1077/15) y la tarifa que se debe pagar por su prestación es aquella que determine el operador con base en la metodología para su cálculo incluida en la R. 720 de 2015 CRA. En caso de optar por la opción tarifaria de multiusuario debe acogerse a lo dispuesto por la R. 247 de 2003 CRA. La actividad de aprovechamiento es facturada por la persona prestadora de la actividad de recolección y transporte de residuos no aprovechables (DUR 1077/15 art. 2.3.2.5.2.2.1) con base en la metodología tarifaria adoptada por la R. 720 de 2015 CRA; los usuarios no pueden exigir a las organizaciones de recicladores que desarrollan la actividad complementaria del servicio de aseo, contraprestación alguna por los residuos aprovechables separados y entregados en el marco de su prestación.

Según lo consagrado en la L.142 de 1994 (Art. 14 Núm. 24, modificado por la L.689 de 2001, art. 1º) la prestación del servicio público de aseo incluye la recolección de los residuos principalmente sólidos y se complementa con las actividades de transporte, tratamiento, transferencia, aprovechamiento, disposición final, corte de césped y poda de árboles ubicados en las vías y áreas públicas, así como el lavado de estas áreas. Los habitantes de las microciudades, en su calidad de usuarios del servicio público de aseo, están obligados a almacenar y presentar, previa separación en la fuente por códigos de colores, los residuos sólidos para su posterior recolección por parte del operador; el eventual incumplimiento de las obligaciones relacionadas con el almacenamiento y presentación de los residuos incluidas en el artículo 2.3.2.2.2.16 del DUR 1077/15, dará lugar a sanciones administrativas y de policía.

Usualmente la generación de residuos es tenida en cuenta por la normatividad del sector como variable de planificación, sin embargo, recientes estrategias de reducción de residuos se han enfocado en racionalizar el uso de bolsas plásticas (R. 668 de 2016 MADS) imponiendo incluso gravámenes a estos bienes de consumo masivo (L. 1819 de 2016). Por esta razón los comerciantes de las microciudades que, en ejercicio de su actividad económica distribuyan bolsas plásticas en los puntos de pago, deben contar con un Programa de Uso Racional de Bolsas Plásticas y realizar el cobro que señala la ley para ajustarse a los compromisos de minimización de residuos fijados por el MADS. Esta estrategia representa un ejemplo de instrumentos económicos que pueden implementarse para reducir la generación de residuos.

Investigación, educación, capacitación y comunicación

La Política Nacional para la Gestión Integral de Residuos Sólidos busca incrementar el nivel de separación en la fuente a través de acciones de índole educativo, cultural y de innovación relacionadas directamente con los generadores de residuos, más allá de incentivar el desarrollo de infraestructura necesaria. Esta política contempla como una de sus estrategias realizar trabajo e investigaciones, a través de la Unión Universitaria en Producción y Consumo Sostenible, relacionadas con potenciales usos para materiales de difícil aprovechamiento y continuación del trabajo en líneas de acción sobre producción y consumo

sostenible. Por su parte, la Estrategia Nacional de Economía Circular promueve la inclusión de contenidos de economía circular en programas de educación superior existentes y la implementación de instrumentos de mercado como el eco etiquetado, que diferencia los productos que cumplen con criterios de sostenibilidad con enfoque de ciclo de vida impulsando la competitividad y sostenibilidad empresarial. “En relación con la promoción de un consumo responsable y sostenible definida en la Política de crecimiento verde (DNP, 2018), las entidades públicas en Colombia adquieren bienes y servicios para la satisfacción de sus necesidades por un monto del orden del 19% del PIB (Banco Mundial, 2018), por lo cual, para promover la demanda de bienes y servicios sostenibles, se fortalecerá la estrategia de compras públicas sostenibles. Se ha avanzado en la definición de criterios de compra para los 28 productos de mayor consumo en las entidades del Estado. Así mismo se incluyeron criterios de sostenibilidad en los acuerdos marco de precio de Colombia Compra Eficiente.” (Estrategia nacional de economía circular, 2019).

Por otro lado, en el marco de las estrategias definidas en el PGIRS de cada municipio se deben implementar, de manera permanente y coordinada, campañas educativas que conduzcan a concientizar a los usuarios sobre la importancia de realizar una correcta separación en la fuente para lograr los objetivos de aprovechamiento de los materiales (DUR 1077/15, art. 2.3.2.5.2.1.3) y alcanzar las metas fijadas en el documento CONPES 3874. Por supuesto se hace absolutamente indispensable el seguimiento de los resultados de todas estas directrices y políticas a través de evaluaciones de eficacia y eficiencia.

A nivel de investigación es altamente deseable el desarrollo de líneas específicas de investigación e innovación en economía circular y generación de productos de alto valor agregado a partir de residuos sólidos, junto con programas de fomento para empresas que innoven en este campo. Por supuesto vinculado al programa de compras sostenibles por parte del estado central y regional.

A.16.5 Instrumentos para la movilidad sostenible

El despliegue, construcción y operación de modos y tecnologías de transporte sostenible requieren contar con diferentes instrumentos de apoyo. En desarrollo de políticas públicas para mejorar acceso de personas y productos con mínimas externalidades negativas, se requieren regulaciones, financiamiento y desarrollo de capacidades institucionales. Dentro de las regulaciones se destaca el desarrollo de normas técnicas e instrumentos de planificación y de instrumentos económicos para mitigar externalidades negativas (como la eliminación de subsidios a combustibles fósiles o el cobro de impactos negativos como congestión y contaminación). En financiamiento, la asignación de presupuestos del nivel nacional a los niveles regional y local, así como autorizaciones para que los niveles subnacionales puedan generar recursos. En capacidades institucionales, la creación y mantenimiento de organizaciones con capacidad para planificar, gestionar y operar (directamente o a través de terceros), los sistemas de transporte.

Como se va a exponer, los obstáculos para avanzar instrumentos efectivos están asociados a la economía política. El desarrollo orgánico del sector de transporte urbano se ha caracterizado por una fuerte descentralización en la toma de decisiones, que dependen casi exclusivamente de los alcaldes desde la reforma constitucional de 1988. En esta reforma se asignó la responsabilidad de la planificación urbana y de los sistemas de transporte a los alcaldes, que desde 1990 se eligen popularmente. Sin embargo, los instrumentos para que esa gestión local fuera efectiva, han tenido un desarrollo muy lento. Así mismo, prima una visión de corto plazo, de cumplimiento de objetivos en el marco de ciclos políticos cortos. Los alcaldes no pueden ser reelectos de manera inmediata y se concentran en cumplir su plan de gobierno en cuatro años (antes de 2000, periodos más cortos 2 y 3 años).

Ante la falta de instrumentos, la respuesta de mandatarios locales se ha centrado en delegación de las actividades de desarrollo urbano y de movilidad de pasajeros y carga en el sector privado, sin que se logre

un óptimo social, económico y ambiental. Las lógicas privadas de maximización de utilidades bajo una regulación precaria resultan en graves ineficiencias y exclusiones. Por una parte, el uso del suelo es fragmentado, lo que genera mayores distancias de viaje para personas y productos. Por otra, los modos de transporte sostenible de personas a pie, bicicleta y transporte público reciben menor atención en la inversión en infraestructura, que se centra en vehículos particulares.

Para minimizar costos al estado, manteniendo utilidades privadas, el transporte público tradicional se mantuvo bajo una regulación semiformal: cuenta con permisos del estado (autorizaciones de rutas con un nivel de capacidad transportadora) pero se maneja a través de una cadena informal de empresarios afiliadores, pequeños propietarios y conductores que compiten con todos los demás operadores por los pasajeros. Este esquema tradicional semiformal permitió una muy amplia cobertura, con un costo relativamente bajo para los usuarios, y sin subsidios directos del estado; pero con carga laboral excesiva en los conductores, que además no necesariamente contaban con seguridad social; altos niveles de accidentalidad y vehículos inadecuados para el transporte de personas y de altas emisiones contaminantes.

Si bien se han desarrollado políticas e instrumentos para avanzar en desarrollo urbano más ordenado e integrado, y transporte público formal de mayor eficiencia social y ambiental, así como prioridad a acceso a pie y en bicicleta y fomento de tecnologías de bajas emisiones, la implantación de estas políticas sigue incompleta. La acción del estado para corregir las falencias es abundante. Hay un sinnúmero de iniciativas (leyes, decretos, documentos CONPES) que han intentado dar lineamientos e incentivos para mejorar el ordenamiento urbano y el sistema de ciudades, avanzar la movilidad de pasajeros y carga en el país, mejorar la calidad del aire y la seguridad vial y reducir la congestión y la emisión de gases de efecto invernadero. En el reciente documento CONPES 3991 del 14 de abril de 2020²⁰, Política de Movilidad Urbana y Regional, se resumen detalladamente estas iniciativas. En este documento se reiteran los principios de evitar viajes largos motorizados (con desarrollo urbano denso, mixto, bien conectado), cambiar los viajes en vehículos motorizados individuales a modos más sostenibles (o evitar el cambio modal hacia carros y motos), y mejorar las tecnologías de los vehículos motorizados. En este sentido se da importancia a la promoción de modos no motorizados, al transporte público y a medidas de ordenamiento territorial. Se mencionan en el documento como objetivos para la implementación de esta política: (i) una adecuada gestión de la demanda, (ii) estrategias de seguimiento y fortalecimiento institucional y (iii) fuentes alternativas de financiación.

En esta sección se hace particular énfasis en este último aspecto, sin proponer nueva legislación o normatividad a la que ya existe, muy por el contrario, señalando que la puesta en marcha de instrumentos disponibles sería esencial para la sostenibilidad financiera del transporte público y el apoyo a viajes a pie y en bicicleta. Los instrumentos financieros existentes que se revisan más adelante tienen también utilidad en desincentivar el uso de modos más contaminantes (contaminación local y global).

Entrando en materia, los instrumentos económicos se usan para gestión de la demanda, a través de señales de precios que internalizan las externalidades [47], [48]. Adicionalmente, lo que se recauda se puede utilizar para diversos fines, entre ellos para financiar sistemas de transporte sostenible. En Colombia, los instrumentos en transporte se han utilizado principalmente como fuente de recursos. Por esto, el diseño de estos no responde a las externalidades que se generan. Dos ejemplos son la sobretasa a los combustibles, que es mayor para la gasolina que el Diesel y que además excluye al GNV y los biocombustibles; y los cobros como los peajes que se establecen por el tipo de vehículo (automóviles, buses, camiones de distintos tamaños), y no por el impacto que se genera en el medio ambiente.

²⁰ Ver antecedentes del Documento Conpes 3991 del 14 de abril de 2020.

En externalidades ambientales, el transporte es la principal fuente de contaminación atmosférica tanto local como global en los centros urbanos en Colombia [49] y en el diseño de los instrumentos esto se debería considerar de manera coordinada. Para esto es importante también avanzar en investigaciones sobre los impactos de diferentes tipos de energéticos y tecnologías vehiculares. En los impactos locales, pasar de análisis sobre emisiones directas a impactos en calidad del aire (formación secundaria de contaminantes); y en impactos globales ir hacia análisis de ciclo de vida de los energéticos. Bajo un análisis más integral energéticos como los biocombustibles y el GNV no necesariamente resultan ser de menor impacto respecto a otros fósiles [50], [51], [52], [53], [54], [55].

El transporte también conlleva externalidades por congestión, accidentalidad e inequidad. La congestión es el efecto más visible y la mayor preocupación de autoridades locales y del gobierno nacional. El CONPES 3991 [56] incluye la reducción de congestión, al lado de accidentalidad como objetivos principales de la política pública. Sin embargo, la congestión es un reflejo de asignación equivocada de espacio público y de incentivos hacia la automovilidad. Solucionar la congestión puede ser un objetivo equivocado que conduce a soluciones inadecuadas [57]. Reducir o mitigar la congestión con combinación de medidas de oferta de modos sostenibles y desincentivos al uso de vehículos particulares se considera una aproximación más efectiva que la construcción de vías para aumentar la capacidad vial [58].

Finalmente, instrumentos para generar cambios en el comportamiento que lleven a depender cada vez menos del uso de la flota privada (reducción de Vehículos-Kilómetro o VKTs) también son necesarios en el escenario de mitigación nacional y atención de otras externalidades, pues no son suficientes las medidas enfocadas en cambios tecnológicos para revertir la tendencia creciente de las emisiones GEI de este segmento, ni para atender problemas de acceso accidentalidad e inequidad.

Financiación de sistemas de transporte urbano

Con relación a la financiación, como se decía en el documento de soporte para la iNDC (Uniandes, 2015), diferentes leyes permiten a los distritos y municipios a desarrollar impuestos, contribuciones y tasas para: (i) financiar la construcción, la conservación y el mantenimiento de la infraestructura vial y (ii) financiar la construcción y operación de sistemas eficientes y ambientalmente sostenibles de transporte público urbano de pasajeros.

Las autoridades locales pueden crear, modular y ajustar tributos (como el predial), dentro de distintos márgenes que les permiten las leyes respectivas. No obstante, las autoridades locales no han sido muy activas empleando estas opciones.

Para estimular acciones proactivas de alcaldes y concejos, se recomienda que la comisión rectora del sistema general de regalías establezca mecanismos, para la aprobación de proyectos territoriales de inversión en programas que reduzcan el crecimiento de emisiones de gas de efecto invernadero y mitigación de otras externalidades de la movilidad, a distritos, municipios y asociaciones entre unos y otros, con la condición de que cofinancien en más de un 50% los proyectos, elevando el recaudo del impuesto predial y mediante el cobro los tributos de su competencia: el cargo por congestión, la tasa por estacionamiento y la contribución de valorización, como se expone enseguida.

Algunos de estos tributos están creados o autorizados hace muchas décadas (predial y valorización); la plusvalía se autorizó en 1997. Otros son de reciente creación (Leyes de los PND 2010-2014 y el actual, 2014-2018: cargo por congestión y contaminación; contribución por estacionamiento y mecanismos para capturar el valor por uso del suelo).

Tributos existentes

El Impuesto a los Combustibles Líquidos (nacional y sobretasa territorial) se cobra hace varios años, una parte recaudada por la Nación y otra como sobretasa, que recaudan los Departamentos, Distritos y Municipios. El componente nacional se cobra como sumas en pesos ajustadas anualmente por la inflación del año anterior y diferencia entre la gasolina motor extra, la corriente y el ACPM con valores descendentes en ese orden. Éstos alcanzan un valor anual aproximado de 450.000 millones de pesos [59].

La destinación del recaudo por las Entidades Territoriales es libre. Aunque la ley había dispuesto que tendrían que utilizarse preferencialmente en la malla vial y al transporte masivo, la Corte Constitucional declaró inexecutable la destinación fijada por ley, considerando que se violó la autonomía territorial, por cuanto los asuntos viales no son de interés nacional a pesar de que sobre la misma materia la misma Corte había sostenido lo contrario en pronunciamientos anteriores. A pesar de la destinación específica no es obligatoria, las ciudades que han recibido aportes de la Nación para la infraestructura de sus sistemas integrados de transporte masivo SITM o sistemas estratégicos de transporte público SETP, han usado la sobretasa a los combustibles como contrapartida de los recursos nacionales.

Impuestos y contribuciones autorizados y no cobrados localmente

Con las decisiones de la Corte Constitucional desde más o menos el 2010, al enfatizar la autonomía de las Entidades Territoriales, el Gobierno Nacional y el Congreso han optado por no crear tributos de obligatorio cobro en los Departamentos, Distritos y Municipios y, más bien, las leyes los autorizan y son los gobernadores y alcaldes quienes los proponen a las Asambleas y Concejos.

Algunas, como las contribuciones de valorización y de plusvalía (“participación” en la ley), hace más tiempo siguieron ese camino, teniendo en cuenta que ambas pueden cobrarse si en cada Distrito y Municipio pueden aplicarse a planes específicos de obras o a cambios en el uso del suelo resultantes de los POT. El resultado ha sido la renuencia generalizada a cobrarlos por ser impopulares. Estos recursos podrían utilizarse provechosamente para la construcción y mantenimiento de la infraestructura de transporte.

- Valorización

Se ha utilizado con éxito en Bogotá, Medellín, Cali, Manizales, Bucaramanga, Barranquilla y en general en casi todas las ciudades con más de 300.000 habitantes [60]. No obstante, más recientemente ha sido resistido con fuerza en Bogotá y Medellín, incluidas demandas judiciales que no han prosperado hasta el momento. El componente de valorización propuesto como contrapartida del SITM de Cartagena y el SETP de Montería no se hizo efectivo [61].

La resistencia tiene orígenes diversos: por una parte, los cobros se consideran excesivos ante reajustes realizados en varias ciudades al impuesto predial (lo cual en cualquier caso es conveniente para las finanzas territoriales). Otra razón, en Bogotá, fue la delimitación de la zona de influencia, sobre lo cual lo recomendable es una mejor explicación a los contribuyentes. También existe resistencia por la demora en terminar las obras, lo cual debe corregirse.

Existen dos tipos de cobro de la contribución de valorización: “por beneficio local”, que es la tradicional, y “por beneficio general”. En la valorización “por beneficio local” se establece una zona de influencia para los proyectos, y se distribuye el cobro dentro de esa zona. En el cobro “por beneficio general”, introducido en 1993 para Bogotá y en 1994 para todos los Distritos y Municipios, se autoriza gravar a la totalidad de los inmuebles cuando se construyen megaobras cuyos efectos se reflejan en todo el territorio. Por ejemplo: un Sistema de Transporte Masivo, un complejo vial de gran alcance que descongestiona múltiples barrios, aunque estén muy alejados de las obras.

Aunque Bogotá y Cartagena pusieron en marcha valorización “por beneficio general” en los años 90s, los Alcaldes en esas y otras ciudades prefirieron no tomar el riesgo político y más bien dividieron planes viales en varios componentes para distribuir el cobro por “beneficio local”.

En 2011, por ley, se extendió el cobro a concesionarios de inmuebles de propiedad estatal (por ejemplo, Odinsa en el Aeropuerto Eldorado). Esto es justo, porque si bien el concesionario ni es, ni será propietario, sí actúa como tal puesto que tiene legalmente el derecho a entregar en arriendo locales comerciales durante el plazo de la concesión. Lo mismo ocurre en el caso de carreteras y vías urbanas.

- La Plusvalía

Desde 1997 la Ley, basada en un artículo constitucional expreso, autoriza a los Distritos y Municipios a cobrar por el mayor valor de los inmuebles, producido porque el POT o su equivalente en Municipios de menor tamaño, decreta un cambio de uso. Por ejemplo, si el POT eleva la edificabilidad (más pisos) en una zona urbana o convierte una zona rural en una de “expansión urbana”, este cambio de uso genera un mayor valor, que puede ser capturado total o parcialmente por la autoridad que decreta el cambio. Esta disposición ha sido subutilizada. Pocas ciudades intermedias y grandes la han adoptado. En donde se ha adoptado, el recaudo ha sido insignificante o se ha dejado de cobrar.

Para el año 2012, la contribución por plusvalía se había decretado en Bogotá, Barranquilla, Bucaramanga, Cali, Cartagena, Ibagué, Manizales, Medellín, Neiva, Pasto, Pereira Santa Marta [62]. Pero más adelante el estudio citado afirma que “Persiste un problema de aplicabilidad de los instrumentos, especialmente los de financiamiento, en particular la plusvalía que existe formalmente pero no ha sido aplicada, en algunos casos por desconocimiento y en otros por presiones políticas”.

Por su parte, el DNP²¹ en 2014 decía *“pero estos planes [los POT] no han logrado incluir o aplicar muchos del amplio conjunto de instrumentos de gestión del suelo previstos por la misma Ley. Esta situación ha hecho prevalecer un carácter normativo en las regulaciones urbanísticas y las dificultades de gestión en temas de generación de suelo para hogares de bajos ingresos, instrumentos de financiación como la plusvalía, la ejecución de planes parciales o macroyectos urbanos, entre otros.”*

“Sólo el predial ha representado una fuente sustancial de recursos de inversión municipal. Otros esquemas de cargas y beneficios como la plusvalía, los aportes urbanísticos e incluso los certificados de potencial adicional de construcción son de bajo potencial financiero. Estos sólo permiten recuperar entre el 30% y el 50% del valor del suelo generado (Art. 79 de la ley 388 de 1997), que representa entre el 15% y el 18% del valor inmobiliario. En suma, como máximo recupera el 9% del valor inmobiliario mientras que el impuesto predial recauda el 100%. Esto sumado al alto esfuerzo institucional requerido por los esquemas basados en cargas y beneficios en comparación con los recursos que permite capturar.”

En 2018, los recaudos por Plusvalía siguen excesivamente bajos. De acuerdo con los datos del Formulario Único Territorial (FUT), cerca del 80% de la plusvalía cobrada corresponde a Bogotá y los municipios vecinos a la capital: En Bogotá \$51.434 millones, Funza, Gachancipá, Chía, Tocancipá, Cajicá y Mosquera cada uno en promedio unos \$22.000 millones.

Bogotá modificó en 2017²² la manera de cobrar la plusvalía, exonerando las ventas o cesiones voluntarias al Distrito de terrenos valorizados por cambios en el uso del suelo. Está por verse si los cambios generarán

²¹ DNP “Misión sistema de ciudades”, Bogotá, 2014.

²² Acuerdo 239/17.

mayores beneficios netos para la ciudad. Mientras tanto Medellín, Cali, Cartagena y Bucaramanga no lo han cobrado desde el 2013.

El Banco Mundial, en 2010²³, mostró experiencias exitosas con esta contribución en dos ciudades mexicanas.

Tributos nuevos

En los PND desde el 2010 se han autorizado Impuestos y Contribuciones que los Alcaldes y Concejos pueden adoptar, con la destinación sugerida -no impuesta- a inversiones en la infraestructura de transporte en sus territorios. El PND 2014-2018 prorrogó su vigencia y e introdujo modificaciones y el PND actualmente vigente (2019-2022) prorrogó la vigencia de algunos y autorizó otros. Los que están vigentes son:

1. Se reiteró la autorización para utilizar los recursos generados en el Distrito o Municipio, como los Impuestos Predial y de Industria y Comercio, a las utilidades de las empresas de su propiedad o el producto de enajenación de acciones en ellas o la venta de activos propios.
2. Contribución por el servicio de parqueadero o de estacionamiento en vía.
3. Infraestructura nueva para minimizar la congestión, que en realidad son peajes autorizados desde 1993 para acceder a vías, túneles, puentes y viaductos que se construyan.
4. Hasta del 60% del recaudo correspondiente a la entidad territorial por concepto de multas de tránsito.
5. Una parte de las tarifas de transporte público complementario para subsidiar otros servicios de transporte.
6. Cobros a particulares que exploten comercialmente bienes fiscales o de uso público destinados al transporte público de pasajeros.
7. Cobro o aportes por edificabilidad adicional.
8. Titularización del recaudo futuro del impuesto predial generado en cada proyecto.

Y los más recientes son:

9. Cobros por congestión o contaminación (desde 2012).
10. Contribución por el servicio de parqueadero o de estacionamiento en vía.
11. Infraestructura nueva para minimizar la congestión.
12. Áreas con restricción vehicular, que no se impondrá a vehículos eléctricos.

Los cobros por congestión o contaminación están autorizados para municipios o distritos mayores a 300.000 habitantes. Los concejos municipales o distritales podrán establecer tasas, diferentes a los peajes establecidos en la Ley 105 de 1993, por el acceso a áreas de alta congestión y de infraestructura construida para evitar la congestión urbana. Este cobro también se podrá implementar por contaminación de los automotores [61]. En el caso de Bogotá, el cobro por congestión ha sido presentado a consideración del Concejo en cuatro oportunidades y no ha sido aprobado. Por un lado, se ha indicado que afecta de manera desproporcionada a familias de ingresos medios y bajos propietarias de automóvil; por otra que el sistema de transporte público es muy precario y no constituye una alternativa adecuada al vehículo particular [63].

²³ BM, “El potencial de la captura de plusvalía”, Washington, 2010.

Sobre el cobro por congestión en zonas específicas, vale la pena recordar que el Profesor Gilles Duranton²⁴ propone no zonificar por áreas sino cobrar la circulación por vías arterias, poniendo como ejemplo la Autopista Norte, aunque reconoce dificultades prácticas por hacerlo así²⁵.

La contribución por el servicio de garajes o zonas de estacionamiento de uso público consiste en un valor máximo basado en el valor del transporte público (2 pasajes), con factores de reducción basados en la oferta de transporte público y el estrato socioeconómico del predio donde está el estacionamiento. Se creó con el fin cubrir parcialmente los déficits de los sistemas de transporte, previa aprobación de los concejos municipales o distritales [61]. En el caso de Bogotá, esta contribución también ha sido presentada y rechazada por el Concejo de la ciudad, por considerarla onerosa [63].

De forma alternativa a estos dos instrumentos de gestión de la demanda y generación de recursos para el transporte público, los concejos de las ciudades de Cali y Bogotá autorizaron un cobro fijo mensual, semestral o anual para circular cuando los vehículos estén cobijados por la restricción por placas (Pico y Placa). Los recaudos por este concepto fueron muy bajos en la ciudad de Cali, y en el caso de Bogotá no han empezado a regir. Un estudio de la Financiera de Desarrollo Nacional FDN muestra el potencial de diversas alternativas de generación de fuentes de pago para el transporte público en Bogotá y en otras ciudades colombianas [61]. El estudio incorpora las fuentes ya autorizadas, y propone algunas fuentes adicionales que requerirán aprobación por el Congreso. La fuente de mayor potencial sería un cobro para cubrir los costos sociales de la siniestralidad (que requeriría nueva ley) seguida por cobro por contaminación (con dos alternativas, una relacionada con los vehículos basados en sus emisiones de pago conjunto con el impuesto de vehículos, que requerirá ley; y otra por circulación en zonas específicas, similar al cobro por congestión, que ya se encuentra autorizada).

La mayor barrera a la generación de nuevos recursos autorizados está en la economía política de los concejos municipales y distritales, que encuentran inoportuno generar nuevas cargas a los contribuyentes. El resultado, frente a los déficits de transporte público, es la utilización de recursos generales del presupuesto. En el caso de Bogotá, el déficit del Sistema Integrado de Transporte Público se estimó en 719,000 millones en 2019 [64].

Sistemas de transporte urbano de pasajeros

Con el propósito de introducir la eficiencia en este sector, a partir del 1996 se han creado cuatro mecanismos de apoyo nacional al transporte urbano y regional:

1. Sistema Integrado de Transporte Masivo (SITM) para ciudades con más de 600.000 habitantes. Están operando el Metro de Medellín (1995), el Metro de Bogotá comenzará la construcción en 2022²⁶ y los de Buses Articulados del tipo “Transmilenio” en Bogotá (2000) y Soacha (2013); Cali (2008), Cartagena (2015), así como en las Áreas Metropolitanas del Valle de Aburrá (Medellín como Municipio Núcleo, 2011), de Barranquilla (2010), Bucaramanga (2009) y Centro Occidente (Pereira como Municipio Núcleo, 2006). En Bogotá, Medellín y Cali, están integrados a uno o más Cables Aéreos como complemento en zonas de difícil acceso. Medellín tiene tranvía integrado al SITM y Manizales tiene Cable. En todos hay buses alimentadores a barrios vecinos a las estaciones.

²⁴ Ha sido asesor de la Misión del Sistema de Ciudades, profesor de la Wharton School, University of Pennsylvania.

²⁵ Duranton, Gilles “The Costos of Cities Lessons for Bogotá”, en Seminario “Focalización, movilidad social y política pública”, organizado por el DANE, Bogotá, noviembre 22, 2019.

²⁶ La Primera Línea del Metro de Bogotá se contrató en 2019; algunas obras de relocalización de redes, demolición de predios y de adecuación del patio taller se iniciaron en 2020. Las obras principales iniciarán en 2022 y se espera que en 2028 se inicia la operación [97].

Los SITM son cofinanciados por el Gobierno Nacional en un 70% para la construcción de la infraestructura (vías, terminales, estaciones y patios); el 30% lo aportan las Áreas Metropolitanas y los Distritos y Municipios. La prestación del servicio corresponde a operadores por concesión otorgada por entes gestores locales.

En Bogotá, desde 2010 se vienen haciendo esfuerzos por integrar el SITM con los nuevos buses para conformar un Sistema Integrado de Transporte Público, SITP. Su implantación ha sufrido serios retrasos por demoras en la transición a una única tarjeta de pago y falla de contratistas ²⁷ que no cumplieron con sus obligaciones contractuales llevaron a la ciudad a mantener un sistema intermedio “SITP Provisional”. Como resultado de esta competencia y problemas operacionales, la demanda de viajes real en SITP zonal es menor a la estimada y por tanto ha requerido subsidios mayores a los esperados inicialmente [65]. Por su parte el sistema MIO de Cali integra distintos tipos de servicio (troncales, pre-troncales, alimentadores) y busca cubrir toda la demanda de transporte público, sin embargo, el proceso de transición a la formalidad sigue incompleto [65].

2. El Área Metropolitana del Valle de Aburra el metro se ha constituido en la columna vertebral de su sistema integrado, que incluye cables, una línea de tranvía, buses en troncales, áreas de alimentación y algunos servicios tradicionales integrados con la tarjeta cívica. Sin embargo, la mitad del transporte público sigue siendo provisto por buses tradicionales, sobre los cuales se han realizado algunas mejoras con sistemas de control electrónico, cambios de flota y mayores mecanismos de supervisión a través de la figura de convenios de colaboración empresarial [66]. Algunos de los servicios tradicionales permiten el uso de la tarjeta Cívica. Sistemas Estratégicos de Transporte Público (SETP) previstos para ciudades y conurbaciones entre 250.000 y 600.000 habitantes, podrán ser cofinanciados por la Nación, en cuyo caso deberán tener recaudo centralizado. El programa SETP tiene cuatro ejes: (i) Gerencia que asegure una regulación planificada, eficiente del transporte y el tránsito urbano, (ii) Infraestructura apropiada, construyendo y rehabilitando vías, puentes, paraderos, pasos peatonales, ciclorrutas y espacio público, (iii) Sistema de gestión que permita manejo apropiado de flota, despacho, tráfico fluido, atención de emergencias, (iv) Planes de compensación a la población afectada [parece referirse a los propietarios casi siempre los conductores en el transporte colectivo tradicional] [67].

Los resultados principales del proyecto serán: (i) “Operativos, con la reducción de tiempos de viaje, costos de operación del sistema y mantenimiento de la flota” y (ii) “Ambientales, con la reducción de emisiones de CO2 del transporte público y el mejoramiento de la calidad del aire urbano” [67].

Mediante el programa se han realizado inversiones en infraestructura y sistemas de tráfico en Pasto, Santa Marta, Armenia, Popayán, Sincelejo, Montería, Valledupar y Neiva y existen proyectos para Ibagué y Manizales. Sin embargo, ninguno de los SETP se ha implantado en su totalidad. La principal razón es la dificultad de cubrir el faltante operacional que genera la formalización de los servicios y los costos de sistemas de recudo y control centralizados [61].

3. Sistemas Integrados de Transporte Regional (SITR). Propuestos para prestar servicios de transporte de pasajeros entre varios municipios, utilizando cuando sea del caso, redes ferroviarias. El primer proyecto es el tren que conectará a Bogotá y Facatativá, REGIOTRAM, contratado por la Empresa Férrea Regional S.A.S – EFR S.A.S, de la que son socios la Gobernación de Cundinamarca y el Fondo de Desarrollo de Proyectos del Departamento. El proyecto Regiotram de Occidente de 40 km y 17 estaciones, estará en

²⁷ La licitación realizada en 2010 dio prelación a empresas conformadas por propietarios transportadores, que ganaron tres zonas, pero no tuvieron la capacidad de cumplir con el contrato. Durante el proceso de implantación también se aumentó el costo del nuevo sistema al incorporar pagos fijos (rentas) a propietarios existentes, luego de una protesta que bloqueó la ciudad [98].

operación en 2024 [68]. En los Departamentos de Boyacá, Caldas, Quindío y Risaralda se están analizando propuestas para SITR.

4. Aparte de los sistemas descritos, el Gobierno Nacional está estructurando un Plan de Movilidad para los Municipios con menos de 250.000 habitantes.

En cuanto a la utilización efectiva de los SITM/SITP y Colectivo, el DANE suministra información en la Encuesta de Transporte Urbano de Pasajeros. Los principales datos hasta junio 30 de 2019, muestran comportamientos disímiles en ocho áreas metropolitanas y quince ciudades, pero en todos los casos con tendencia a la baja²⁸.

Vale la pena anotar que, por mandato legal, los POT deben incorporar un Plan Estratégico de Movilidad sostenible que otorgue prelación a medios de transporte no motorizados (peatón y bicicleta) y al transporte público con energéticos y tecnologías de bajas o cero emisiones²⁹.

Finalmente, hay que resaltar que es necesario diseñar un esquema de fijación de tarifas que aseguren la sostenibilidad financiera de los operadores. También hay que sacar del mercado a los buses y busetas cuando su vida útil legal ha expirado; no hacerlo ha disminuido la demanda por los Sistemas Masivos obligando a reprogramar los planes de inversión inicialmente propuestos.

Transporte de carga

Si bien podría afirmarse que esta actividad se desarrolla primordialmente en zonas rurales sus efectos los reciben ante todo agentes urbanos, productores de bienes y los consumidores que están mayoritariamente en las ciudades. Además, la emisión de contaminantes impacta el aire urbano. Este modo de transporte tiene hace varios años problemas graves³⁰:

1. Es altamente ineficiente, con vehículos obsoletos “la eficiencia mencionada depende parcialmente de las características de los vehículos que conforman el parque automotor de carga nacional, el cual presenta una de las edades promedio más altas, con un valor de veintiún años, frente a un promedio de quince años para una muestra de países latinoamericanos (Barbero, 2017). Dicha antigüedad en la tecnología utilizada genera externalidades negativas del transporte de carga, tales como la alta siniestralidad vial, la contaminación ambiental, externalidades que impactan negativamente los tiempos y costos de la cadena logística nacional”.
2. Opera un elevado número de vehículos, lo que genera sobreoferta, a pesar de lo cual, los costos no responden a la lógica económica.
3. Un alto porcentaje de estos transportadores son personas naturales y pequeñas empresas. “El 83 % de las personas naturales registradas poseen un solo vehículo, el 11 % dos vehículos y el 6 % tres o más. Las

²⁸ En el total de las ciudades disminuyó en 1,3% el número de pasajeros en el segundo trimestre de 2019 frente al mismo período de 2018 y en un 0,4% el número de vehículos en servicio. Desde enero de 2014 hasta junio de 2019, en general el número total de pasajeros los distintos medios de transporte (colectivo tradicional, SITM-SITP) aumenta en algunos trimestres y disminuye en otros, pero en todo caso ha disminuido en un 3,06%. En el segundo trimestre de 2019, la relación número de pasajeros/vehículo utilizado se comporta de manera distinta: el SITM de Bogotá registra el mayor índice (1,5); los buses tienen uno más alto (0,8) que el de las busetas y microbuses (0,6). Para los demás SITM los más altos son los de Cartagena (0,9) y Bucaramanga (0,8); más bajos se presentan en Barranquilla (0,7) en Cali y Pereira (0,6) y Medellín (0,5). Entre junio de 2018 y junio de 2019, el número de busetas y microbuses ha disminuido a tasas mayores a las de los buses, que en algunas conurbaciones ha aumentado.

²⁹ Ley 1083 de 2006, ver <https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma.php?i=20869>

³⁰ Documento CONPES 3963, “Política para la modernización del sector transporte automotor de carga”, DNP, Bogotá, junio 28, 2019.

personas jurídicas cerca del 40 % tienen dos o tres vehículos; sin embargo, sigue siendo mayoritario el número de personas jurídicas con un único vehículo (el 61 % son propietarios de un solo vehículo, el 16 % de dos vehículos y el 23 % de tres o más), según los datos del RUNT (2016).”

4. Son emisores poco controlados de contaminantes locales y globales. El DNP señala que “el 50% de los vehículos motorizados no cuenta con revisión tecno-mecánica o tiene documentos adulterados. Por lo tanto, en línea con el estudio, es necesario reglamentar de forma estricta las emisiones contaminantes de los vehículos nuevos y controlar el cumplimiento de estándares durante toda la vida útil del vehículo, con el fin de contar con un sector de transporte de carga más responsable con el medio ambiente”.

El Documento CONPES citado 3963 de 2019, analiza, entre otros asuntos, lo poco exitosas que fueron las medidas recomendadas en el Documento CONPES 3759 del 20 de agosto de 2013, “Lineamientos de política para la modernización del transporte automotor de carga y declaratoria de importancia estratégica del Programa de reposición y renovación del parque automotor de carga”.

La “chatarización”, nombre coloquial de esta política es, por sí misma, equivocada porque si un activo terminó su vida útil, no es razonable que el propietario reciba una compensación económica con recursos públicos -como en este caso- o de los usuarios -como en el transporte de pasajeros-.

Además, su puesta en marcha ha presentado frecuentes casos de trampas que la han hecho inocua, aunque más costosa fiscalmente, porque los recursos terminan desembolsándose sin que los vehículos se desintegren. Sin duda hay un problema “social”, pero este no parece ser el mecanismo adecuado para enfrentarlo.

Así las cosas, no se considera apropiado que el más reciente Documento CONPES mantenga, no solo ese programa de desintegración, sino que enfoca los problemas a partir de apoyo a los pequeños transportadores.

En cuanto a los costos, en 2013 se suprimió la “Tabla de Fletes”, cuya ineficiencia económica fue varias veces criticada y se sustituyó por la elaboración de una metodología de costos eficientes, “Sistema de Información de Costos Eficientes (SICE-TAC)” que elabora el Ministerio de Transporte y es concertada con los generados de carga y con los transportadores en el Observatorio de Transporte de Carga por Carretera – OTCC, como base de la Regulación Vigilada adoptada por el Gobierno Nacional.

Esta forma de “corporativismo”, practicado por años en Colombia ha probado ser un mal remedio a las fallas del mercado. Lo más apropiado sería que se ponga en funcionamiento la Comisión de Regulación de Infraestructura de Transporte como se expone más adelante.

El Ministerio de Ambiente dio un paso importante para limitar el uso indiscriminado de ACPM en la Resolución 1111 de 2013, al obligar a que todos los vehículos a diésel en el país tendrán que cumplir con la regulación de emisiones Euro 4 y 5.

Por otra parte, se expidió la Ley 1972 de 2019 (julio 28), según la cual todos los vehículos que utilicen diésel quedan obligados a distintos límites de emisión de gases con contenido de azufre parcialmente el 1° de diciembre de 2023 y más riguroso desde el 1° de diciembre de 2023. Desde el 1° de enero de 2023, todos los vehículos nuevos a diésel tendrán que cumplir con los límites de emisión de contaminantes correspondientes a tecnologías para nivel de emisiones Euro VI, su equivalente o superiores.

Desde el 1° de enero de 2035, todos los vehículos en circulación que usen diésel cumplirán la misma regla. De mucha importancia es la obligación de instalar un Sistema de Autodiagnóstico a Bordo en los vehículos

a diésel, cuyas especificaciones diseñarán los Ministerios de Ambiente y el de Minas y Energía, Desarrollo Sostenible y de Transporte, en un plazo no superior a dos años.

Nuevos combustibles y tecnologías para la movilidad

Vehículos eléctricos

Una innovación tecnológica muy relevante, es la de vehículos de todo tipo impulsados por energía eléctrica. Hoy en día existen en el mercado vehículos con la misma autonomía que vehículos de combustión interna, principalmente en los segmentos de flota liviana de pasajeros y utilitarios. Para vehículos pesados de servicio interurbano aún se identifican limitaciones en la flota eléctrica, y otras tecnologías como la flota a hidrógeno y los biocombustibles se posicionan como mejores alternativas en estos segmentos de transporte [69], [70], [71], [50].

Aunque los precios de las baterías se han reducido 90% respecto a su valor en 2010 [72]- [73], y en algunos segmentos del transporte los costos netos de operar flota eléctrica son menores que los de los homólogos de combustión interna, en todos los casos persiste una barrera por los mayores costos de inversión. Otro factor importante en la promoción del transporte eléctrico es la infraestructura para la recarga, para lo cual se requiere un esfuerzo de múltiples actores y la coordinación del gobierno nacional y los locales.

La accesibilidad tiene origen en los todavía en los altos costos iniciales, aunque se esperan reducciones importantes -como ocurrió ya con las energías solar y eólica-, producto del aumento de la demanda y, en consecuencia, de la oferta.

En Colombia en 2019 mediante la Ley 1964 se fijaron diferentes tipos de incentivos para los vehículos eléctricos:

- Incentivos financieros: tope del 1% al impuesto sobre los vehículos; descuento en la revisión técnico-mecánica y descuento del 10% en el Seguro Obligatorio de Accidente de Tránsito (SOAT).
- Exención a las restricciones vehiculares como pico y placa.
- Importación de vehículos eléctricos está exenta del pago de arancel (impuesto a las importaciones).
- Metas en parqueaderos preferenciales para flota eléctrica.

Adicionalmente, se impusieron metas obligatorias en adquisición de flota eléctrica e infraestructura de recarga:

- Sistemas de Transporte Masivo: comenzando con un 10% en 2025 hasta lograr el 100% en 2035.
- Al 2025 cuota mínima del 30% de los vehículos comprados o contratados en el Gobierno.
- Al 2021 mínimo cinco estaciones de carga rápida en cada ciudad, y 20 en Bogotá.

Existen entonces incentivos tributarios para incrementar la movilidad eléctrica en el transporte público urbano de pasajeros que, se supone, permitirá alcanzar las metas indicadas atrás. Sin embargo, de manera simultánea se requiere instalación de infraestructura de carga, para lo cual se podrían explorar los recursos fiscales que se han expuesto anteriormente; y evaluar otros esquemas como contratos de Asociaciones Público-Privada, APP para ese propósito.

En el caso de los buses eléctricos en las ciudades que han comenzado a operar SITM servirán como experiencia, en cuanto a los costos de operación, a la continuidad del servicio y la reacción de los usuarios.

Las ciudades de Cali, Medellín y Bogotá ya han avanzado procesos de vinculación de flotas eléctricas. Cali, incorporó 26 unidades en el sistema de transporte masivo MIO, adquiridos por un proveedor de energía y arrendados a uno de los operadores del sistema [74]. Medellín incorporó 64 buses eléctricos para ser operados por el Metro de Medellín; los buses fueron adquiridos con presupuesto de la Alcaldía y operan en rutas integradas [75]. Bogotá adjudicó licitaciones para adquisición y operación de 379 buses eléctricos para los servicios zonales del Sistema Integrado de Transporte Público SITP [76]. La innovación también se extiende a operadores privados por su propia iniciativa. En Medellín la empresa Masivo de Occidente, anunció la incorporación de 12 buses alimentadores del metro [77]

En este mismo sentido, se podría aprovechar la experiencia del piloto de taxis en Bogotá, que lleva siete años en operación y ha probado su buen funcionamiento, para escalar el ejercicio a una mayor flota y a otras ciudades [78]

Vale la pena anotar que estos sistemas de movilidad han captado en alto porcentaje de los incentivos de eficiencia energética (y de todos) del Estatuto Tributario de 2008 (Artículo 272)³¹, reglamentados por la UPME en diciembre de 2012.

Vehículos impulsados por hidrógeno

De acuerdo con muy distintas fuentes de información -muchas de ellas interesadas-, productores de vehículos convencionales, especialmente firmas japonesas, están activamente trabajando en carros y buses que funcionan a base de hidrógeno. Para Colombia, es del caso que las autoridades y los agentes privados sigan el curso de los experimentos para tomar decisiones en el futuro.

Las principales ventajas que se esgrimen son las de ser el hidrógeno el material conocido más abundante en el mundo; su operación no emite Gases de Efecto Invernadero ni contaminantes locales y tienen mucha mayor capacidad para almacenar el combustible, permitiendo mayor autonomía que la de los vehículos eléctricos. En su contra, se argumenta que, aunque su operación es emisión cero, el proceso de producción de hidrógeno necesita energía que con frecuencia es de combustibles fósiles, cuyas emisiones contaminantes son bien conocidas.

También se considera una desventaja el peligro de explosiones, sobre todo en espacios cerrados como túneles.

Biocombustibles

El Estado Colombiano tiene amplias funciones para encauzar sus actividades hacia reducciones en la emisión de Gases de Efecto Invernadero, como parte de los distintos programas adoptados o que se adopten, para tratar de alcanzar las metas de su Contribución Prevista y Determinada a Nivel Nacional, (iNDC por sus siglas en inglés: Intended National Determined Contributions iNDC), adoptada por Colombia para el Acuerdo de París suscrito en diciembre de 2015.

La institucionalidad vigente ha operado en general satisfactoriamente: el Ministerio de Minas y Energía establece los porcentajes de mezcla; con base en los parámetros y la metodología de referencia determinada por la CREG, el mismo Ministerio fija el precio de ingreso al productor y de venta al público de la gasolina

³¹ Rentas exentas relacionadas con inversiones ambientales: venta de energía eléctrica generada con base en los recursos eólicos, biomasa o residuos agrícolas, realizada únicamente por las empresas generadoras, por un término de quince (15) años, siempre que se cumplan con los requisitos establecidos en el Estatuto (generación de MDLs e inversiones ambientales).

motor corriente, el ACPM y de los biocombustibles. Es necesario discutir y acordar una senda de desmonte de los incentivos.

La institucionalidad vigente permite al Ministerio de Comercio, Industria y Turismo actuar en defensa de los productores nacionales exportadores frente a prácticas anticompetitivas de sus competidores en otros países. Las ganancias en sostenibilidad dependen de los empresarios privados.

El Ministerio de Ambiente promueve la investigación científica y de tecnologías en relación con los biocombustibles, participa, con el Ministerio de Agricultura, en la zonificación de áreas aptas para su cultivo; colabora con el Ministerio de Minas y Energía en la definición de los porcentajes de mezcla y, en general, promueve iniciativas que reduzcan emisiones de Gases de Efecto Invernadero en sectores como el transporte en colaboración con el Ministerio del ramo.

Es necesario avanzar en nuevas generaciones de biocombustibles para Colombia. Los biocombustibles de segunda generación se diferencian de los de primera generación, ante todo porque utilizan residuos agroindustriales y no productos alimenticios, y se cultivan en terrenos no agrícolas. Están en una fase de investigación para que los procesos productivos sean menos complejos. En Malasia, Holanda, Italia y EEUU se están desarrollando tecnologías que usan materiales como la biomasa lignocelulósica³². Los de tercera generación utilizan microorganismos como bacterias, hongos y algas para producir composiciones similares a los aceites combustibles.³³

Puede agregarse que, para los programas de mejoramiento de los ingresos de la población campesina, es recomendable promover la producción de etanol con maíz y yuca. La asociatividad con empresarios organizados prevista en la Ley 1776/16 sobre las “Zonas de Interés de desarrollo rural, económico y social, Zidres”, es un instrumento útil para este tipo de actividades agroindustriales.

La Superintendencia de Industria y Comercio, SIC, ha publicado información sobre procedimientos y equipos que pueden utilizarse en el país, muchas de ellas de dominio público (sin solicitud de patente).

El marco jurídico para la integración a los mercados internacionales existe, con la participación de Colombia en la Organización Mundial de Comercio, OMC y con los Tratados de Libre Comercio suscritos con varios países y con la Unión Europea.

A pesar de las ventajas ambientales por reducción de emisiones de partículas, los bio-combustibles no necesariamente reducen las emisiones totales (ciclo de vida) y pueden generar otros problemas ambientales y sociales. Según un informe del Instituto de Recursos Mundiales, la producción de biomasa para biocombustibles compite con cosechas alimentarias o preservación de bosques [79]. De otra parte, los biocombustibles no necesariamente reducen las emisiones de GEI. Esto depende de el tipo de biomasa de entrada; para nuevos cultivos las emisiones GEI son mayores, para uso de residuos, por ejemplo, el bagazo de caña, las emisiones GEI pueden ser menores [80].

Vehículos no motorizados y movilidad peatonal

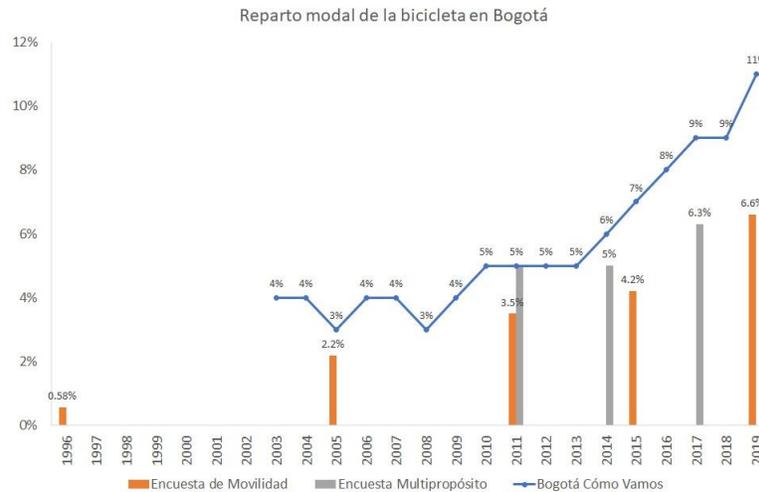
La utilización de bicicletas como medio ordinario -aparte del recreacional y el deportivo- ha tenido un incremento notable en muchos países, incluyendo a Colombia. En las ciudades intermedias y grandes se ha estimulado y en muchas se han construido ciclorrutas y se tienen planes para expandirlas. Hay todavía

³² Soh Kheang, Loh “Biocombustibles de segunda generación de la biomasa de palma de aceite” MPOB (Mesa de Palma de Aceite de Malasia <file:///C:/Users/LUIS%20IGNACIO/Downloads/11929-Texto-13395-1-10-20170118.pdf>).

³³ SIC “Tecnologías para una movilidad en beneficio del medio ambiente BIODIESEL DE SEGUNDA Y TERCERA GENERACIÓN”, Boletín Tecnológico, 03, Bogotá, diciembre 2011.

problemas de siniestralidad por accidentes y robos a veces con violencia. Hacen falta notables mejoras en los estándares para lograr una mayor seguridad a los ciclistas. En este sentido el Ministerio de Transporte ha generado guías para ciclo-infraestructura [81].

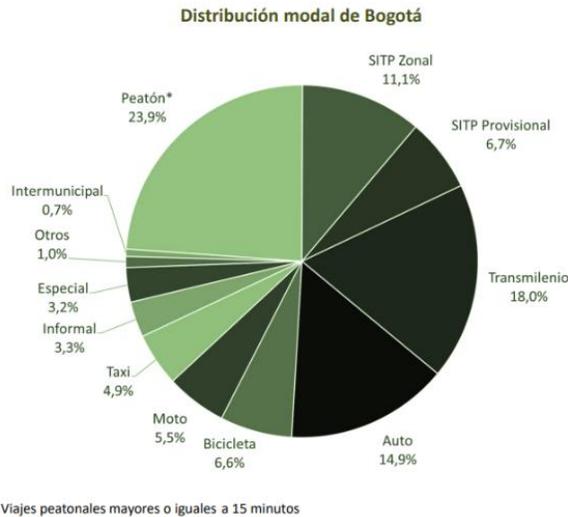
Las actividades de construcción de infraestructura para bicicletas y la promoción del uso por la administración de Bogotá, así como cambios de patrones culturales a partir del activismo ciclista, han permitido un incremento importante del uso de la Bicicleta en Bogotá [82]. Según varias fuentes, el uso de la bicicleta era menor al 1% en 1996 y estaba entre el 6.6% y 11% en 2019. El número de ciclistas fallecidos y lesionados en incidentes de tráfico ha aumentado, aunque menos que el uso de la bicicleta en la ciudad, replicando el fenómeno de seguridad por números reportado en otros países [83].



Fuente: <https://twitter.com/carlosfardo/status/1207322150392258561>

Figura 1. Reparto modal de la bicicleta en Bogotá

Los viajes peatonales siguen siendo la principal forma de moverse en ciudades. Por ejemplo, de acuerdo con la encuesta de movilidad 2019 de la Secretaría de Movilidad de Bogotá, los viajes a pie constituyen el 24% de los viajes de más de 15 minutos, y 31% de todas las etapas de viajes (que incluyen viajes combinados con otros modos) [84].



Fuente: https://www.movilidadbogota.gov.co/web/sites/default/files/Paginas/22-04-2020/20191216_presentacion_encuesta_v2.pdf

Figura 2. Distribución Modal de Bogotá

Este patrón es similar en otras ciudades del país. Sin embargo, la planificación de la infraestructura de transporte no necesariamente contempla las necesidades de viaje peatonal. Se ha hecho un esfuerzo en mejorar este aspecto mediante los manuales de espacio público, los requerimientos de accesibilidad universal y las normas urbanísticas (derivadas de POTs). Sin embargo, hay muchas falencias y discontinuidades. No existen guías nacionales, aunque hay conciencia creciente de incorporar este elemento en la planificación para generar mayor seguridad vial (los peatones son los actores más vulnerables) y seguridad personal.

Arreglos institucionales

Pactos entre el gobierno nacional y las autoridades locales

En el Plan Nacional de Desarrollo 2018-2022 se autorizó la formalización de varios Pactos, dos de ellos relevantes para el Transporte:

1. Pacto por el transporte y la logística para la competitividad y la integración regional, que tendría componentes para lograr (i) gobernanza e institucionalidad moderna para el transporte y la logística eficientes y seguros, (ii) movilidad urbano-regional sostenible para la equidad, la competitividad y la calidad de vida y (iii) corredores estratégicos intermodales: red de transporte nacional, nodos logísticos y eficiencia modal. Se asignaron recursos en el Plan Plurianual de Inversiones por \$68.900 millones.
2. Pacto por la descentralización: conectar territorios, gobiernos y poblaciones, entre otros objetivos: (i) políticas e inversiones para el desarrollo, el ordenamiento y fortalecimiento de la asociatividad y (ii) desarrollo urbano y Sistema de Ciudades para la sostenibilidad, la productividad y la calidad de vida. Se asignaron recursos en el Plan Plurianual de Inversiones por \$ 2 billones.

Pactos Gobierno Nacional-Autoridades Locales o con Esquemas Asociativos

Denominados “Pactos funcionales”, podrán suscribirse con Autoridades Locales o Asociaciones entre Distritos y Municipios que tengan relaciones funcionales de acuerdo con la metodología que para el efecto

defina el Departamento Nacional de Planeación. Sustituyen al parecer los Contratos Plan que estaban en el PND anterior, que de todas maneras están en la Ley Orgánica de Ordenamiento Territorial.

Para la infraestructura y la prestación de servicios de Transporte Urbano de pasajeros, han sido el instrumento para formalizar la cofinanciación nacional para los Sistemas de Transporte Masivo.

Sea cual fuere el nombre que se les dé, son una buena herramienta para comprometer a las Autoridades Locales a cumplir compromisos que hagan financieramente sostenibles esos Sistemas, incluyendo el componente ambiental.

La verdad es que, en la práctica, los Ministerios de Hacienda y de Transporte, y el DNP han sido muy laxos en utilizar esos convenios para exigir que los Distritos y Municipios cumplan con sus obligaciones, concretamente en dos aspectos cruciales:

- Sacar del mercado a los buses y busetas inclusive cuando su vida útil legal ha expirado, lo que ha disminuido la demanda por los Sistemas Masivos obligando a reprogramar los planes de inversión inicialmente propuestos.
- Fijación de tarifas que aseguren la sostenibilidad financiera de los operadores.

Comisión de Regulación de Infraestructura de Transporte y Unidad de Planeación de Infraestructura de Transporte

Es recomendable que se ponga en funcionamiento la Comisión de Regulación de Infraestructura de Transporte (CRIT) junto con la Unidad de Planeación de Infraestructura de Transporte (UPIT) autorizadas por Ley en 2013 y creadas por Decreto en 2014. Como no se autorizó el cobro de una contribución para el funcionamiento (como en las otras Comisiones de Regulación, la falta de recursos presupuestales ha impedido que comiencen a funcionar.

Llama la atención que en el PND 2018-2022 se alude a la CRIT únicamente al referirse a los Sistemas Ferroviarios, al indicar que las zonas allí propuestas “deberán ser aprobadas por el Ministerio de Transporte o la Comisión de Regulación de Infraestructura y Transporte (CRIT).”

La CRIT tendría funciones para analizar la situación de competencia efectiva entre los prestadores, para prevenir abusos de posición dominante y adoptar metodologías de costos eficientes para la fijación de tarifas que serían de obligatorio para los Alcaldes.

Lo que hay hasta hoy es, en la práctica, amplia libertad para que los Alcaldes las fijen a su antojo, a pesar de que el Ministerio de Transporte viene elaborando estimativos de costos, pero no son de obligatorio cumplimiento.

El objetivo principal de la Unidad de Planeación de Infraestructura de Transporte (UPIT) es planear el desarrollo de la infraestructura de transporte de manera integral, indicativa, permanente y coordinada con los agentes del sector transporte. Según el Gobierno Nacional la UPIT permitirá promover la competitividad, conectividad, movilidad y desarrollo en el territorio nacional de la infraestructura de transporte, al igual que consolidar y divulgar la información requerida para la formulación de políticas públicas en esta materia. Por último, el CONPES 3991 también enfatiza el desarrollo de capacidades institucionales para avanzar los objetivos de reducción de congestión, contaminación y accidentalidad de la política de movilidad urbana y regional. Dentro de los temas están el reforzamiento de las capacidades de planificación (mayor nivel de desarrollo y cumplimiento de los Planes de Movilidad Sostenible,

requeridos en la Ley 1083 de 2006), gestión y control. De especial interés es el tema de fijación técnica de las tarifas de transporte público y la determinación de subsidios.

A.16.6 Edificaciones e infraestructura³⁴

Las actividades humanas y especialmente con el desarrollo industrial han generado un incremento de Gases Efecto Invernadero (GEI), lo cual ha llevado a que el cambio climático sea uno de los fenómenos con mayor relevancia en esta época. Según informes del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC, por sus siglas en inglés), se estima que las actividades humanas han causado un calentamiento global de aproximadamente 1,0 °C con respecto a los niveles preindustriales, con un rango probable de 0,8 °C a 1,2 °C. Con esto es probable que el calentamiento global llegue a 1,5 °C entre 2030 y 2050 si continúa aumentando al ritmo actual [85].

Sumado a la urgencia de acciones para contrarrestar el cambio climático, Colombia en el 2015 se comprometió a reducir sus emisiones de GEI en un 20% con respecto a las proyectadas para el año 2030, en el marco de la Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático – COP21, de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático. Además, en 2018 el sector de la construcción en América Latina representó el 24% del uso final de la energía y el 21% de las emisiones de dióxido de carbono (CO₂) relacionadas con el proceso, excluyendo las emisiones de la fabricación de materiales de construcción y productos como el acero, el cemento y el vidrio que pueden sumar un 10% adicional aproximadamente [86]. Es por esto, que la construcción sostenible presenta una oportunidad fundamental para alinear las necesidades de desarrollo urbano con las metas y propósitos en términos de este fenómeno. Es así como las ciudades tienen una gran oportunidad de implementar mejores prácticas en términos de planificación, innovación, inclusión e inversión.

A continuación, se presentan las fuerzas de la construcción sostenible, para entender cómo ha sido su contribución a este movimiento en Colombia, posteriormente se presentan las propuestas para la transformación del sector, considerando la responsabilidad de los actores, sus responsabilidades y posibilidades para que la industria de la construcción avance hacia una estructura más consciente de los impactos de su desarrollo, con consideraciones en la mitigación y la adaptación al cambio climático.

Fuerzas de la construcción sostenible

Política pública y regulaciones

La industria de la construcción, cuya agenda de innovación gravita en torno a la sostenibilidad económica, ambiental y social, enfrenta un panorama interesante de apoyo a su evolución hacia mejores prácticas. Las cuales tienen como punto de partida la política internacional del país en cuanto a desarrollo sostenible, cambio climático, y mejoramiento de la calidad de vida de los seres humanos a través del cumplimiento de los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS), y otros compromisos adoptados por Colombia unos años atrás.

Colombia ha participado en las Conferencias de las Partes (COP) de la Convención Marco de las Naciones Unidas para el Cambio Climático desde su inicio, se resalta el año 2015, en cual se firmó el acuerdo de París sobre el Cambio Climático, acuerdo en el que se crearon las NDCs (contribuciones nacionalmente

³⁴ Esta sección fue elaborada por: Tatiana Carreño, Juan David Lizcano, Camilo Luengas, Alejandra Ovalle, Angélica Ospina y Lorena Pupo del CCCS

determinadas), que son el mecanismo que cada país utiliza para determinar la disminución nacional de emisiones de dióxido de carbono (CO₂).

Igualmente, en el 2015 Colombia adoptó el compromiso por el cumplimiento de los 17 Objetivos de Desarrollo Sostenible, con el objetivo de poner fin a la pobreza, proteger al planeta y garantizar que todas las personas vivan en paz y prosperidad al 2030. La construcción sostenible contribuye de manera directa en por lo menos 9 de estos objetivos, siendo uno de los aportantes más importantes al cumplimiento de estos.

De esta agenda internacional, Colombia se compromete a cumplir las siguientes grandes metas:

- En el 2015 durante la COP 21 en París el gobierno de Colombia se comprometió a reducir en un 20% las emisiones proyectadas a 2030.
- En el 2019 en la cumbre del clima de la ONU en Nueva York el gobierno de Colombia planteó la meta de tener al 2030 el 70% de las fuentes de energías de procedencia renovable y de llegar ser carbono neutral al 2050.

Derivado de estos compromisos, el Gobierno Nacional ha impulsado el desarrollo de marcos normativos nacionales sobre el cambio climático, especialmente con el CONPES 3700 de 2011 sobre Cambio Climático, que es la gran sombrilla de otras políticas nacionales en el tema. Entre estas se encuentran, el CONPES 3918 de implementación de los ODS en Colombia, CONPES 3919 sobre Edificaciones Sostenible, el CONPES 3934 sobre Crecimiento Verde (Economía Circular), la Estrategia Colombiana de Desarrollo Bajo en Carbono, La Estrategia Nacional de Economía Circular, y los últimos tres Planes Nacionales de Desarrollo, que desde el 2012 tienen capítulos y artículos sobre crecimiento verde y obligaciones relacionadas con la implementación de acciones climáticas, y la Ley de Cambio de Climático (1931 de 2018), entre otras.

La hoja de ruta al año 2022 está marcada por el Plan Nacional de Desarrollo 2018-2022 “Pacto por Colombia, Pacto por la Equidad”, que a lo largo de su articulado propone los siguientes objetivos y estrategias:

- Objetivos:
 - Definir estrategias e instrumentos económicos con un enfoque en economía circular
 - Promover conocimiento en desastres y cambio climático
 - Reducir emisiones de gases efecto invernadero (GEI) en 36 Millones de tCO₂eq
 - Llevar a cabo acciones en todos los departamentos del país para adaptarse al cambio climático
- Estrategias:
 - Acciones para reconversión de agro, transporte, energía, industria y vivienda
 - Medidas para cumplir el acuerdo de París a 2030
 - Implementación de la estrategia nacional de economía circular (reciclaje de residuos, reúso de agua y eficiencia energética)
 - Fortalecimiento de autoridades ambientales regionales

En materia de ahorro y eficiencia de recursos, el Ministerio de Vivienda Ciudad y Territorio en el 2015 expidió la Resolución 0549, “Guía para el ahorro de agua y energía en edificaciones”, que fue la primera normativa en cuanto a ahorros de agua y energía en edificaciones del país y constituye un hito muy importante para la construcción sostenible, resolución que será actualizada al finalizar el año 2020. Así mismo, el Ministerio de Minas y Energía, junto con la Unidad de Planeación Minero Energético (UPME) y la Comisión de Regulación de Energía y Gas (CREG), han logrado materializar normativas referentes a Eficiencia Energética y a diferentes incentivos tributarios asociados, tales como la Ley 1715 de 2014 sobre regulación de energías renovables, Resolución 196 de 2020 sobre incentivos tributarios asociados a equipos y medidas que permitan eficiencia energética, y la Resolución 030 de 2018 sobre autogeneración de energía a pequeña escala y generación distribuida en el Sistema Interconectado Nacional. La Figura 3 presenta un resumen de las políticas, planes, estrategias y acuerdos desarrollados en el país referentes al cambio climático.

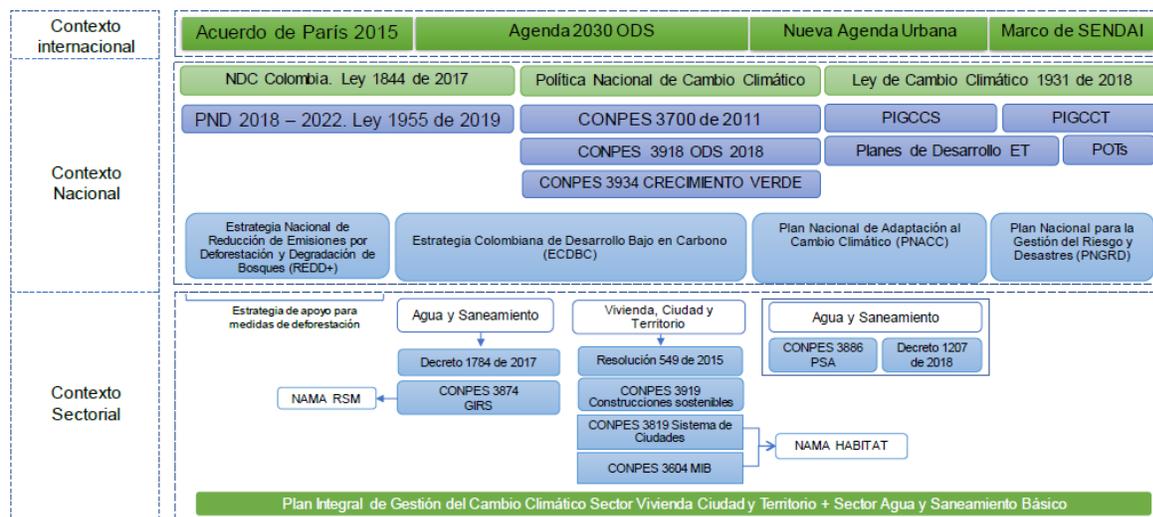


Figura 3. Relación entre la Política Nacional de Cambio Climático (PNCC) y los lineamientos sectoriales. Fuente: MVCT, 2019

Así mismo, en junio del año 2019 el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible presentó oficialmente la Estrategia de Largo Plazo E2050 para la Resiliencia Climática (Carbono-Neutralidad y Adaptación), que busca sentar las bases de un futuro resiliente al clima, con un desarrollo carbono neutro y que apuesta por la adaptación de los sectores y territorios a los efectos del Cambio Climático. La E2050 es liderada por el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, con el apoyo permanente del Gobierno Francés, a través de la Agencia Francesa de Desarrollo y de su filiar Expertise France. Por otro lado, el Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio a mediados de noviembre de 2019 anunció la política nacional de Ciudades 4.0, que tiene como objetivo construir territorios autónomos, sostenibles, ordenados y modernos, buscando fortalecer las capacidades de las ciudades, para que estas cuenten con equipos técnicos sólidos y mayor independencia financiera. Para esto, se adopta el concepto de Biodiverciudades que contempla aquellos territorios que contemplan aspectos sostenibles y tienen en cuenta el desarrollo del espacio público y de la infraestructura social complementaria.

Respecto a los Incentivos Tributarios, considerados estos como un apoyo relevante en temas financieros de proyectos de construcción sostenible, es importante destacar que, si bien han existido desde el 2001, estos no habían estado dirigidos al sector de la construcción, ni habían sido utilizados por esta industria. Sin embargo, desde el 2014, con la expedición de la ley 1715, se comenzaron a tratar los incentivos tributarios en el marco de los proyectos de construcción. Posteriormente, con la expedición de la resolución 196 de

2020, se reglamentaron los incentivos de exclusión de IVA, y descuento y deducción de renta para proyectos con medidas de eficiencia energética, en donde el sector vivienda y el sector terciario tienen una importante participación. Hoy en día existe un número importante de proyectos que han obtenido grandes beneficios gracias a estas ayudas tributarias, entendiendo que el gran reto es seguir impulsando a la industria a que los aproveche de forma masiva.

El uso de los incentivos tributarios ha sido factible debido al liderazgo del sector privado en los últimos diez años con la implementación de sistemas de certificación voluntaria en edificaciones. Esto ha sido una herramienta para la verificación del cumplimiento al momento de entregar los incentivos. Los actores de la cadena de valor de la construcción sostenible, el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, y el Consejo Colombiano de Construcción sostenible, han trabajado en la estructuración de nuevos incentivos tributarios que comprenden lo relacionado con materiales y con agua, recursos que actualmente no se encuentran como susceptibles de estos beneficios tributarios.

Como se puede observar, Colombia hoy cuenta con normatividad que ha permitido la movilización del mercado de la construcción sostenible. Sin embargo, todavía falta una correcta articulación de las instituciones de gobierno tanto a nivel nacional como territorial, acorde al conocimiento y la capacidad de las mismas y así, evitar retrocesos y demoras en los procedimientos definidos en las normas que desincentivan a los privados a implementarlas. Estas políticas contienen objetivos claros que han dado línea a medidas contundentes para movilizar las acciones de transformación del sector. En estos documentos de política y norma, se visibiliza la transversalidad del Cambio climático entre los distintos sectores, lo que ha permitido, muy seguramente por primera vez, una interacción entre los diferentes ministerios a la hora de formular políticas relacionadas con este tema.

Neto Cero Carbono

Como parte de los acuerdos internacionales y en el marco de la estrategia nacional de largo plazo, diversos sectores de la economía buscan llegar a ser neto cero carbono (NCC) en 2050. La iniciativa NCC tiene el objetivo de que todas las edificaciones nuevas en el mundo sean NCC para 2030 y que todas las edificaciones existentes sean NCC para 2050. El programa representa una gran oportunidad para combatir el cambio climático y expandir las ambiciones y compromisos de eficiencia energética en edificaciones en el mundo.

Las edificaciones bajo esta característica se rigen por utilizar materiales con muy baja energía incorporada, ser altamente eficientes energéticamente y se abastecen por medio de generación renovable en sitio, o a través de compensaciones, lo que le permite tener un balance anual de operación de emisiones carbono neutro. Para lograr el cumplimiento de estas metas se requiere el cumplimiento de cuatro principios: (i) Utilizar como unidad de medida el carbono, (ii) utilizar materiales con muy baja energía incorporada, (iii) Lograr edificaciones altamente eficientes energéticamente para reducir al máximo la demanda, (iv) Demostrar transparencia en la operación y cumplimiento del balance neutral y promover el mejoramiento continuo, y (v) Priorizar generación eléctrica en sitio sobre fuera de sitio y fuera de sitio con energías renovables sobre compensaciones.

Para llegar a lograr los objetivos trazados en las premisas de carbono-neutralidad, es fundamental involucrar a todas las industrias y tener regulaciones efectivas que tengan una visión de ciclo de vida. Es así, que los compromisos se segmentan en diferentes niveles y temporalidades, a nivel de actores. En primer lugar, el gobierno debe: (i) Desarrollar e implementar políticas, estrategias y regulaciones para que todas las edificaciones puedan ser NCC, (ii) Comprometerse a ocupar únicamente edificaciones NCC para 2030, y (iii) Colaborar con actores relevantes incluyendo empresarios y ONG'S para superar barreras. En segundo lugar, las empresas deben (i) Comprometerse a invertir, construir y ocupar únicamente proyectos

comprometidos con NCC para 2030 o 2050, (ii) Revelar todas las emisiones de carbono relacionadas a sus activos para 2030, y (iii) Garantizar que todos los nuevos activos sean NCC para 2030 y todos para 2050. Por último, las organizaciones no gubernamentales deben: (i) Desarrollar un programa de certificación para edificaciones NCC, (ii) Apoyar a los gobiernos a crear hojas de ruta, incentivos y sistemas de seguimiento, y (iii) Educar y capacitar a empresas y al público sobre el valor de edificaciones NCC.

El informe “*GlobalABC Regional Roadmap for Buildings and Construction in Latin America 2020-2050*” preparado por la Agencia Internacional de Energía (IEA, por sus siglas en inglés) resalta la importancia de tomar acciones en el sector de la construcción al ser una industria local y fragmentada, donde la innovación es lánguida y falta una visión común entre los actores del sector. Es por esto, que en el documento expone una hoja de ruta que funcione como marco para el ajuste del sector a las metas relacionadas al cambio climático establecidas en el Acuerdo de París. Así, contribuir a la definición de estrategias a mediano y largo plazo. De acuerdo con el IEA, el potencial de reducción de emisiones por edificaciones en Latinoamérica es de 135 Mt CO₂ en el 2040, de los cuales 28 MtCO₂ corresponden a emisiones directas, y 107 MtCO₂ a emisiones indirectas [87]. Es por esto que, de acuerdo a estas cifras y al WRI, las edificaciones presentan las posibilidades de mitigación más costo efectivas. La Figura 4 resume las acciones principales de la hoja de ruta de Latinoamérica hacia la carbono-neutralidad y el estado actual en cada uno de los elementos identificados.



Figura 4. Acciones principales de la hoja de ruta de Latinoamérica hacia la carbono-neutralidad. Fuente: Global ABC, 2020

Economía circular

En línea con los planes de gobierno para articular distintos sectores económicos del país en torno al desarrollo sostenible y los compromisos nacionales frente al cambio climático, en junio de 2019, el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (MADS) presentó oficialmente la Estrategia Nacional de Economía Circular (ENEC), la primera de este tipo en América Latina. En esta se priorizan seis líneas de acción, entre estas una relacionada con el *Flujo de materiales de Construcción*, que establece metas respecto al incremento de número de desarrollos inmobiliarios que optan por programas de certificación en construcción sostenible y al aprovechamiento de los residuos de construcción y demolición.

La ENEC plantea una mirada importante a los nuevos modelos, la transformación productiva y el cierre del ciclo de los materiales. De este modo, es una alternativa que busca redefinir qué es el crecimiento, con énfasis en los beneficios para toda la sociedad. Esto implica disociar la actividad económica del consumo

de recursos finitos y eliminar los residuos del sistema desde el diseño (Ellen MaCarthur Foundation), además de aumentar la productividad de los recursos naturales y reinvertir en el capital natural.

Colombia presenta una baja productividad en el uso de los recursos, de acuerdo a cifras del Departamento Nacional de Planeación, Fedesarrollo, Global Green Growth Institute y el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente, indicadores como, la productividad del agua (USD/m³ usado), la tierra (USD/km² de tierra arable), la intensidad del consumo de materiales (Kg/PIB) y la intensidad energética (MJ/USD), se encuentran por debajo de valores que presentan países de ingresos medio-alto. Así mismo, existen importantes brechas en materia de reciclaje y potencial de aprovechamiento de materiales, entre estos acero, cemento, concreto y polímeros. En este marco la industria de la construcción tiene un papel fundamental con relación al flujo y selección de materiales con atributos de sostenibilidad, en dónde se estima que la construcción de edificaciones demanda más de 90 millones de toneladas de materiales por año, genera aportes al Producto Interno Bruto (PIB) nacional superiores al 6,5% de acuerdo a cifras del Departamento Administrativo Nacional de Estadística para el año 2019, consume el 60% de los recursos naturales no renovables extraídos de la tierra, el 40% de energía del país y genera el 30% de las emisiones de CO₂ (MADS, 2019) .

Es así como el MADS ha identificado como mecanismos para la transición hacia la economía circular, el ajuste, desarrollo e innovación de las normativas, la gestión de instrumentos financieros, la creación de incentivos y los escenarios de cooperación entre el sector público y privado para materializar la economía circular en la industria de la construcción. Particularmente la industria de materiales ha encontrado grandes oportunidades y beneficios en la implementación de estrategias de sostenibilidad con la visión de ciclo de vida, lo que ha permitido, la optimización de los procesos productivos, el uso eficiente del agua y la energía, la investigación y desarrollo de nuevos productos, la gerencia y la administración de la cadena de suministros, la profundización del conocimiento sobre la química de los materiales, la evaluación de proveedores, el posicionamiento de una estrategia de mercadeo y ventas basadas en la responsabilidad ambiental y la gerencia estratégica de las organizaciones en un ambiente dinámico.

A su vez, durante más de una década las inversiones en desarrollos inmobiliarios de alto desempeño, con uso comercial, institucional e incluso vivienda social, y alineados a esquemas de certificación en construcción sostenible, han consolidado un portafolio amplio de productos y materiales con múltiples indicadores de sostenibilidad y se avanza progresivamente en la validación de estas características por medio de sellos de certificación específicos para los materiales, en los que se destacan certificaciones como Cradle to Cradle, GreenGuard e información completa sobre los impactos por medio de Análisis de Ciclo de Vida y Declaraciones Ambientales de Producto.

Desde la puesta en marcha de la ENEC se han identificado 65 iniciativas regionales de Economía Circular en los distintos sectores productivos del país, y con una presencia importante de la cadena de valor de la construcción, con participación de la academia, fabricantes de materiales, constructores, diseñadores y servicios de soporte, que han adoptado en sus estrategias, conceptos fundamentales de las distintas escuelas de pensamiento de la economía circular, por ejemplo, la extensión de la vida del producto, la venta de servicios en lugar de productos, la eliminación del concepto de residuos desde el diseño mismo, la búsqueda permanente de replicar el metabolismo biológico de la naturaleza mediante ciclos técnicos, la transición de la eco-eficiencia a la eco-efectividad y la responsabilidad extendida del productor entre otros. El éxito de los planes de acción de la ENEC enfocados en la industria de la construcción, radica en lograr las sinergias necesarias entre los distintos actores, Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, Ministerio de Vivienda Ciudad y Territorio, Ministerio de Comercio, Industria y Turismo, el Departamento Nacional de Planeación, la Autoridad Nacional de Licencias Ambientales, las Corporaciones Ambientales Regionales, Unidad de Planeación Minero Energética, el Instituto Colombiano de Normas Técnicas y de Certificación

(ICONTEC), la Comisión de Regulación del Agua, Ministerio de Ciencias, Tecnología e Innovación (antiguamente Colciencias), Universidades y Centros de Investigación, y Asociaciones del sector privado.

Finanzas climáticas

Acorde a investigaciones recientes de *Bloomberg New Energy Finance (BNEF)*, el año 2019 cerró con un récord de recursos dispuestos para el financiamiento de la sostenibilidad a nivel mundial. El monto ascendió a 465 billones de dólares, un 78% más que en el 2018. El dinero de este financiamiento se colocó en el mercado a través de distintos instrumentos, entre estos bonos verdes y préstamos para proyectos con impacto positivo en la sostenibilidad. El Banco Mundial define los bonos verdes como una garantía de deuda que se emite para reunir capital específicamente para respaldar proyectos ambientales o relacionados con el clima. Financieramente, la estructura de un bono verde se asemeja a la de un título tradicional. Su diferenciación radica en la destinación de los recursos que se captan mediante este instrumento. La destinación de un bono verde está orientada a materializar iniciativas que generen un impacto positivo sobre el medio ambiente. Los bonos verdes representan más de la mitad de este dinero (271 billones de dólares), se estima que el año 2020 cierre con una representación de bonos verdes de 350 billones de dólares, de acuerdo a Climate Bonds Initiative.

En el más reciente reporte “América Latina y el Caribe Estado del mercado de las finanzas verdes 2019” del Climate Bonds Initiative, se resalta que América Latina ha crecido de manera importante en el mercado de los bonos verdes desde el año 2014, momento en el cual se dio la primera emisión en la región. Los gobiernos y el sector privado son conscientes de que estos bonos son fundamentales para lograr una economía sostenible y resiliente al clima que ayude a reducir las emisiones de GEI.

Tabla 2. Histórico de emisión de bonos verde en Latino América “América Latina y el Caribe Estado del mercado de las finanzas verdes 2019” de Climate Bonds Initiative

País	Emisión (USD millones)	Bonos	Emisores
Brasil	5.129	19	13
Chile	3.140	6	4
México*	1.803	8	6
Perú	0.664	4	4
Argentina	0.610	4	3
Costa Rica	0.500	1	1
Colombia	0.459	5	4
Uruguay**	0.108	1	1
Supranacional	0.206	4	2
Total	12.620	52	38

Tanto el sector financiero como el asegurador en Colombia han apostado por generar oportunidades de financiamiento climático, oportunidades que logran beneficios tangibles para todos los actores de la cadena de valor de la construcción en el país.

El movimiento de recursos financieros para fomentar el desarrollo de proyectos ambientalmente sostenibles se originó en el país a finales de 2016, momento en el que Bancolombia, uno de los bancos comerciales más importantes del país, realizó una emisión de \$350.000 millones de pesos. Esta fue la primera emisión de bonos verdes en el país, y fue comprada en su totalidad por la Corporación Financiera Internacional (IFC por sus siglas en inglés) perteneciente al Banco Mundial. Más adelante, en 2017, Bancóldex emitió los primeros bonos verdes en el mercado público de valores de Colombia por un monto de 200.000 millones de pesos, operación en la que participaron más de 200 inversionistas. Finalmente, ese mismo año Davivienda realizó una emisión privada de bonos verdes respaldada principalmente en proyectos de energía renovable, construcción sostenible, producción más limpia y eficiencia energética. Los bonos fueron adquiridos en su totalidad por IFC. El destino de estos recursos va desde la financiación de sistemas de transporte masivo con menores impactos ambientales hasta proyectos comerciales e institucionales y proyectos de vivienda en proceso de certificación en construcción sostenible. Según la Bolsa de Valores de Colombia (BVC) a julio de 2019 en el país había \$2,1 billones de pesos en emisiones de bonos para la sostenibilidad, como se presenta en la Figura 5.



Figura 5. Histórico de emisión de bonos en Colombia

Estos recursos han permitido un amplio despliegue de los servicios del sector financiero y asegurador por medio de un portafolio variado de productos y servicios que buscan dar beneficios a proyectos sostenibles, tanto a los constructores como a los usuarios finales de los mismos. En el caso de Bancolombia, la línea de crédito *Constructor Sostenible* ofrece un beneficio en la tasa de interés para los desarrolladores de los proyectos, y a su vez para el usuario que toma la financiación de largo plazo (crédito o leasing habitacional) quién recibe 65 puntos básicos (BP, por sus siglas en inglés) de descuento durante los primeros siete años del crédito hipotecario. Davivienda también ofrece financiamiento especial para los desarrolladores de proyectos de construcción sostenible. Así mismo, brinda beneficios en los productos financieros para las personas que acceden a un leasing o crédito hipotecario en estos proyectos, en los que se puede obtener hasta una reducción de 50 BP por debajo de la tasa de interés de la cartera normal. Igualmente, Banco de

Bogotá cuenta con una línea de crédito verde general, la cual tiene como objetivo la concesión de créditos orientados a la prevención, control y mitigación de los efectos ambientales negativos por la emisión de CO₂, y está en proceso de estructuración de una línea de crédito constructor verde. Así mismo, BBVA como parte de su Compromiso 2025, lanzo un portafolio de productos sostenibles entre los que tiene tasas muy competitivas en el mercado para créditos hipotecarios, constructor, e incluso financiación de vehículos eléctricos e híbridos. A este momento, otros bancos comerciales con presencia en el país están en la tarea de evaluar internamente la posibilidad de crear líneas de crédito verde, y así lograr un portafolio mucho más amplio que ofrecer al mercado.

Así mismo, entidades aseguradoras como Suramericana S.A. ofrece beneficios para aquellos proyectos que se certifiquen por algún sistema de construcción sostenible (CASA, LEED, EDGE), entre los cuales se encuentran: retorno del 10% del valor de la prima en las pólizas de cumplimiento y construcción una vez el proyecto reciba la certificación, acompañamiento en la evaluación previa de los requerimientos de la certificación, capacitación sobre atributos sostenibles del proyecto a las salas de ventas, asesoría de los beneficios tributarios para construcción sostenible, y visita de seguimiento en la etapa de construcción. Sin duda, estas oportunidades desde el sector financiero y asegurador enlazan el interés de la oferta con beneficios tangibles para el sector privado y el usuario final, lo que ha motivado a la industria de la construcción a desarrollar más proyectos sostenibles. Por supuesto, estos beneficios responden a el interés del sector privado y de un usuario informado, comprometido con reducir su impacto ambiental y en búsqueda de productos y servicios que se adapten a su filosofía de vida.

Usuarios Conscientes

Estudios de mercado han demostrado que con el tiempo existen cada vez más alternativas sostenibles de productos y servicios que son asequibles e igual o mejores que opciones tradicionales. De este modo, más usuarios se han movilizado a la adquisición de productos que presentan una mayor consciencia ambiental y social de sus productos o servicios. Así, el eco-consumo cada vez más deja de ser una condición optativa, y ha pasado a ser la vergüenza de no participar. Los consumidores buscarán productos, servicios y experiencias que reflejen su creciente estado de consciencia del cambio climático.

Estas tendencias en los cambios de patrones en usuarios finales han presentado algunos casos destacables a nivel internacional y nacional. En el primero, está el caso de Suecia donde se redujeron en un 15% los vuelos internos con una campaña en redes sociales que desincentiva estos trayectos en aviones por su huella de carbono [88]. En el caso nacional, se destaca la reducción del uso de bolsas plásticas en los principales establecimientos comerciales del país con la implementación de un impuesto nacional a su consumo. La disminución en el 2018 llegó al 53% y evidenció la importancia de involucrar al usuario final en las políticas y metas del país para desarrollo sostenible [89].

Los cambios de patrones todavía no presentan diferencias radicales, sin embargo, se han empezado a estudiar estas tendencias en ámbitos como la construcción. Una investigación reciente de la Universidad de los Andes evaluó la predilección por vivienda sostenible, a través de encuestas a un grupo de potenciales compradores de vivienda. Este grupo se conformó por hombres y mujeres, profesionales con estudios de postgrado entre los 22 y 45 años, con ingresos entre 2 y 5 SMMLV. Entre los resultados de la investigación se encontró una tendencia clara a preferir vivienda sostenible, y más aún si esta opción cuenta con beneficios financieros, como el descuento en la tasa del crédito hipotecario [90]. Según Landaeta, es un tema que debe ser explotado para promover la construcción sostenible, por tanto, falta divulgación de este y los beneficios que se ofrecen, y así, tener una mayor articulación entre constructores, usuarios finales, y entidades bancarias.

Es imprescindible contar con una población de usuarios informados que movilicen a los proveedores de productos y servicios hacia prácticas más sostenibles por la presión de las decisiones de los usuarios. En este aspecto es importante el control de publicidad que no induzca al error a los usuarios, una iniciativa que ha contribuido a su regulación es el Decreto 1369 de 2014 del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, por el cual “se reglamenta el uso de la publicidad alusiva a cualidades, características o atributos ambientales de los productos”. Así pues, el país está dando los primeros pasos para visibilizar y dar garantía a los usuarios finales para que las herramientas sean de fácil entendimiento y precisas para fomentar buenas decisiones de parte de los usuarios finales.

En línea con lo anterior las empresas han incorporado en sus prácticas corporativas el desarrollo de informes anuales donde se incluyan aspectos de sostenibilidad bajo metodologías internacionales, como es el caso del *Global Reporting Initiative* (GRI). Con esto se visibiliza la capacidad de las empresas para participar en mercados competitivos e incentivar prácticas de sostenibilidad empresarial, esto considerando oportunidades de mejora en sus diferentes áreas.

Sistemas de certificación

El liderazgo del sector privado al invertir en medidas de sostenibilidad en la construcción para acceder a certificaciones que, en la gran mayoría de los casos, superan los requerimientos de la regulación obligatoria existente, ha sido fundamental en la evolución del mercado de la construcción sostenible en el país. Los sistemas de certificación responden a la constante evolución de la industria y a las necesidades que se van teniendo en el mercado, por esto hoy se cuenta con más de 60 sistemas de certificación para construcción sostenible a nivel mundial, 53 de estos gestionados a través de miembros del World GBC [91].

Los sistemas de certificación se utilizan para evaluar y reconocer edificios que cumplen con ciertos requisitos o estándares en sostenibilidad. Estos sistemas, a menudo voluntarios, reconocen y recompensan a las empresas y organizaciones que construyen y operan edificios más sosteniblemente, incentivándolos a empujar los límites de la sostenibilidad. Ponen en marcha el mercado estableciendo estándares que luego a su vez elevan la ambición de los códigos y regulaciones de construcción del gobierno, la capacitación de la fuerza laboral, las estrategias corporativas y la innovación.

Los sistemas de certificación varían en su enfoque y se pueden aplicar a las fases de planificación, diseño, construcción, operación y mantenimiento, renovación e incluso contemplar todo el ciclo de vida de la edificación. De acuerdo con el alcance de cada uno de estos, se promueven diversos grados de innovación y generación de nuevos productos y servicios. La decisión respecto a qué sistema de certificación emplear considera algunos de los siguientes elementos: buenas prácticas corporativas, demandas del mercado, cumplimiento normativo, responsabilidad social y ambiental empresarial, el desempeño esperado de la edificación y la cantidad de aspectos de sostenibilidad a integrar. Así mismo, pueden diferir en el tipo de edificios a los que se aplican, con herramientas específicas utilizadas para diferentes tipos de edificios, como vivienda, edificios comerciales o incluso comunidades.

Los sistemas de certificación para comunidades y ciudades han sido una respuesta a la evolución del mercado, donde los ciudadanos cada vez demandan entornos más equitativos, seguros, resilientes y saludables. Así, se expanden e incorporan las buenas prácticas, desde la escala de edificaciones a una mayor, en la cual se involucran las estructuras ecológicas, servicios e infraestructura para toda una comunidad. Su importancia está en la disponibilidad de un marco para medir y gestionar las condiciones sociales, ambientales y económicas de entornos nuevos o existentes.

Los diferentes sistemas de certificación facilitan la toma de decisiones informadas a las partes interesadas y se consolidan como instrumentos de gestión de los procesos de planeación, diseño, construcción y

operación de edificaciones y su entorno. Estas herramientas permiten que se establezcan metas claras de desempeño con relación al uso de los recursos (naturales, económicos y humanos), se determinen protocolos de seguimiento, se mida y controle el desempeño, y se realicen análisis comprensivos de las estrategias y los impactos de las edificaciones en aspectos ambientales y sociales.

De acuerdo al portal *The Green Building Information Gateway* (GBIG), en el mundo se cuenta con más de 140.000 proyectos certificados con algún sistema de certificación en edificación sostenible³⁵ en más de 16.000 lugares en el mundo, siendo LEED el sistema más usado.

Latinoamérica no ha sido la excepción. En cuanto al sistema de certificación LEED, el mercado de la construcción sostenible Latinoamérica ha ido creciendo en la última década, siendo Colombia el cuarto país con más proyectos registrados en este sistema.

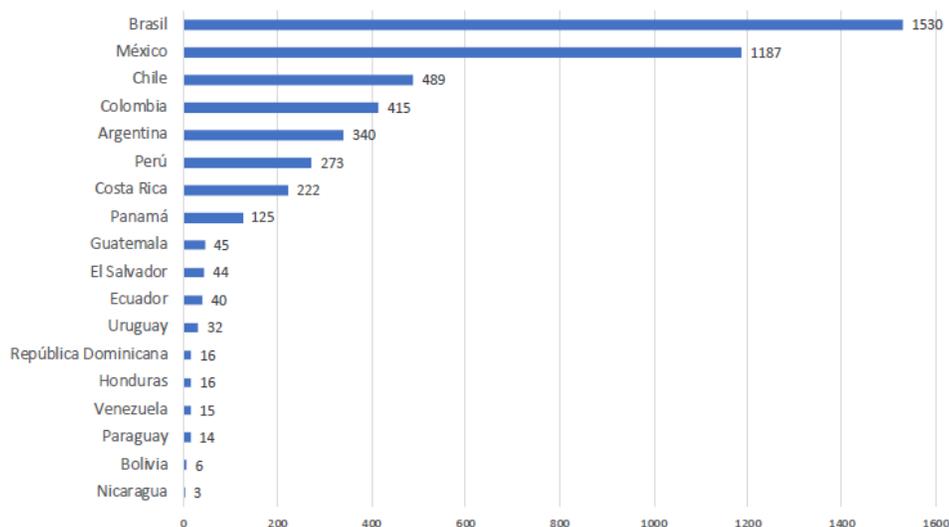


Figura 6. Proyectos registrados LEED en Latinoamérica. Fuente CCCS Boletín Enlace Verde julio 2020

En los últimos años Colombia ha tenido grandes avances en términos de política pública, incentivos y compromiso del sector privado para el desarrollo de proyectos sostenibles, a través de los sistemas de certificación. A la fecha los sistemas que tienen presencia en el país son ocho: LEED, CASA Colombia, HQE, WELL, Living Building Challenge, EDGE, TRUE y Fitwel.

La participación activa del sector privado en este sentido ha sido fundamental en el desarrollo de la industria. Este desarrollo se da principalmente por tres factores, el primero de ellos es la estandarización de buenas prácticas de los particulares por medio de los sistemas de certificación en construcción sostenible, que cada día en sus nuevas versiones son más exigentes en concordancia con los avances del sector. Es muy importante que estos sistemas tengan una gran adaptación a las condiciones del mercado colombiano. En este sentido, el sistema de certificación CASA Colombia ha sido el único sistema de certificación desarrollado en Colombia, que busca generar viviendas sostenibles desde un punto de vista integral, de

³⁵ Rating Programs: LEED, Living Building Challenge, Net Zero Energy Building Certification, Energy Star, Enterprise Green Communities, HK-BEAM, Sustainable Sites Initiative, BREEAM, Passive House, NWF Certified Wildlife Habitat, GRIHA, BEE Star Labeling Scheme, DGNB, AASHE STARS, Green Star SA, NWF Eco Schools, NABERS, BOMA BEST, BERDE, Green Building Evaluation Label (China Three Star), GRA Green Restaurant Certification, Green Mark, Green Star, G-SEED, IPL Cool Congregations, Parksmart, IREM Certified Sustainable Properties, DBJ Green Building Certification, CASBEE, TRUE Zero Waste Certification

acuerdo a las necesidades y prioridades de sostenibilidad en el país. El segundo factor es el rol de los actores privados como aliados del gobierno en la formulación y expedición de políticas públicas que respondan a las necesidades que demanda el mercado y el país.

El posicionamiento y la credibilidad de las certificaciones en construcción sostenible en Colombia ha sido posible gracias al liderazgo de los Miembros del CCCS. En estos 11 años ellos han demostrado ampliamente las bondades y la viabilidad económica de diseñar construir y operar proyectos inmobiliarios de alto desempeño con criterios de sostenibilidad integral en el país y se valora la importancia y relevancia de los cientos de proyectos inmobiliarios validados por estándares de reconocimiento internacional.

Estas dinámicas han generado numerosas oportunidades para el emprendimiento sostenible. Por ejemplo, en esta década ha crecido de manera importante el número de empresas de consultoría y los proveedores de servicios especializados. Así mismo la industria de la manufactura de materiales ha innovado en sus procesos productivos, lo que permite tener a disposición productos y materiales con atributos de sostenibilidad y con respaldo científico.

Esto ha sucedido de manera similar a lo largo de todo el ciclo de la construcción en el país, en algunas etapas con mayor fuerza que en otras. Hoy el sector público y el sector financiero reconocen a los sistemas de certificación como una tercera parte independiente capaz de hacer una verificación rigurosa de las estrategias de sostenibilidad para conceder diversos beneficios, lo que hace que estas certificaciones se conviertan en la llave de entrada tanto de los productos financieros, aseguradores y de beneficios tributarios.

Vivienda como jalonador del mercado

La industria de la construcción en América Latina y en Colombia, es uno de los principales motores económicos por su enorme potencial de generación de empleo, a todo nivel y en los diferentes sectores, obras civiles, edificaciones y actividades relacionadas, además del sinnúmero de sinergias entre los actores de la cadena de valor. El año electoral (2018), el complejo panorama político (2019) y las condiciones de salud pública a nivel global (2020) han incidido en el desempeño reciente de la construcción en Colombia, al cierre del último trimestre de 2019, el sector edificaciones presentó una caída en el Producto Interno Bruto (PIB) de (-7,1%), con lo cual el PIB de la construcción en 2019 (como un todo) se contrajo a ritmos de - 1,3% vs un - 0,4% del 2018, con lo que se observa que la recuperación del desempeño tanto en 2018 como en 2019, se ha dado por el sector de obras civiles (vías de agua, puertos, represas, obras de ingeniería, carreteras, calles y lo cierres financieros de las obras 4G).

En este contexto, para enero de 2020, las licencias de construcción de vivienda crecieron en un 4,6% y en el uso no residencial un 10,3%. Estas licencias representan 19,8 millones de metros cuadrados de los cuáles 79% son vivienda, con una importante participación por región de Bogotá, Antioquia, Cundinamarca, Valle de Cauca, Atlántico y Santander. Es evidente que la producción de vivienda, permite movilizar recursos a lo largo del ciclo de vida de los proyectos, y en el escenario de reactivación económica se consolida como el nodo estratégico en el que confluyen el sector privado y el sector público, para generar impactos positivos en lo social, económico, ambiental y cultural a escala urbana y de edificación.

El país tiene una dinámica importante respecto al número de iniciativas relacionadas al desarrollo sostenible de la industria de la construcción, derivadas de los planes del gobierno nacional, y de los gobiernos locales, de las políticas públicas regulatorias y de incentivos, de los distintos proyectos de cooperación internacional, de la innovación del sector financiero ampliado, de la oferta de formación especializada desde la academia y de las acciones de los gremios, organizaciones no gubernamentales y organizaciones de la sociedad civil. Estas iniciativas han permitido la generación de políticas en pro de la eficiencia en el uso del agua y la energía, el desarrollo de capacidades técnicas al interior de las instituciones de gobierno, la

comprensión y cuestionamiento de las prácticas de arquitectura e ingeniería colombianas, el acceso a oportunidades financieras preferenciales para constructores y usuarios finales de desarrollos inmobiliarios sostenibles, la presencia de sistemas de certificación en construcción sostenible de tercera parte y la identificación de las necesidades de articulación en la planeación urbana para reconectar a las personas como comunidad y con la naturaleza.

En esta línea, se presenta una evolución interesante con relación a los modelos de negocio que priorizan la sostenibilidad, las entidades que ofrecen un financiamiento preferencial para este tipo de proyectos, reportan una colocación en el mercado de 1.4 billones de pesos, en desarrollos inmobiliarios sostenibles a mayo de 2020, recursos que en buena medida se han destinado para proyectos de vivienda nueva, incluso en el segmento de vivienda social, en el que se resaltan importantes avances con relación al diseño integrativo y la implementación del concepto de sostenibilidad integral a lo largo del ciclo de vida. Es así como hoy el país cuenta con casos de éxito de proyectos de Vivienda Sostenible y proyectos de Vivienda de Interés Social Sostenible, que logran articular el conocimiento técnico, el contexto particular, las oportunidades financieras, los incentivos tributarios y los compromisos con la agenda ambiental para materializar el caso de negocio de la construcción sostenible en Colombia.

La reactivación económica del país pasa por la industria de la construcción, y la puesta en marcha de 200.000 subsidios para la adquisición de vivienda nueva (50% de estos para Vivienda Social), sumada a la ampliación de los plazos para el crédito hipotecario, son una respuesta para impulsar este segmento, que enfrenta importantes retos, la caída en el índice de confianza del consumidor – disposición a comprar vivienda, aumento en el tiempo de comercialización del inventario y el aumento en el número de unidades de vivienda terminadas sin vender, así como también el aumento de las exigencias para otorgar créditos por parte de los bancos.

En este sentido, diversos estudios adelantados por CAMACOL y el Consejo Colombiano de Construcción Sostenible, brindan información relevante sobre la incorporación de estrategias de construcción sostenible: en primer lugar, El estudio de oferta y demanda de vivienda y destinos no habitacionales, desarrollado por CAMACOL B&C, que presenta un capítulo específico sobre la incorporación de estas estrategias en proyectos de vivienda y la percepción del usuario final sobre estos, con resultados interesantes respecto a la disposición a pagar más por estas estrategias. En segunda instancia, el estudio adelantado por la Universidad de los Andes y el CCCS "Análisis del impacto de las herramientas de financiamiento sostenible en el sector de la vivienda y la construcción sostenible en Colombia" presenta resultados que dan señales sobre la demanda activa y consciente de vivienda sostenible, en la que se perciben beneficios directos (financieros y ambientales) para el comprador final (mejora en las condiciones de los créditos hipotecarios y descuentos en seguros de estos activos); como tercer elemento se resaltan los casos de éxito de vivienda sostenible en el país que han optado por certificaciones en construcción sostenible como CASA Colombia (Inversiones adicionales entre el 0,2 y 0,6% de los costos directos), LEED, EDGE y HQE que marcan el interés del constructor por este tipo de factores diferenciadores. Como cuarto punto relevante, el Primer Reporte de Economía Circular presentado en agosto de 2020, que incluye información sobre el cierre y optimización en los ciclos de vida de los materiales y productos; además del Censo de Edificaciones que ha levantado información sobre la implementación de estrategias de sostenibilidad en vivienda orientadas a la reducción del consumo de agua, energía, uso de energías alternativas y la gestión de residuos.

Es por esto que la actividad edificadora y la vivienda (social y no VIS) reafirman su importancia para la generación de empleos, el cumplimiento de los compromisos ambientales adquiridos por el país a nivel internacional y la generación de bienestar social, al demostrarse que es posible la estructuración financiera de este tipo de proyectos, incorporando estrategias de sostenibilidad que dinamizan toda la cadena de valor,

reducen los riesgos financieros, con beneficios tangibles para el usuario final, en materia ambiental, de acceso a servicios, de equidad social y de educación financiera.

Patrones de migración a las ciudades

La migración a las ciudades es un fenómeno que en Colombia ha estado caracterizado por diferentes aspectos, por una parte, factores como el éxodo rural, donde el desarrollo industrial ha llevado a las personas a movilizarse hacia las ciudades para buscar mejores oportunidades laborales. Por otra parte, en Colombia la persecución, el conflicto y la violencia generalizada, factor crítico en los países de América Latina y el Caribe [92], también han movilizado gran parte de la población rural a las zonas urbanas. Otro factor, que se ha estudiado recientemente es el proceso migratorio resultante de desastres naturales, este hace unos pocos años fue reconocido como un aspecto incidente en las causas de migración y todavía no presenta políticas públicas que garanticen las condiciones para estos migrantes medioambientales [93].

Según la Tercera Comunicación Nacional del Cambio Climático, elaborado por el Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales IDEAM, el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, el Departamento Nacional de Planeación y la Cancillería de Colombia; con el apoyo permanente del Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo PNUD y del Fondo para el Medio Ambiente Mundial FMAM, el 100% del país tendrá un aumento en la temperatura media, la cual puede llegar a ser de 2,14 °C más al final del siglo, y en cuanto a la precipitación se tendrán afectaciones importantes por disminución de lluvias, con casos críticos en Caribe y Amazonía, y exceso de lluvias, con casos críticos en zona Andina y especialmente Eje Cafetero. A partir del informe se concluye la importancia de las acciones a tomar, particularmente en las regiones Andina y Caribe, dado que se favorecería al 77% de la población colombiana y las regiones encargadas de producir el 76,8% del PIB nacional. Así, se evidencia la necesidad de aumentar la resiliencia climática en dichas zonas [94].

Según datos del DANE e Iniciativa Latinoamericana y Caribeña para el Desarrollo Sostenible, se estima que en Colombia entre 2008 y 2012, 6 700.861 personas se desplazaron por inundaciones y 428.738 por sequías. Teniendo en cuenta este escenario actual, y las proyecciones de temperatura y precipitación para los años siguientes, las migraciones a causa de los efectos climáticos seguirán en aumento y las ciudades deben prepararse para las poblaciones que lleguen a causa de los diversos factores migratorios, no solo a nivel nacional, sino también por migración intrarregional y transfronteriza en América Latina.

Colombia ha tenido un intenso proceso de urbanización a lo largo de los últimos 60 años, en este la población urbana pasó del 40% de 1951 al 76% en 2010. Así pues, 3 de cada cuatro colombianos vive en zonas urbanas que generan el 85% del PIB nacional. Las proyecciones del Departamento Nacional de Planeación (DNP) indican que la urbanización continuará elevándose, pero a un ritmo menor. De este modo, las ciudades continuarán con un papel esencial en el desarrollo por su capacidad para el aprovechamiento de economías de escala, integración social y regional, y con esto deben asegurar mejores condiciones de vida para sus habitantes y la preservación de sus ecosistemas para garantizar un desarrollo sostenible [95]. Los principales retos para afrontar el aumento de las migraciones, según el reporte “Migración y su impacto en las ciudades” del Foro Económico Mundial (2017), son la capacidad de proveer vivienda social, educación y servicios de salud, infraestructura de transporte, integración y cohesión social. Frente a esto es importante considerar el estado de las ciudades en su oferta de servicios y su capacidad de respuesta, dado que los planes que se están ejecutando o están prontos a ejecutarse quedarán insuficientes en un tiempo muy corto por la magnitud de las migraciones. Con una buena proyección será posible diseñar espacios que respondan a las necesidades de sostenibilidad ecológica, integración social y competitividad económica.

Propuestas para la transformación del sector

Para que la industria de la construcción avance hacia una estructura más consciente de los impactos de su desarrollo, con consideraciones en la mitigación y la adaptación al cambio climático, es importante involucrar a todos los actores, entender cuál es su responsabilidad, sus posibilidades y cómo puede actuar desde ahí. En esta sección se resumen las acciones necesarias para avanzar desde el sector de la construcción y el desarrollo urbano.

Corresponsabilidad entre el gobierno, la cadena de valor de la industria y los individuos frente a la mitigación y adaptación

Para acelerar el proceso hacia acciones de mitigación y adaptación al cambio climático, se requiere una participación activa de todos los actores de la cadena de valor. Con el propósito de movilizar cambios y mejoras desde regulaciones, exigencias del mercado, entre otras. En esta sección se describirán las acciones necesarias para el gobierno, sector privado, usuario final, sector financiero, sociedad civil, agremiaciones, y empresas de servicios públicos.

- Gobierno

El gobierno en su rol de autoridad y administrador de las instituciones del Estado debe generar, actualizar y articular normativas. De manera, que se movilicen acciones encaminadas al desarrollo sostenible del país, capaces de contribuir a la mitigación y adaptación al cambio climático. A partir de este marco normativo, identificar políticas y regulaciones que lleven hacia mayores estándares, al entender sus retos de implementación y los beneficios asociados a cada uno de ellos. Para la transición efectiva es indispensable generar mecanismos de implementación y monitoreo de las políticas y regulaciones. Asociadas al desarrollo y fortalecimiento de un esquema de incentivos que jalone el sector de la construcción.

Los incentivos deben ser claros para toda la cadena de valor, esto requiere un entendimiento y análisis del mercado que garantice que esta estrategia no se convierta en cargas impositivas que se trasladan al sector privado, y a los usuarios finales. Por esta razón, el gobierno debe buscar tácticas que articulen las obligaciones de los diferentes sectores para motivarlos a tener mejores prácticas, y relacionarlo con los compromisos del país ante la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE), y en general, escenarios a nivel nacional e internacional. Por ejemplo, un incentivo puede ser descuentos asociados al impuesto predial por vivienda y edificación de otros usos al dar cumplimiento a ciertos criterios de sostenibilidad en el ciclo de vida de la edificación. Otro caso puede ser facilitar o reducir tiempos de trámites de aprobación con entidades locales para proyectos, que contribuyan a las necesidades de reducción del efecto isla de calor, movilidad eficiente, gestión del agua, entre otros. A saber, existen muchas alternativas que motivarían al sector a tener mejores prácticas, por esto es fundamental hacer la valoración para entender cómo se beneficiarían todas las partes y qué puntos clave generarían el cambio de perspectiva.

Por otra parte, las ciudades deben estar como eje articulador en la estrategia de mitigación y adaptación al cambio climático, pues en ellas habita más de la mitad de la población, se produce gran parte del producto interno bruto, y se generan tres cuartas partes de las emisiones de carbono procedentes del uso final de la energía. Así, son un foco de desarrollo donde la proporción de personas, actividad económica y emisiones están en crecimiento, y requieren acciones urgentes.

Por último, la capacitación de los funcionarios del sector público es esencial para aumentar la capacidad y consciencia frente a la necesidad de acciones de mitigación y adaptación al cambio climático. Esto permitirá tener más acciones coordinadas entre entidades y sectores.

- Sector Privado

El sector privado debe ser líder en innovación, en fortalecer esquemas de investigación y desarrollar prácticas de mejora continua que fomenten la sostenibilidad. Al ser los promotores desde las fases de innovación, esto les permitirá ser líderes en la implementación. Es así, como el sector de la construcción tiene la posibilidad de innovar en todo el ciclo de vida de las edificaciones, desde los procesos productivos, constructivos, y en herramientas que les permitan integrar los procesos de sostenibilidad, como la metodología de proceso integrativo y trabajo colaborativo con herramientas como *Building Information Modeling* (BIM). La implementación de prácticas que permitan y fomenten un mayor conocimiento de las necesidades y oportunidades de los proyectos, llevarán a la optimización de los diseños de soluciones pasivas y la integración de soluciones basadas en la naturaleza. En lugar de soluciones preestablecidas que no se ajustan necesariamente al desarrollo tecnológico, y a las metas de carbono-neutralidad del país.

Adicionalmente, el sector tiene una característica resistencia al cambio y baja inversión en investigación, desarrollo e innovación (I+D+i). En el 2017, los recursos asociados a este campo fueron de 0,20% – 0,25% del PIB, mientras que en países como Estados Unidos y Suecia estuvo en un rango de 2% al 3,5% del PIB [96]. Esto presenta una oportunidad importante para la inversión en este aspecto y el cambio de modelos de negocio, donde se llegue a influenciar en la toma de decisión de los individuos, e incluso en el cambio de la concepción del buen vivir, con decisiones hacia una escala de valores de una vida baja en carbono. Por esta razón, estrategias como sistemas de certificación para proyectos, materiales, procesos, y en términos generales terceros que validen altos estándares y faciliten la comparación, contribuirán a elevar los niveles del sector y contribuir a las metas del gobierno en cambio climático.

- Usuario Final

Los usuarios finales deben tener un mayor conocimiento del impacto de sus acciones, y en general, de cómo la adquisición de productos y servicios tiene un efecto en el cambio climático. Esto al entender que cada acción contribuye y cuál es su potencial para generar entornos y mercados más sostenibles. Es por esto, que se requieren más programas de sensibilización y educación en estos temas para llegar a influir en la toma de decisión de la población y, en definitiva, de los hábitos de consumo. Un ejemplo de esto son las acciones pequeñas. Las prácticas de recolección, la adquisición consciente en las compras y el manejo de sus residuos, pueden movilizar la industria hacia mayores exigencias en la fabricación y distribución que impactan la sostenibilidad de los productos. Estrategia que en algunos casos ha demostrado que, al desarrollar preferencias por parte de los individuos, se generan reacciones mucho más rápidas y eficaces.

Por otra parte, el aumento de las preferencias de compra e inversión de proyectos sostenibles se debe extender. Así, no se tendría un valor diferencial entre proyectos sostenibles o no, si no que esto pasaría a ser una condición base en el desarrollo. Igualmente, desde el diseño se pueden generar herramientas como los contadores prepagos, para que los usuarios tengan un control de sus consumos, y una mayor comprensión de cómo compensar sus comportamientos de compra.

- Sector Financiero

El sector financiero ampliado debe generar más acciones desde los bancos de desarrollo, con el fin de movilizar fondos para inversión sostenible, y generar créditos sostenibles basados en estudios de riesgos. Esta evaluación de riesgos ambientales y sociales es una acción indispensable, de manera que se generen valoraciones diferentes de los riesgos de los proyectos, y evaluaciones de los impactos potenciales que puede generar su financiamiento. Para esto es esencial la implementación de Sistemas de Administración de Riesgos Ambientales y Sociales (SARAS), que den lineamientos para políticas y procedimientos que permitan aplicar el sistema a la evaluación de entrega de créditos (i.e. empresariales, corporativos, constructor, hipotecario, etc.). Así, se potenciará la posibilidad de emisión de bonos verdes en el país,

mayores inversiones de las bancas multilaterales, impuestos preferenciales con apoyo del gobierno nacional para proyectos sostenibles, más líneas de crédito verde donde se reduzcan las tasas de interés o se tengan periodos de gracia más largos para garantizar mejores condiciones de préstamos. Estos aspectos son fundamentales para movilizar el mercado de la construcción sostenible, y deben desarrollarse en un trabajo colaborativo con la Superintendencia Financiera, y otros actores del mercado, con el fin de aprovechar la base institucional en el Comité de Finanzas del Clima del SISCLIMA y las metas del gobierno.

Por otra parte, el sector financiero tiene la capacidad de generar estrategias que reduzcan los consumos en las etapas operativas de los proyectos mediante la variación de las tasas de crédito hipotecario u otros créditos que se alineen con los periodos de vida útil de los proyectos. De este modo tienen la posibilidad de llegar a influenciar en los modos de uso y de consumo de otro grupo de usuarios, al que hoy en día no se está considerando. Por último, es esencial desarrollar métodos de evaluación, conocimiento de las etiquetas y sistemas de certificación para permitir una mejor comunicación de los beneficios de edificios eficientes. Dado que tendrán un mejor desempeño en su vida útil y finalmente serán una buena oportunidad de inversión.

- Sociedad Civil

La sociedad civil como colectivo con la capacidad de defender las necesidades de las personas, debe exigir más en términos de sostenibilidad y tener una participación mayor en la construcción de normas, de manera que sea una colaboración reactiva y propositiva. Así, con colectivos como las cooperativas de vivienda, se puede contribuir a la demanda de estándares más conscientes de los recursos, y que viabilicen los productos y servicios con una visión de ciclo de vida.

- Agremiaciones

Las agremiaciones, al representar los intereses de diversos sectores de la cadena de la construcción, deben continuar incentivando políticas y buenas prácticas, que resulten en elevar los estándares de calidad de la industria hacia la mitigación y adaptación del cambio climático en el país. Así mismo, que promuevan la articulación de diferentes sectores, evidencien los beneficios de estas acciones y sus sinergias, y sean fuente de información y capacitación permanente. En el caso de las agremiaciones de materiales, deben enfocarse en trabajos articulados, como es el caso de los análisis de ciclo de vida sectoriales. Esto para conocer el estado del gremio, y generar hojas de ruta para su avance.

- Empresas de servicios públicos

Las empresas de servicios públicos tienen un rol fundamental en el registro y monitoreo de la información. La calidad de los datos facilitará el aprendizaje y los ciclos de retroalimentación para procesos de economía circular, microrredes y sistemas descentralizados. De este modo, al conocer el desempeño de las edificaciones, se tendrá mayor información que soporte los diseños, su aplicabilidad, y riesgos. Estas empresas deben tener una cooperación constante con el gobierno para responder a las necesidades de información que este puede tener.

Necesidad de transformaciones sociales a través de formación y educación

La educación se debe entender como una oportunidad de mejora y evolución de la consciencia colectiva, que permite el cuidado del territorio y el progreso. Se deben generar estrategias de educación formal y no formal para abordar cada sector y grupo poblacional, con el fin de sensibilizar a la comunidad, y llevar a entender cómo el cambio climático afecta los beneficios ambientales, sociales y económicos que se tienen por las condiciones actuales de los entornos. Esta sensibilización debe estar asociada con experiencias vivenciales, que permitan mayor comprensión de la gestión de los recursos y sus procesos. Por ejemplo, en

el caso del recurso hídrico entender sus procesos de captación, almacenamiento, tratamiento y distribución para llegar a unas condiciones aptas para su consumo, y también entender cómo es el proceso posterior a su uso, es decir, cómo funcionan los sistemas de alcantarillado sanitario, pluvial y combinado, sus conexiones, plantas de tratamientos y posteriores vertimientos. Así, se tendría un mayor nivel de consciencia respecto a los usos que se les da a los recursos. Vale la pena mencionar que estas experiencias vivenciales se deben generar en todos los niveles de formación para llegar a una verdadera transformación colectiva.

Por otra parte, es indispensable desarrollar un pensamiento crítico desde etapas tempranas para entender condiciones existentes y necesidades particulares, que lleven a la generación de productos y servicios viables. Esta factibilidad se puede generar a partir de alianzas para probar modelos, entender las dificultades de su implementación y tener procesos que garanticen que la educación sea un agente disruptivo que de el paso de la teoría a la práctica. Es en este punto donde se requiere una modificación de los currículos actuales y las formas de enseñanza. Además, comprender que el cambio climático es un tema interdisciplinario y debería instruirse desde todas las áreas del conocimiento. Lo anterior con el fin de incentivar al desarrollo de modelos de negocio que sean consecuentes con los retos actuales y los que estén por venir, y que el reto de desarrollar estos modelos de negocio se evalúe desde las prácticas de la educación superior. La modificación de estos esquemas de educación permitirá mayor innovación, desarrollo y adaptabilidad, lo cual resultará en mayor resiliencia.

Desarrollo y promoción de casos ejemplares de éxito

La visibilización de casos de éxito del sector público o privado es esencial para tener un compendio de lecciones aprendidas, barreras jurídicas y oportunidades para la retroalimentación de políticas y regulaciones, y fomentar procesos de mejora continua. Además, este proceso permitirá tener ejemplos que den cuenta de la viabilidad de realizar proyectos con mejores estándares. Con esto se pueden generar redes de conocimiento o plataformas que vinculen a los actores que se encuentren en diferentes etapas de desarrollo, es decir, implementadores, interesados, aliados, entre otros. La tendencia con los casos de éxito ha sido a partir de experiencias en otros países con condiciones y necesidades muy diferentes a las de Colombia, es por esto que la cooperación sur-sur puede ser una de las alternativas para robustecer el banco de proyectos y las lecciones aprendidas por la similitud de contextos.

Por otra parte, es importante que se generen herramientas y estrategias de colaboración para los adaptadores tempranos, de modo que se incentiven los cambios en el sector, y se tenga mayor visibilidad de estos progresos. Una manera de facilitar el camino de esta información al gobierno es que se tenga el mismo lenguaje, en otros términos, que los desarrolladores de casos de éxito conozcan las políticas de cambio climático y expresen sus beneficios en términos que permitan alinearse con las metas y programas del gobierno. Cabe resaltar uno de los programas del gobierno, cuyo objetivo es visibilizar y estandarizar buenas prácticas, es el Sello Ambiental Colombiano. A partir del cual el sector de la construcción tiene grandes oportunidades para alinearse con la estrategia y garantizar una distinción de sus proyectos.

Redefinición de concepto de cargas y beneficios

La redefinición de concepto de cargas y beneficios debe generar un balance entre la función ecológica y la función social, logrando integrar el concepto de servicios ecosistémicos con las políticas de desarrollo convencionales y las prioridades en cada fase del proyecto, desde la concepción hasta la ejecución, en donde los planificadores deben partir de un análisis de los sistemas estructurantes como son paisajes naturales, cuerpos de agua, ecosistemas urbanos, entre otros.

Es indispensable cambiar la percepción de que las cargas sean una contraprestación con impacto negativo, si se involucran desde el principio su buen desarrollo conllevará a beneficios para el mismo proyecto. Así, la utilización de la función social y ambiental no debe estar pensada como un detrimento al cierre económico, debe ser un incentivo para innovar, y evitar que según la elasticidad los costos se vayan al usuario final. El proceso sigue siendo complejo para los desarrolladores, por lo cual el gobierno debe generar estrategias que favorezcan un proceso sencillo para la restauración y promoción de funciones de la estructura ecológica principal y otros entornos a diferentes escalas. Así, los estudios de la estructura ecológica principal darán lineamiento asertivo a la estructuración de proyectos, en la que sean claras las responsabilidades y posibilidades de los actores involucrados. Al igual que la distribución equitativa, en la cual se garantice la función social y ecológica de los territorios.

Integración y articulación normativa

La integración y la articulación normativa, de políticas, programas e iniciativas de una manera transversal desde y hacia lo nacional, lo regional y lo local, debe tener un mayor apoyo con las estrategias dadas desde la Política Nacional de Cambio Climático. En esta se definieron nueve "Nodos Territoriales y Sectoriales de Cambio Climático", cuyo propósito es adelantar acciones de mitigación, adaptación y gestión del riesgo frente al cambio climático y la variabilidad climática, a escala regional. Por consiguiente, es indispensable que se tenga un mayor conocimiento de las funciones de los nodos desde el sector privado, con el fin de entender cómo se articulan con las estrategias nacionales para llevar a más acciones con mayor impacto, y se tenga su apoyo para coordinación de compromisos y esfuerzos.

Por otro lado, desde el gobierno no se tiene total claridad respecto a los actores involucrados en acciones de cambio climático, y es en este punto donde los gremios pueden colaborar a realizar este mapeo de actores e iniciativas para colaborar en la difusión de información y retroalimentación a nivel nacional, regional, local e internacional con respecto al cambio climático. Las entidades neutras tienen la oportunidad de recoger directrices nacionales, y comunicar la retroalimentación de entidades locales. Especialmente, es fundamental la contribución de estas entidades en la transición entre diferentes periodos de gobierno, donde la experiencia ha demostrado como programas con gran impacto se terminan por el cambio de partidos políticos.

Integración y coordinación de procesos de planeación, estructuración y gestión de grandes proyectos urbanos

La integración y coordinación de procesos de planeación, estructuración y gestión de grandes proyectos urbanos, donde existan acciones relativas al ordenamiento ambiental del territorio, gestión de suelo y posible estructuración de asociaciones público privadas (APP) para infraestructura urbana y equipamientos sociales, que incluya la integración inmobiliaria, reajuste de tierras u otros mecanismos para garantizar el reparto equitativo de las cargas y los beneficios vinculados al mejor aprovechamiento de los inmuebles, así como la cooperación entre partícipes que consideren sistemas de compensaciones en dinero y derechos urbanísticos, formando unidades gestoras para desarrollo conjunto de las unidades.

Innovación

La innovación, en línea con las necesidades del contexto nacional y las problemáticas globales, tiene un camino importante por recorrer desde el sector de la construcción; por ejemplo, en temas de recursos, cadenas de producción, metodologías, técnicas de construcción, entre otros. Es por esto, que la innovación debe ser un motor del sector privado que incentive la articulación entre universidades, centros de investigación e industria. Con el fin de resolver retos reales que lleven a la evolución de la industria y el sector. En definitiva, los esfuerzos colectivos de investigación y desarrollo que fomenten la cooperación

tienen la posibilidad de tener una mejor asignación de recursos y una adopción más fácil de estas nuevas prácticas al colaborar a lo largo del proceso.

Las universidades tienen una gran oportunidad para la generación de espacios de desarrollo, con sus líneas de investigación y laboratorios. Igualmente, el gobierno puede constituir estrategias que faciliten los trámites de aprobación para desarrolladores urbanos o incentiven de otra manera proyectos con altos estándares. Dado que hoy los proyectos perciben una barrera a nivel de procesos con entidades regulatorias para la ejecución de proyectos con aspectos innovadores.

Referencias

- [1] J. Salazar Ferro, J. C. García Bocanegra, V. Fretes Cibils, P. Torres Arzayús, A. Vallejo de la Pava, A. C. Pinto Carrillo y I. Gallo P., *Las ciudades del mañana: Gestión del suelo urbano en Colombia*, Washington, D.C. : BID, 2010.
- [2] Min. de Ambiente Vivienda y Desarrollo Territorial, «Plan nacional de manejo de aguas residuales en Colombia,» 2004.
- [3] Min. de Ambiente Vivienda y Desarrollo Territorial, «Política de Gestión ambiental urbana,» 2008.
- [4] Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, «Ley 373 de 1997,» 1997.
- [5] Ministerio de Vivienda Ciudad y Territorio, «Informe al Congreso de la República Junio 2017 - mayo 2018,» 2018.
- [6] Direccion General Ambiental Sectorial, «Guía de Ahorro y Uso Eficiente del Agua,» 2002.
- [7] Min. de Ambiente Vivienda y Desarrollo Territorial, «Política Nacional para la Gestión Integral del Recurso Hídrico,» Bogotá , 2010.
- [8] Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca CAR, «Programa de Uso Eficiente y Ahorro del Agua (PUEAA)».
- [9] M. d. V. C. y. Territorio, «Decreto 1285 de 2015,» 2015.
- [10] Ministerio de Vivienda Ciudad y Territorio, «Resolución 0549 de 2015,» 2015.
- [11] Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, «Política Nacional de Cambio Climático,» 2017.
- [12] Ministerio de Vivienda Ciudad y Territorio, «Plan Director de Aguas y Saneamiento Básico. Visión estratégica 2018 - 2030,» 2018.
- [13] Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, «Guía para el uso eficiente y ahorro del agua. Una visión colectiva para el uso sostenible y responsable del agua,» 2018.
- [14] Comisión de Reg. de Agua Potable y Saneamiento CRA, «Resolución CRA 887 de 2019,» 2019.
- [15] Gobernación del Valle del Cauca, «Decreto 0003 de 2019,» 2019.
- [16] Secretaría Distrital Planeación Bogotá, «Protocolo de implementación para el cumplimiento de los porcentajes de ahorro en agua y energía para la ciudad de Bogotá D. C., establecidos en la Resolución 549 de 2015 del Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio,» Bogotá, 2019.

- [17] Ministerio del Medio Ambiente, «Decreto 2811 de 1974,» 1974.
- [18] Ministerio de Agricultura, «Decreto 1541 de 1978,» 1978.
- [19] Ministerio de Vivienda, «Guía de construcción sostenible para el ahorro de agua y energía en edificaciones,» vol. 1, pp. 1-85, 2015.
- [20] Congreso, «Proyecto de ley no. _____ de 2018 ‘Por medio de la cual se dictan normas para implementar e incentivar sistemas de recolección, tratamiento y aprovechamiento de aguas lluvias y el uso racional del agua potable y se dictan otras disposiciones,» 2018.
- [21] Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, «Resolución 1207 de 2014,» 2014.
- [22] Departamento Nacional de Planeación DNP, «Política de Crecimiento Verde. Documento CONPES 3934 de 2018. Resumen Ejecutivo,» 2018.
- [23] Departamento Nacional de Planeación DNP, «Bases del Plan Nacional de Desarrollo 2018-2022,» 2018.
- [24] Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca, «Resolución 1574 de 2008,» 2008.
- [25] Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, «Decreto 2667 de 2012,» 2012.
- [26] J. S. Horsburgh, M. E. Leonardo, A. M. Abdallah y D. E. Rosenberg, «Measuring water use, conservation, and differences by gender using an inexpensive, high frequency metering system,» *Environ. Model. Softw.*, vol. 96, pp. 83-94, 2017.
- [27] S. Pradhan, S. G. Al-Ghamdi y H. R. Mackey, «Greywater recycling in buildings using living walls and green roofs: A review of the applicability and challenges,» *Sci. Total Environ.*, vol. 652, pp. 330-344, 2019.
- [28] I. W. Association, «Artificial Intelligence Solutions for the Water Sector,» 2020.
- [29] M. M. Giraldo y J. P. Rodríguez, «Comparison of statistical and machine learning models for pipe failure modeling in water distribution networks,» *Water (Switzerland)*, vol. 12, n° 4, 2020.
- [30] M. Buckland-Nicks, A. Heim y J. Lundholm, «Spatial environmental heterogeneity affects plant growth and thermal performance on a green roof,» *Sci. Total Environ.*, vol. 553, pp. 20-31, 2016.
- [31] S. U. Vincent, M. Radhakrishnan, L. Hayde y A. Pathirana, «Enhancing the economic value of large investments in Sustainable Drainage Systems (SuDS) through inclusion of ecosystems services benefits,» *Water (Switzerland)*, vol. 9, 2017.
- [32] C. Zevenbergen, D. Fu y A. Pathirana, «Sponge Cities: Emerging Approaches, Challenges and Opportunities,» *Special Issue. MDPI*, 2018.
- [33] T. D. Fletcher, W. Shuster, W. F. Hunt, R. Ashley, D. Butlere, Scott Arthur, S. Trowsdale, S. Barraudh, A. Semadeni-Davies, J.-L. Bertrand-Krajewski, P. S. Mikkelsen, G. Rivard, M. Uhl y D. Dag, «SUDS, LID, BMPs, WSUD and more – The evolution and application of terminology surrounding urban drainage,» *Urban Water J.*, vol. 12, n° 7, pp. 525-542, 2015.
- [34] J. Y. Song, E. S. Chung y S. H. Kim, «Decision support system for the design and planning of low-impact development practices: The case of Seoul,» *Water (Switzerland)*, vol. 10, n° 2, 2018.
- [35] DHI, «MIKE URBAN,» 2020.

- [36] J. V. R Pitt, «SLAMM , the Source Loading and Management Model,» pp. 1-29, 2002.
- [37] S. o. Green, «URBAN INNOVATION FOR LIVEABLE CITIES,» 2016.
- [38] J. H. Trapp y E. S. H. Kerber, «Implementation and diffusion of innovative water infrastructures: obstacles, stakeholder networks and strategic opportunities for utilities,» *Environ. Earth Sci*, vol. 76, n° 4, pp. 1-14, 2017.
- [39] L. Grant, A. Chrisholm y R. Benwell, «A place for SuDS,» 2017.
- [40] V. Pappalardo y D. L. Rosa, «Policies for sustainable drainage systems in urban contexts within performance-based planning approaches,» *Sustain. Cities Soc*, vol. 52, 2020.
- [41] Com. de Reg. de Agua Potable y Saneamiento Básico , «Bases para la revisión quinquenal de la fórmula tarifaria aplicable a las personas prestadoras de los servicios públicos domiciliarios de acueducto y alcantarillado que atiendan a más de 5000 suscriptores en el área urbana,» 2020.
- [42] M. A. Massoud, A. Tarhini y J. A. Nasr, «Decentralized approaches to wastewater treatment and management: Applicability in developing countries,» *J. Environ. Manage*, vol. 90, n° 1, pp. 652-659, 2009.
- [43] Min. de Ambiente Vivienda y Desarrollo Territorial, «Plan Nacional de Manejo de Aguas Residuales Municipales en Colombia,» 2004.
- [44] Departamento Nacional de Planeación, «CONPES 3874 Política Nacional para la Gestión Integral de Residuos Sólidos,» Bogotá D.D, 2016.
- [45] Departamento Nacional de Planeación, «CONPES 3530 Lineamientos y estrategias para fortalecer el servicio público de aseo en el marco de la gestión integral de residuos sólidos,» Bogotá, 2008.
- [46] Alcaldía Mayor de Bogotá y UAESP, «Plan de Gestión Integral de Residuos Sólidos 2016-2027,» Bogotá, 2015.
- [47] A. Zimmer y Koch, «Fuel consumption dynamics in Europe: Tax reform implications for air pollution and carbon emissions,» *Transp. Res*, 2017.
- [48] L. Basso, C. Guevara, A. Gschwender y M. Fuster, «Congestion pricing, transit subsidies and dedicated bus lanes: Efficient and practical solutions to congestion,» *Transp. Policy*, 2011.
- [49] DEAM, PNUD, MADS, DNP, CANCELLERÍA, «CMNUCC,» 2018. [En línea].
- [50] European Union, «European Advanced Biofuels Flightpath,» 2019.
- [51] R. Howarth y R. Santoro, «Methane and the greenhouse-gas footprint of natural gas from shale formations A letter,» 2011.
- [52] M. Hallquist y M. Jerksj, «Particle and gaseous emissions from individual diesel and CNG buses,» 2013.
- [53] S. Oprešnik, T. Seljak, R. Vihar, M. Gerbec y T. Kutrašnik, «Real-World Fuel Consumption , Fuel Cost and Exhaust,» 2018.
- [54] N. Scovronick, «Air Quality and Health Impacts of Future Ethanol Production and Use in São Paulo State,» 2020.

- [55] Y. Manik y A. Halog, «A Meta-Analytic Review of Life Cycle Assessment and Flow Analyses Studies of Palm Oil Biodiesel,» 2012.
- [56] DNP, «CONPES 3991 - Política Nacional de Movilidad Urbana y Regional,» 2020.
- [57] A. Downs, «Why Traffic Congestion is Here to Stay....and Will Get Worse,» *ACCESS Magazine*, vol. 25, n° 1, pp. 19-25, 2004.
- [58] Brookins Institution, «Moving to Access,» 2017.
- [59] Caracol Radio, «Sobretasa a gasolina se utiliza como “caja menor” en pequeños municipios,» 3 Agosto 2018.
- [60] O. Borrero, «Evaluación de la contribución de valorización en Colombia,» 2011.
- [61] FDN, «Sistemas de transporte público de Colombia: retos, oportunidades y estrategias de financiación,» Financiera de Desarrollo Nacional, Bogotá, 2019.
- [62] Econometría Consultores, «Evaluación del impacto de la ley 388 de 1997 y sus instrumentos sobre el mercado del suelo en las principales ciudades del país,» Bogotá, 2013.
- [63] Caracol Radio, «Concejo de Bogotá hundió cobros por congestión y contribuciones por estacionamiento,» 12 Diciembre 2015.
- [64] RCN Radio, «Déficit del SITP en próximos diez años llegaría a dos billones de pesos,» 8 Julio 2019.
- [65] D. Hidalgo y R. King, «Public transport integration in Bogotá and Cali, Colombia – Facing transition from semi-deregulated services to full regulation citywide,» *Research in Transportation Economics*, vol. 48, pp. 166-175, 2014.
- [66] AMVA, «Avanzan Convenios de Colaboración Empresarial de Transporte Público,» *Área Metropolitana del Valle de la Aburrá*, 21 Septiembre 2018.
- [67] M. Rodríguez Porcel, J. Bernal González y O. M. Beltrán Real, «Programa de Sistemas Estratégicos de Transporte Público (SETP): Caso de estudio: Colombia,» 2018.
- [68] Empresa Férrea Regional, «Regiotram de Occidente,» 2020. [En línea]. Available: <https://www.effcundinamarca.gov.co/es/regiotram>.
- [69] European comissions, «Hydrogen Europe,» 2019.
- [70] I. Staffell, D. Scamman, A. A. Velazquez, P. Balcombe, P. Dodds y P. Ekins, «The role of hydrogen and fuel cells in the global energy system,» *Energy Environ Sci*, 2019.
- [71] Y. Manoharan, S. Hosseini, B. Butler, H. Alzahrani, B. Senior y T. Ashuri, «Hydrogen fuel cell vehicles; Current status and future prospect,» *Appl Sci*, 2019.
- [72] M. Safoutin y E. B. McDonald J, «Predicting the future manufacturing cost of batteries for plug-in vehicles for the U.S. Environmental Protection Agency,» *World Electr Veh J*, 2018.
- [73] BloombergNEF, «A Behind the Scenes Take on Lithium-ion Battery Prices,» 2019.
- [74] Metrocali, «EL MIO PONE EN SERVICIO LA PRIMERA FLOTA ELÉCTRICA DE UN SISTEMA INTEGRADO DE TRANSPORTE MASIVO EN COLOMBIA,» <https://www.metrocali.gov.co/wp/el-mio>

- pone-en-servicio-la-primera-flota-electrica-de-un-sistema-integrado-de-transporte-masivo-en-colombia/*, 10 Septiembre 2019.
- [75] Metroplus, «Buses 100% Eléctricos,» <https://metroplus.gov.co/proyectos/medellin/buses-electricos-2/>, 10 Diciembre 2019.
- [76] Transmilenio S.A., «Con 379 buses, Bogotá tendrá la flota eléctrica más grande del país,» <https://www.transmilenio.gov.co/publicaciones/151495/con-379-buses-bogota-tendra-la-flota-electrica-mas-grande-del-pais/>, 11 Noviembre 2019.
- [77] Revista VEC, «12 buses eléctricos llegarán a Masivo de Occidente en Medellín,» <https://www.vehiculoselectricos.co/12-buses-electricos-llegaran-a-masivo-de-occidente-en-medellin/>, 11 Febrero 2020.
- [78] Semana, «Situación de los taxis eléctricos en Bogotá,» <https://www.semana.com/nacion/articulo/situacion-de-los-taxis-electricos-en-bogota/592896>, 30 Noviembre 2018.
- [79] T. Searchinger y R. Heimlich, «Avoiding Bioenergy Competition for Food Crops and Land,» World Resources Institute, 2015.
- [80] S. Andrew y H. Craig, «Biofuels Are Not a Green Alternative to Fossil Fuels,» 29 Enero 2015. [En línea]. Available: <https://www.wri.org/blog/2015/01/biofuels-are-not-green-alternative-fossil-fuels>.
- [81] Mintransporte, Guía de Cicloinfraestructura para Ciudades Colombianas, Ministerio de Transporte de Colombia, 2015.
- [82] D. Rosas Satizabal y A. Rodriguez Valencia, «Factors and policies explaining the emergence of the bicycle commuter in Bogotá,» *Case Studies in Transport Policy*, vol. 7, n° 1, pp. 138-149, 2019.
- [83] G. Carvajal, O. L. Sarmiento, A. Medaglia, S. Cabrales, D. Rodriguez, A. Quiotsberg y J. S. López, «Bicycle safety in Bogotá: A seven-year analysis of bicyclists' collisions and fatalities,» *Accidente Analysis & Prevention*, vol. 144, 2020.
- [84] Secretaria Distrital de Movilidad, «Encuesta de Movilidad 2019,» Bogotá, 2019.
- [85] IPCC, «Informe especial del IPCC sobre los impactos del calentamiento global de 1,5 °C con respecto a los niveles preindustriales y las trayectorias correspondientes que deberían seguir las emisiones mundiales de gases de efecto invernadero,» Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático, 2019.
- [86] IEA, «World Energy Outlook 2019,» 2019. [En línea]. Available: https://www.oecd-ilibrary.org/energy/world-energy-outlook-2019_caf32f3b-en.
- [87] GlobalABC/IEA/UNEP, «GlobalABC Regional Roadmap for Buildings and Construction in Latin America: Towards a zero-emission, efficient and resilient buildings and construction sector,» Global Alliance for Buildings and Construction, International Energy Agency, and the United Nations Environment Programme, Paris, 2020.
- [88] E. Thelen, «'Eco-shaming' is on the rise, but does it work?,» 18 Julio 2019. [En línea]. Available: <https://www.weforum.org/agenda/2019/07/eco-shaming-is-rising-but-does-it-work/#:~:text=Unless%20they're%20whiter%20than,use%20of%20plastic%2C%20for%20example..>
- [89] MADS, «Se redujo en más de un 50 % el uso de bolsas plásticas en los principales establecimientos comerciales del país,» 03 Julio 2019. [En línea]. Available:

<https://www.minambiente.gov.co/index.php/noticias/4358-se-redujo-en-mas-de-un-50-el-uso-de-bolsas-plasticas-en-los-principales-establecimientos-comerciales-del-pais>.

- [90] A. M. Landaeta, «Análisis del impacto de las herramientas de financiamiento sostenible en el sector de la vivienda y la construcción sostenible en Colombia,» Universidad de los Andes, Bogotá, 2020.
- [91] WorldGBC, «Rating Tools,» s.f. . [En línea]. Available: <https://worldgbc.org/rating-tools>.
- [92] BID, «Migración y ciudades: el camino hacia una integración inclusiva,» 22 Marzo 2019. [En línea]. Available: <https://blogs.iadb.org/ciudades-sostenibles/es/migracion-y-ciudades-el-camino-hacia-una-integracion-inclusiva/>.
- [93] J. Sarmiento-Eraza, «Migración por cambio climático en Colombia: entre los refugiados medioambientales y los migrantes económicos,» *Revista Jurídicas*, pp. 53-69, 2018.
- [94] IDEAM, «Boletín 3ra Comunicación Nacional de Cambio Climático,» Julio 2015. [En línea]. Available: <http://www.cambioclimatico.gov.co/documents/40860/524279/Bolet%C3%ADn+3ra+Comunicaci%C3%B3n+Edici%C3%B3n02.pdf/0445bdcc-be9c-4a5b-9cf6-38e3c0cc635b?version=1.0>.
- [95] DNP, «MISIÓN SISTEMA DE CIUDADES: UNA POLÍTICA NACIONAL PARA EL SISTEMA DE CIUDADES COLOMBIANO CON VISIÓN A LARGO PLAZO,» 2014. [En línea]. Available: https://osc.dnp.gov.co/administrator/components/com_publicaciones/uploads/Misin_Sistema_de_Ciudades.pdf.
- [96] C. Triana Jimenez, «GESTIÓN DE INNOVACIÓN DE LAS EMPRESAS DEL SECTOR DE LA CONSTRUCCIÓN EN COLOMBIA,» UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALENCIA, 2017.
- [97] El Tiempo, «La realidad sobre la fecha de entrega del metro de Bogotá,» 2 Marzo 2020.
- [98] El Tiempo, «Paro de buses en Bogotá colapsó el transporte en la ciudad,» 2010 Marzo 2010.
- [99] UPME, «Plan de Acción Indicativo de Eficiencia Energética 2017-2022,» Unidad de Planeación Minero Energética-Ministerio de Minas y Energía, Bogotá, 2017.
- [100] MADS, «Estrategia Nacional de Economía Circular Cierre de ciclos de materiales, innovación tecnológica, colaboración y nuevos modelos de negocio,» Bogotá , 2019.
- [101] UPME, UIS, «Realizar un análisis del potencial de reutilización de minerales en Colombia y definir estrategias orientadas a fomentar su aprovechamiento por parte de la industria en el país bajo el enfoque de economía circular,» Bucaramanga, 2018.
- [102] UPME, UIS, «Realizar un análisis del potencial de reutilización de minerales en Colombia y definir estrategias orientadas a fomentar su aprovechamiento por parte de la industria en el país bajo el enfoque de economía circular,» Bucaramanga, 2018.
- [103] ANIF, «Actualidad macroeconómica de Colombia, Desempeño macroeconómico de 2019 y perspectivas 2020,» Bogotá, 2019.
- [104] Centro de Estudios Economicos Agencia Nacional de Infraestructura, «Desempeño reciente del sector construcción y perspectivas 2020,» 2020.

- [105] J. Salazar Ferro, J. C. García Bocanegra, V. Fretes Cibils, P. Torres Arzayús, A. Vallejo de la Pava, A. C. Pinto Carrillo y I. Gallo P., *Las ciudades del mañana: Gestión del suelo urbano en Colombia*, Washington, D.C. : BID, 2010.
- [106] «SUDS, LID, BMPs, WSUD and more – The evolution and application of terminology surrounding urban drainage,» *Urban Water J*, vol. 12, n° 7, pp. 525-542, 2015.