



**UNIVERSIDAD DEL BÍO-BÍO**  
**FACULTAD DE ARQUITECTURA, CONSTRUCCIÓN Y DISEÑO**

**Definición del set de criterios de sostenibilidad para la vivienda  
multifamiliar en Colombia: Caso de estudio Bogotá**

**TESIS PARA OPTAR AL GRADO DE MAGÍSTER EN HÁBITAT SUSTENTABLE Y  
EFICIENCIA ENERGÉTICA**

**AUTOR: Luisa Fernanda Callejas Ochoa**

**PROFESOR GUÍA: Dra. Claudia Marcela Muñoz Sanguinetti**

**CONCEPCION, 9 de marzo de 2020**

## **Agradecimientos**

Agradezco en primera instancia a la Doctora Claudia Muñoz, por la confianza depositada en mí, apoyando la idea que movilizó a esta tesis y siempre transmitiéndome su pasión por este tema. Agradezco también al Doctor Gabriel Cereceda que igualmente fue una guía fundamental en la conceptualización y comunicación de mi trabajo. Con igual importancia, agradezco a la Doctora Nelly Gómez por su colaboración en las últimas fases de la tesis, fundamentales para evidenciar los hallazgos de la presente investigación. Por último, agradezco a quienes me colaboraron respondiendo a las dos encuestas que realicé, por regalarme parte de su valioso tiempo y hacerlo con tan buena disposición. Especialmente a Juanita Montoya, Liliana Medina y Olavo Escorcía, quienes no escatimaron en comentarios, tiempo e interés hacia mi investigación.

Agradezco enormemente a mi familia, mis hermanos, mis papás, y a cada uno de mis amigos, colombiano y chilenos que estuvieron siempre apoyando mi proceso. Especialmente agradezco a Verónica y a Alejandro quienes fueron mi familia en Chile.

## Resumen

La construcción es uno de los sectores que genera mayor impacto en el medio ambiente, el cual puede ser identificado, medido y mitigado. Por medio de los criterios de sostenibilidad (CS), se pueden diseñar, desarrollar y/o evaluar edificaciones que busquen mejorar su desempeño ambiental, social y económico. A nivel mundial son los Sistemas de Certificación de Edificaciones Verdes (SCEV) la principal fuente de éstos, además de ser los que actualmente definen los parámetros de una edificación sostenible en el mercado, en un escenario poco normado como el colombiano. Entre los CS contenidos en los SCEV del contexto (LEED, Referencial CAS, “Bogotá Construcción Sostenible” (BCS)), no existe unidad y sus pesos son dispares entre sí. Este hecho sumado a la sobrestimación del ámbito ambiental y la despreocupación del social y económico, plantean la necesidad de revalorar y complementar dichos CS.

El presente estudio buscó construir el conjunto de CS fundamentales para la vivienda multifamiliar bogotana, por medio de una metodología mixta que incluyó revisión bibliográfica, identificación de los CS recurrentes, evaluación de éstos enfrentados a las problemáticas y particularidades del contexto y la valoración por un panel de expertos y residentes. El resultado fue un set de 38 CS, seleccionados y valorados bajo parámetros no convencionales, el cual puede ser usado como documento referencial para el diseño, construcción y/o evaluación de edificaciones sostenibles para el contexto colombiano o similar como el latinoamericano, así como la metodología implementada para su construcción.

**Palabras claves:** criterios de sostenibilidad, Sistemas de Certificación de Edificaciones Verdes, vivienda multifamiliar en altura, edificación sostenible para países en desarrollo, Bogotá.

## Índice

Agradecimientos .....	1
Resumen.....	i
Índice .....	ii
Capítulo 1. Introducción .....	5
1.1. Problemática .....	5
1.2. Relevancia del problema .....	10
1.3. Hipótesis.....	13
1.4. Objetivo general.....	16
1.5. Objetivos específicos.....	16
1.6. Metodología .....	17
1.6.1. Metodologías de selección de criterios de sostenibilidad .....	17
1.6.2. Metodología propuesta.....	19
Capítulo 2. Marco teórico.....	26
2.1. Indicadores de sostenibilidad.....	26
2.2. Sistemas de certificación como banco de criterios de sostenibilidad .....	27
2.2.2. Sistemas de certificación: panorama general .....	31
2.3. Sistemas de certificación en el contexto colombiano.....	39
2.3.1. LEED (BC+C v4) .....	40
2.3.2. CASA Colombia (v2.0).....	41
2.3.3. Programa de reconocimiento “Bogotá Construcción Sostenible” .....	42
2.4. Criterios de sostenibilidad en etapas tempranas de diseño .....	43
2.5. Edificación sostenible: políticas y mercado .....	44
2.6. Caso de estudio .....	47
2.6.1. Bogotá como caso de estudio .....	47
2.6.2. Vivienda multifamiliar en altura.....	48
Capítulo 3. Marco metodológico .....	51
3.1. Levantamiento del contexto de estudio .....	51
3.1.1. Normativa y estándares existentes.....	51
3.1.2. Plan de ordenamiento territorial de Bogotá (POT):.....	52
3.1.3. Política pública de construcción sostenible de Bogotá.....	54

3.1.4.	Retos para la edificación sostenible en Bogotá .....	57
3.1.5.	Desigualdad, una preocupación a escala país .....	68
3.1.6.	Consumo energético en la vivienda bogotana .....	72
3.2.	Construcción de caso de estudio .....	77
3.2.1.	Datos representativos del sector vivienda para Bogotá .....	77
3.2.2.	Oferta sector inmobiliario .....	79
3.2.3.	Caso de estudio representativo .....	84
3.3.	Selección de criterios de sostenibilidad .....	86
3.3.1.	Primera fase: identificación y categorización de criterios de sostenibilidad en el panorama actual .....	86
3.3.2.	Segunda fase: Depuración.....	87
3.3.3.	Tercera fase: Correlación y priorización.....	93
3.3.3.1.	Equilibrio dentro del set.....	99
3.3.3.2.	Cambio climático .....	102
3.3.3.3.	Consolidación de criterios de sostenibilidad evaluados .....	103
3.3.4.	Cuarta fase: Valoración .....	110
3.3.4.1.	Actores participantes .....	110
3.3.4.2.	Entrevistas con expertos .....	111
Capítulo 4.	Análisis.....	114
3.4.	Set inicial .vs. Set resultante.....	114
3.4.1.1.	Resultados encuestas expertos.....	117
3.4.1.2.	Resultados encuestas residentes .....	122
Capítulo 5.	Conclusiones.....	126
5.1.	Futuras investigaciones .....	132
6.	Términos y siglas .....	134
7.	Referencias.....	135
8.	Anexos .....	146
	Anexo A – Resumen de criterios de sostenibilidad que se encuentran en los SCEV del panorama colombiano .....	146
	Anexo B – Normativa, estándares y normas técnicas municipales y nacionales pertinente al contexto y caso de estudio .....	150

Anexo C – Listado unificado de criterios de sostenibilidad para el panorama actual colombiano .....	153
Anexo D – Criterios de sostenibilidad evaluados en etapa de correlación y priorización.....	155
Anexo E – Set consolidado de criterios de sostenibilidad para la vivienda multifamiliar en Bogotá (Previa a validación de expertos y usuarios finales) .....	158
Anexo I – Resultados encuestas.....	177

## **Capítulo 1. Introducción**

### **1.1. Problemática**

Es evidente la preocupación mundial por la sostenibilidad, desde 1972, año en que se llevó a cabo la primera cumbre de la tierra en Estocolmo, han surgido diferentes políticas internacionales y se ha dado pie a variadas iniciativas en pro de la sostenibilidad de las acciones del hombre sobre los recursos del planeta. El sector de la construcción juega un papel importante en este escenario, durante el ciclo de vida de una edificación se absorben una cantidad considerable de recursos y se contribuye a la transformación del suelo, resultando en consecuencias económicas e impactos al medio ambiente y a la salud humana (International Organization for Standardization 2011). Estas consecuencias deben ser identificadas y dimensionadas, para ser reducidas, mitigadas o eventualmente transformadas en oportunidades y aspectos positivos para su entorno.

La manera de identificar y medir estos impactos es a partir de los indicadores de sostenibilidad, estos cumplen tres funciones, cuantificar, simplificar y comunicar un fenómeno tan complejo como lo es el impacto ambiental, de manera objetiva (International Organization for Standardization 2011) La creación de la Agenda 21 en la Cumbre de la Tierra de Río de Janeiro en 1992, marcó un hito importante en relación a éstos, pues se estableció por primera vez el set de indicadores de sostenibilidad en el que todos los países miembros estuvieron de acuerdo, convirtiéndose en una temática popular desde entonces (Bell y Morse 2008) Sin embargo, los indicadores por si solos no fijan objetivos ni establecen líneas base. Para el contexto de la construcción son los criterios de sostenibilidad (CS), contenidos en su mayoría en los Sistemas de Certificación de Edificaciones Verdes (SCEV), los que hacen esta asociación. Permitiendo, por un lado, ser implementados como estrategias para alcanzar cierto grado de sostenibilidad, y por el otro, evaluar y valorar el comportamiento de una edificación en relación a los ámbitos social, económico y medioambiental.

Son múltiples los acercamientos que se han presentado desde el ámbito académico y profesional en el estudio y desarrollo de los CS, identificado dentro de este escenario cuatro problemáticas generales que se encuentran resumidas en la Figura 1. En primera instancia se presenta la descontextualización de los CS, es extenso el cuestionamiento que diversos investigadores hacen a la aplicación directa de SCEV a contextos de países completamente distantes a la realidad en que

fueron concebidos. Sosteniendo que un gran número de factores del entorno como el clima, la geografía, el gobierno, la cultura y su historia, obstaculizan el uso directo de los SCEV más reconocidos, a otros países diferentes al de origen, los cuales incluso pueden ser obstáculos al crear un sistema propio aplicable dentro de un mismo país (Banani, Vahdati y Elmualim 2013) Es por esto que algunos autores han respondido a esta problemática desarrollando certificaciones propias que se adaptan a su contexto (Ali y Al Nsairat 2009; Zarghami, Fatourehchi y Karamloo 2019; Banani, Vahdati y Elmualim 2013), otros como Mahmoud, Zayed y Fahmy (2019) han desarrollado SCEV con una mirada global, genérica, en la que los pesos que se le otorgan a los CS se adaptan a la realidad de cada contexto. Y otros han evaluado comparativamente estos SCEV propios con los sistemas extranjeros, concluyendo que con la aplicación de las herramientas de certificación locales se obtienen resultados más positivos y a la vez se presentan menos dificultades en su aplicación (Verdaguer, Soust, M. B.; Llatas, Oliver 2013; Mendes Grünberg, Farias de Madeiros y Tavares 2014; Fastofski, González y Kern 2017)

En segundo lugar, si bien desde las diferentes metodologías de evaluación de edificaciones sostenibles, se han venido adoptando CS que respondan al ciclo completo de vida de las edificaciones. Sigue existiendo un vacío en este aspecto, en especial debido a la poca consideración de las últimas etapas del ciclo de vida de las edificaciones en la mayoría de las metodologías de evaluación de edificaciones sostenibles, donde las etapas de mantenimiento, demolición y disposición son las menos consideradas en el panorama, especialmente demolición, para la que sólo el 26% de dichas metodologías contemplan esta etapa (Díaz López et al. 2019)

Como tercera problemática, es de resaltar el esfuerzo que han hecho organizaciones como el comité TC 59/SC de la Organización Internacional para la Estandarización (ISO por sus siglas en inglés) y el comité CTN 198 de la Asociación Española de Normalización (UNE) con el desarrollo de estándares guía para la creación de indicadores de sostenibilidad relacionados con la construcción, así como el aporte de los SCEV, en la creación de los CS que los conforman. Sin embargo, con la proliferación de este tipo de iniciativas a favor del desarrollo sostenible, así mismo se han multiplicado de manera exponencial los CS para las edificaciones. Reduciendo la posibilidad de ser comparables entre sí (Herda, Autio y Lalande 2017) y complicando la tarea de elegirlos, yendo en contravía de la esencia misma de los indicadores, simplificar (García Navarro et al. 2009; Fernández-Sánchez y Rodríguez-López 2010)

Finalmente, la disparidad que existe entre los tres pilares de la sostenibilidad, para los CS en el panorama general, tanto en cantidad como pesos otorgados, se presenta como la problemática más debatida en el ámbito académico en los últimos años. En esta discusión, investigadores como Mattoni et al. (2018) e Illankoon et al. (2017) plantean en primera instancia, que la heterogeneidad de los pesos que se otorgan a las diferentes categorías en la mayoría de los SCEV, genera vacíos en otras, haciendo en algunos casos que los tres pilares de la sostenibilidad no queden cubiertos. Sumado a lo postulado por Herda, Autio y Lalande (2017), quienes resaltan que aunque existe una tendencia de ampliar el alcance de los SCEV más allá de los aspectos ambientales, como la energía operacional de un edificio, y se profundiza más en los aspectos socio-económicos, sigue presentándose un desequilibrio. En promedio sólo el 32% de los SCEV incluyen CS de la categoría socio-económica, mientras que otras como energía o agua están cubiertas en un 100% por los SCEV más recurrentes a nivel global (Díaz López et al. 2019)

Este vacío que existe de CS en los ámbitos social y económico, se hace más relevante para los países en vía de desarrollo. Para los cuales, como sostiene Zarghami, Fatourehchi y Karamloo (2019), los impactos sociales y económicos tienen mayor relevancia, en comparación a los impactos medioambiental de una edificación. Situación que se ha visibilizado en los últimos meses para el contexto latinoamericano, contexto en el que se enmarca la presente investigación. A finales del “(...) 2019, en varios países latinoamericanos, multitudes han salido a marchar masivamente para expresar su descontento, reclamando a los gobiernos por el estancamiento económico, corrupción, desigualdad y problemas nacionales más específicos”(CNN en Español 2019)

Adicionalmente, los SCEV más recurrentes como BREEAM (Building Research Establishment Evaluation Method), LEED (Leadership in Energy & Environmental Design), CASBEE (Comprehensive Assessment System for Built Environment Efficiency) y la certificación española VERDE, provienen de países desarrollados, países con estándares de calidad de vida mayores en comparación a los países en vía de desarrollo, por ende las necesidades básicas humanas responden a diferentes aspectos para estos dos contextos. (Zarghami, Esmail; Azemati, Hamidreza; Fatourehchi, Dorsa; Karamloo 2018)

Para el contexto colombiano la situación no dista de las problemáticas aquí identificadas, en éste LEED es el SCEV que lleva la delantera en número de edificaciones a nivel nacional, con 171 proyectos certificados y 207 en proceso, lo que equivale a 15.693.443m<sup>2</sup> (USGBC 2019). Así mismo, se encuentra el SCEV nacional para vivienda, Referencial CASA, el cual entró en vigencia en la segunda mitad del 2018, por iniciativa del Concejo Colombiano de Construcción Sostenible (CCCS) y que para hoy cuenta con 2.200 unidades de vivienda en proceso de certificación (Consejo Colombiano de Construcción Sostenible (CCCS) 2019) Por último, se considera el Programa de Reconocimiento “Bogotá Construcción Sostenible” (BCS), el cual busca incentivar la construcción de edificaciones sostenibles en Bogotá. Como se observa en la Tabla 1, la cual sintetiza las categorías y pesos de los SCEV mencionados, éstos sólo coinciden en dos (2) categorías y ocho (8) CS; así como los pesos que se les otorga o la representatividad que se les da a cada una de éstas resulta bastante dispar.

Así mismo, el vacío de CS relacionados a aspectos sociales y económicos es evidente, sólo Referencial CASA y BCS consideran una categoría que cubra aspectos sociales, contemplando entre las dos tan sólo tres CS. Así mismo, en relación a los pesos otorgados, para LEED y Referencial CASA, es la energía la categoría con mayor peso. Si bien BCS propone una jerarquización diferente, siguen reluciendo las categorías vinculadas a aspectos medioambientales. Lo anterior, además de complejizar tanto la elección como la priorización de los CS a considerar para el diseño, construcción y/o evaluación de las edificaciones sostenibles, deja en evidencia la inexistencia de CS unificados para el contexto colombiano, que cobijen los tres aspectos de la sostenibilidad.

**Tabla 1. Comparativo de categorías, peso y cantidad de criterios considerados en los SCEV para el contexto colombiano**

LEED (BC+C v4)			CASA (v2.0)			BCS		
Categorías	Peso (%)	Cantidad de criterios	Categorías	Peso (%)	Cantidad de criterios	Categorías	Peso (%)	Cantidad de criterios
Proceso integrador (PI)	0,9	1	Proceso integrativo de diseño (PID)	2,0	1	Biodiversidad (B)	7,7	2
Localización y transporte (LT)	17,5	7	Sostenibilidad en el entorno (SE)	16,0	6	Implantación (I)	18,6	6
Parcelas sostenibles (PS)	8,8	7	Sostenibilidad en obra (SO)	4,0	4	Infraestructura (INF)	8,2	3
Eficiencia en agua (EA)	10,5	7	Eficiencia de recursos (ER)	2,0	1	Social (S)	1,8	1

Energía y atmósfera (EYA)	30,7	11	Eficiencia en agua (EA)	15,0	4	Diseño (DI)	13,6	6
Materiales y recursos (MR)	12,3	7	Eficiencia en energía (EE)	19,0	2	Sistema constructivo (SC)	12,7	5
Calidad ambiental interior (CAI)	14,0	10	Eficiencia en materiales (EM)	17,0	4	Energía (EN)	5,5	2
Innovación (IN)	5,3	2	Bienestar (B)	16,0	5	Agua (AGU)	31,8	2
-			Responsabilidad social (RS)	9,0	2			
<b>8 Categorías</b>	<b>100</b>	<b>52</b>	<b>9 Categorías</b>	<b>100</b>	<b>29</b>	<b>8 Categorías</b>	<b>100</b>	<b>27</b>

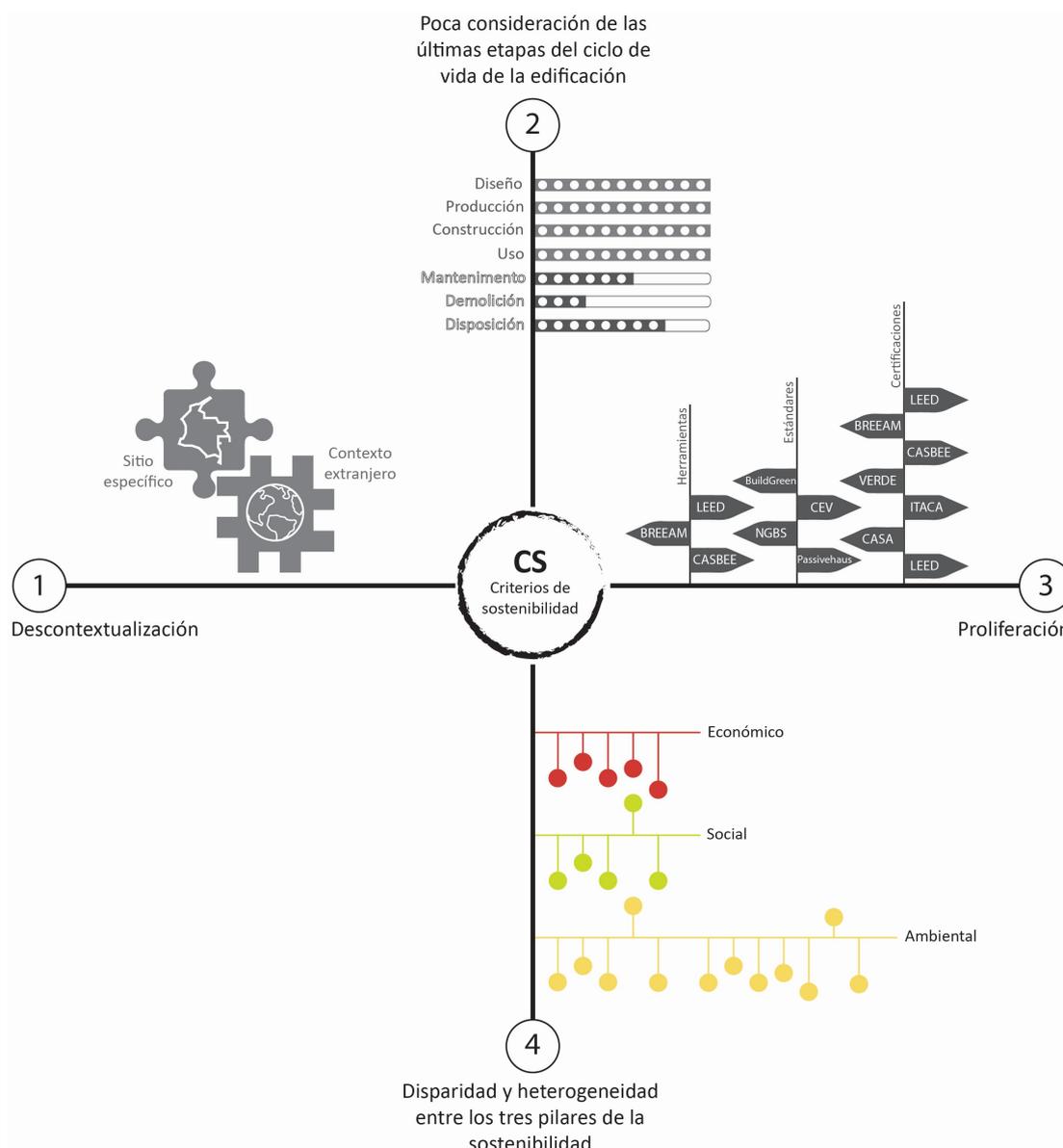


Figura 1. Resumen problemática

## 1.2. Relevancia del problema

“(…) la sustentabilidad en la edificación se sitúa hoy como sinónimo de un nuevo estándar de calidad, al aportar valor por la mejora de calidad de vida de los usuarios, así como también por los beneficios ambientales y el mayor valor como activo inmobiliario” (Cooperación de Desarrollo Tecnológico (CDT) 2015) Sin embargo, establecer qué debe alcanzar una edificación sostenible en el contexto colombiano tiene algunas complicaciones. Como se mencionó en el anterior apartado, Colombia actualmente no cuenta con un set de CS unificado, que garantice cubrir los tres pilares de la sostenibilidad y que sea pertinente para su contexto. Esta afirmación se fundamenta no sólo por la falta de unidad en los CS que contemplan los SCEV y disparidad general en los pesos que se les otorgan. Las inquietudes se relacionan también con el peso que se le da a los CS relacionados a la demanda energética y la falta de CS que cubran el aspecto social, aspecto de gran relevancia para la realidad colombiana.

Comúnmente, cuando se aborda la sostenibilidad en las edificaciones se parte hablando del consumo de energía que estas conllevan y las emisiones de gases efecto invernadero (GEI) que la generación de esta energía provoca. Es por esto, que para la mayoría de los SCEV a nivel mundial e incluso las contempladas en el contexto colombiano, la energía es un ítem bastante representativo. Son múltiples las publicaciones que dentro de su introducción se fundamentan en este aspecto, situación que se relaciona, por un lado, con realidades de países como España, países en donde por el mix de electricidad se genera un alto número de emisiones de GEI, ya que sus principales fuentes de energía son el gas y el carbón, representando un 31% y un 24% respectivamente (Ortiz, Castells y Sonnemann 2010b) Comparado con Colombia, país en el que la mayor parte de la energía eléctrica es generada en plantas hidroeléctricas, representado el 85.73% del total de la electricidad generada, por lo que sus emisiones de CO<sub>2</sub> son bastante más bajas (Subdirección de energía eléctrica grupo generación 2017)

Por otro lado, las condiciones climáticas y los hábitos culturales de cada país también influyen fuertemente en fortalecer o debilitar este argumento, de acuerdo al contexto que se refiera. Por ejemplo, en el caso chileno, la fase más importante en cuanto a demanda energética dentro del ciclo de vida de una vivienda, es sin duda la fase de uso y funcionamiento de la misma (Muñoz et al. 2012) Esta afirmación muestra que el impacto del consumo energético durante la etapa de

habitación en países con condiciones climáticas cambiantes y más extremas, son mucho mayores al necesitar de sistemas de calefacción o enfriamiento. Como ocurre de nuevo con el caso español, en el que la demanda de energía anual en la etapa de habitación la predominan los sistemas de calefacción y enfriamiento, considerando además que éstos se alimentan de combustibles o fuentes de energía contaminantes. Mientras para ciudades como Bogotá, por condiciones climáticas estos sistemas no son requeridos, por ende no significan demanda alguna (Ortiz, Castells y Sonnemann 2010b)

Por otro lado, un aspecto reiterativo en el panorama de los CS en el contexto colombiano y el panorama mundial en general, es la falta de profundización en el aspecto social de las edificaciones y su entorno (Olakitan Atanda 2019) Para países en desarrollo CS de este tipo deberían tener más relevancia dentro del conjunto que se adopte, como lo visibiliza el estándar ISO 21929-1:2011 y las Naciones Unidas, estableciendo una diferenciación cuando se trate de países en desarrollo como Colombia, para los que sostienen que los que aspectos como el empleo, la salud, la inclusión, la superación de la pobreza, la creación de trabajo, la prevención de la pérdida del medio de subsistencia y la accesibilidad, suelen tener una mayor prioridad para los residentes y quienes hacen las políticas (Herda, Autio y Lalande 2017)

Para Colombia, como para Latinoamérica y el Caribe en general, la situación de inequidad y segregación social son altas, al igual que el índice de pobreza multidimensional (IPM), para Colombia este se encuentran alrededor del 20% de la población total (Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE) 2019) Situación que se intensifica por un lado, por el número de habitantes con el que cuenta, número que actualmente bordea los 50 millones de habitantes (Departamento Administrativo Nacional de Estadística DANE 2019b) Por otro lado, por el fenómeno de violencia al que se vio sometido el país en los últimos años y que generó desplazamientos involuntarios al interior del país de las zonas rurales, así como el hecho social de reinserción de actores del conflicto, significa a su vez retos importantes para el país.

Con lo anterior, no sólo se visibiliza la necesidad de identificar los CS pertinentes al contexto colombiano, sino que se hace tangible la inquietud fundada frente a las jerarquías que se les dan en los SCEV, normativas y guías a las que se remite el país en términos de edificación sostenible, inquietud que adicionalmente, desde el ámbito académico ha sido poco explorada para este

contexto. Ante este panorama, se hace necesario precisamente indagar en aspectos que generalmente se han venido dando por sentado a la hora de evaluar o diseñar una edificación sostenible en Colombia, aspectos que si se evalúan a fondo pueden ser resignificados, descartados o evidenciar realidades que tenemos ante nuestros ojos y pueden transformarse en oportunidades, para hacer edificaciones en Colombia coherentes con su entorno, finalmente sostenibles.

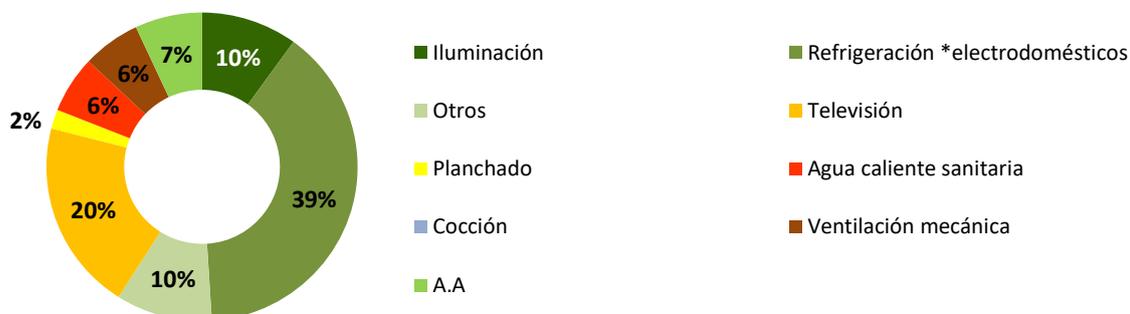
El objetivo de la presente investigación no es entonces la creación de CS, sino la selección y valoración de éstos bajo parámetros no explorados en el ámbito académico y en los SCEV existentes en general, enfrentándolos a las problemáticas y particularidades más relevantes para la ciudad de Bogotá, vinculadas a la vivienda multifamiliar en altura, desde el ámbito medioambiental, social y económico. Buscando establecer relaciones e identificando oportunidades no exploradas en los CS sometidos a evaluación, pretendiendo obtener un set unificado y simplificado, que pueda servir como documento referencial para el diseño, construcción y/o evaluación de edificaciones sostenibles en el contexto bogotano. Se presentará como un paso preliminar de orientación en la identificación de directrices que debieran ser consideradas en relación a la sostenibilidad en Colombia, a partir del cual podrían desarrollarse futuras investigaciones que profundicen en cada uno de los CS y en su aplicación a diversas tipologías y ciudades con contextos similares.

### 1.3. Hipótesis

El set de CS recurrentes para aplicarse a la vivienda multifamiliar en Colombia, no es pertinente al contexto, no es suficiente y no garantizan que con su implementación se alcance una edificación sostenible, al no considerar el desempeño social y económico de las edificaciones. Mediante la revaloración y complementación de dicho set, enfrentándolo a las problemáticas y particularidades del contexto, así como al marco normativo y a un caso tipificado de vivienda multifamiliar, se podrán visibilizar las falencias del conjunto de CS al que actualmente se recurre para el diseño, desarrollo y/o evaluación de edificaciones sostenibles en el contexto.

Las particularidades del contexto de estudio mencionadas anteriormente, presentan indicios que algunos de los CS recurrentes probablemente necesitarán replantearse, otros aparecerán en el panorama y en otros deberá profundizarse. Por ejemplo, los CS relacionados con la demanda energética de las edificaciones resultan sobrevalorados para el contexto de edificación sostenible para Colombia, especialmente cuando se remite a ciudades como Bogotá, en la que, por condiciones climáticas y culturales, los equipos de acondicionamiento térmico no representan demanda alguna. Como se observa en estudios realizados por la Unidad de Planeación Minero Energética (UPME) son la iluminación y el calentamiento de agua sanitaria, las actividades que representan mayores porcentajes de demanda en el sector residencial urbano, 11% y 7% respectivamente (Figura 2) Lo que lleva a suponer que CS que privilegien el uso de iluminación natural, manteniendo las condiciones de confort de los ocupantes, o incentiven el uso de sistemas alternativos para calefacción de agua sanitaria, deberían ser el foco del ámbito energético.

**Figura 2. Consumo promedio de energía eléctrica por destino para el sector urbano en Colombia.** Fuente: (Ministerio de Minas y Energía Gobierno de Colombia; Unidad de Planeación Minero Energética -UPME 2016)



CS pertenecientes al ámbito social, serían una novedad para el escenario actual de las edificaciones sostenibles en contexto de estudio. La participación de la comunidad en la toma de decisiones de diseño, la implementación de espacios creativos que generen oportunidades, el diseño de espacios comunes que aumenten la interacción social, son algunos de los CS para los que (Olakitan Atanda 2019) identifica para su consideración en este campo.

A partir de valoraciones como éstas se podrá obtener un conjunto de CS unificado que responda a la vivienda multifamiliar en altura en Colombia, en el que evidentemente los CS relacionados al ámbito medioambiental se reducirán y los pertenecientes al ámbito social y económico tomarán más peso, equilibrando el set objetivo. Obteniendo un panorama como el que se pretende representar en la Figura 3.

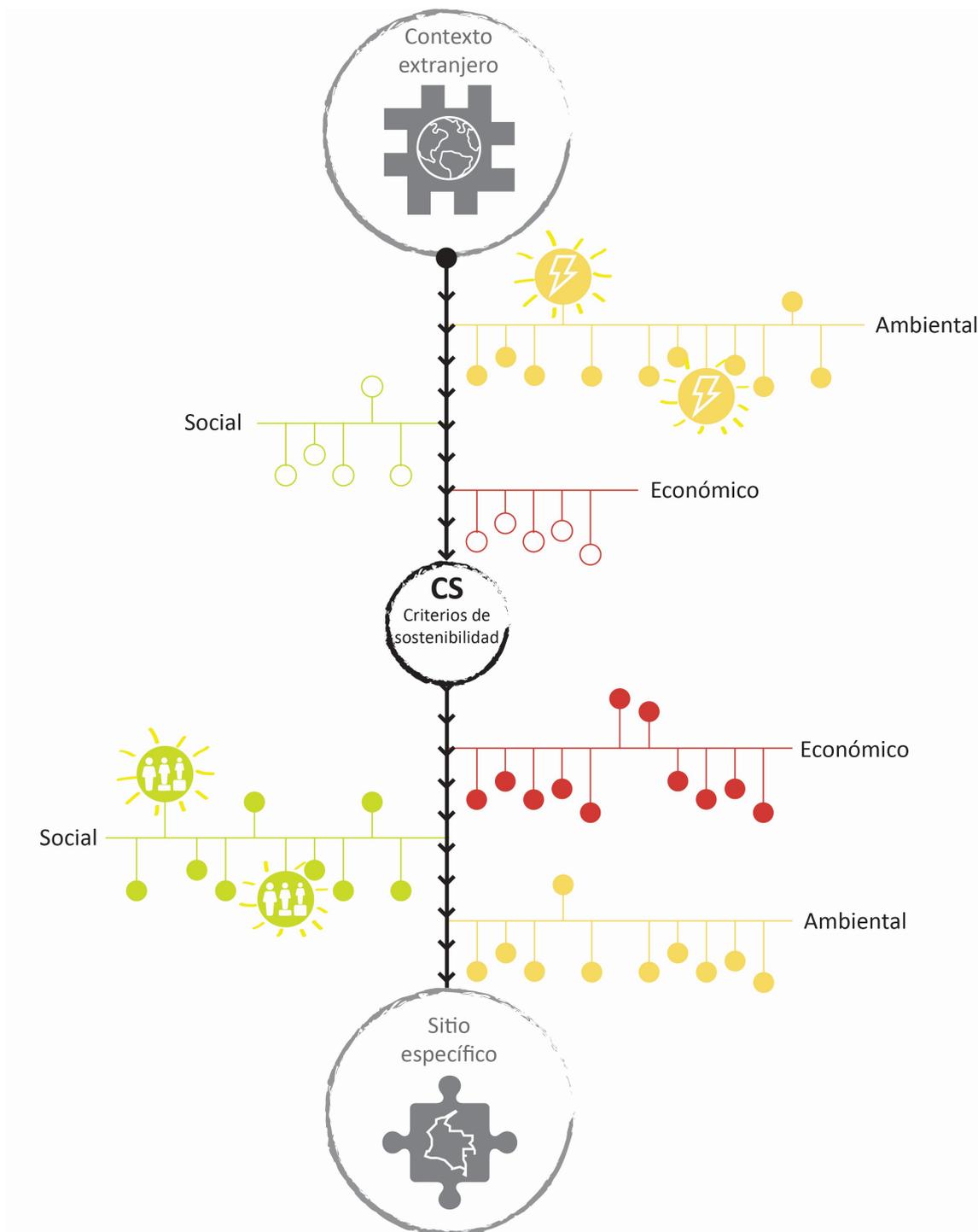


Figura 3. Resumen relevancia del problema

#### **1.4. Objetivo general**

Proponer un set de CS fundamentales, correspondientes a las primeras fases de un proyecto arquitectónico, que sirva como marco de referencia para el diseño, construcción y evaluación de edificaciones sostenibles de vivienda multifamiliar en altura para la ciudad de Bogotá.

#### **1.5. Objetivos específicos**

**Objetivo 1:** Reunir y unificar los CS que componen el set actual para el diseño, construcción y evaluación de edificaciones sostenibles de vivienda multifamiliar en altura para Bogotá, contenidos en los SCEV recurrentes y/o pertinentes al contexto, con el fin de establecer el listado base de CS que será evaluado posteriormente.

**Objetivo 2:** Seleccionar los CS que deben ser descartados para el contexto evaluado, enfrentando dichos CS a la normativa, particularidades del contexto y aplicabilidad a las primeras etapas de un proyecto, garantizando que los CS a evaluar en la siguiente fase sean pertinentes y aplicables al contexto analizado.

**Objetivo 3:** Contrastar los CS identificados y depurados, con las problemáticas del contexto, identificadas en documentos desarrollados por entes gubernamentales, con el marco normativo y con un caso de estudio de vivienda multifamiliar tipificado. Con el fin de identificar los puntos de desequilibrio o insuficiencia del conjunto de CS evaluados a la hora de aplicarlos al contexto y así descartar los CS que no resulten fundamentales, adicionar los que hagan falta y finalmente establecer una priorización entre ellos.

**Objetivo 4:** Enfrentar el set de CS resultante a la valoración de los actores del sector buscando evaluar la aplicabilidad de dicho set al contexto evaluado.

## 1.6. Metodología

### 1.6.1. Metodologías de selección de criterios de sostenibilidad

Existen múltiples maneras de enfrentarse a la selección de los CS a considerar para la evaluación de edificaciones sostenibles. En la literatura relacionada, se encuentran diversos acercamientos en los que es común establecer una metodología secuencial, compuesta por etapas en las que se van depurando los CS hasta finalmente alcanzar, en muchos casos, la jerarquización de los mismos. Estas etapas se pueden resumir a grandes rasgos en tres, una primera de identificación, una segunda de depuración y una tercera de jerarquización.

En la primera etapa, la mayoría de los investigadores recurren a los SCEV y/o a la literatura científica como fuentes principales de indicadores y CS (Karji et al. 2019; Zarghami, Fatourehchi y Karamloo 2019; Tanguay et al. 2010; Olakitan Atanda 2019; Mateus y Bragança 2011; Mendes Grünberg, Farias de Madeiros y Tavares 2014; Kamali y Hewage 2015) En menor medida, investigadores como Fernández-Sánchez y Rodríguez-López (2010), han vinculado entrevistas a los actores del sector involucrados, entrevistas a expertos, lluvia de ideas y diagramas de causa y efecto, como metodologías para el levantamiento de los CS posibles. Hacerse de varias fuentes permite responder a un espectro más amplio de los factores que se vinculan a la edificación sostenible. Pues aunque es cierto que los SCEV, conociendo sus limitaciones, pueden ser un buen punto de partida para el desarrollo de nuevos marcos de referencia para la evaluación de edificaciones sostenibles (Zarghami, Fatourehchi y Karamloo 2019), ninguna metodología de evaluación de edificaciones sostenibles puede, por sí sola, evaluar todos los aspectos relativos a la sostenibilidad en las edificaciones (Díaz López et al. 2019)

Para la segunda fase, también se presentan diversas técnicas y metodologías que permiten reducir y consolidar el set en construcción. Las más comunes buscan la regulación de los CS, unificando los similares en uno sólo e identificando las categorías similares para considerar las categorías “macro” que sean comunes (Olakitan Atanda 2019; Karji et al. 2019; Díaz López et al. 2019) Otras adicionalmente recurren a teorías estadísticas como el principio de Pareto (80-20); metodologías más complejas como la técnica Delphi (Olakitan Atanda 2019); u otras similares que también vinculan profesionales expertos para el análisis de éstos (Zarghami, Esmaeil; Azemati, Hamidreza; Fatourehchi, Dorsa; Karamloo 2018)

Para la última fase, en la mayoría de las investigaciones, cuyo objetivo bien sea adaptar un SCEV a cierto contexto o desarrollar un marco referencial para evaluación y diseño de edificación sostenibles, se busca establecer una jerarquía dentro del mismo set de CS (Zarghami, Fatourehchi y Karamloo 2019; Olakitan Atanda 2019; Fernández-Sánchez y Rodríguez-López 2010; Mendes Grünberg, Farias de Madeiros y Tavares 2014) En relación a esta etapa sobresale un método comúnmente implementado, el Proceso Analítico Jerárquico (AHP por sus siglas en inglés), método multi-criterio desarrollado Thomas L. Saaty publicado en 1980. Este se compone por tres principios, descomposición, juicio comparativo y síntesis y priorización, que finalmente permite establecer un peso final para cada criterio evaluado; para llevar a cabo este proceso se recurre generalmente a la valoración de juicio experto. Así mismo, en este escenario también se presentan otras metodologías como la realización de encuestas, a expertos igualmente, en las que se pide calificar mediante la escala de *Linkert* cada uno de los CS; a partir de los resultados se obtiene también una jerarquización, apoyada luego en encuestas a residentes y expertos de la industria, bajo la misma escala señalada (Karji et al. 2019)

Por último, un aspecto que vale la pena resaltar, es la importancia de vincular dentro de los procesos de selección de CS para un contexto específico, a los actores involucrados en todo el ciclo de vida de las edificaciones. Investigadores como Mascarenhas, Nunes y Ramos (2014) plantean que la participación de los actores del sector en la conceptualización y desarrollo de los CS es fundamental, pues serán quienes finalmente valoren o los apliquen. Entender sus roles, expectativas e intereses en torno a una edificación debería ser una competencia clave para el sector de la construcción (Herazo y Lizarralde 2016) Al hablar de estos actores, no se refieren a los actores obvios como arquitectos y constructores, de acuerdo a Herda, Autio y Lalande (2017), es necesario redefinir los actores que participan en el sector de la construcción y el diseño, incluyendo no sólo a los profesionales vinculados, los desarrolladores y al gobierno como regulador, sino también a la comunidad interesada y que se verá afectada en toda su extensión socioeconómica (edad, ingresos, cultura) Pues, de acuerdo a la definición adoptada por Herazo y Lizarralde (2016), “un actor es cualquier grupo o individuo que pueda afectar o verse afectado por un proyecto edificatorio” (traducción propia)

### 1.6.2. Metodología propuesta

La presente investigación se llevará a cabo en cuatro fases, tres de éstas responden a la metodología comúnmente aplicada en la literatura científica revisada, identificación, depuración y jerarquización. Sin embargo, la fase de jerarquización se divide en dos partes, una primera que se realiza previamente a partir de un análisis cualitativo con base a la revisión bibliográfica y una segunda en la que se contrasta tanto la jerarquización como la selección de los CS con la valoración por parte de los actores del sector. Las etapas se desglosan de la siguiente manera: en primer lugar de identificación de CS, una segunda de depuración, una tercera de priorización de CS y una cuarta de valoración de la priorización realizada. La metodología a utilizar será mixta, incluyendo revisión bibliográfica, identificación de los CS, evaluación de éstos enfrentados a las problemáticas y particularidades del contexto y la valoración por un panel de expertos y residentes de los CS elegidos. A continuación se describen en detalle las fases mencionadas, en la Figura 5 se resumen éstas.

#### ***Identificación y unificación de los criterios de sostenibilidad:***

Los CS a evaluar se tomaron de los tres SCEV con mayor relevancia en el contexto, LEED, Referencial CASA y el programa de reconocimiento “Bogotá Construcción Sostenible” (BCS) De estos se identificaron sesenta (60) CS en total, luego de unificar y redefinir algunos CS que consideraban objetivos similares entre los SCEV. Estos se clasificaron en siete (7) categorías, partiendo inicialmente de las comunes para la mayoría de los SCEV (Sitio, Agua, Materiales, Energía, Calidad del Ambiente Interior) y añadiendo dos más, “innovación” y “social y económico” La primera para poder recoger todos los CS en el panorama y la segunda por ser uno de los aspectos que han tomado especial relevancia a lo largo del estudio.

Fuentes de información: Manual de aplicación Referencial CASA Colombia; Documento de ayuda para la aplicación de LEED v4 Diseño y construcción de edificios (LEED BD+C: Nueva construcción / Residencial / Multifamiliares de altura media); Documento Técnico de Soporte por el cual se establece el Programa de Reconocimiento “Bogotá Construcción Sostenible” (BCS)

**1er filtro: Depuración inicial**

En una fase de depuración, se descartaron diecinueve (19) CS bajo tres premisas: suprimir en primera instancia los que no pertenecieran a las etapas tempranas de un proyecto (diseño y coordinación técnica) Posteriormente, se eliminaron o sometieron a revalidación los CS que, dentro de sus requerimientos, establecieran algo similar a lo exigido en la normativa colombiana para las edificaciones. Por último, se eliminaron también los que consideraban el consumo de energía relacionado a las condiciones de confort térmico, o los que contemplaban algún aspecto relacionado con sistemas de enfriamiento o calefacción activos.

Fuentes de información: Marco normativo colombiano pertinente

**2do filtro: Correlación y Priorización**

Con el fin de garantizar que los CS contenidos en el set respondieran a los aspectos fundamentales a considerar en el diseño, desarrollo y/o evaluación de la vivienda multifamiliar bogotana, los CS resultantes de la etapa anterior son enfrentados a tres parámetros que buscaron representar el contexto bogotano. Así mismo, a partir de esta correlación se pudo establecer un peso para cada CS a partir del cual se definió su priorización dentro del set.

Los parámetros a los que se enfrentaron los CS en esta fase correspondían en primer lugar a las problemáticas y particularidades del contexto general, en segundo lugar a un caso de vivienda multifamiliar tipificado a partir de diversos casos existentes, y en tercer lugar a la normativa que pudiera complementar los CS evaluados. Dichos parámetros fueron levantados previamente según como se describe a continuación:

**Problemáticas y particularidades del contexto:** Las políticas públicas que se elaboren alrededor del sector de la construcción y la normativa que lo regula, cumplen un papel importante en el escenario de la construcción sostenible bogotana, pues son estos los que de una manera u otra la restringen o la incentivan. Por lo anterior, se realizó una revisión a la Política Pública de Ecurbanismo y Construcción Sostenible (PPECS) para Bogotá y a la última revisión del Plan de Ordenamiento Territorial (POT) de la ciudad, buscando identificar en ellos las principales problemáticas y retos del contexto que pudieran responderse a partir de la vivienda multifamiliar. Esta revisión estuvo acompañada de consulta a estadísticas vigentes relacionadas a las mismas problemáticas encontradas y

consulta adicional de datos e informes realizados por otras instituciones relacionadas. Así mismo, se profundizó en los dos aspectos, considerados desde el inicio como neurálgicos en la investigación, la desigualdad social en Colombia y el escenario del consumo energético en la vivienda multifamiliar bogotana. Como resultado se obtuvieron veintitrés (23) problemáticas y particularidades, enmarcadas en los tres ámbitos de la sostenibilidad (ambiental, económico y social)

Fuentes de información: Secretaría Distrital de Planeación (SDP), Secretaría Distrital de Ambiente y Hábitat, Documento de revisión del Plan de Ordenamiento Territorial (POT) de Bogotá, Documento Técnico de la Política Pública de Ecurbanismo y Construcción Sostenible (PPECS), Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE), Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM), INRIX.

**Caso de estudio tipificado:** Por medio de la consulta de las estadísticas relacionadas al sector de la construcción de la vivienda multifamiliar en la ciudad de Bogotá, se identificaron las características más recurrentes, estableciéndolas como las condiciones de borde. Posteriormente, se identificaron los proyectos de la oferta inmobiliaria actual que se enmarcaran en esas características, identificando veintiséis (26) proyectos de vivienda multifamiliar para Bogotá. Finalmente, se construyó un caso de estudio tipificado que recogiera las características generalizables a la muestra, garantizando que representara la realidad de la oferta actual. Los aspectos considerados para la construcción del caso de estudio fueron: área privada promedio, área privada por alcoba, número de alcobas, tipologías de apartamentos, número de estacionamientos por unidad de vivienda, porcentaje de área verde, número de torres, número total de apartamentos, número de apartamentos por piso, espacios comunes y condiciones de ambiente interior de las viviendas relacionadas al acceso a la iluminación y a la ventilación natural.

Fuentes de información: Información comercial y planimetría correspondiente de veintiséis (26) proyectos de vivienda multifamiliar, estrato tres (3), de veinte (20) inmobiliarias, ubicados en diferentes localidades de Bogotá de acuerdo a oferta.

**Normativa:** Fernández-Sánchez y Rodríguez-López (2010) resaltan en su investigación la importancia de la revisión de la normativa aplicable a cada caso de estudio, pues por medio de ésta se aterriza la implementación de los indicadores y criterios de sostenibilidad a las condiciones reales de cada país. Por lo anterior, la normativa fue también un factor importante para esta etapa, considerando la normativa identificada en la fase inicial de depuración.

Fuentes de información: Marco normativo colombiano pertinente.

La correlación de los CS obtenidos hasta esta fase con los parámetros mencionados tuvo dos objetivos, el primero fue identificar los CS fundamentales para el contexto y el segundo, priorizarlos de acuerdo a ciertos criterios de análisis. Como resultado se descartaron doce (12) CS y se estableció la jerarquía para los veintinueve (29) restantes. Estos últimos fueron sometidos adicionalmente a un análisis cuantitativo y cualitativo, el cual pretendía suplir posibles desequilibrios en el set. Identificando CS adicionales, en literatura académica relacionada, que respondieran a las necesidades que no se estaban considerando hasta esta fase. Como resultado se añadieron ocho (8) CS, resultando treinta y siete (37) CS en total.

### **3er filtro: Valoración de actores del sector**

Por medio de encuestas a un panel de expertos y residentes de la ciudad de Bogotá, representando a los usuarios finales, se buscó conocer la valoración de los CS compilados, así como validar su suficiencia por parte de los actores del sector. Se aplicaron en total treinta y siete (37) encuestas, dieciséis (16) a expertos y veintiún (21) a residentes.

Para lograr dicho objetivo se desarrollaron dos modelos de encuestas con enfoques diferentes, respondiendo principalmente a la subdivisión de las personas a encuestar en dos grupos. Una primera encuesta enfocada en los actores expertos en el ámbito de la construcción sostenible, esta manejó un lenguaje técnico y se enfocó en la validación y priorización de los CS bajo argumentos objetivos a partir de la experiencia particular de cada uno. El segundo modelo de encuesta respondía a residentes de la ciudad como usuarios finales, por ende el lenguaje utilizado buscó su fácil comprensión. Esta segunda encuesta buscó identificar aspectos subjetivos, que permitieran identificar las motivaciones de compra y arriendo que existen en el mercado de la

vivienda multifamiliar, enfocándolas en características de edificaciones sostenibles. Las encuestas contaron con diez (10) y nueve (9) preguntas respectivamente de tipo cualitativa y cuantitativa; éstas fueron desarrolladas en la plataforma web *survey monkey* y enviadas vía correo electrónico a cada uno de los encuestados, los formatos de las encuestas realizadas se encuentran en el Anexos F y G. Adicionalmente, se realizaron dos entrevistas abiertas a dos de los expertos encuestados que permitieron retroalimentar los resultados obtenidos.

Antes de aplicar dichas encuestas al público objetivo, se realizó una validación de la encuesta misma mediante una aplicación piloto a doce (12) personas, seis (6) expertos y seis (6) residentes de diferentes ciudades de Colombia, con el fin de evaluar que esta fuera clara y comprensible, y los términos utilizados correspondieran al conocimiento y experiencia de los futuros encuestados.

\*Actores implicados: Arquitectos, residentes de obra e ingenieros que trabajan en proyectos de vivienda multifamiliar, gestores urbanos, certificadores LEED o similar, académicos vinculados a la edificación sostenible, promotores inmobiliarios, residentes de diferentes estratos que vivan actualmente en la ciudad de Bogotá.

**Análisis de resultados y consolidación del set:** En la Figura 4 se pretende resumir el proceso llevado a cabo para el procesamiento de los resultados obtenidos de las encuestas realizadas. Para dicho proceso, se dividieron las preguntas en dos grupos, de acuerdo a dicha división se dio un tratamiento diferente a éstas. Para los resultados de las preguntas que pedían jerarquizar los CS sometidos a evaluación (1, 2, 3, 4, 5, 6, 7 y 10 en el caso de expertos y 2, 3, 4, 5, 6, 8 en el caso de los residentes), se aplicó el Test de Friedman, test que permitió establecer dos priorizaciones de los CS evaluados, que representaran la valoración de éstos por parte de los expertos y los residentes. Como resultado se obtuvo una priorización por grupo, ambas fueron contrastadas con la priorización obtenida en la fase de correlación y priorización. Lo anterior, con el fin de identificar aspectos comunes entre las percepciones de los actores del sector, frente a los CS aplicados en la vivienda multifamiliar y la priorización propuesta obtenida de manera objetiva. Adicionalmente, a partir de preguntas con estructuras diferentes (8 y 9 en el caso de los expertos y 1, 7 y 9 en el caso de los residentes) se identificaron otros aspectos cualitativos y cuantitativos que buscaron identificar aspectos de recurrencia, suficiencia y posibles barreras del set obtenido. Estas últimas

fueron procesadas individualmente y resumidas en gráficos de barras o interpretadas, en el caso de las cualitativas, para incluirse en el análisis y conclusiones.

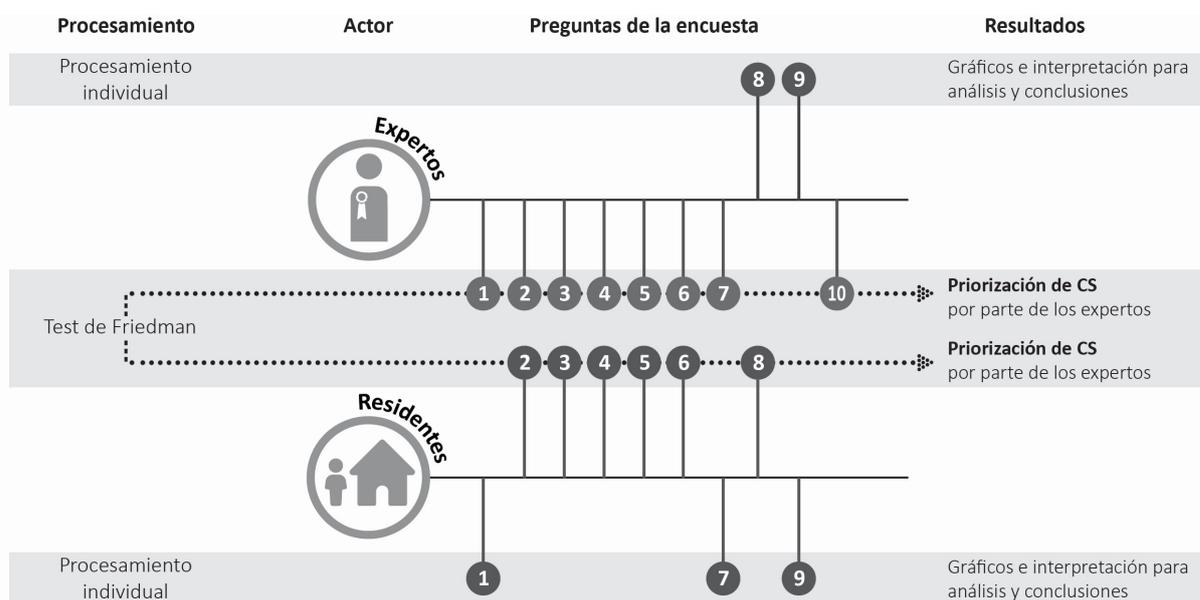


Figura 4. Procesamiento de respuestas de encuestas realizadas a expertos y residentes. Elaboración propia.

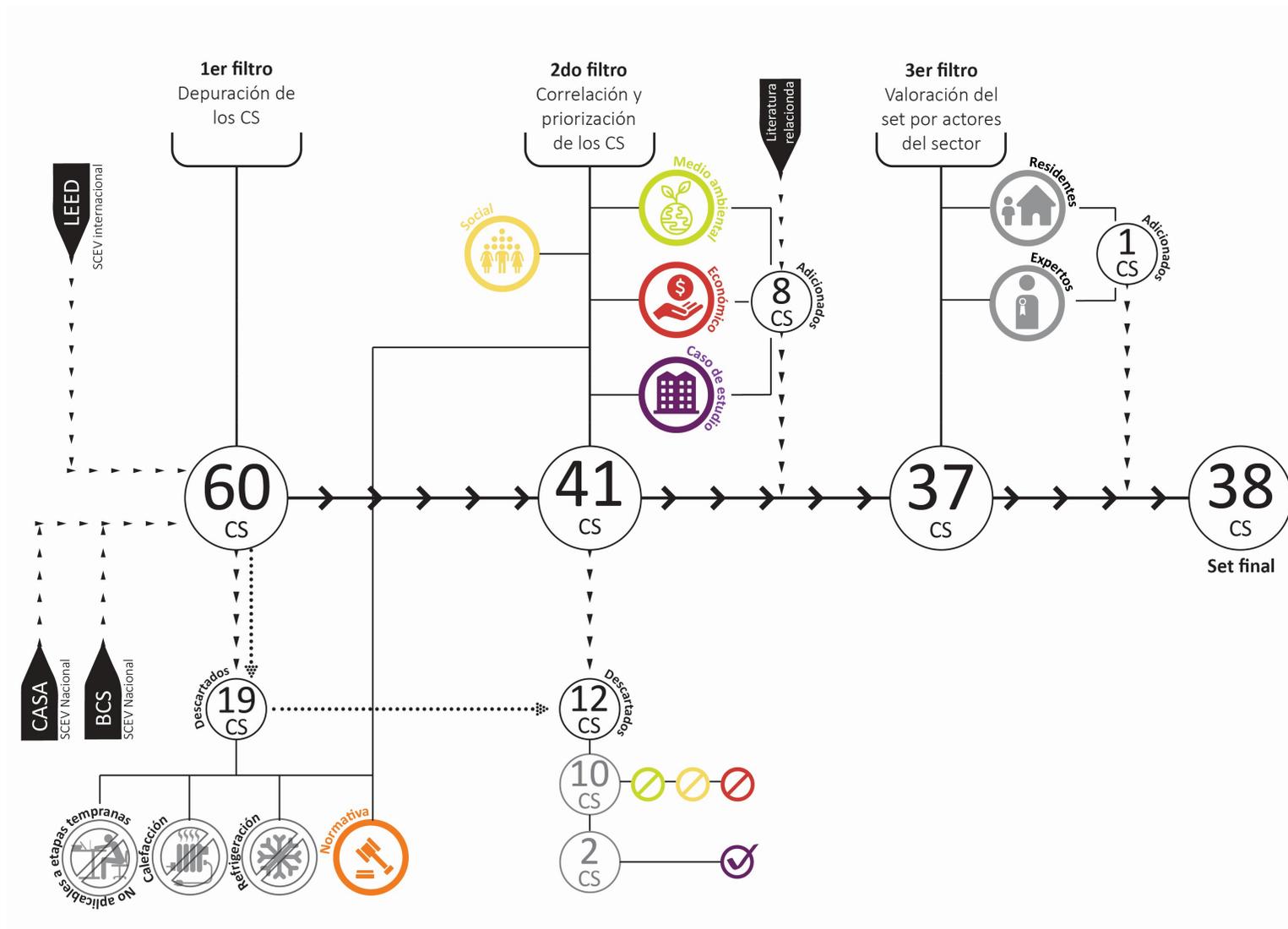


Figura 5. Resumen metodología. Elaboración propia

## Capítulo 2. Marco teórico

### 2.1. Indicadores de sostenibilidad

*Para evaluar la sostenibilidad de un proyecto, el primer paso es encontrar los indicadores de sostenibilidad para hacerlo Ali Karji et. Al (2019) (Traducción propia)*

Este primer paso se ha convertido en uno de los mayores retos que enfrenta la evaluación y medición de la sostenibilidad de las edificaciones (Fernández-Sánchez y Rodríguez-López 2010) Según el estándar internacional ISO 21929-1, los indicadores de sostenibilidad son cifras u otras medidas cualitativas o descriptivas que permiten simplificar la información sobre un fenómeno complejo, como por ejemplo el impacto medioambiental, de tal forma que sea fácil de entender y utilizar. Sus principales funciones son cuantificar, simplificar y comunicar, por ende pueden ser usados como ayuda a la hora de establecer un objetivo, monitorear los cambios en una edificación a lo largo del tiempo o, como una de sus funciones más importantes, servir de ayuda en la toma de decisiones, pues los indicadores de sostenibilidad tiene el potencial de mostrar una tendencia (International Organization for Standardization 2011) Adicionalmente, Herda, Autio y Lalande (2017) han identificado otros objetivos, diferentes a los tradicionales, como por ejemplo verificar el cumplimiento de las normativas nacionales e internacionales; aprovecharse como una herramienta educativa que permita visibilizar los impactos de una edificación; fortalecer la colaboración de los actores involucrados y demostrar a los consumidores los credenciales de consumo de diferentes recursos de su edificio.

Con la firma de acuerdos internacionales como la Agenda 21, los Objetivos del Desarrollo Sostenible de las Naciones Unidas, el Acuerdo de Kioto, entre otros, ha surgido la necesidad de medir el impacto que cada país genera en su entorno, en una menor escala, los impactos que los diferentes sectores generan. Existen indicadores de sostenibilidad para medir diferentes aspectos relacionados a acciones puntuales, diversos sectores económicos, hasta el desarrollo de un país. Para el sector de las edificaciones, sector que atañe al presente estudio, son múltiples los indicadores de sostenibilidad que se han desarrollado, en primera instancia en países desarrollados, seguidos ahora por los países en vía de desarrollo (Sharma 2019) Como señala Díaz López et al. (2019) estos indicadores se encuentran contenidos en tres grupos, los sistemas de evaluación, como LEED; los estándares de sostenibilidad, como el estándar alemán *Passivhaus* y

las herramientas computacionales, las cuales permiten evaluar aspectos específicos de las edificaciones, como ATHENA™, herramienta canadiense que permite comparar escenarios alternativos de diseño, incorporando consideraciones medioambientales desde la fase inicial de un proyecto.

Con la necesidad de medir los impactos que las edificaciones generan en su entorno, ha ido creciendo el estudio de dichos indicadores de sostenibilidad a nivel mundial. Presentándose por un lado, investigadores preocupados por el estudio de los indicadores de sostenibilidad contenidos en las diferentes fuentes, con el fin de establecer indicadores comunes para todos los países o profundizar en su aplicación local, destacándose los que se han enfocado en los SCEV, comparándolos o simplemente estudiándolos a profundidad. (Díaz López et al. 2019; Mattoni et al. 2018; Illankoon et al. 2017; Herda, Autio y Lalonde 2017; Sharma 2019; Zuo y Zhao 2014; Quesada Molina 2014)

Por otro lado, es de resaltar la discusión que se ha venido planteando en el ámbito de la investigación científica, en torno a la aplicación de los diferentes indicadores de sostenibilidad contenidos en los SCEV más recurrentes, a países en vía de desarrollo, países que por lo general carecen de sistemas propios y por ende recurren a sistemas reconocidos internacionalmente (Pocock, Steckler y Hanzalova 2016; Fastofski, González y Kern 2017; Suzer 2015)

Finalmente, también se han presentado investigadores que han centrado sus estudios en la creación o análisis de las metodologías de selección de los indicadores y CS para proyectos y/o contextos específicos (Oyebanji, Liyanage y Akintoye 2017; Karji et al. 2019; Zarghami, Fatourehchi y Karamloo 2019; Fernández-Sánchez y Rodríguez-López 2010)

## **2.2. Sistemas de certificación como banco de criterios de sostenibilidad**

Los indicadores de sostenibilidad simplifican, cuantifican y comunican un impacto, sin embargo estos por sí solos no fijan objetivos, no establecen líneas base. Para conseguir una edificación sostenible en cualquier contexto, no basta sólo con conocer el impacto que ésta causa en su entorno, es necesario articular estos impactos con líneas base y objetivos que respondan a las necesidades y características particulares del entorno que se está viendo afectado.

Son los criterios de sostenibilidad (CS) los que hacen esta asociación, permitiendo por un lado, ser implementados como estrategias para alcanzar cierto grado de sostenibilidad, y por el otro, evaluar y valorar el comportamiento de una edificación en relación a los impactos que esta genera en los ámbitos social, económico y medioambiental del contexto en el que se encuentre. Los CS se componen de un propósito u objetivo el cual responde a lo que se quiere lograr con su implementación. Adicionalmente, cuentan con ciertos requerimientos en los que, por medio de indicadores de sostenibilidad, se establecen las líneas base sobre las cuales se certificará el alcance o no de dicho objetivo.

Díaz López et al. (2019) evaluaron treinta y seis (36) metodologías de evaluación para edificaciones sostenibles, que como se mencionó antes, clasificaron en tres grupos. De estos tres identificaron que, además de ser los SCEV los que se presenta mayores avances, son éstos los que recogen la mayor cantidad de CS por sí solos. Considerando lo anterior, serán los CS el objeto del presente estudio, para los que si bien, existen diversas fuentes a las que remitirse, se considerarán principalmente los contenidos en los diversos SCEV, enfocándose en tres que se mencionarán más adelante.

### **2.2.1. Sostenibilidad en el contexto de países en desarrollo**

*Principio 11: "(...) Los estándares aplicados por algunos países pueden ser inapropiados y de costo social y económico no garantizado a otros países, en particular a los países en desarrollo" Declaración de Río de Janeiro 1992*

Como identifican Herda, Autio y Lalande (2017), luego de casi tres décadas en las que han proliferado múltiples SCEV, la adaptación a las condiciones locales de este tipo de sistemas ha sido cada vez más recurrente. El principal motivo es evidenciado por Suzer (2015) con su afirmación, en la que establece que no es posible diseñar o evaluar una edificación sostenible, mediante CS que no reflejen la realidad del contexto en el que se aplica. Sin embargo, para países en vía de desarrollo como Colombia, los SCEV utilizados como herramientas de diseño y evaluación de edificaciones, suelen ser sistemas extranjeros, concebidos en un principio para ser usados nacionalmente y que luego se han extendido a nivel internacional, como el caso de LEED.

El primer obstáculo que se encuentra a la hora de diseñar, construir y/o evaluar una edificación sostenible, mediante la adopción directa de este tipo de SCEV (LEED, BREEAM, CASBEE), son las evidentes diferencias climáticas y topográficas de cada contexto. Sin embargo, cuando se habla de

la aplicación a países en vía de desarrollo surgen otros obstáculos que cobran mayor importancia. Como sostiene Zarghami, Fatourehchi y Karamloo (2019), para estos países los estándares de calidad de vida son menores comparado a los países desarrollados, por ende las necesidades básicas humanas responden a diferentes aspectos para estos dos contextos. En el caso de los países en desarrollo los impactos sociales y económicos tienen mayor relevancia, en comparación al hecho de reducir el impacto medioambiental de una edificación. Son contextos en el que aspectos como el empleo, la salud, la inclusión, la accesibilidad entre otros, suelen tener una mayor prioridad (Herda, Autio y Lalande 2017)

Algunos de los SCEV que plantean ser sistemas internacionales, han respondido a esta situación con acciones como la de LEED, implementando ciertos CS de prioridad regional, los cuales además de ser voluntarios, sólo hacen referencia a aspectos ambientales. Así mismo, han incluido una sección de créditos de innovación, dentro de los cuales, aunque consideran un espectro más amplio de CS económicos y sociales, siguen siendo voluntarios y su priorización no tiene correspondencia al contexto. A pesar de estos esfuerzos hechos por este tipo de SCEV, de aumentar la compatibilidad a diferentes regiones, no se ha logrado incorporar por completo aspectos sociales, económicos y culturales (Banani et al. 2016) que como resalta Pocock, Steckler y Hanzalova (2016), se ha vuelto el principal obstáculo para conseguir una edificación sostenible en países en vía de desarrollo.

En respuesta a esta situación, varios de estos países han optado por desarrollar sus propios SCEV nacionales, basados en las prioridades de cada país, como GRIHA (*Green Rating for Integrated Habitat Assessment*) en la India, LOTUS para Vietnam, FPHS en México, el sistema CVS (Certificación de Vivienda Sustentable) para Chile, Referencial CASA para Colombia, entre otros. Todas bajo una misma preocupación, contar con un enfoque de diseño y evaluación de edificios verdes que respalden las prácticas de diseño apropiadas a la cultura, sociedad y economía del contexto (Zarghami, Fatourehchi y Karamloo 2019) Este debate se extiende al ámbito académico, marcando una tendencia, en la que diversos investigadores han desarrollado SCEV nuevos o han hecho adaptaciones propias de otros SCEV, para países en vía de desarrollo como Irán, India, Arabia Saudí y Jordania, debido a las barreras mencionadas (Zarghami, Fatourehchi y Karamloo 2019; Reddy, Raj y Kumar 2018; Banani, Vahdati y Elmualim 2013; Ali y Al Nsairat 2009)

Han surgido también investigaciones que han buscado identificar el desempeño de estos SCEV, adaptados en de diferentes panoramas. Por un lado, (Mendes Grünberg, Farias de Madeiros y Tavares (2014) centraron su investigación en la identificación del SCEV que respondiera de una mejor manera al contexto brasilero analizando tres sistemas del contexto, LEED para vivienda, certificación extranjera; una adaptación del sistema francés al contexto brasilero llamado AQUA y el primer método de certificación desarrollado en Brasil llamado "Selo Casa Azul". Análisis que arrojó que, de los tres sistemas analizados, "Selo Casa Azul" es el que mejor responde al contexto enfrentado, en segundo lugar, AQUA y en tercer lugar LEED. Demostrando que entre más ajustado a la realidad sean este tipo de certificaciones, mejor será el resultado obtenido, al menos en la teoría. Por otro lado, Verdaguer, Soust, M. B.; Llatas, Oliver (2013) refuerzan esta conclusión, quienes al comparar LEED con HADES (adaptación de la herramienta SBTool a España), encontrando que se presentan menores dificultades en tipo y cantidad con la adopción de un sistema adaptado al contexto evaluado (HADES)

Es evidente que el diseño, desarrollo y evaluación, mediante la aplicación directa de los CS concebidos en un contexto diferente al de destino, no resultará en una edificación sostenible. Adicionalmente, es clara la tendencia en el ámbito académico y gubernamental, por parte de los países en vía de desarrollo, de desarrollar o adaptar SCEV a su contexto, en respuesta a esta problemática. Tendencia que resulta como única alternativa posible de incorporar aspectos que son comunes para los países en vía de desarrollo, y que no son considerados en estos SCEV. Finalmente, se ha demostrado que este tipo de adaptaciones o creaciones de sistemas propios arrojan un mejor resultado, no sólo en obtener o evaluar una edificación realmente sostenible, sino que facilitan su aplicación al contexto.

Para Colombia, en el contexto académico es casi nula la exploración de este tipo de debates. Si bien existen investigaciones como la de Burgos Sánchez et al. (2016), que comparan la aplicación de dos SCEV, no existe un real cuestionamiento o profundización en los CS usados actualmente. Por lo anterior, se hace urgente un análisis de tipo cualitativo que inicie este debate, que permita indagar y profundizar sobre cada una de las problemáticas fundamentales de la realidad colombiana, para extrapolarlas a los CS que se usan hoy en el diseño, construcción y evaluación de las edificaciones en Colombia, con el fin de hacerlas sostenibles. Permitiendo identificar aspectos antes no considerados y que alimentarán esta base de datos que se encuentra en crecimiento en

torno a las edificaciones sostenibles en países en vía de desarrollo, en las cuales las problemáticas sociales, culturales y económicas, deben tener sin duda protagonismo.

### **2.2.2. Sistemas de certificación: panorama general**

Teniendo definido que los SCEV serán el foco de análisis de la presente investigación y conociendo la discusión que existe alrededor de estos cuando se pretende aplicar a contextos diferentes, especialmente países en desarrollo, es importante también resaltar los aspectos de éstos que aportan a la construcción del listado de CS unificado que se quiere alcanzar. Como bien se decía, existe una amplia exploración en la literatura alrededor de los SCEV en la que, por medio de la aplicación de dichos sistemas a un caso de estudio, la creación de sistemas propios o la comparación de los diferentes sistemas que se encuentran en el panorama mundial, se han concluido e identificado algunos aspectos, los cuales servirán de línea base.

#### ***Categorías y criterios de sostenibilidad ¿Homogeneidad o heterogeneidad?:***

Como dice Mattoni et al. (2018) la heterogeneidad entre los diferentes SCEV es una situación que debe presentarse, pues es la manera en que cada uno de estos sistemas responde al contexto para los que fueron creados, es una natural consecuencia de la adopción de los CS locales. Si bien, algunas de las investigaciones mencionadas han defendido la heterogeneidad que debe existir entre los diferentes CS, así como sus pesos, es amplia la discusión que complementa esta postura. Autores como Mattoni et al. (2018) e Illankoon et al. (2017) plantean que debe existir una homogeneidad para ciertos aspectos en los SCEV, que permitan que los resultados obtenidos sean comparables, no sólo entre edificaciones del mismo contexto sino también a nivel internacional. Esta homogenización no puede confundirse con estandarización internacional, pues esta supone el riesgo de seguir cayendo en situaciones como la que motivó esta investigación.

Por un lado, Mattoni et al. (2018) alertan a no descuidar la desproporción que se presenta en muchos de los SCEV ampliamente implementados. Para muchos de éstos los pesos se atribuyen de manera tan desequilibrada, que una edificación puede llegar a certificarse únicamente cumpliendo con unos pocos CS o con los requisitos de una sola categoría, descuidando otros aspectos relevantes o incluso un pilar de la sostenibilidad por completo.

Por otro lado, para estos mismos autores, la homogeneidad debe estar en la incorporación de ciertos CS en los SCEV. En primera instancia, en su investigación establecen que debe existir una distinción entre los CS que son de orden global y los que son de orden local. Esta distinción la relacionan directamente con el impacto al que responden, por ejemplo, el calentamiento global es un aspecto que afecta globalmente, mientras que el aumento en la generación de islas de calor se reduce a un problema local. Deben existir ciertos CS universalmente aceptados, que por su impacto a una escala global, su preocupación a nivel mundial, debieran estar contenidos en cualquier set de CS que se implementase para la evaluación o proyección de una edificación. Establecer esta distinción e identificar los “criterios universales” es un aspecto pendiente en el ámbito académico, sin embargo, es coherente considerar la premisa planteada para la selección de los CS para el diseño, construcción o evaluación de una edificación.

Las categorías en las que se agrupan los CS han sido también un aspecto de relevancia en la literatura alrededor de los SCEV. Con el fin de compararlos objetivamente, diversos investigadores han recurrido a establecer las categorías comunes, macro-áreas o límite espacial, como las han llamado, en las que se deben clasificar los CS. En contraposición Zarghami, Fatourehchi y Karamloo (2019), aunque aceptan que los estándares de sostenibilidad trabajan de manera más eficiente cuando concuerdan en aspectos claves, defienden que este argumento se queda corto pues aunque "(...) las categorías propuestas en las herramientas más conocidas pueden representar los problemas más importantes de la sostenibilidad en términos generales, este acercamiento no es suficiente para desarrollar un nuevo marco de referencia para ciudades particulares en términos de sostenibilidad" (traducción propia - página 5)

Como resultado, aunque el objetivo de la mayoría de los investigadores ha sido homogenizar las categorías, existen diferentes posturas al respecto. Quesada Molina (2014) propone ocho categorías a los que él llama límite espacial, en los que enmarca los diferentes CS de cuatro SCEV. Asdrubali et al. (2015) llegan a definir cinco categorías por medio de las cuales compara dos SCEV (LEED, ITACA) estas las llama macro-áreas y responden a las categorías comunes entre ambas. Estas macro-áreas posteriormente fueron retomadas por Mattoni et al. (2018), quienes compararon cinco de los SCEV más reconocidas a nivel mundial (CASBEE, Green Star, BREEAM, LEED e ITACA) Para su caso, añaden una macro área llamada “calidad exterior”, con el fin de contar con una categoría aparte que recogiera aspectos como el calentamiento global o la emisión de contaminantes al exterior. Díaz López et al. (2019), por su lado, definieron a partir de la revisión de

diversas metodologías de evaluación de edificaciones sostenibles, diez categorías para identificar y contrastar los diferentes CS que consideraron en su estudio (32 metodologías de certificación). Por último, Zarghami, Fatourehchi y Karamloo (2019) luego de evaluar los principales SCEV y conocer la discusión actual frente al tema, decidieron usar una combinación de las categorías comunes como punto de partida, posteriormente realizaron un estudio de las categorías cruciales de sostenibilidad que respondieran al contexto, esto último por medio de la opinión de expertos, obteniendo finalmente once categorías. En la Tabla 2 se recogen y contrastan las categorías planteadas por cada uno de los investigadores citados.

**Tabla 2. "Macro categorías" identificadas por investigaciones relevantes en el estudio de SCEV. Elaboración propia.**

<b>(Quesada Molina 2014)</b>	<b>(Asdrubali et al. 2015)</b>	<b>(Illankoon et al. 2017)</b>	<b>(Mattoni et al. 2018)</b>	<b>(Díaz López et al. 2019)</b>	<b>(Zarghami, Fatourehchi y Karamloo 2019)</b>
<b>Sitio (1)</b>	Sitio (1)	Sitio (1)	Sitio (1)	Sitio y desarrollo sostenible (1)	Sitio y ubicación sostenibles (1)
<b>Agua (2)</b>	Agua (2)	Agua (2)	Agua (2)	Agua (2)	Eficiencia del agua (2)
<b>Energía y medioambiente (3)</b>	Energía (3)	Energía (3)	Energía (3)	Energía (3)	Eficiencia de la energía (3)
<b>Materiales y recursos (4)</b>	Materiales (4)	Materiales (4)	Materiales (4)	Materiales y consumo de recursos (4)	Materiales (4)
<b>Ambiente interior (5)</b>	Calidad del ambiente interior (5)	Calidad del ambiente interior (5)	Confort y seguridad (5)	Calidad de ambiente interior (5)	Calidad de ambiente interior (5)
<b>Aspectos económicos (6)</b>	-	-	-	Social y económico (6)	Social (6)
-	-	-	-	Economía circular (7)	Económico (7)
-	-	-	-	Adaptación al cambio climático (8)	Contaminación (8)
<b>Gestión (7)</b>	-	Administración (6)	-	Calidad del servicio (9)	Supervisión y administración (9)
-	-	-	-	Innovación (10)	Innovación y tecnología (10)
<b>Calidad de servicios (8)</b>	-	-	-	-	-
-	-	-	Calidad ambiente exterior (6)	-	-
-	-	Desperdicios y contaminación (7)	-	-	Desperdicios (11)

La búsqueda de la homogenización de las categorías de los SCEV para una comparación uniforme de los CS, se ha hecho necesaria en las diversas investigaciones que los contemplan. Para los seis casos expuestos, es encontrando los puntos comunes entre las metodologías de certificación a comparar que se han identificado las “categorías universales” Está claro que las categorías de Sitio, Agua, Energía, Materiales y Calidad de Ambiente Exterior, podrían definirse como esas categorías universalmente aceptadas. Sin embargo, con el panorama planteado, ejemplificado en la Tabla 2, no se puede decir que exista actualmente una categorización que pueda recoger todos los CS, por lo que es natural que surjan diferentes categorías a las mencionadas para recogerlos.

Como se evidenció en el planteamiento del problema, esta misma situación se replica entre los SCEV para el contexto colombiano, en los que además de presentar una disparidad entre los CS, no existe una homogeneidad entre sus categorías. Por lo anterior, de acuerdo al panorama que ofrece el ámbito académico, se considerarán como base las categorías definidas como universales, sin ignorar la posibilidad de añadir las que hagan falta para responder al contexto.

### ***Ciclo de vida***

El ciclo de vida de una edificación se compone de las “fases consecutivas e interrelacionadas en la vida del objeto considerado” (Comité técnico AEN/CTN 198 2012). Este es un término cada día más recurrente, en el ámbito de la sostenibilidad en las edificaciones se ha incorporado por medio del Análisis del Ciclo de Vida, el cual la norma ISO 14040:2006 define como “la recopilación y evaluación de las entradas, las salidas y los impactos ambientales potenciales de un sistema del producto a través de su ciclo de vida” (International Organization for Standardization 2006)

La identificación de los impactos ambientales de una edificación durante su ciclo de vida, se vuelven fundamentales a la hora de diseñar, construir o evaluar una edificación, especialmente durante la fase de diseño, fase en la que los CS resultan de mayor utilidad al considerar la reducción de los impactos ambientales, sociales y económicos antes de iniciar la construcción de una edificación (Díaz López et al. 2019). Este ciclo de vida ha sido definido principalmente con dos enfoques, inicialmente considerando las fases de la edificación desde la cuna a la tumba, el cual es un ciclo lineal que termina en la disposición de los residuos generados por la deconstrucción de la edificación. De acuerdo, a la norma española EN 15978:2011, norma que lo considera de esta manera, el ciclo de vida de una edificación comprende los impactos generados en cuatro etapas, etapa de producción (de la cuna a la puerta (de la fábrica)), etapa de construcción, etapa de uso y

etapa de fin de vida. El segundo enfoque, planteado inicialmente por el arquitecto William McDonough, es el llamado “de la cuna a la cuna” (*cradle to cradle* en inglés), el cual considera un ciclo cerrado de vida, desarrollado a partir de los principios de Hannover. Esta concepción busca ir más allá del objetivo de sólo reducir los impactos negativos de una edificación, busca generar por el contrario una huella ambiental positiva en el planeta, ambiental, social y económica (Van Dijk, Tenpierik y Van Den Dobbelsteen 2014)

De acuerdo al planteamiento de Díaz López et al. (2019) en su artículo, los SCEV que evalúa (36 métodos de evaluación de edificaciones sostenibles), consideran el ciclo de vida de la edificación como un ciclo lineal, de la cuna a la tumba. Es por esto que los CS que se considerarán en la presente investigación, para su posterior evaluación, deberán al menos enmarcarse en dicho concepto, sin ignorar la posibilidad de contemplar CS que conciban el ciclo de vida de la edificación como un ciclo cerrado.

Como se menciona en el planteamiento del problema, una de las problemáticas que enfrentan los SCEV, es la falta de consideración de CS pertenecientes a las etapas mantenimiento, demolición y disposición. Si bien los CS que compondrán el set que se busca consolidar, deberán responder a acciones y decisiones de diseño que puedan ser consideradas durante las primeras fases de un proyecto (diseño y coordinación), éstos deberán tener repercusión en una o más de las etapas del ciclo de vida de la edificación. Este será entonces un argumento para la selección de CS, considerando no sólo cobijar los tres ámbitos de la sostenibilidad, ampliamente nombrados, sino también cubrir un mayor espectro del ciclo de vida al diseñar, construir y/o evaluar una edificación.

***Falta de exploración en el ámbito social y económico:***

*Un edificio puede ser considerado sostenible sólo cuando todas las dimensiones de la sostenibilidad “medioambiental, económica, social y cultural” sean tenidas en cuenta. (Mateus y Bragança 2011) (Traducción propia)*

Al día de hoy, no existe un SCEV que incluya los tres aspectos de la sostenibilidad, existiendo una marcada tendencia hacia concentrarse en los aspectos medioambientales, los SCEV existentes se limitan la mayoría a una sostenibilidad unidimensional. Este es uno de los mayores problemas que

enfrentan este tipo de sistemas, pues una edificación no puede considerarse sostenible si no son considerados los tres ámbitos de la sostenibilidad (Reddy, Raj y Kumar 2018)

Es evidente el vacío que existe actualmente en los diferentes SCEV en relación al ámbito social y económico. Los aspectos medioambientales como el consumo de energía, agua y las emisiones de gases efecto invernadero, han llevado la delantera, no sólo en los SCEV, sino también en el ámbito académico (Zuo y Zhao 2014) En su estudio, Díaz López et al. (2019) al comparar todas las metodologías de certificación encontraron que en promedio, sólo el 29% de éstas consideraban la categoría "Social y económico", así mismo, al comparar únicamente los SCEV, el resultado fue similar, contando sólo con la presencia de un 46% de los CS para esta categoría, mientras que en el caso de "Energía" (73%) , "Agua" (77%) o "Calidad del ambiente interior" (77%) los valores casi duplican ese porcentaje.

Como subraya Olakitan Atanda (2019), a pesar de existir un gran número de SCEV, y de existir para el día de hoy un avance en la consideración del contexto como elemento clave en la sostenibilidad de las edificaciones, el aspecto social sigue siendo poco estudiado, desarrollado e implementado. Por lo anterior, en su investigación buscó desarrollar un marco de referencia para los CS del ámbito social soportado por categorías e indicadores, asemejándose a los SCEV más recurrentes con el fin de poder ser implementado fácilmente. Asimismo, otra de las investigaciones recientes al respecto es la de Karji et al. (2019), quienes se remiten a estudiar los CS en el ámbito social, partiendo desde el mismo principio ya mencionado, el vacío que existe en el contexto de este tipo de CS, aplicándolos en esta ocasión a un caso de estudio de vivienda en masa en Mehr, Irán.

Como se dijo, el vacío en este aspecto considera todos los SCEV y si bien es cierto que los aspectos sociales y económicos tienen fundamental relevancia cuando se trata de países en vía de desarrollo, atender este vacío es una preocupación que también ha surgido en investigadores de países desarrollados. Oyebanji, Liyanage y Akintoye (2017), quienes centraron sus estudios en el ámbito social y económico, buscaron identificar los CS claves para alcanzar una vivienda social sostenible (SSH por sus siglas en inglés) en el Reino Unido. En su investigación identificaron diecisiete CS en total, ocho que respondían a factores económicos y nueve a factores sociales, adicionalmente añadieron cuatro vinculados al medioambiente, que respondían a la vez a problemáticas sociales identificadas. Asimismo, Pocock, Steckler y Hanzalova (2016), visibilizaron

también la necesidad de considerar las problemáticas sociales al diseñar y construir un proyecto sostenible en países desarrollados, identificando por su lado nueve aspectos a considerar.

Como respuesta a esta situación, LEED cuenta con una biblioteca de créditos piloto, esta tiene como objetivo facilitar la introducción de nuevos CS al sistema de certificación, para ser testeados en proyectos que, por medio de la categoría de innovación, decidan implementarlos. Para nuevas construcciones (NC-v4) el listado se compone de cincuenta y cinco (55) CS, dentro de los cuales presentan cuatro (4) CS centrados en aspectos sociales, como equidad social en la comunidad, diseño inclusivo, producción local de alimentos y diseño para ocupantes activos. Si bien son pocos, es un aporte valorable que hace este sistema de certificación a la creación de CS de los ámbitos señalados.

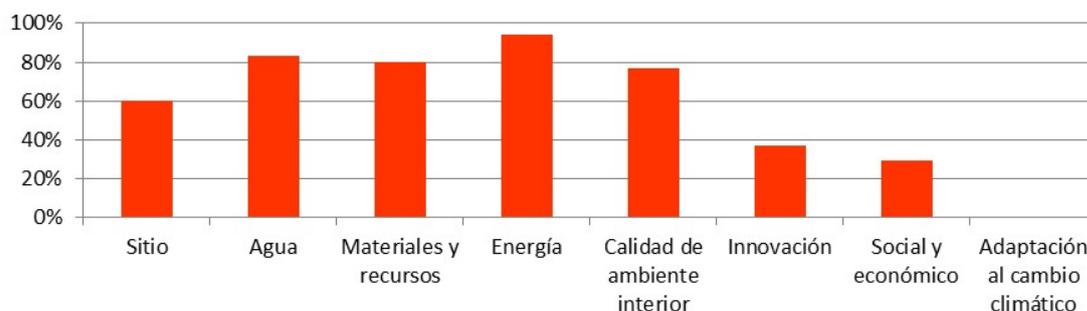
Las investigaciones mencionadas, ambas desde dos contextos generales diferentes, así como el aporte de LEED, ponen sobre la mesa esta problemática que se encuentra vigente y urgente. Hacen un llamado a la confrontación de los CS contenidos en las diferentes metodologías de evaluación de edificaciones sostenibles, con las realidades sociales y económicas de cada país, así como a la creación de nuevos CS que respondan a estos dos aspectos. Parte de los pilares en los que se fundamenta la sostenibilidad y por ende indispensables para alcanzarla.

#### ***Cambio climático como un aspecto de sostenibilidad:***

El 2 de febrero de 2007, luego de presentado el 4° Informe de evaluación *International Panel of Climate Change – IPCC*, no quedaron dudas sobre la actividad humana como principal causa del cambio climático. Este es sin duda el problema ambiental de carácter global más relevante que enfrenta la humanidad actualmente (Macías y García Navarro 2010) Como tal, toda acción que pueda realizarse como aporte a su mitigación o resiliencia ante éste es sumamente valorada. Este es entonces un nuevo fenómeno que entra en el escenario de los criterios de sostenibilidad. Ante esta realidad, múltiples SCEV, como BREEAM, LEED, VERDE, por mencionar algunos, han considerado este aspecto de manera transversal a los CS que componen sus sistemas. Así mismo, estándares como el ISO 21929-1 (*Sustainability in building construction - Sustainability indicators*), o investigaciones como la de (Zuo y Zhao 2014; Díaz López et al. 2019; Herda, Autio y Lalande 2017) han resaltado la importancia de considerar el fenómeno del cambio climático en la diseño, desarrollo y evaluación de las edificaciones sostenibles.

Sin embargo, es recurrente que la manera en que este fenómeno se aborda es a partir de la valoración del aporte que hacen ciertas acciones, vinculadas a la edificación, al aumento de esta situación. La certificación VERDE por ejemplo contempla los Kg de CO2 equivalentes como el indicador de medida para este fenómeno, de esta manera relaciona los aportes que se hacen para su reducción aspectos como el incentivo de vehículos eléctricos, el aumento de áreas sombreadas, la reducción de las islas de calor, la eficiencia energética, entre otros.

Sin duda, es fundamental apuntarle a una reducción de este impacto, sin embargo, es también necesario hacerse cargo de cómo la edificación responderá a lo que sucederá por las contribuciones ya hechas al cambio climático, por ende, las acciones de resiliencia son fundamentales. La resiliencia es, en el contexto de las edificaciones, “la habilidad de una edificación de adaptarse al cambio climático y los desastres naturales, junto con su capacidad para recuperarse de manera oportuna y eficiente sin incurrir en daños (traducción propia)” (Champagne y Aktas 2016 como se citó en Díaz López et al. 2019) Sin embargo, como expone Díaz López et al. (2019), dentro de las metodologías de evaluación de edificaciones sostenibles que analizaron, no existe ninguna categoría, así como ningún CS, que se haga cargo de este aspecto fundamental y fuertemente relacionado al concepto mayormente aceptado de la sostenibilidad, en el que el considerar el futuro es inherente (Figura 6)



**Figura 6. Porcentaje promedio de metodologías de evaluación de edificaciones sostenibles que consideran cada una de las categorías especificadas.** Elaboración propia con base en la investigación de (Díaz López et al. 2019)

Sin embargo, como resaltan Díaz López et al. (2019), existen algunos métodos de evaluación de edificaciones sostenibles que actualmente están centrando sus esfuerzos en integrar nuevos CS, que no sólo contemplen la mitigación, sino también la adaptación al cambio climático, minimizando la exposición de las edificaciones a los efectos negativos que conlleva este fenómeno. Estos mismo investigadores resaltaron en su investigación el aporte hecho por el

marco de referencia *Level(s)*, desarrollado por *Joint Research Centre (JRC)*, en el que se plantea como macro-objetivo la incorporación de una serie de acciones para lograr lo que ellos llaman una edificación “a prueba del futuro” contra los cambios climáticos que puedan afectar la salud y confort de los ocupantes, y que minimice los riesgos que afecten a la edificación misma, así como a la parcela y su valor en todo sentido. (Dodd et al. 2017) También es de resaltar intenciones como la de LEED, sistema de certificación que, dentro de la biblioteca de créditos piloto, mencionada previamente, incluye dos CS relacionados con la adaptación al cambio climático, con objetivos muy similares a lo considerado en *Level(s)* anteriormente descritos “Evaluación y planeación para la resiliencia” (*Assessment and planning for resilience*) y “Diseño para una mayor resiliencia” (*Design for Enhanced Resilience*)

“Los riesgos globales mencionados hacen más urgente una inflexión en el estilo de desarrollo. Son parte de una crisis que, como toda crisis, tiene la doble cara de la amenaza y la oportunidad” (Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL) 2018) Así surge hoy en el panorama la adaptación al cambio climático, como una oportunidad de las edificaciones de aportar a su mitigación pero también de prepararse para responder a los escenarios futuros. Considerar entonces una categoría, así como CS centrados en este aspecto debe ser inherente a la construcción del marco de referencia que se pretende alcanzar aquí.

### **2.3. Sistemas de certificación en el contexto colombiano**

Para la presente investigación se consideraron tres SCEV, que pueden ser implementados para la evaluación de edificaciones de vivienda multifamiliar en altura, los motivos de su escogencia son particulares para cada caso y se exponen a continuación.

Se considera la certificación LEED en un principio, pues además de ser uno de los sistemas de mayor implementación a nivel internacional, hoy resulta ser el SCEV más recurrente para la evaluación de edificaciones sustentables a nivel nacional, con 171 proyectos certificados y 207 en proceso, lo que equivale a 15.693.443 m<sup>2</sup>; de los cuales 13 de los proyectos certificados corresponden a proyectos de vivienda multifamiliar (USGBC 2019c). Para el presente estudio se considera la certificación LEED para Diseño y Construcción de Edificios (BC+C, por sus siglas en inglés) en su última versión v4, pues aunque existe una versión específicamente para vivienda (LEED for HOMES v4), esta no contempla edificaciones de gran altura, característica fundamental de la tipología evaluada.

La certificación CASA, desarrollada por el CCCS, fue lanzada recientemente (2016), al día de hoy no cuenta con ninguna edificación certificada aparte de los proyectos piloto, sin embargo, más de 2.200 unidades de vivienda se encuentran en proceso de certificación (Consejo Colombiano de Construcción Sostenible (CCCS) 2019) Este sistema de certificación es considerado dentro del presente estudio por enfocarse en vivienda específicamente, por ser el primer SCEV desarrollado por una institución privada en Colombia y por ser pensado bajo la premisa de la incorporación de CS adaptados al contexto del país.

Por último, se considera el Sistema de Reconocimiento Bogotá Construcción Sostenible (BCS) programa desarrollado por la alcaldía de Bogotá. Aunque, por un lado, al igual que CASA Colombia, es un sistema bastante reciente, y por otro lado, no cuenta con un registro exacto de los proyectos que lo han implementado, el hecho de responder a metas planteadas a nivel distrital en herramientas de planeación como el Plan de Ordenamiento Territorial (POT) y ser pensado específicamente para el contexto de estudio, Bogotá, hace que su consideración resulte valiosa. En el Anexo A se resumen los CS y peso correspondiente que componen dichos SCEV, divididos en siete (7) categorías unificadas.

### **2.3.1. LEED (BC+C v4)**

LEED (Leadership in Energy & Environmental Design) es un sistema de certificación independiente desarrollado en el año 2000 por el Consejo Estadounidense de Construcción Verde (USGBC, por sus siglas en inglés), el cual ofrece una validación por parte de terceros de las características sustentables de un proyecto, para el año 2019 LEED se encuentra en su versión V4.1. Este sistema está pensado para ser aplicado a cualquier tipo de proyecto y en diferentes etapas del mismo, abarcando sistemas de calificación para diseño y construcción de edificios, diseño y construcción de espacios interiores, operación y mantenimiento de edificios, viviendas (unifamiliares y multifamiliares de baja y mediana altura) y para ciudades y comunidades (USGBC (U.S Green Building Council) 2018)

En el sistema en cuestión, las edificaciones sometidas a evaluación, obtienen puntos al satisfacer criterios específicos de construcción sostenible, los cuales se enmarcan en ocho categorías. De acuerdo al número de criterios alcanzados, el proyecto obtiene determinado número de puntos el cual determina el nivel de certificación LEED que recibe el proyecto evaluado. LEED contempla

cuatro niveles de certificación, platino (> 80 puntos), oro (60-79 puntos), plata (50-59 puntos) y la certificación básica (40-49 puntos) (USGBC 2019a)

Así mismo, de acuerdo a (Díaz López et al. 2019), es LEED el SCEV que mayor cantidad de CS cubre (69%), considerando el panorama evaluado por ellos. Éste es el SCEV mayormente implementado alrededor del mundo, pues es considerado un sistema internacional, sosteniendo ser flexible para adaptarse a diferentes contextos. Ofrece la posibilidad de adoptar estándares locales que puedan ser equivalentes a los estadounidenses en algunos de sus créditos. Así mismo, debido a los aspectos ambientales particulares de cada contexto, cuenta con seis créditos voluntarios denominados de prioridad regional, con el fin de incentivar a los equipos de trabajo a considerar y privilegiar sus prioridades ambientales locales. (USGBC 2019a; 2019b)

### **2.3.2. CASA Colombia (v2.0)**

La iniciativa de crear el sistema de certificación CASA Colombia, surge desde el CCCS en 2013 con el apoyo del Brasil GBC, quien desarrolló el SCEV Referencia CASA Brasil, sistema en el que se inspiró el sistema CASA Colombia que finalmente es lanzado en el año 2016. Este sistema se construyó a partir de un análisis profundo de los indicadores de sostenibilidad prioritarios para Colombia, con el objetivo de impulsar la incorporación de CS a las edificaciones, facilitando la estructuración costo eficiente de nuevos proyectos, aportando soluciones al mercado de cumplimiento de la normativa vigente, todo esto con un concepto de sostenibilidad integral en el que no sólo prima el uso eficiente de los recursos, sino también la salud y bienestar los ocupantes (Consejo Colombiano de Construcción Sostenible (CCCS) 2016; Consejo Nacional de Política Económica y Social (CONPES) 2018).

CASA Colombia puede implementarse en vivienda de interés social (VIS), vivienda de interés prioritario (VIP) y vivienda no VIS, para los cuales existe una guía diferente. Para el presente estudio se consideró el documento guía de la certificación en viviendas no VIS, en su versión 2.0. Este se compone de siete categorías las cuales consideran diferentes lineamientos, mediante el cumplimiento de estos se alcanza la puntuación que finalmente establecerá el grado de certificación de la edificación evaluada. El sistema de certificación cuenta con un total de 95 puntos, los cuales permiten clasificar las edificaciones sometidas a evaluación en cinco niveles, excepcional ( $\geq 85$  puntos), excelente (71-84 puntos), sobresaliente (61-70 puntos), muy bueno (51-60 puntos) y bueno (40-50 puntos) (CCCS 2018)

### **2.3.3. Programa de reconocimiento “Bogotá Construcción Sostenible”**

El programa de reconocimiento ambiental “Bogotá construcción sostenible” (BCS) surge en el año 2014 mediante la resolución No.03654. Este programa nace con el objetivo de apoyar el logro de objetivos y metas ambientales de la ciudad, contenidos en el Plan de Ordenamiento Territorial (POT) y en el Plan de Gestión Ambiental, con la implementación de estrategias de ecourbanismo y construcción sostenible. Busca incentivar la construcción sostenible por medio de beneficios como el reconocimiento público y otros relacionados a la reducción en tiempos de algunos trámites y exoneración de parte de los impuestos correspondientes.

Aunque este programa se piensa como un sistema de reconocimiento, su estructura toma de referencia diferentes sistemas de certificaciones reconocidos a nivel mundial (LEED, BREEAM, HQE, VERDE, entre otros) por lo que también se compone de CS, llamados estrategias, los cuales al implementarlos en determinado proyecto, otorgan cierto puntaje que posteriormente permitirá a la edificación obtener un reconocimiento básico (550-779 puntos), un reconocimiento intermedio (780-959 puntos) y un reconocimiento avanzado ( $\geq 960$  puntos) (Secretaría Distrital de Ambiente de Bogotá – SDA 2014)

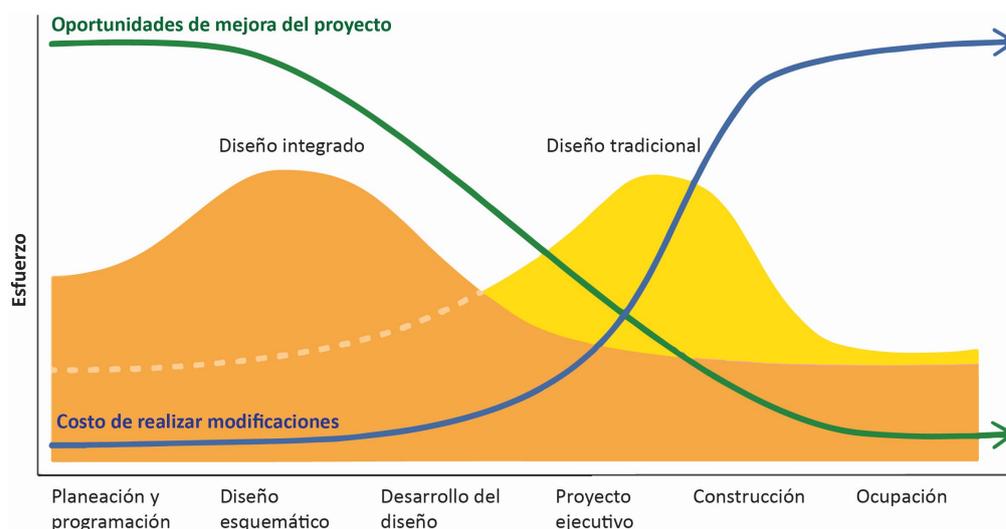
Este sistema abarca dos grandes componentes de acuerdo a las escalas de aproximación del proyecto a evaluar, a los cuales se puede optar independientemente. Estas dos escalas comprometen el componente urbano y componente arquitectónico, para el presente estudio se consideraron ambas escalas, pues es en el componente urbano en el que se abarcan los criterios relacionados al entorno y la integración del proyecto con los sistemas que componen la ciudad.

De acuerdo a la resolución No. 03654 de 2014, el programa está dirigido a los proyectos desarrollados en el perímetro urbano de la ciudad de Bogotá que pertenezcan a suelos con tratamiento urbano de consolidación o renovación urbana y tratamiento de conservación y mejoramiento integral. El tipo de edificaciones que pueden optar al proceso de reconocimiento pueden ser de uso residencia, dotacional, comercial, servicios, industria o infraestructura de transporte.

## 2.4. Criterios de sostenibilidad en etapas tempranas de diseño

En gran parte de los SCEV, inclusive los que se presentan en el panorama colombiano, incluyen dentro de sus CS el diseño integrado, este “(...) se define como una metodología colaborativa que se implementa al inicio de un proyecto (etapa de pre-diseño) y que busca aprovechar las sinergias de los distintos actores involucrados” (Cooperación de Desarrollo Tecnológico (CDT) 2015) Esta idea se fundamenta en el principio de incorporar estrategias y comenzar con la coordinación de los diferentes frentes de una edificación, desde las etapas tempranas de diseño, para alcanzar una mayor eficiencia en costos, un mejor desempeño y un diseño, que responderá de mejor manera al entorno desde los diferentes ámbitos con los que se relaciona. Adicionalmente, una edificación diseñada bajo este tipo de procesos puede entregar también beneficios a largo plazo, pues considera desde un comienzo todo el ciclo de vida del proyecto (Cooperación de Desarrollo Tecnológico (CDT) 2015)

En la Figura 7, llamada curva de MacLeamy, se relacionan las oportunidades de mejora de un proyecto con los costos que implica realizar modificaciones. Planteando que, con un mayor esfuerzo en las primeras etapas de diseño (diseño integrado) como planeación y programación, y diseño esquemático, las oportunidades de mejora son mayores, reduciendo a la vez la posibilidad de incurrir en modificaciones que generen posteriormente mayores costos al proyecto.



**Figura 7. Curva de MacLeamy. Oportunidad de mejora de un proyecto en etapas tempranas de diseño.** Elaboración propia con base en la Guía de Desarrollo Sustentable de Proyectos Inmobiliarios - Cooperación de Desarrollo Tecnológico (CDT) (2015)

En el ámbito científico también se ha evidenciado la importancia de las primeras etapas de un proyecto en su desarrollo. Fastofski, González y Kern (2017), en una aplicación práctica del SCEV brasileiro, *Selo Casa Azul*, llegaron a la misma conclusión ya planteada, que es en la etapa de diseño en la que se pueden realizar la mayor parte de las acciones para alcanzar una edificación sostenible, considerando a la vez una menor inversión. El abordar CS en las etapas finales de diseño y etapa de construcción, no contemplados previamente, además de complejizar su implementación, resulta en un aumento de costos. Sin embargo, si bien es una conclusión sabida y aceptada en el ámbito académico y profesional, llevarlo a la práctica puede presentar algunos obstáculos. Shahtaheri, Flint y de la Garza (2018), desarrollaron una herramienta de selección de alternativas de diseño para implementar en las primeras fases de un proyecto, en este caso para proyectos de infraestructura. Ellos sustentaron su investigación en las dificultades que se encontraban, en las primeras etapas de diseño, a la hora de abordar un proyecto sostenible. Por un lado, identificaron lo altamente complejo que es evidenciar los aportes que se pueden hacer en términos de sostenibilidad ambiental, económica y social, en la etapa inicial, no sólo para el equipo de trabajo sino también para los responsables de tomar las decisiones y para los actores involucrados. Por otro lado, la falta de información en la fase inicial termina haciendo difícil la implementación de decisiones soportadas en aspectos cuantitativos, por ejemplo, la comparación con un caso base, uno de los métodos más recurrentes, que a su vez son los que generalmente se encuentran en las herramientas existentes.

En razón de lo anterior se puede concluir que, para el desarrollo de una edificación sostenible, resulta fundamental, no sólo valorar el impacto que tienen las primeras fases de diseño para el desarrollo de una edificación. Se vuelve clave contar con herramientas que permitan identificar las posibles opciones de mejora de una edificación, que puedan adoptarse en esa etapa, y que consideren además los tres pilares de la sostenibilidad.

## **2.5. Edificación sostenible: políticas y mercado**

*Principio 11: "(...) Cada país debe promulgar leyes ambientales adecuadas a su contexto social y económico, sobre todo en caso de países subdesarrollados, tomando en cuenta su propio sistema de valores" Declaración Rio de Janeiro 1992*

Como se ha mencionado, a nivel mundial se han generado acuerdos y se han formado organizaciones en pro de la sostenibilidad, Colombia se ha adherido a varios de éstos. Dentro de

los que se encuentran la Agenda 21, la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el cambio climático, los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS), la Nueva Agenda Urbana (NAU)-Hábitat III, el “Protocolo de Kioto”, “Acuerdo de París”, entre otros (Rodríguez Potes et al. 2018) Esto evidencia que Colombia ha fijado compromisos a los que debe responder desde las diferentes actividades que generan impacto medioambiental, entre estas la construcción.

A raíz de esto, Colombia ha ido avanzado en la formulación de los CS a partir de instrumentos como las guías de construcción sostenible a niveles municipales, como el caso de Bogotá y Medellín (Valle de Aburrá), la Norma Técnica Colombiana (NTC 6112 de 2016, Sello Ambiental), el decreto 1285/2015, su resolución 549 y su guía de construcción sostenible anexa, los incentivos establecidos en el decreto 463 de 2018, entre otros. Sin embargo, para Colombia “a la fecha no se ha logrado la regularización de la inclusión de los criterios de sostenibilidad en la totalidad de las etapas del ciclo de vida de las edificaciones” (Consejo Nacional de Política Económica y Social (CONPES) 2018) Situación que el CONPES identifica como una de las principales barreras que existen para la implementación de instrumentos de evaluación medioambiental en la edificación; por lo que plantea la necesidad de definir estos criterios para todos los tipos de edificaciones y abarcando la totalidad de su ciclo de vida. Y no se trata sólo del ciclo de vida, sino de considerar aspectos que se relacionen no sólo con impactos ambientales, como los que ya están normados y se incluyen en algunas de las políticas mencionadas. Es necesario realizar medidas concretas que incluyan el espectro completo de la sostenibilidad, donde el ámbito social y económico tiene gran relevancia como ya se ha mencionado. Como dice, Rodríguez Potes et al. (2018) existe la necesidad de integrar los enfoques parciales que se han desarrollado, en los instrumentos reglamentarios sobre arquitectura y urbanismo sostenible en uno con una visión integral, que considere los sectores involucrados e incorpore la sostenibilidad en todos los sectores de actuación y escalas de aplicación.

Además de los avances que se hacen a través de políticas, un actor que no puede ser ignorado dentro de este panorama es el sector inmobiliario. Si bien para Colombia el número de edificaciones certificadas por un SCEV como LEED (la más implementada en el contexto) es bajo, con tan sólo 13 proyectos de vivienda multifamiliar dentro de los 171 totales certificados al día de hoy (USGBC 2019c) De acuerdo al informe *World Green Building Trends 2018*, el segundo sector con mayor demanda de proyectos sostenibles para Colombia, después del sector comercial, serán

las edificaciones residenciales en altura en los próximos años, con una demanda del mercado de 47% (Petrullo et al. 2018).

Hoy es una realidad que las edificaciones sostenibles puede llegar a tener un mayor valor como activo que una “edificación tradicional”, por ende su potencial de comercialización aumenta, se ha observado que tienen un mayor valor de venta, de arriendo y mayores tasas de ocupación (Cooperación de Desarrollo Tecnológico (CDT) 2015) Otro indicador del mercado en relación a las edificaciones sostenibles son los SCEV, éstos tienen como principal objetivo estimular la demanda de edificaciones con un mejor desempeño medioambiental (Herda, Autio y Lalande 2017) Es por eso que para Colombia, desarrollos como el del SCEV propio CASA, evidencian que la necesidad de edificaciones sostenibles ha ido creciendo, para hoy más de 2.200 unidades de vivienda se encuentran en proceso de certificación bajo este sistema (Consejo Colombiano de Construcción Sostenible (CCCS) 2019)

Sin embargo, en un mercado inmobiliario con pocas regulaciones frente a la construcción sostenible, como es el caso, éste va compensando atributos sostenibles con otros que no lo son para mantener ciertos rangos de rentabilidad y a la vez responder a las demandas de cada sector (Encinas y Aguirre 2017) Si bien cifras como las presentadas reflejan una tendencia por parte del mercado a demandar edificaciones con atributos sostenibles, éstas por un lado, como dicen Encinas y Aguirre (2017) en su estudio, generalmente son más valorados en las viviendas de mayor valor, desincentivado su implementación en segmentos de menores ingresos. Por otro lado, la manera más recurrente en que las edificaciones declaran este tipo de atributos es por medio de los SCEV más implementados ya mencionados, que como se ha dicho, descuidan diversos aspectos de la sostenibilidad.

Lo anterior evidencia como el papel del estado y del mercado inmobiliario, condicionan en gran medida el escenario de las edificaciones sostenibles, son quienes finalmente pueden realizar acciones concretas para mejorar el desempeño ambiental, social y económico de las edificaciones. Bajo esta premisa, al considerar el contexto estudiado, la tarea del gobierno se dificulta un poco, considerando que la vivienda que más se construye en Colombia es la vivienda multifamiliar no subsidiada, para esta si bien hay acciones desde la reglamentación que la cobijan, es un tipo de vivienda en la que el estado tiene poca injerencia, a comparación de la Vivienda de Interés Social

(VIS) o Vivienda de Interés Prioritario (VIP). Ante este escenario, la vivienda no VIS queda descubierta, a la merced del mercado inmobiliario, que enfrenta dificultades ya mencionadas.

Ante este panorama presentado, para lograr la incorporación de atributos de sostenibilidad en este tipo de vivienda, es necesario generar herramientas por medio de las cuales el estado incentive la adopción de aspectos con otras concepciones de sostenibilidad a las que actualmente se contemplan, que abarquen el ciclo de vida completo de las edificaciones, comprendan las tres dimensiones de la sostenibilidad y que sea pertinente al contexto colombiano. Herramientas que permitan visibilizar y valorar aspectos que no se considera dentro del panorama de la construcción sostenible en una edificación, tanto para quienes ofertan como para quienes demandan este tipo de vivienda.

## **2.6. Caso de estudio**

### **2.6.1. Bogotá como caso de estudio**

Bogotá se encuentra localizada en el centro del país en una meseta de la cordillera oriental de los Andes, a una altitud de 2.630 metros sobre el nivel del mar (msnm). Sus temperaturas oscilan entre los 7°C y 18°C, con una temperatura promedio anual de 13°C. Cuenta con un área total de 163.689 hectáreas (ha), el 25.3% corresponde al área urbana y 74.7% al área rural. (Secretarías distritales de Ambiente Hábitat y Planeación 2014)

Bogotá se eligió como caso de estudio, principalmente, por ser la ciudad de Colombia con mayor índice de crecimiento poblacional y de áreas urbanizadas (más de 97 mil personas y alrededor de 400 hectáreas por año), crecimiento que se ha extendido sobre su territorio inmediato superando los límites del Distrito Capital y que se evidencia en los procesos de conurbación que se dan hacia el norte (Cota, Chía y Cajicá), hacia el occidente (Funza, Mosquera y Madrid) y en el sur (Soacha) (Secretaría Distrital de Planeación 2019) Adicionalmente, se espera que para el 2020 Bogotá contará con 8.380.801 personas (Departamento Administrativo Nacional de Estadística DANE 2019b), lo que la acerca a catalogarse como una megaciudad (ciudades que albergan 10 millones de habitantes o más. ONU) Por ende, identificar los CS que responden a esta realidad para su posterior implementación, será de gran impacto considerando la escala país, ya que su población equivale alrededor del 17% de la población nacional.

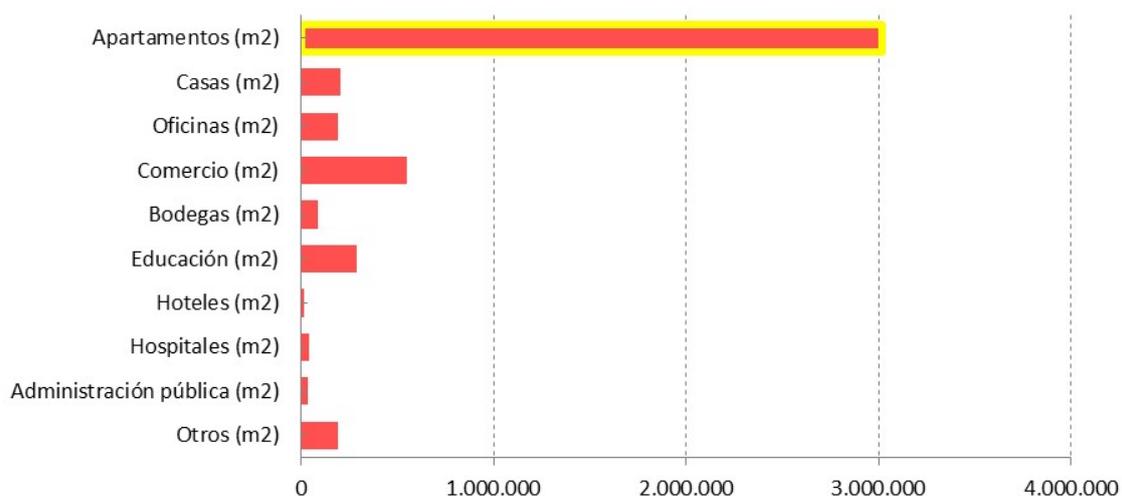
Así mismo, considerar una ciudad como Bogotá, permitirá ahondar en problemáticas de diversa índole como el crecimiento desbordado de la ciudad y su huella, las desigualdades socioeconómicas y socioespaciales, el desarrollo urbano informal, los impactos medioambientales que este ha generado, entre otras. Problemáticas que, por un lado, se recrudecen en una ciudad de estas magnitudes, y que por otro lado son el reflejo de realidades para otras ciudades capitales del escenario latinoamericano, así como algunas de países en vía de desarrollo. Considerando como elemento aglutinante entre sus contextos las problemáticas sociales y económicas que enfrentan, como se ha venido diciendo y reafirman las cifras y afirmaciones presentadas por la Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL) (2018)

### **2.6.2. Vivienda multifamiliar en altura**

*Multifamiliar: adj. Am. Dicho de un edificio: De varias plantas, con numerosos apartamentos, cada uno de los cuales está destinado para habitación de una familia. (Real Academia Española 2018)*

Es evidente que para el país la construcción es un sector importante pues, debido al crecimiento urbano actual y el proyectado, éste es uno de los mayores motores de crecimiento económico, implicando asimismo un gran impacto medioambiental. Para este escenario vale la pena destacar el impacto que generan las edificaciones residenciales, éstas son responsables del 10% del total del inventario nacional de gases efecto invernadero, así como también generan una gran cantidad de residuos de construcción y demolición (RCD) y una fuerte presión sobre la extracción y consumo de recursos. (Consejo Nacional de Política Económica y Social (CONPES) 2018)

Adicionalmente, este fenómeno se acrecienta para ciudades como Bogotá, ciudad en la que de acuerdo a las cifras presentadas por catastro, para el 2018 el 75,38% del área construida en el área urbana correspondía al sector residencial, siendo la vivienda multifamiliar la tipología de edificación más recurrente, representando un 70% de los metros cuadrados del sector, porcentaje en aumento (Unidad Administrativa Especial de Catastro Distrital 2018) Pues como se muestra en la Figura 8, entre el año 2018 y hasta mediados del 2019, el 65% (3.018.068 m<sup>2</sup> total) del área construida total correspondió a vivienda multifamiliar nueva. Considerando que Bogotá es la ciudad con mayor número de habitantes, estas cifras comienzan a adquirir un mayor peso desde la perspectiva país.



**Figura 8. Área en proceso nueva. Contribuciones según destino para la ciudad de Bogotá / Período 2018 - II trimestre 2019** (Fuente: DANE Censo de Edificaciones – CEED)

Para una ciudad en la que más de la mitad de la población vive en apartamentos (60,3%) (Departamento Administrativo Nacional de Estadística DANE 2019b), es evidente que la vivienda multifamiliar en altura ha sido la manera de responder a la demanda de vivienda, atendiendo en cierta medida la demanda sobre el suelo, sobre el que existe una fuerte presión. Es bien sabido que mientras un desarrollo denso, que concentra a la población en edificaciones en altura, permite la optimización de recursos como el agua y el suelo, a la vez permite dejar más espacios públicos y verdes. En un desarrollo poco denso se dispersa la población, se aumenta la ocupación del suelo, llevando al consumo ineficiente de los recursos, un uso ineficiente de la infraestructura, generando por ende un mayor impacto en su entorno (Secretaría Distrital de Planeación de Bogotá 2019) Para Bogotá, resulta imprescindible considerar un modelo denso de crecimiento, pues modelos dispersos, como el que actualmente se está desarrollando en los municipios de la región, han evidenciado diversas problemáticas, desencadenado en efectos negativos de orden ambiental, económico y social para Bogotá y sus habitantes.

Conociendo las cifras para Bogotá y considerando el gran aporte que hace un modelo denso a la sostenibilidad de ciudades con sus características; se puede concluir que el sector residencial en la ciudad de Bogotá, se presenta como un sector de gran impacto a nivel de edificación sostenible en el país, especialmente la vivienda multifamiliar. Modelo que además de representar un alto porcentaje en los metros cuadrados construidos por año, responde a su vez de manera eficiente al

crecimiento de la ciudad, por ende, su potencial de generar cambios positivos en aras de la sostenibilidad es enorme.

## Capítulo 3. Marco metodológico

### 3.1. Levantamiento del contexto de estudio

*(...) el estudio sobre la vivienda en altura debe tratarse como una comprensión de sinergias (económicas, políticas y socio-culturales) que inciden sobre la unidad de vivienda y su ambiente, las cuales son producto de la necesidad de suelo, infraestructuras, servicios y la actividad pública e individual humana junto con sus representaciones (...) logrando en ésta una significación que se manifiesta en una cultura y tiempo determinados. (Ballén Zamora 2009)*

Como plantean investigadores como Fernández-Sánchez y Rodríguez-López (2010), los CS pueden ser identificados a partir de metodologías como el análisis de riesgos, esto bajo la premisa en la que, identificando las amenazas, éstas pueden ser transformadas en oportunidades, para el caso en que se enmarca esta investigación, oportunidades para alcanzar una edificación sostenible. Es por esto que remitirse a documentos que identifiquen las problemáticas para el contexto, por un lado, a nivel de la construcción sostenible, y por el otro, a nivel de planeación urbana, puede dar indicios de estas oportunidades en las que se deberían centrar los esfuerzos al proyectar una edificación sostenible. Adicionalmente, otro de los aspectos que Herda, Autio y Lalande (2017) consideran que debería contemplarse en el desarrollo de CS, es que estos respondan a las normativas y estándares locales del país en cuestión, por lo que recurrir a fuentes de este tipo tiene un gran peso en su concepción.

A continuación, se pretenden exponer el escenario actual bogotano a partir de tres ejes ya mencionados, problemáticas que enfrenta la construcción sostenible (Política pública de Ecurbanismo y Construcción Sostenible), retos desde el desarrollo y planeación urbana (Revisión del Plan de Ordenamiento Territorial de Bogotá) y el marco normativo que se vincula al sector en cuestión.

#### 3.1.1. Normativa y estándares existentes

Considerar la normativa y los estándares aplicables a las edificaciones, permite comprender cuales son los lineamientos base existentes, así como reconocer los intereses estatales en relación a ciertos aspectos. Adicionalmente, el enfrentar el marco normativo a los CS y sus indicadores,

permitirá tomar una postura crítica ante éste, permitiendo plantear la necesidad de requerimientos más estrictos, el fortalecimiento de ciertos esfuerzos normativos y/o el cuestionamiento de la existencia de otros. En el Anexo B se resumen los estándares y normativas aplicables para el contexto de estudio retomados en la presente investigación, clasificados por escala de aplicación (escala municipal o escala nacional), así como por categoría a la que responde cada uno de éstos definidas así: sitio, agua, materiales y consumo de recursos, energía, calidad de ambiente interior, social y económico.

### **3.1.2. Plan de ordenamiento territorial de Bogotá (POT):**

*(...) mejorar la calidad de vida de todos los habitantes de Bogotá, procurando la oferta cualificada de elementos naturales, edificaciones, infraestructuras y espacios públicos que se requieren para alcanzar el desarrollo general de la sociedad e incrementar los niveles de satisfacción de todas las necesidades colectivas e individuales. (Secretaría Distrital de Planeación 2019)*

En el contexto colombiano, el Plan de Ordenamiento Territorial (POT) consiste, de acuerdo a la ley 388/97, en el conjunto de acciones político-administrativas, emprendidas por los municipios, distritos o áreas metropolitanas, para orientar el desarrollo del territorio y regular la utilización, transformación y ocupación del espacio, de acuerdo con las estrategias de desarrollo socioeconómico y en armonía con el medio ambiente y las tradiciones históricas y culturales.

De acuerdo a la ley mencionada, dichos planes son proyectados a 12 años; mediante el Decreto Distrital 619 del 2000, Bogotá adoptó su primer POT. Hasta el día de hoy se han llevado a cabo algunas revisiones sobre éste, sin realizarse cambios sustanciales, por lo que la administración actual solicita la modificación ordinaria para dicho plan. De acuerdo a la memoria justificativa presentada el 5 de agosto de 2019 por la Secretaría Distrital de Planeación de Bogotá, dicha revisión se hace necesaria, pues además de encontrarse cumplida su vigencia, de acuerdo a la actualización de las proyecciones de la población que habitarán la ciudad, se ha evidenciado un cambio en las demandas funcionales de la ciudad en términos de movilidad, abastecimiento, y condiciones de sostenibilidad ambiental, social y económica.

De acuerdo a lo anterior, el POT de Bogotá se encuentra en formulación, teniendo para agosto de 2019 la Propuesta de Revisión General, desarrollada por la Secretaria Distrital de Planeación.

Dicho documento se consideró en la presente investigación con el fin de identificar las problemáticas, retos y respuestas actuales que se dan desde la planeación urbana a aspectos que atañen a la edificación sostenible en Bogotá, pues la versión vigente del POT corresponde al año 2004 (Decreto 190/2004), por ende, las problemáticas bajo las cuales se elaboró no responden a la realidad actual de la ciudad.

A partir del proceso de Seguimiento y Evaluación del POT se identificaron diez (10) retos territoriales que se recogen en la revisión general y que responden a las deficiencias y anomalías en la oferta de servicios ambientales, sociales, infraestructuras, equipamientos, esquemas de gestión y normas adecuadas para la realidad local (Secretaría Distrital de Planeación 2019), de estos se identificaron cinco (5) aspectos relevantes para el caso de estudio contenidos en la Tabla 3.

**Tabla 3. Retos propuestos por el POT pertinentes a la investigación**

N°	Problemática / Reto	Descripción	Respuesta POT
1	Atender el crecimiento de Bogotá	Falta de suelo urbanizable / Crecimiento poblacional en aumento / Altos costos del suelo / Alta demanda de vivienda (2031 - 800.000 nuevos hogares)	Promover la mezcla de tipos de viviendas / Reacomodamiento en viviendas ya consolidadas para alojar hogares cada vez más pequeños.
2	Mitigar la huella ecológica e incrementar la capacidad de resiliencia	La huella de la ciudad sobrepasa los límites municipales (conurbación) / El 88% (19.360 ha) del crecimiento entre el 2005 y el 2016 se ha dado en los municipios vecinos / Esta expulsión de la población genera un incremento significativo en el consumo de los bienes naturales	Medidas de mitigación de impactos ambientales que aportan al cambio climático
3	Velar por la creación y la defensa del espacio público y los equipamientos sociales	Déficit cuantitativo de espacio público. Bogotá requiere alrededor de 1.338ha de nuevo suelo destinado a equipamientos sociales y espacio público.	Mantener un modelo de ocupación denso y compacto que libere espacios para generación de espacio público / Incrementar el espacio público efectivo de 4m <sup>2</sup> /hab a por lo menos 6m <sup>2</sup> /hab / Equilibrar la oferta de espacio público en los sectores de escasos recursos en relación al promedio general y así disminuir la segregación

4	Consolidar una ciudad densa, compacta y cercana	Bogotá hace uso razonable del suelo, su densidad es alta respecto a otras ciudades latinoamericanas (200 hab/ha aprox.) / En algunos casos esta compactidad resulta problemática, en las áreas en las cuales los procesos de urbanización no previeron espacios públicos suficientes por ejemplo / Desde inicios del siglo XXI se han venido generando nuevos equipamientos y espacios públicos en localidades periféricas y distantes del centro histórico, sin embargo aún la distribución de esta no se da de manera equilibrada en la ciudad.	Mantener el modelo de ocupación denso y compacto / Generar nuevos centros de oferta de servicios urbanos vitales que ayude a disminuir costo y tiempos de desplazamiento para todos los habitantes.
5	Renovar la ciudad y recuperar nuestro patrimonio	Desaprovechamiento de sectores centrales por haber cumplido su ciclo de utilidad / Abandono de edificios con valor patrimonial en zonas históricas	Redensificación de los ejes estructurales de la ciudad / Facilitar la generación de alrededor de 100.000 nuevas viviendas en sectores que sean objeto de renovación urbana (localidad de Santa Fe y los Mártires)

### 3.1.3. Política pública de construcción sostenible de Bogotá

*Una política pública es el conjunto de decisiones políticas y acciones estratégicas que llevan a la transformación de una realidad social, que tanto ciudadanos y ciudadanas como quienes representan al Estado han determinado como importante o prioritaria de transformar (...) (Secretarías distritales de Ambiente Hábitat y Planeación 2014)*

Durante la alcaldía de Bogotá, en el período 2012-2016, se formuló la Política Pública de Ecurbanismo y Construcción Sostenible (PPECS) para la ciudad, con el fin de identificar las problemáticas actuales en las dimensiones económica, social y ambiental, para posteriormente enfocar el ordenamiento territorial y desarrollo de la ciudad hacia la sostenibilidad. Dicha política surge bajo la premisa de la tendencia en aumento de la población que vive en las ciudades, para Colombia tan sólo el 15.8% de la población vive en viviendas rurales dispersas (Departamento Administrativo Nacional de Estadística DANE 2019b), ante este panorama las ciudades cumplen un rol importante en la continuidad o no de la calidad de vida de las personas, así como la continuidad de los recursos que brinda el medio ambiente.

La PPECS se centra en mejorar la calidad de vida de la población de la ciudad de Bogotá, en un contexto en el que algunos sectores no tienen satisfechas las necesidades básicas, la formulación del documento en cuestión se centró en el concepto de la pirámide de Maslow, la cual establece

una jerarquía de las necesidades humanas, poniendo en la base las necesidades básicas, lo cual se traduciría en el acceso a aire limpio, agua potable y vivienda sana, siguiendo por el nivel de seguridad y protección, en el que se busque un hábitat libre de violencia o inseguridad, una vivienda con acceso controlable, con el abastecimiento y movilidad suficientes, para luego de esto comenzar a abordar la satisfacción de otras necesidades humanas más intangibles como el respeto y el afecto (Secretarías distritales de Ambiente Hábitat y Planeación 2014)

Para la formulación de la política pública se diagnosticaron las problemáticas que enfrenta Bogotá, así mismo, para algunas de éstas se establecieron metas a partir de las líneas base de la problemática identificada. Dentro de las diferentes problemáticas, sólo se considerarán para la presente investigación las que tienen relación con las edificaciones. En la Tabla 4 se resumen las problemáticas identificadas bajo el principio mencionado, así como las metas propuestas en caso que las haya.

**Tabla 4. Problemáticas identificadas por la PPECS pertinentes a la investigación**

N°	Problemática / Reto	Descripción	Respuesta PPECS
1	Baja resiliencia de la ciudad para enfrentar el cambio climático	El mayor problema generado por el cambio climático es el aumento de lluvias, agravado por la impermeabilidad del terreno	Lograr que en el 40% de las edificaciones nuevas o rehabilitadas, se retenga y/o utilice el 50% del volumen promedio de la escorrentía superficial - <b>Línea base: 0 / Valor meta: 40%</b>
2	Altos tiempos de desplazamiento en la ciudad (centro-periferia y sur-norte)	Inequidad en la movilidad urbana / Déficit cuantitativo y cualitativo de la red de movilidad alternativa, incluyendo peatones, ciclistas y aquella requerida por personas de movilidad reducida.	Reducir en 10% la distancia promedio a equipamientos - <b>Valor meta: 1.795m</b>
3	Déficit cuantitativo del espacio público efectivo, especialmente en sectores periféricos de la ciudad	Se cuenta con 3,93m <sup>2</sup> en promedio de área de espacio público por habitante / Consecutivo deterioro del paisaje urbano / Baja calidad en el espacio público / Distribución desigual del espacio público	Aportar 0.5m <sup>2</sup> de espacio público efectivo por habitante resultando en 4.43m <sup>2</sup> /hab - <b>Línea base: 3.93m<sup>2</sup>/hab / Valor meta: 4.43m<sup>2</sup>/hab</b>

4	Bajas calidades ambientales en las edificaciones por ventilación, humedad, químicos, materiales, entre otros	11,8% de viviendas cuentan con déficit cualitativo y cualitativo	Reducir en 30% el déficit de ventilación y humedades en las viviendas de estrato 1,2 y 3, para mejorar la calidad de aire intramural / Garantizar que el 100% de las edificaciones nuevas, incluyendo viviendas VIS y VIP, implementen estrategias pasivas de calidad ambiental acústica, higrotérmica, olfativa y/o visual. <b>- Línea base humedades en paredes y techos: 25% (2014) y dormitorios sin ventanas: 7,1% (2014) / Valor meta: disminución del 30%</b>
5	Alta percepción de inseguridad asociadas a las bajas calidades ambientales de algunos espacios públicos efectivos y/o de las edificaciones	Un alto porcentaje de viviendas afectadas por factores de inseguridad, como expendio de droga y lotes baldíos o sitios oscuros y peligrosos / Agentes ambientales nocivos como caños de aguas negras y antenas de comunicación cercanas a zonas residenciales, que pueden afectar la salud de los ocupantes / En menor medida, usos incompatibles a entornos residenciales	No existe una meta precisa al respecto, pero se proponen estrategias de configuración física para mitigación. Invita a profundizar en la relación que existe entre hacinamiento y aumento de delincuencia.
6	Impermeabilización del suelo en las áreas libres de las edificaciones y espacios públicos	Debido a la construcción de patios, vías, plazoletas y zonas cubiertas, entre otros, las precipitaciones se transforman en escorrentía superficial, resultando en caudales que sobrepasan la capacidad de los sistemas de recolección municipales / Transformación del ciclo hidrológico natural	Lograr que en el 40% de las edificaciones nuevas o rehabilitadas, se retenga y/o utilice el 50% del volumen promedio de la escorrentía superficial. - <b>Línea base: 0 / Valor meta: 40%</b>
7	Escasa identidad cultural en el urbanismo y la arquitectura	Población, factores económicos, comportamientos ciudadanos	
8	Consumos desequilibrados de agua entre estratos en edificaciones vivienda	Estratos 5 y 6 presentan un consumo de agua por el doble en relación a los estratos 1, 2 y 3	Lograr que el 100% de las edificaciones nuevas utilicen equipos, sistemas e implementos de bajo consumo de agua o para la utilización de aguas lluvias. - <b>Valor meta: consumo promedio entre 60 y 140lt per cápita-día</b>  Lograr que el 90% de los hogares realicen por lo menos una práctica para reducir el consumo de agua como: Reutilizar agua, Recolectar agua lluvia, Usar tanque sanitario de bajo consumo - <b>Valor meta: 90%</b>

9	Alto consumo y explotación de minerales provocados por la industria de la construcción	La construcción representa uno de los mayores consumos de minerales, la explotación de estos genera impactos negativos en el medio ambiente	Reutilizar el 25% del total de volumen o peso del material, en edificaciones mayores a 5000m2 y con 1000m3 de producción - <b>Línea base: 1.281.445 ton/año (2014) / Valor meta: 1.601.806 ton/año</b>
10	Eficiencia energética y energía renovable	Aunque los porcentajes de consumo de energía en el sector residencial no son muy elevados para la etapa de ocupación, como política pública se promueve la implementación de energía alternativas como solar o eólica / Altos valores de contenida en la fabricación de los materiales y componentes del edificio, así como en la fase de demolición	<p>Garantizar que el 70% de las viviendas VIS y VIP nuevas utilicen energía fotovoltaica o alternativa para las áreas comunes y para el calentamiento de agua. - <b>Línea base: 0 / Valor meta: 70%</b></p> <p>Lograr que el 90% de los hogares realicen al menos una práctica para el uso eficiente de la energía - <b>Valor meta: 90%</b></p>

### 3.1.4. Retos para la edificación sostenible en Bogotá

Dentro de los retos que plantea la revisión del POT para Bogotá y las problemáticas que identifica la PPECS, existen similitudes o se complementan unas con otras. En este apartado se entrará a detallar los retos que enfrenta Bogotá en términos de sostenibilidad, buscando abarcar ambos documentos.

**Baja resiliencia frente al cambio climático:** La resiliencia se define como “la capacidad de los sistemas sociales, económicos y ambientales de afrontar un suceso, tendencia o perturbación peligrosa, respondiendo o reorganizándose de modo que mantengan su función esencial, su identidad y su estructura, y conservando al mismo tiempo la capacidad de adaptación, aprendizaje y transformación” (Secretaría Distrital de Planeación 2019)

Dentro de las problemáticas expuestas sale a relucir la preocupación que existe con relación al cambio climático y la baja capacidad de resiliencia de la ciudad para enfrentarlo, la cual tiende a reducir con los procesos de urbanización actuales. Existen dos acciones que han llevado a que esta situación se recrudezca, por un lado el aumento de la huella de la ciudad, que para hoy sobrepasa los límites municipales (conurbación) Dentro del período comprendido entre el 2005 y el 2016, el 88% del crecimiento poblacional se generó hacia los municipios vecinos (Secretaría Distrital de Planeación 2019) Por otro lado, la impermeabilización de la ciudad por el aumento de superficies duras y zonas cubiertas han resultado en la disminución de superficies verdes que puedan

absorber el agua lluvia, alterando el ciclo hidrológico natural (Secretarías distritales de Ambiente Hábitat y Planeación 2014)

Estos dos aspectos se relacionan de manera diferente con el cambio climático, el primero, relacionado al aumento de la huella de la ciudad, genera un mayor consumo de bienes naturales, presión sobre elementos del sistema ambiental regional, disminución de la biomasa de árboles regional y la generación de un impacto negativo sobre los cuerpos hídricos (Secretaría Distrital de Planeación 2019) El crecimiento que se ha venido dando en Bogotá, en el que se presenta una “expulsión” de la población a los municipios vecinos, ha resultado en un proceso de degradación del entorno de alto valor ecológico, entre 2012 y 2018 se ocuparon 1.500ha de espacios protegidos y 1.900ha de suelo agrológicos de la región (IDOM 2018) Impactos que deben mitigarse, por un lado para no acelerar el cambio climático, y por el otro lado, para no reducir la capacidad de resiliencia ambiental de la ciudad ante este.

En segundo lugar, de acuerdo a las proyecciones de los escenarios futuros del cambio climático, desarrollados por el Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM), los principales efectos que se darán en el departamento de Cundinamarca, en el que se encuentra Bogotá, será el aumento de las precipitaciones, especialmente hacia el norte la ciudad, con valores entre 10% y 30% adicionales a los actuales (IDEAM; PNUD; MADS; DNP; CANCELLERÍA 2015) Por lo anterior, la impermeabilización de la ciudad tiene tanta relevancia, la cual sumada a la utilización de sistemas de drenaje convencional (alcantarillado pluvial) y la modificación de la morfología de los cursos naturales de los ríos y quebradas, hace que las precipitaciones se transformen en escorrentía superficial, sobrepasando la capacidad de los sistemas urbanos de drenaje, lo que finalmente se traducirá en un mayor riesgo de inundaciones y disminución de la calidad del agua de la corriente receptora (Secretarías distritales de Ambiente Hábitat y Planeación 2014)

Finalmente, un aspecto que no puede pasarse por alto es el aumento en la condición de isla de calor dentro de la ciudad, generado también por el aumento de superficies duras en la ciudad, que a su vez podría llegar a recrudecer los efectos del cambio climático por el aumento de temperaturas que alteran las condiciones medioambientales y ecosistémicas del entorno.

**Ciudad lejana e inequitativa:** Si bien, en el siglo XX Bogotá contaba con un solo centro multifuncional, a partir del siglo XXI esta concepción comenzó a cambiar, desarrollándose otras

centralidades. Sin embargo, el crecimiento desordenado e informal de la ciudad ha generado por un lado segregación social, especialmente para los estratos bajos que ocupan las periferias, y por otro lado, congestión general en los polos de atracción y zonas residenciales (Secretaría Distrital de Planeación 2019) “(...) parte de los problemas más estructurales de la ciudad es que ha sido ocupada de manera desequilibrada y eso ha generado grandes distancias entre barrios residenciales, equipamientos, servicios y sitios de empleo, que las personas deben recorrer diariamente (...)” (Secretarías distritales de Ambiente Hábitat y Planeación 2014)

En cuanto a esta problemática, es importante resaltar que los tiempos de desplazamiento en Bogotá hoy en día son bastante largos, especialmente para las personas que viven en estratos bajos (1, 2 y 3) El promedio de los tiempos en desplazamientos para la ciudad se encuentra en 31 minutos para estudiar y 47 minutos para trabajar, donde por ejemplo para para Usme y San Cristóbal, localidades en su mayoría de estratos bajos, se toman aproximadamente 60 minutos en el trayecto para ir a trabajar. Sumado a la representatividad de esta situación a nivel mundial; Bogotá es la ciudad con mayores índices de congestión vehicular en Latinoamérica, con 272 horas al año por persona perdidas en las múltiples congestiones, ocupa el tercer lugar a nivel mundial (INRIX 2018)

Esto desencadena en una problemática que impacta no sólo el ámbito ambiental, sino también el económico y social. Al haber mayores distancias hay mayores emisiones de CO<sub>2</sub> a la atmósfera, mayor tiempo en desplazamiento y mayor costo en los mismos, situación desfavorable especialmente para las personas de escasos recursos, las cuales a su vez se encuentran segregadas en su territorio. Adicionalmente, esta situación tiende a recrudecerse, de acuerdo a un escenario tendencial proyectado por la Secretaría Distrital de Planeación de Bogotá, para el 2050 se duplicarán las distancias de las viviendas de estratos bajos hacia sus centros de trabajo, resultando en 4.386m para este sector socioeconómico, situación que se vería agravada por la construcción de vivienda informal en la periferia.

**Evitar el crecimiento disperso:** Bogotá es una de las ciudades con mayor densidad de ocupación en relación a otras ciudades latinoamericanas (200 hab/ha), lo que significa que hace uso razonable de uno de los recursos más valiosos, el suelo (Secretaría Distrital de Planeación 2019) Además de esto, el crecimiento urbano con altos niveles de densidad y compacto de una ciudad, resulta en otros efectos positivos, como facilitar el mantenimiento y reducir los costos económicos asociados

a éste, se hace un uso más eficiente de la infraestructura urbana así como se reduce la demanda de construcción de ésta; se liberan más espacios que pueden ser ocupados como espacio público y áreas verdes (Secretaría Distrital de Planeación de Bogotá 2019); incluso se reducen las emisiones de CO producto de los desplazamientos, pues la compacidad acerca.

Al traducir esta compacidad a las edificaciones, se puede hablar entonces de edificaciones de gran altura, en la que se desarrollen actividades comerciales, laborales, educativas, residenciales, etcétera. Edificaciones que además de hacer uso eficiente del área que ocupan en el territorio, a la vivienda multifamiliar en altura, caso de estudio de la presente investigación, se le atribuyen otros beneficios cuando se compara con la vivienda unifamiliar. En primera instancia, se puede hablar de menores consumos de agua, los cuales se atribuyen a menores áreas verdes privadas en comparación a las viviendas unifamiliares, áreas que requieren de riego y por ende demandan un mayor volumen de agua por vivienda. Como se evidencia en cifras, para el año 2019 el consumo de agua de una vivienda unifamiliar ubicada en Bogotá, se encuentra en los 16 m<sup>3</sup>/bimestre en promedio, el cual corresponde a un 5% más del consumo de un apartamento (Secretaría Distrital de Planeación de Bogotá 2019). Adicionalmente, este tipo de edificaciones facilita la implementación de sistemas de reutilización de agua, sistemas de distribución más eficientes o centralización de algunos usos que requieran este recurso, resultando finalmente en un consumo más eficiente.

**Déficit cuantitativo de espacio público:** A través del Decreto Distrital 215 de 2006, se estableció que el índice de espacio público efectivo (zonas verdes, parques, plazas y plazoletas) debía ser de 10m<sup>2</sup> por habitante para la ciudad de Bogotá. Hoy la ciudad cuenta en promedio con sólo 3,93m<sup>2</sup>/habitante de espacio público, situación que además resulta desfavorable para las poblaciones que viven en las periferias, es esta población la que, debido al desarrollo desordenado de la ciudad con una ocupación desequilibrada del territorio entre la población y la vivienda, tienen menor acceso cercano a espacios de estas características. Es decir, que aunque en promedio se cuente con una disponibilidad como la citada, el espacio público efectivo para quienes viven en las periferias es menor a esta cifra (Secretarías distritales de Ambiente Hábitat y Planeación 2014)

**Desbordamiento de la huella urbana de Bogotá:** Como se ha dicho antes, el crecimiento poblacional de la ciudad ha derivado en problemáticas relacionadas a la expansión de su huella.

Actualmente existe una tendencia de expulsión de la población bogotana a la periferia o hacia los municipios aledaños, ésta deriva principalmente de los incrementos en el precio del suelo y de la falta de generación de suficiente suelo urbanizable. Dicha tendencia genera un crecimiento insostenible para la ciudad, por un lado, los municipios aledaños hacia donde está siendo expulsada la población, no cuentan con suficientes infraestructuras de soporte, lo que genera que siga existiendo una dependencia a Bogotá de quienes viven allí y por otro lado, sigue generando segregación socioespacial (Secretaría Distrital de Planeación 2019)

El suelo con el que cuenta Bogotá es poco y la demanda de éste no se detiene, en una proyección realizada por la Secretaría Distrital de Planeación, para el 2050 el 47% del crecimiento de la huella urbana de Bogotá se dará en suelo urbano y un 38% en suelo rural, el 4% en suelo de expansión y el excedente se dará en suelo suburbano, esto significará que el consumo de suelo de protección y agrícola para urbanizar se duplicaría en relación a la situación actual (IDOM 2018) Bogotá es una ciudad en crecimiento, de acuerdo a los escenarios poblacionales, hacia el 2031 la población incrementará cerca de un millón de habitantes, entre el saldo migratorio proyectado y el crecimiento vegetativo de la población actual. De acuerdo a esto se requiere planificar el territorio bogotano para alojar más de 800 mil nuevos hogares, para el 2050 esta cifra ascendería a 3 millones de viviendas nuevas, lo que duplica la oferta actual de la ciudad (Secretaría Distrital de Planeación 2019).

Ante un crecimiento poblacional como el descrito, la única manera de no seguir consumiendo el suelo es la redensificación de la ciudad, pero esta tiene un límite dado por las tecnologías constructivas y los problemas que pueden derivar del hacinamiento dentro de la vivienda y en relación con el entorno (Secretarías distritales de Ambiente Hábitat y Planeación 2014) Por todo lo anterior, atender el crecimiento poblacional y la demanda de servicios que se dará en los próximos años, es uno de los mayores retos que tendrá Bogotá bajo las limitantes ya descritas. A la vez es una oportunidad para las edificaciones de tipo residencial, la respuesta que se dé desde el diseño de la vivienda multifamiliar podrá aportar a enfrentarlo.

***Abandono y desaprovechamiento de zonas consolidadas en la ciudad:*** El abandono de edificios con valor patrimonial y el desaprovechamiento del centro de la ciudad por haber cumplido su ciclo de utilidad, es una de las problemáticas que enfrenta la ciudad. El centro de Bogotá cuenta con disponibilidad de espacio público para recreación, infraestructuras para la movilidad, así como

elementos arquitectónicos de gran valor (Secretaría Distrital de Planeación 2019) Así mismo, es en La Candelaria, Los Mártires y Santa Fe, localidades ubicadas en el sector al que se hace referencia, las que presentan los índices de población más bajos en relación a la extensión de su territorio. Esto sumado a la poca disponibilidad de suelo para desarrollo, ubicado principalmente en la periferia de la ciudad, hace que estas localidades, el centro fundacional y los ejes estructurales existentes de la ciudad, representen un alto potencial de re-densificación (Secretaría Distrital de Planeación 2019)

**Condiciones cualitativas y cuantitativas de la vivienda no cubiertas por completo:** Para el año 2017, de acuerdo a la encuesta multipropósito realizada por la alcaldía de Bogotá, el déficit de vivienda a nivel cualitativo y cuantitativo sufrió una reducción considerable en relación a las cifras del 2014. Esto se logra debido a la generación de incentivos encaminados a que exista oferta privada de calidad, especialmente para los segmentos de la población de ingresos más bajos. (Alcaldía Mayor de Bogotá 2017)

Para el 2014 se tenía un déficit cuantitativo y cualitativo en la vivienda de un 6.5%, para el 2017 se obtuvo un 4.6%. En relación al déficit cuantitativo la problemática más recurrente es la cohabitación (1.8%), es decir unidades de vivienda en donde vivan más de dos hogares. En relación a condiciones cualitativas, fue el no contar con un espacio para cocinar exclusivamente la problemática más recurrente y que además presentó un aumento (1.2%) Las situaciones mencionadas tiene una participación mayor en los estratos 1 y 2, significando el 10.9% y el 5.9% de las viviendas respectivamente. En relación a los problemas constructivos de la vivienda, la presencia de estos ha ido disminuyendo considerablemente en los últimos años, continuando con una tendencia de ser mayores los problemas relacionados con humedades en techo y paredes (19.9% de las viviendas) Para este caso ocurre lo mismo que el anterior, las viviendas de los estratos socioeconómicos bajos (1 y 2) son los que representan el mayor porcentaje (Alcaldía Mayor de Bogotá 2017)

Como se observa, la vivienda actual en Bogotá no presenta mayores problemáticas relacionadas a sus características y calidad constructiva, sin embargo, son aspectos que no pueden ignorarse y el déficit de estas debiera llegar a ser nulo.

**Problemas ambientales asociados al entorno de las viviendas:** En relación al confort interior de las viviendas, es poca la información que se incluye en los dos documentos tratados. Sin embargo, se resaltan las características del ambiente exterior que interfieren con la calidad del ambiente interior. En primer lugar, debido a la alta contaminación atmosférica producida principalmente por fuentes fijas (comercio, industria y servicios) y fuentes móviles (parque automotor), seguido por la cercanía de las viviendas a usos del suelo incompatibles con el entorno, como caños de aguas negras, bares, fábricas e industrias, plazas de mercado, terminales, entre otros (Secretarías distritales de Ambiente Hábitat y Planeación 2014) Resultando en que, junto con la inseguridad, la contaminación del aire, ruido, malos olores y el manejo inadecuado de basuras, sean los aspectos que se manifiestan por parte de los habitantes como problemáticos en las zonas aledañas a las viviendas. (Ver Figura 9)



**Figura 9. Porcentaje de viviendas por tipo de problemas en el entorno 2014-2017.** Fuente: Encuesta multipropósito 2017 – Alcaldía Mayor de Bogotá

Si bien estas situaciones se relacionan con aspectos externos a las viviendas y políticas que se alejan de las decisiones de diseño, con acciones como la promoción y vinculación de las edificaciones a sistemas de movilidad alternativos no contaminantes, el aporte a la reducción del posible impacto ambiental en el entorno directo durante la etapa construcción y el aporte de los edificios de vivienda al paisaje urbano, se contribuye positivamente a esta situación.

**Alta percepción de inseguridad:** Adicionalmente, el entorno no sólo genera estas condiciones insalubres e incómodas para las viviendas, la cercanía a ciertos usos y condiciones físicas del entorno y nivel de exposición a éste, generan en las personas sensación de inseguridad, “tres de cada cuatro bogotanos considera que hay inseguridad en el sector en que viven” (Secretarías distritales de Ambiente Hábitat y Planeación 2014). El porcentaje de viviendas que padecen

problemas de inseguridad, corresponden al 64% de las viviendas de la ciudad (Figura 9), siendo nuevamente las personas de estratos bajos las más afectadas, hogares que reportan cifras mucho mayores, entre un 80,5%, un 74,1% y un 63,9% para los estratos 1, 2 y 3 respectivamente, ubicados principalmente en cuatro localidades, Los Mártires, Rafael Uribe Uribe, Ciudad Bolívar y Usme.

Si bien este es un asunto que se relaciona con realidades sociales y culturales de la ciudad, no deja de ser un aspecto problemático del cual se debe hacer cargo también el urbanismo y la arquitectura (Alcaldía Mayor de Bogotá 2017) Los aportes que se hagan desde las edificaciones para la disminución de esta percepción y realidad de inseguridad en la ciudad, aportarán sin duda al bienestar social y a una mejor calidad de vida para los bogotanos.

***Impacto ambiental negativo por manejo y consumo actual del agua:*** “Las principales fuentes de contaminación hídrica de los ríos Tunjuelo, Juan Amarillo, Torca y Fucha son las aguas residuales domésticas y los vertimientos industriales” (Secretarías distritales de Ambiente Hábitat y Planeación 2014) Así mismo, las edificaciones son las responsables de altos consumos de agua, recurso que aunque no es escaso en la región, debería usarse eficientemente.

Considerando la planificación de las edificaciones, no se implementan sistemas para la utilización de aguas lluvia, aguas residuales o de tratamientos alternativos de las mismas que reduzcan el volumen que se entrega para su disposición final o bien mejoren la calidad del agua entregada. Lo cual dificulta reducir el impacto ambiental que genera el manejo que se hace de las aguas residuales.

Adicionalmente, en relación al consumo de agua en las edificaciones, las problemáticas evidenciadas por la PPECS comprenden diferentes etapas del ciclo de vida de éstas. Por un lado que, para la etapa de ocupación de la edificación, se hace uso de agua potable para abastecer necesidades que no lo requieren, como la descarga de sanitarios, riego de zonas verdes y limpieza en general. Por otro lado, para la etapa de construcción se evidencia una falta de conciencia y control respecto al manejo que se debe dar al recurso hídrico. No sólo se desperdician grandes volúmenes de agua en los frentes de obra, en muchos casos potable, también se presentan vertimientos de sustancias tóxicas o residuos inadecuados hacia los canales, calzadas y sistemas de alcantarillado (Secretarías distritales de Ambiente Hábitat y Planeación 2014)

**Consumo desequilibrado de recursos:** Los desequilibrios sociales que se presentan en Bogotá en términos de distribución espacial, disponibilidad de espacio público, condiciones cualitativas y cuantitativas de las viviendas e incluso temas relacionados con la inseguridad son una realidad. El consumo de recursos también presenta esta condición característica, que hace insostenible algunas dinámicas que se dan en la ciudad, de origen cultural, normativo y del diseño mismo de las edificaciones. Los recursos como el agua, la energía y el suelo, presentan un desequilibrio evidente al comparar el consumo de éstos en los diferentes estratos socioeconómicos de la ciudad. Por un lado, se presenta que una vivienda, sea multifamiliar o unifamiliar, de estrato 1 consume aproximadamente la mitad del agua que una de estrato 6 (Secretaría Distrital de Planeación 2019) Esta desigualdad se asume que se debe principalmente a los tamaños de las viviendas, hábitos y el consumo de agua en riego de jardines privados y comunes en las edificaciones de estratos más altos. Lo mismo ocurre con la energía, para Bogotá se presenta que una vivienda de estrato 1 consume un poco más de 100kWh/mes, mientras una vivienda en estrato 6 consume el doble (Consortio CORPOEMA-CUSA 2012)

Por otro lado, el consumo del suelo también es un indicador que puede equipararse de la misma manera. Mientras una vivienda de estrato bajo y medio-bajo se encuentra dentro de un promedio de 45m<sup>2</sup> por unidad (15m<sup>2</sup> x persona (considerando el promedio actual de 3 personas por hogar)), una vivienda de estrato medio-alto y alto se encuentra dentro de los 128m<sup>2</sup> (43m<sup>2</sup> x persona) (Departamento Administrativo Nacional de Estadística DANE 2019a) lo que equivale a una diferencia de un 65%. Estos dos aspectos se ven agudizados por la normativa, en la cual siempre se restringe a partir de valores mínimos y no de máximos para el uso de muchos recursos, concepción normativa que deja por fuera el uso sostenible de éstos. En el caso del suelo por ejemplo, en relación al área total de las viviendas se exige un área resultante de multiplicar 15m<sup>2</sup> por habitación, garantizando que nunca sea menor a 45m<sup>2</sup> (Art. 389 Decreto 190/04); en cuanto a los estacionamiento, por norma se requiere para algunos casos hasta dos (2) estacionamientos por vivienda como mínimo (cuadro anexo No. 4 Decreto 190/04). En el caso del agua ocurre algo similar, ya que las empresas prestadoras del servicio al establecer un cargo fijo, no promueven el ahorro en el consumo del agua, ya que este no permite traducir las deducciones al consumidor (Secretarías distritales de Ambiente Hábitat y Planeación 2014)

En el contexto de la sostenibilidad este fenómeno tiene especial relevancia considerando lo establecido en el principio 8° de la declaración de Río de Janeiro, en donde se afirma que “(...) el

verdadero problema ambiental tiene su origen en los patrones insustentables de consumo (...)” (Secretarías distritales de Ambiente Hábitat y Planeación 2014) Principio en el que además resalta, como deber de los estados, promover la eliminación o reducción de dichos patrones.

**Alto consumo de minerales para la construcción:** La construcción es el principal sector consumidor de arena, arcilla, grava, caliza para cemento y piedra, sin contar los metales diversos (Secretarías distritales de Ambiente Hábitat y Planeación 2014) Esta información es soportada por datos del censo minero realizado por el Ministerio de Minas y Energía (MinMinas) entre 2010 y 2011, en el que se declara que el 47% de la explotación minera en Colombia corresponde a elementos no metálicos, la mayor parte de estos (94%) corresponde a materiales de construcción (Ver Figura 10)



**Figura 10. Distribución de materiales no metálicos explotado por uso.** Fuente: Censo Minero 2010-2011 MinMinas - Colombia

Esto resulta en una situación problemática, no sólo desde el punto de vista del impacto que genera la extracción en sí de minerales, como la erosión moderada y grava, contaminación por polvo, afectaciones en acuíferos y bosques, sedimentación y afectación del paisaje. Sino por los impactos adicionales como el transporte y procesamiento de los mismos en los que se hace uso de otros recursos, es decir, la energía contenida de los materiales. Las industrias manufactureras y de la construcción aportan el 16,6% de las emisiones de GEI y el sector del transporte, del cual también hace parte el transporte de recursos, es el responsable del 28% (Instituto de Hidrología y Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM) 2016) El sistema constructivo y materiales que se implementen en una edificación son fundamentales, pues determinan el aporte de CO2 al ambiente por cada metro cuadrado construido de cada edificación (Secretarías distritales de Ambiente Hábitat y Planeación 2014), en la Tabla 5 se discriminan datos aportados por la PPECS referente a estos indicadores.

**Tabla 5. Consumo de material y energía y emisiones de CO2 según sistema constructivo.** Fuente: PPECS - 2012

Sistema constructivo	Mj/m2	Ton CO2/m2	Ton/m2	m2	Total Ton
Sistema industrializado	2.517,200	0,310	1.264,30	1.080,40	1.365.949,72
Mampostería estructural	2.943,200	0,324	1.411,70	990,10	1.397.724,17
Mampostería confinada	4.743,400	0,505	2.407,30	2.199,40	5.294.615,62

Si bien para estas cifras presentadas no se encuentra información actualizada al día de hoy, éstas pueden, no sólo ser escalables a la realidad actual, sino posiblemente representar mayores impactos. La mampostería confinada sigue siendo el sistema constructivo más utilizado para la construcción de viviendas de acuerdo a reportes del DANE, sistema constructivo en el que las principales materias primas provienen de la explotación de materiales pétreos. Escenario en donde la vivienda multifamiliar bogotana puntualmente genera un aporte bastante representativo, pues el sistema constructivo mencionado, además de ser el más implementado, se encuentra en aumento tanto para Bogotá como por el resto del país, siendo esta ciudad la que presenta un mayor porcentaje a nivel nacional (Departamento Administrativo Nacional de Estadística DANE 2019a)

**Deficiente gestión de residuos durante la construcción:** Gran parte de los desechos que resultan en la ciudad provienen de la construcción, sea por demolición de edificios o estructuras, rehabilitación o restauración de viviendas y edificios, y la misma construcción de edificaciones; siendo la alternativa de eliminación más recurrente para estos residuos el vertido. Se estima que la producción de Residuos de Construcción y Demolición (RCD) para la ciudad de Bogotá, para el sector privado, será de 11.407.358 Ton al año 2020, con un crecimiento anual de 4.4%, lo que se ve agravado por la falta de lugares apropiados para dicha acción o para que se haga un adecuado manejo, aprovechamiento y reutilización de estos materiales.

Lo anterior hace más complejo llevar a cabo estas labores por parte de los constructores o los obligada a implementar estrategias que reduzcan su producción de RCD. Sin embargo, en el escenario actual no se presentan iniciativas contundentes, durante la fase de construcción, frente al tratamiento de los RCD, que desvíen y por ende reduzcan parte de éstos. Así como tampoco se implementan estrategias previas, en fase de diseño de la edificación, como el uso eficiente de los materiales, optimización del uso del material, consideraciones de la mano de obra, los sistemas de anclaje, entre otros (Secretarías distritales de Ambiente Hábitat y Planeación 2014)

***Eficiencia energética y uso de energía renovable en las viviendas:*** De acuerdo a las cifras arrojadas por Unidad de Planeación Minero Energética (UPME) el sector residencial no es un sector de altos porcentajes de consumo de energía en comparación al de transporte e industria, esto considerando la etapa de ocupación. Sin embargo, la PPECS destaca dos problemáticas que se presentan en relación a las edificaciones, el primero es la ausencia de implementación de energía alternativas como solar o eólica, así mismo, invita a que el consumo de energía no se centre en esta fase, pues habla de considerar todo el ciclo de vida, desde la energía contenida en la fabricación de los materiales y componentes del edificio hasta la fase de demolición. Este aspecto se profundizará en el capítulo “Consumo energético en la vivienda bogotana”

### **3.1.5. Desigualdad, una preocupación a escala país**

*La igualdad está en el centro del desarrollo por dos razones. Primero, porque provee a las políticas de un fundamento último centrado en un enfoque de derechos y una vocación humanista que recoge la herencia más preciada de la modernidad. Segundo, porque la igualdad es también una condición propicia para avanzar hacia un modelo de desarrollo centrado en el cierre de brechas estructurales y en la convergencia hacia mayores niveles de productividad, la sostenibilidad económica y ambiental de cara a las futuras generaciones, la difusión de la sociedad del conocimiento y el fortalecimiento de la democracia y la ciudadanía plena (Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL) 2018)*

La Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL) a partir del 2010 adquirió un compromiso importante con la igualdad, afirmando que la desigualdad es un fenómeno que conlleva a grandes costos de eficiencia y por ende su superación es inherente al desarrollo de una sociedad (Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL) 2018) Debido a la historia de los países latinoamericanos, la desigualdad está naturalizada en nuestra cultura, encaminarse en sobrepasarla debe ser uno de los principales objetivos de todos sus habitantes desde los diferentes aspectos en los que esta penetra.

Los fenómenos sociales son difíciles de abordar, pues se ven afectados por acciones y situaciones tan variadas como, la política, la cultura, la historia y procesos de ésta, la paz y la guerra. Una manera de conocer el estado de dicho fenómeno es por medio de indicadores sociales, para

Colombia algunos de estos índices han presentado escenarios alentadores en los últimos años, sin embargo, aún éstos se alejan de lo que se espera como sociedad.

La economía define en gran medida la situación social de un país, más en el caso de los países latinoamericanos, en donde la desigualdad alcanza niveles muy inferiores relacionados a este aspecto. “Como promedio regional (Latinoamérica), el coeficiente de Gini<sup>1</sup> es mucho más alto que el de otras regiones del mundo, y el país menos desigual de la región es más desigual que cualquier país no latinoamericano integrante de la Organización de Cooperación y Desarrollo Económicos (OCDE)” (Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL) 2018) En el caso colombiano por ejemplo, las situaciones de inequidad y segregación social son altas, se dice que en Colombia el 1% más rico de la población se apropia de más del 20% del ingreso total (CEPAL) 2017)

El coeficiente de Gini, el cual determina la desigualdad de un país de 0 a 1, siendo 0 un país totalmente equitativo, para Colombia se encuentra en 0,50 (Banco Mundial) para finales del 2017. Por otro lado el índice de pobreza multidimensional (IPM)<sup>2</sup>, indicador que vincula aspectos de la vivienda y calidad de vida de las personas, establece que para mediados del 2018 el promedio de la población nacional que se encontraba en esta situación era del 19.6% (DANE Presentación pobreza multidimensional) Para el caso de Bogotá, aunque tenga el promedio más bajo del país (4.4%), la existencia de este marca un precedente.

Adicional a estos índices mencionados, la desigualdad también tiene otras miradas, una de ellas es uno de los aspectos que ha sido bastante reiterativo desde las políticas y planes para la ciudad de Bogotá, la desigualdad en la distribución en el territorio. Esta es una realidad que se presenta en las ciudades latinoamericanas, como afirma la CEPAL, por la ubicación de los centros de trabajo en relación a las viviendas de las personas de más bajos estratos, son los habitantes de estos sectores

---

<sup>1</sup> El índice de Gini mide hasta qué punto la distribución del ingreso entre individuos u hogares dentro de una economía se aleja de una distribución perfectamente equitativa. (Banco Mundial BIRF AIF, 2018)

<sup>2</sup> El IPM se construye con base en cinco dimensiones: condiciones educativas del hogar, condiciones de la niñez y la juventud, salud, trabajo, y acceso a los servicios públicos domiciliarios y condiciones de la vivienda. Estas dimensiones involucran 15 indicadores, y son considerados pobres los hogares que tengan privación en por lo menos el 33% de los indicadores. (Departamento Administrativo Nacional de Estadística DANE, 2018)

los que deben realizar viajes más largos, quienes cuentan con menores áreas de espacio público por habitante y los que adicionalmente se ven más expuestos a la contaminación, y como el caso de Bogotá, a la inseguridad, en los barrios en los que viven.

El fenómeno de la desigualdad se ha visto agudizado en gran medida por la situación de violencia de la que apenas sale Colombia, los desplazamientos involuntarios al interior del país de las zonas rurales han generado en parte este crecimiento desequilibrado que se menciona, situación a la que se suman los procesos de reinserción en la sociedad de las personas que entregaron sus armas por el acuerdo de paz firmado en el 2015. Un bajo porcentaje (5.3%), (Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE) 2015) de los hogares de víctimas del desplazamiento forzado a nivel nacional, dice estar satisfecho con las medidas de reparación. Dentro de estas se encuentra el apoyo en la construcción del tejido social, construcción que se dificulta debido a los choques culturales y las condiciones de habitabilidad con las que se encuentran estas personas al llegar allí. El Distrito Capital, de acuerdo a lo registrado para el 2014, es el principal receptor de desplazados en el país, con un el 71.8% de las viviendas registradas en el Registro Único de Víctimas (RUV) del conflicto armado colombiano ubicadas en su territorio (Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE) 2015) (Figura 11); de este porcentaje, menos de la mitad de los hogares (22.1%) se consideran que habitan en una vivienda digna<sup>3</sup>

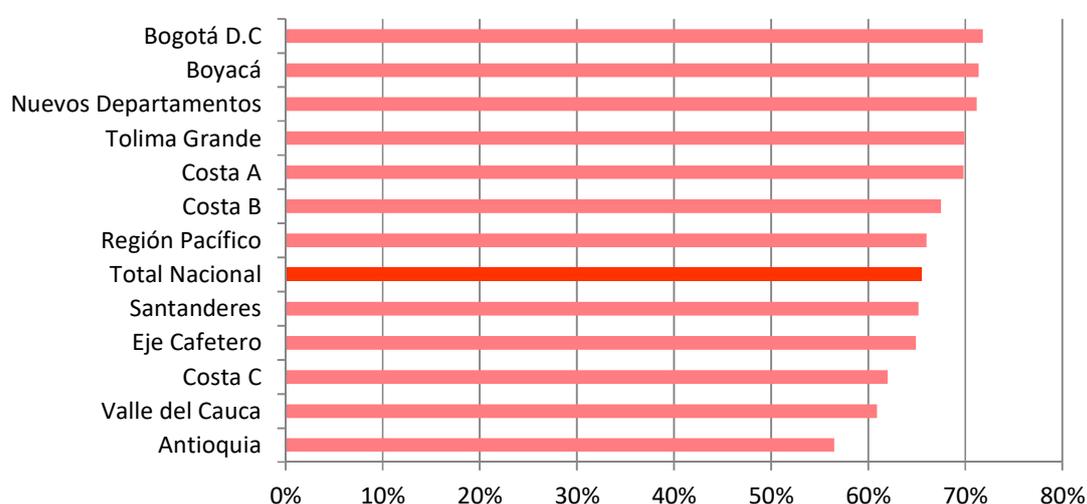
La desigualdad también puede llegar incluso a relacionarse con la sostenibilidad medioambiental, pues la “(...) destrucción del medio ambiente es también una forma de desigualdad social entre generaciones futuras y la generación presente, en la medida en que disminuye los servicios productivos del ecosistema” (CEPAL) 2017)

Por último, para Bogotá temas como la accesibilidad universal a las edificaciones, son aspectos que aún no se encuentran cubiertos por completo. Tanto en las edificaciones como en el espacio público se presentan barreras arquitectónicas para personas con movilidad reducida, la ciudad y las edificaciones no se relacionan de la misma manera con todos sus habitantes (Secretarías

---

<sup>3</sup> Contar con el espacio suficiente (no hacinamiento), servicios domiciliarios completos, materiales apropiados de la vivienda, ubicación en zonas de bajo riesgo de desastre natural y seguridad jurídica de la tenencia (DANE)

distritales de Ambiente Hábitat y Planeación 2014) No se trata únicamente de responder a las personas con movilidad reducida, que tienen como derecho poder transitar con facilidad, también las personas con diferentes rangos de habilidad, como niños y adultos mayores, deben ser considerados en este aspecto. De acuerdo al censo realizado en el 2018, los índices de juventud (26,9) se encuentran bastante por debajo de los índices de envejecimiento (70,98) de la población, considerando como edad de corte los 60 años. Este último indica la relación entre la población joven (menor a 15 años) con la población adulta (60 años o más), cifra que además de evidenciar la etapa de desaceleración del crecimiento y maduración de la población, exige una mayor oferta que responda a la población adulta, tarea en la que el sector residencial tiene responsabilidad.



**Figura 11. Porcentaje de población desplazada por ciudad receptora.** Fuente: DANE – EGED 2013-2014

“Las edificaciones de la ciudad no se relacionan de la misma manera con todos los seres humanos. Para el efecto existen diferencias relacionadas con género, diversidad sexual, habilidades físicas, disminuciones sensoriales, cambios físicos, etnias, edad, estratos, entre otros” (Secretarías distritales de Ambiente Hábitat y Planeación 2014) El reconocimiento de la diversidad es también otra acción que ayuda a superar la desigualdad, reconocimiento que si bien debe partir desde un cambio cultural, la vivienda multifamiliar tiene una gran oportunidad. Esta tipología de vivienda permite la configuración de comunidades, por ende los aportes que puedan hacerse desde su diseño en pro de la conformación y la cohesión de una comunidad diversa, tendrán un alto impacto en la búsqueda de igualdad en todas sus variables.

### 3.1.6. Consumo energético en la vivienda bogotana

Es recurrente encontrarse con investigaciones en torno a las edificaciones sostenibles que incluyen, como elemento clave en su justificación, la vinculación de las emisiones de Gases de Efecto Invernadero (GEI) con el consumo de energía para sus diferentes etapas (Mattoni et al. 2018; Ortiz, Castells y Sonnemann 2010b; Muñoz et al. 2012); resaltando que, en algunos casos, resulta mucho más representativa en este escenario la etapa de ocupación, en comparación a las etapas de construcción o extracción y fabricación de materiales (Muñoz et al. 2012) Esta primera justificación tiene gran relevancia para países en los que se requieren sistemas de climatización, que a su vez no son alimentados por sistemas de generación de energía limpia. Para evaluar el impacto que producen las viviendas en relación a las emisiones de GEI, resultantes del consumo energético de una edificación, es fundamental en primera instancia conocer el destino final que se le da a la energía de acuerdo a las condiciones climáticas y culturales del contexto; en segunda instancia, conocer el mix de energía de cada país, el cual varía considerablemente entre países e incluso en el tiempo (Herda, Autio y Lalande 2017) Por ejemplo en el caso de España el aporte de emisiones de GEI por generación de 1kWh de energía significa 5.73E – 01 kg CO<sub>2</sub>-Eq, mientras que para Colombia este resulta en menos de la mitad (2.43E – 01 kg CO<sub>2</sub>-Eq) (Ortiz, Castells y Sonnemann 2010a)

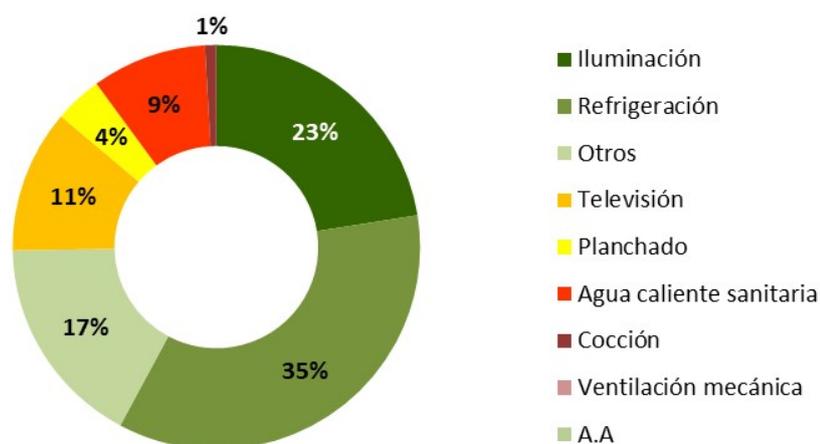
Así mismo, los SCEV más reconocidos a nivel mundial evidencian, dentro de sus pesos, la importancia que tiene el aspecto energético en la evaluación de una edificación sostenible. Como se observa en la Tabla 6, para los cinco sistemas allí evaluados, son la categoría de Sitio y Energía y Medioambiente las que tienen un mayor peso sobre las demás, entre los promedios de estas dos casi duplican los pesos de las demás categorías (45.6%)

**Tabla 6. Peso porcentual y promedio de categorías.** Fuente: (Quesada Molina 2014)

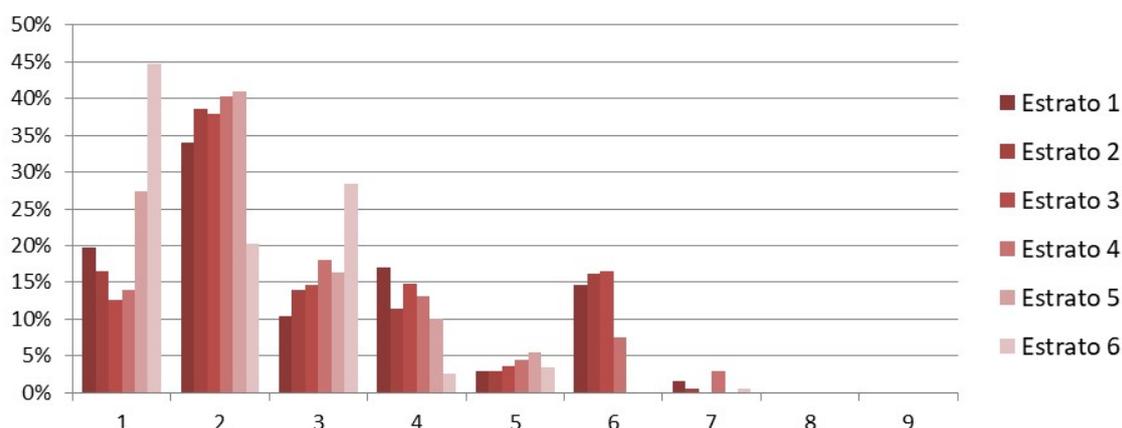
Límite espacial	LEED-H	BREEAM	VERDE	CASBEE	PROMEDIO
	%				
Sitio	23,04	22,55	20,00	24,99	22,50
Energía y medioambiente	27,94	25,36	14,30	21,00	21,12
Agua	11,03	6,91	2,90	2,25	6,64
Materiales y recursos	10,00	15,31	12,00	12,75	12,66
Ambiente interior	15,44	14,12	18,70	19,00	16,56
Aspectos económicos	-	-	4,40	-	2,20
Calidad de servicios	2,94	-	9,90	13,21	8,08
Gestión	9,61	15,75	17,90	6,80	12,35

En el documento guía de LEED v4 para diseño y construcción de edificios, uno de los prerrequisitos de la categoría de Energía y Atmósfera, fija como propósito “Reducir los daños ambientales y económicos producidos por el consumo excesivo de energía (...)” posteriormente este mismo requisito se vincula con estándares de confort térmico. Esta relación es bastante obvia cuando criterios como éste se adoptan en países con climas extremos, en donde mantener un confort térmico al interior de los espacios significa, necesariamente, hacer uso de equipos que así lo permitan (calefacción y/o enfriamiento) Sin embargo, para países donde esto no sucede, el referirse a daños ambientales cuando se presenta un consumo excesivo de energía para suplir este tipo de necesidades, es un concepto que debería someterse a revalidación como se mencionó inicialmente. La representatividad del aspecto energético tanto en las investigaciones, como en la mayoría de los SCEV, hace necesario hablar de la particularidad para una ciudad como Bogotá en relación a este aspecto.

Bogotá es una ciudad ubicada en el centro de Colombia, en el trópico de cáncer, bastante cercana a la línea del Ecuador (latitud: N 4°36'34.96"), por este motivo el clima en todo su territorio se caracteriza por ser estable durante todo el año. Sin embargo, entre las ciudades colombianas se presentan diferencias de temperaturas, en muchos casos extremas. Por ejemplo para Riohacha, en La Guajira, la temperatura media se encuentra en 28.2°C, mientras que para Bogotá, una de las ciudades más frías de Colombia, es de 14.4°C (IDEAM 2019); estas diferencias se atribuyen en gran medida a los cambios de altura en relación al nivel del mar de cada ciudad. Lo anterior es relevante en el contexto de la energía pues, para las viviendas, caso de estudio de la presente investigación, las condiciones climáticas están estrechamente ligadas al consumo energético de éstas durante su fase de ocupación, condicionan la necesidad o no de sistemas de calefacción o enfriamiento. Como se observa en la Figura 12, en la que se reporta el consumo promedio de energía eléctrica por destino para ciudades por encima de los 2.000 msnm, la vivienda en Bogotá no consume energía por este motivo. Siendo relevante en este escenario el consumo de energía eléctrica para iluminación, el cual se relaciona directamente con el diseño de las edificaciones. Como dicen Ortiz, Castells y Sonnemann (2010a), esta singularidad puede deberse a condiciones, si bien en parte climáticas, a un componente importante de condiciones culturales. Incluso, las variaciones que se presentan en los consumos de energía eléctrica por destino en relación a los estratos socioeconómicos, indican que este también es un factor condicionante para el consumo energético de la vivienda colombiana (Figura 13)



**Figura 12. Consumo promedio de energía eléctrica por destino para ciudades por encima de los 2.000 msnm.** Fuente: Caracterización Energética del Sector Residencial CORPOEMA 2012



**Figura 13. Consumo promedio de energía eléctrica por destino por estrato para ciudades por encima de los 2.000msnm.** Fuente: Caracterización Energética del Sector Residencial CORPOEMA 2012

(1) Iluminación; (2) Refrigeración; (3) Otros (lavadora, computador, licuadora, entre otros); (4) Televisión; (5) Planchado; (6) Agua caliente sanitaria (eléctrico); (7) Cocción (eléctrico); (8) Ventilación mecánica; (9) Aire acondicionado

Como se mencionó, el mix de generación de energía es un factor importante a considerar para la valoración de los impactos de una edificación. Para Colombia, de acuerdo al informe mensual de generación de energía, sigue siendo la energía hidráulica la de mayor participación en el sector (69.18%) Para el caso de Bogotá y los departamentos cercanos esta cifra es aún mayor, el 89.77% de la energía proviene de una fuente limpia. Esto hace que las emisiones generadas por la producción de energía eléctrica en el país, siendo esta de 6.006,2 MWh/mes, hayan generado

577.73 Ton CO<sub>2</sub> para el mes de agosto de 2018, producto de la combustión de gas natural, carbón y combustibles líquidos (Ministerio de minas y energía de Colombia (MinMinas) 2018) Así mismo, de acuerdo al último informe IDEAM, se dice que para el sector energético, el transporte es el principal sector generador de GEI (38%) seguido por las industrias generadoras de energía (23%), como grupo, junto con sus demás sectores, aportan 78Mton CO<sub>2</sub> eq. anuales a la atmósfera, ocupando el segundo grupo con mayor aporte después del grupo de la agricultura, silvicultura y demás usos de la tierra (158.6 Mton CO<sub>2</sub> eq. anuales) El sector residencial por su lado, representa el 2% (5,4 Mton de CO<sub>2</sub> eq) de las emisiones totales de GEI del año evaluado en dicho informe, estas se deben principalmente al consumo de gas natural o gas licuado (quema de combustibles), para calefacción de agua sanitaria y para cocción, y al crecimiento en el uso de HFCs (gases refrigerantes) en los últimos años, el aumento de emisiones en este sector se asocian principalmente al crecimiento poblacional (Instituto de Hidrología y Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM) 2016)

En vista de este panorama, se concluyen las siguientes directrices que servirán como filtro en la etapa de evaluación de los CS, objetivo del presente estudio. Para el sector residencial en Bogotá el consumo energético es un aspecto desligado al confort térmico, es el confort lumínico el único aspecto de calidad de ambiente interior que puede tener relación con el consumo energético de las viviendas, el cual a su vez se relaciona con costos económicos para el usuario final, los cuales tienen igual relevancia. Por otro lado, un alto porcentaje de viviendas hacen uso de gas natural (GN) en todos los estratos, especialmente en los estratos altos, con un promedio de consumo de 1.985,6 kCal/m<sup>2</sup>/mes, otras hacen uso aún de gas licuado (GLP), generalmente en los estratos 1, 2 y 3 con un consumo promedio de 1.513,7 kCal/m<sup>2</sup>/mes (Consorcio CORPOEMA-CUSA 2012). Ambos son usados principalmente para cocción y en menor medida para calentamiento de agua sanitaria, éste último invita a prestar mayor atención a los sistemas alternativos como aporte de las edificaciones a su reducción de impacto.

De acuerdo a una investigación realizada para otra ciudad colombiana (Pamplona), con condiciones de uso similares a la bogotana y misma fuente generadora de energía, la fase de ocupación sigue siendo la que representa un mayor potencial de aporte al calentamiento global, como en la mayor parte de las investigaciones revisadas. Sin embargo, es de resaltar que etapas como la de construcción, mantenimiento y fin de vida de la edificación comienzan a adquirir mayor peso que en contextos como el español, mencionado anteriormente (Ortiz, Castells y

Sonnemann 2010a) Como se concluyó, desde las etapas tempranas de diseño de una edificación, la optimización de la iluminación natural y artificial, así como la implementación de sistemas alternativos de calentamiento de agua sanitaria, son las únicas áreas en las que puede aportar para reducir el impacto ambiental en la etapa de uso. Entregando una mayor responsabilidad a las acciones que puedan hacerse en relación a la fase de construcción, mantenimiento y disposición final de la edificación, etapas en las que hay más oportunidades de reducción de impacto a partir de decisiones de diseño.

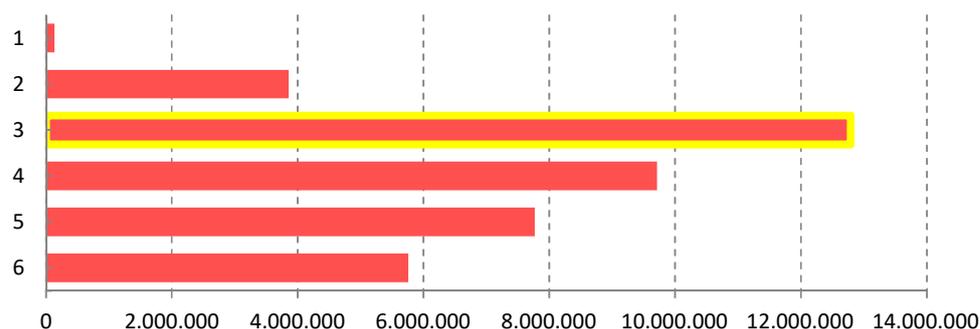
En el contexto de la presente investigación, cabe resaltar que no se pretende desconocer la necesidad del uso eficiente de la energía, el cual es necesario dentro de la concepción de una vivienda sostenible, y como bien se declara en la ley 697 de 2001, este es un asunto de interés nacional “Declárese el Uso Racional y Eficiente de la Energía (URE) como asunto de interés social, público y de convivencia nacional, fundamental para asegurar el abastecimiento energético pleno y oportuno, la competitividad de la economía colombiana, la protección al consumidor y la promoción del uso de energías no convencionales de manera sostenible con el medio ambiente y los recursos naturales” Así mismo, existe un gran interés por parte del estado en promover la implementación de energías alternativas, brindando incentivos y facilitando la entrega de la energía producida a la red bajo normativas que las regulan.

Por último, no puede ignorarse el impacto que el transporte genera por su alto porcentaje de emisiones GEI a la atmósfera. Como se menciona, de acuerdo al informe del IDEAM, es este sector el que mayor aporte hace a la atmósfera dentro del grupo de la energía, fenómeno que en el contexto de Bogotá se replica. Si bien, desde el diseño de las edificaciones no existe una incidencia directa con el sector del transporte, sí existe una relación con éste. El transporte de materiales considerando la etapa de construcción o la manera en que la edificación se vincula con el entorno, su ubicación y los principios que promueva a sus ocupantes, son actividades, acciones y decisiones que pueden ayudar a lograr una optimización de esta relación con sector mencionado, resultando en la disminución de sus emisiones.

### 3.2. Construcción de caso de estudio

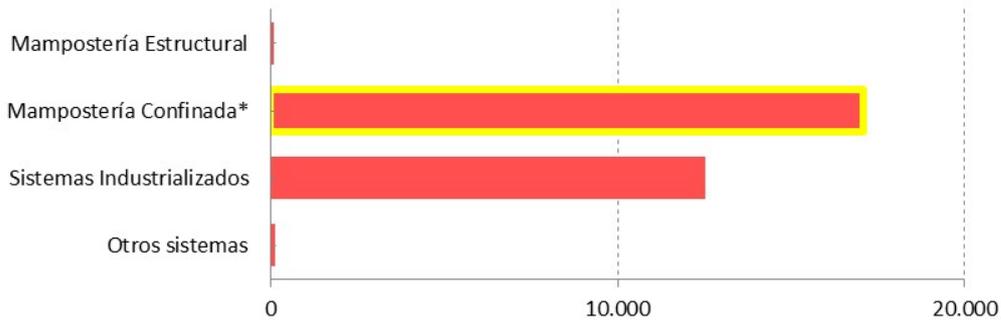
#### 3.2.1. Datos representativos del sector vivienda para Bogotá

Para la construcción del caso de estudio se remitió inicialmente a los datos estadísticos del DANE, específicamente a la información correspondiente al Censo de Edificaciones (CEED) publicado el 14 de agosto de 2019, con el fin de identificar las condiciones de borde. A partir de la consulta de estos datos, se identificó que para la vivienda multifamiliar entre el 2018 hasta el segundo semestre de 2019, predomina el estrato socioeconómico 3 (Figura 14), el área por unidad de vivienda es de 63m<sup>2</sup> en promedio (Figura 15), el valor que predomina para una unidad de vivienda se encuentra entre los 101 salarios mínimos mensuales legales vigentes (SMMLV) y los 350 SMMLV (un SMMLV equivale a USD \$239,4) (Figura 16), y la mampostería confinada<sup>4</sup> es el sistema constructivo implementado en la mayoría de este tipo de edificaciones (Figura 17)

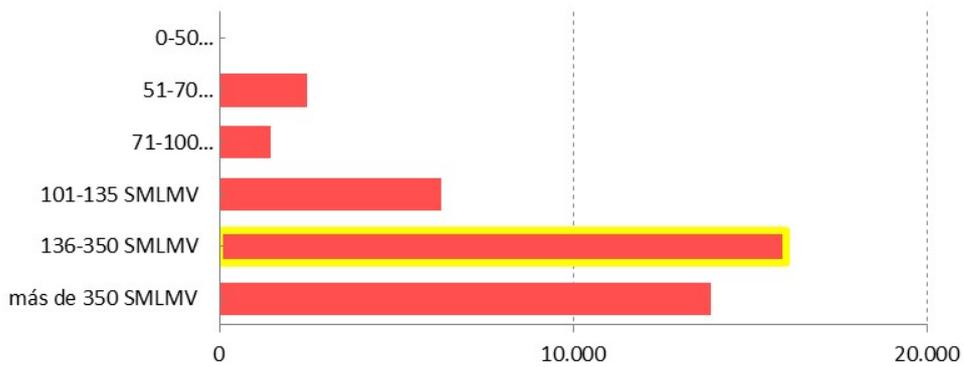


**Figura 14. Área (m<sup>2</sup>) de edificaciones en proceso de construcción. Variaciones y contribuciones según estrato socioeconómico para la ciudad de Bogotá / Período 2018 - II trimestre 2019 (Fuente: DANE Censo de Edificaciones – CEED)**

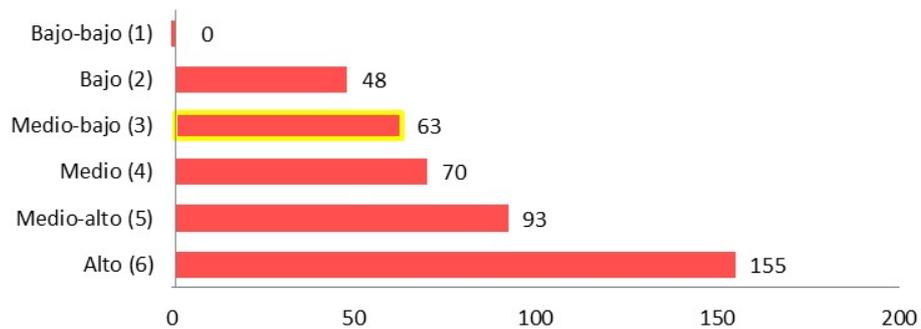
<sup>4</sup> Mampostería confinada: se realiza por medio de elementos horizontales y verticales denominados vigas, viguetas y columnas, complementados también por elementos de mampostería (ladrillos o bloques en arcilla o concreto) que actúan como unidades de confinamiento y cerramiento de espacios. Las vigas, viguetas y columnas pueden ser construidas en concreto reforzado, metálicas, prefabricadas, fundidas o ensambladas en obra. Su cimentación se puede realizar por vigas con concreto reforzado, ciclópeo, pilotes o placas flotantes. Las divisiones entre pisos para obras mayores a dos pisos se construyen por placas en concreto reforzado, prefabricadas o fundidas en el sitio de obra (DANE 2019)



**Figura 15. Unidades de viviendas iniciadas. Variaciones y contribuciones según sistema constructivo para la ciudad de Bogotá / Período 2018 - II trimestre 2019** (Fuente: DANE Censo de Edificaciones – CEED)



**Figura 16. Unidades de viviendas iniciadas. Variaciones y contribuciones según rango de precios para la ciudad de Bogotá / Período 2018 - II trimestre 2019** (Fuente: DANE Censo de Edificaciones – CEED)



**Figura 17. Promedio área (m2) por unidad de vivienda en apartamentos** (Fuente: DANE Censo de Edificaciones – CEED)

### **3.2.2. Oferta sector inmobiliario**

De acuerdo a las condiciones de borde identificadas, se realizó el levantamiento de la oferta actual en el sector inmobiliario. Dentro de éste, se lograron identificar veinte (20) constructoras e inmobiliarias que actualmente se encuentran desarrollando veintiséis (26) proyectos de vivienda multifamiliar en altura Bogotá. Los proyectos inmobiliarios estudiados se distribuyen en el territorio bogotano como se observa en la Figura 18, ocupando 9 de las 20 localidades en las que se sub-divide la ciudad. La localidad de Kennedy resultó ser la que mayor oferta inmobiliaria ofrece (35%) para edificaciones de vivienda multifamiliar con las condiciones de borde levantadas. Adicionalmente, como se observa, la mayor parte de estos proyectos se encuentran en las localidades periféricas de la ciudad.

Con el levantamiento de la oferta inmobiliaria se buscó identificar otros aspectos de los proyectos evaluados, relacionados al emplazamiento y urbanismo, y otros relacionados a las características propias del diseño arquitectónico de las tipologías evaluadas. Los diversos espacios complementarios comunales que ofrece la edificación, la cantidad de estacionamientos en relación al número de apartamentos de cada proyecto, el porcentaje de área “dura” y área verde, el promedio de apartamentos por piso que ofrecen los proyectos estudiados, así como la cantidad de torres de apartamentos que los componen, fueron los aspectos que se consideraron para la construcción del caso de estudio, en la escala de emplazamiento (Tabla 7) Las alturas promedio de las edificaciones no serán consideradas pues es un aspecto normado por el decreto 90 de 2004 (POT) de acuerdo a cada UPZ y puede variar dependiendo de la zona en que se implante la edificación y los cambios que pueda sufrir dicho decreto.

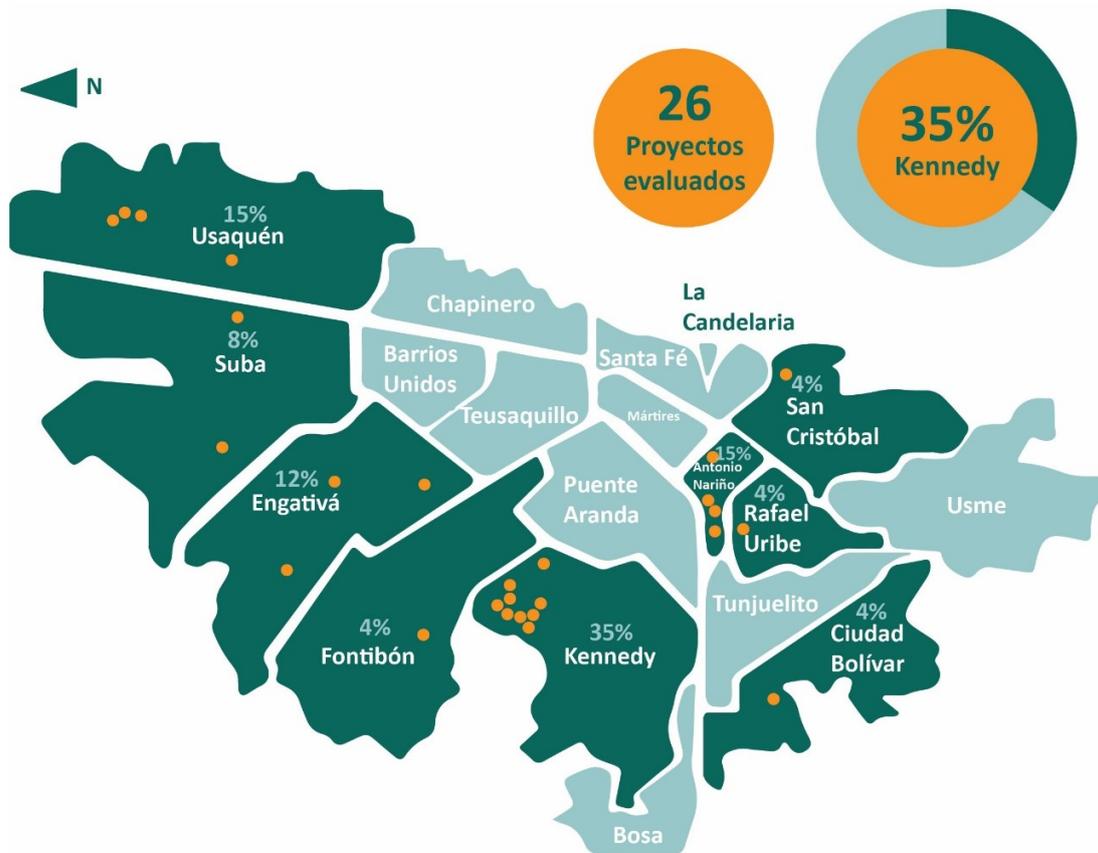


Figura 18. Mapa esquemático de Bogotá identificando los proyectos de vivienda evaluados

Como se mencionó, también se analizaron aspectos propios del diseño arquitectónico, identificando patrones en las tipologías evaluadas. Para estas se calculó el metraje promedio por unidad y por alcoba, cantidad de alcobas, y disponibilidad de iluminación y ventilación natural para cada uno de los espacios. En relación a estos últimos, se consideró acceso a la iluminación natural cuando los espacios contaban con algún tipo de abertura hacia el exterior, no se contemplaron ventanas dirigidas hacia ductos. Para el caso de la ventilación natural, se consideró únicamente la ventilación a través de ventanas operables en los espacios, las rejillas de ventilación o sistemas mecánicos no fueron contemplados, pues no fue posible precisar hasta ese punto la implementación de éstos debido al alcance del levantamiento descrito. La información recopilada se encuentra detallada en la Tabla 8.

Luego de identificar dichos aspectos, se construyó una tipología que recogiera las características comunes de las unidades de vivienda evaluadas y por ende pudiera ser generalizable al escenario de vivienda multifamiliar en Bogotá. Para dicho propósito se identificaron, bajo el principio de

Pareto (80/20), las características que reunían el 80% o más de las viviendas evaluadas, obteniendo una tipología de vivienda que cuenta con iluminación y ventilación natural únicamente en las alcobas y acceso a un balcón de uso exclusivo, en la Tabla 8 se profundiza otros aspectos considerados para el caso tipificado.

Bajo este mismo principio se identificaron las características de los espacios comunes para la escala emplazamiento, determinando que una edificación que cuente con gimnasio, salón social y juegos infantiles recogerá el 80% de los casos que se presentan en la oferta inmobiliaria actual. Los demás aspectos considerados, se seleccionaron de acuerdo a los promedios obtenidos, identificando los mayores porcentajes (Tabla 7)

**Tabla 7. Aspectos identificados a escala emplazamiento para construcción de caso de estudio**

Cantidad de tipologías por proyecto		Cantidad de torres y apartamentos por piso				% Proyectos con uso mixto (comercial y residencial)		
% de 1 y 4 tipologías	% de ≥ 5 tipologías	% entre 1-2 torres	% entre 3-5 torres	% de ≥ 5 torres	Promedio de apartamentos por piso			
46%	54%	71%	8%	21%	7	15%		
Estacionamientos por apartamento por proyecto / Características de los estacionamientos						% de áreas verdes del área total del predio		
% con ≥ 1 por apartamento	% con < 1 por apartamento	% con estacionamientos preferentes*		% con estacionamientos en exterior	≥ 20%		< 20%	
79%	21%	0%**		50%	20%	80%		
Zonas comunes								
Gimnasio	Espacios para el deporte al aire libre	Zonas húmedas***	Salón social o de reuniones	Lavandería comunal	Espacios para trabajar o estudiar	Juegos de niños	Sala de juegos o sala infantil	Terraza
85%	38%	38%	100%	8%	35%	81%	42%	65%

\*Estacionamientos preferentes se refiere a los proyectos que cuenten con estacionamientos que privilegien vehículos eléctricos o que usen otro tipo de fuente de energía con cero o menores emisiones que los comunes.

\*\*De acuerdo al Art. 5 del Decreto Distrital 80 de 2016 todas las edificaciones deben contar con 2 estacionamientos para bicicletas por cada estacionamiento para vehículos. Por cada 30 estacionamientos exigidos se deberá prever un cupo para estacionamientos de vehículos que transportan personas con movilidad reducida. El estacionamiento privilegiado para vehículos eléctricos o que usen fuentes alternativas de energía con menos emisiones, no está normado y no se presenta en ninguno de los casos evaluados.

\*\*\*Proyectos que cuentan dentro de sus zonas comunes con piscina, jacuzzi, turco, sauna o similar.

**Tabla 8. Aspectos identificados a escala unidad de vivienda para construcción de caso de estudio**

Áreas promedio			Precios	
Área construida promedio (m2)	Área privada promedio (m2)	Área por alcoba (m2)	Precio promedio COP	Precio promedio USD
64,8	58,3	23,4	\$ 260.014.664	\$ 77.045
Cantidad de alcobas por apartamento				
% Apartamentos con 3 alcobas	% Apartamentos con 2 alcobas	% Apartamentos con 1 alcobas	% Apartamentos con número de alcobas flexible	% Apartamentos con balcón
57%	35%	2%	6%	79%

Porcentaje de apartamentos con iluminación natural por espacio			
En alcobas	En baños	En cocina	En lavandería
100%	29%	44%	44%
Porcentaje de apartamentos con ventilación natural por espacio			
En alcobas	En baños	En cocina	En lavandería
100%	56%	69%	50%

### 3.2.3. Caso de estudio representativo

En las Figura 19 y 20 se presenta el caso de estudio que recoge las características más representativas para el caso de la vivienda multifamiliar en Bogotá, considerando ambas escalas levantadas.

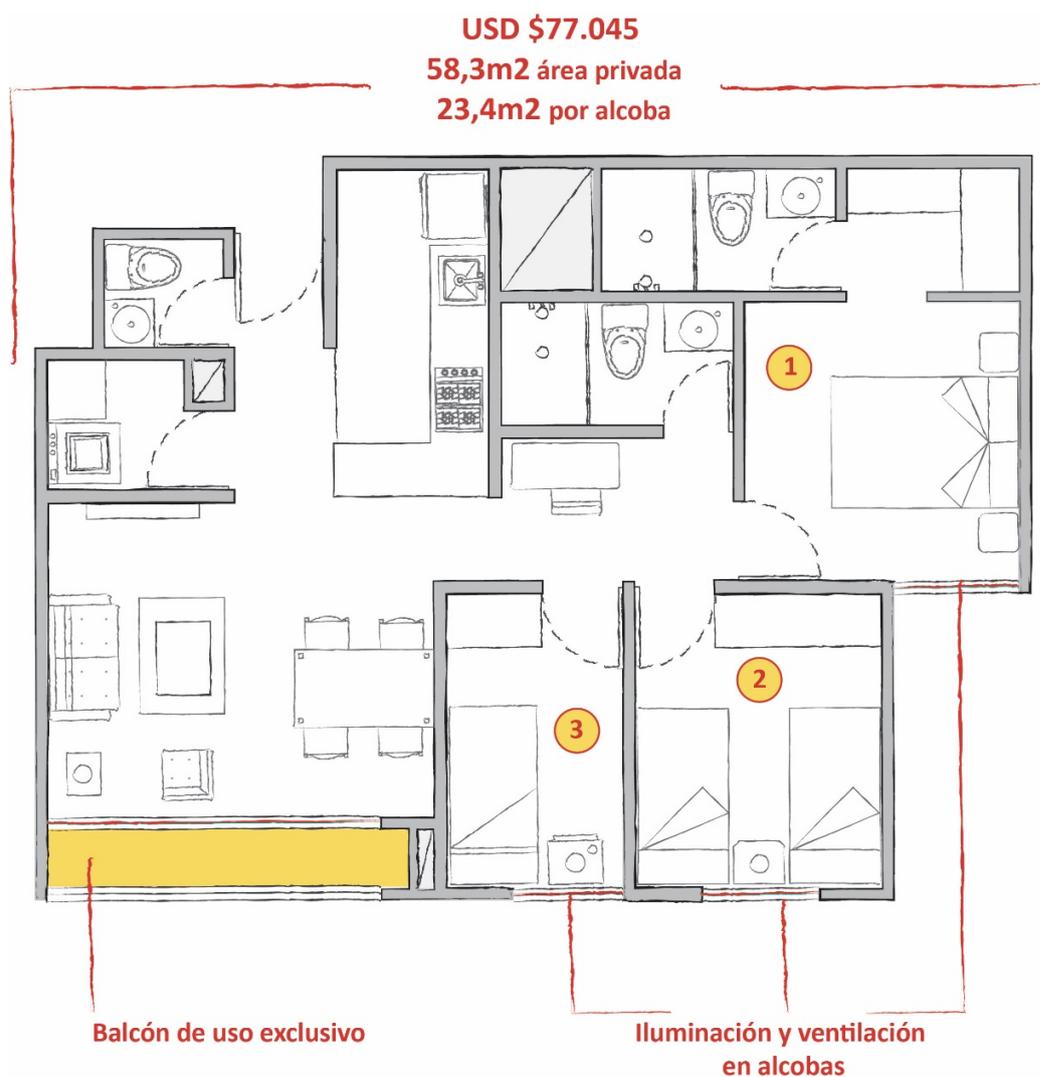


Figura 19. Resumen caso de estudio – escala unidad de vivienda

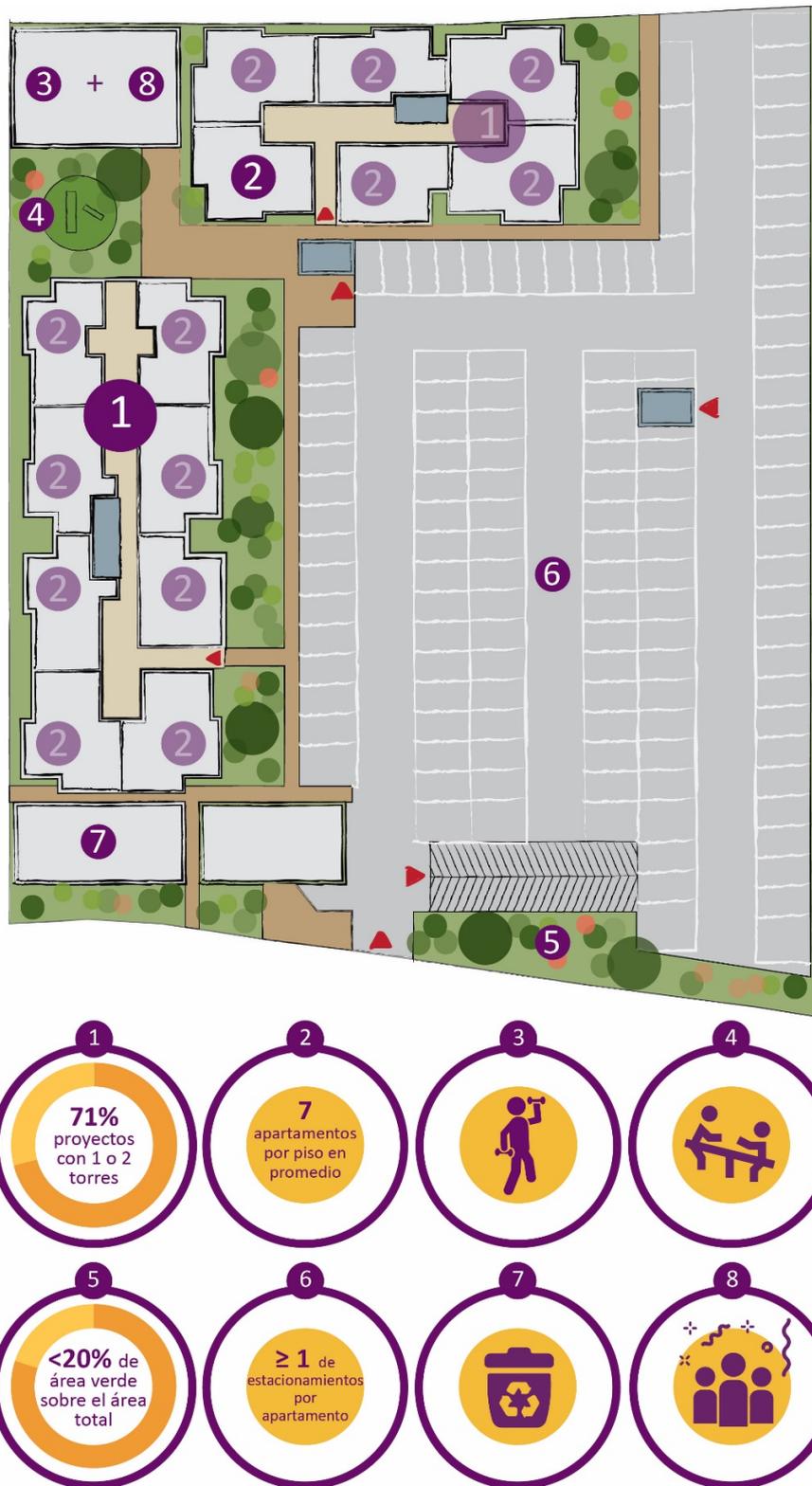


Figura 20. Resumen caso de estudio – escala unidad de vivienda

### **3.3. Selección de criterios de sostenibilidad**

Como se ha visto, es basta la cantidad de CS que se encuentra en el panorama mundial y nacional, considerando las diferentes metodologías de evaluación de edificaciones sostenibles. La mayor parte de estos responden principalmente a los impactos que generan las edificaciones relacionados al ámbito medioambiental. Adicionalmente, al ser gran parte de estos pensados para ser aplicados internacionalmente, en su mayoría responden a problemáticas genéricas.

Por lo anterior, el objetivo de la presente investigación no será la creación de más CS, será la selección y valoración de éstos bajo parámetros no explorados en el ámbito académico y en los SCEV en general. Para la construcción del set objetivo, se evaluaron y revaloraron dichos CS existentes, enfrentándolos a las problemáticas y particularidades más relevantes para la ciudad de Bogotá, vinculadas a la vivienda multifamiliar, no sólo desde el ámbito medioambiental, sino también desde el ámbito social y económico. Buscando establecer relaciones e identificando oportunidades no exploradas en los CS sometidos a evaluación. Adicionalmente, se consideraron dos aspectos sumamente relevantes en el escenario de la edificación sostenible, el gobierno, a través de la normativa existente y el mercado inmobiliario, a través de la consideración de un caso tipificado, que permita generalizar las características más relevantes de una edificación multifamiliar bogotana.

Finalmente, por medio de consulta en diferentes fuentes por fuera de los SCEV del panorama, se buscó complementar dicho set con la adición de algunos CS, con el fin de obtener un conjunto más equilibrado en cantidad por categorías y pesos de las mismas, equilibrio que no se presenta en los sistemas evaluados.

#### **3.3.1. Primera fase: identificación y categorización de criterios de sostenibilidad en el panorama actual**

Como se expuso anteriormente, los SCEV que se encuentran en el panorama actual colombiano, propiamente para la ciudad de Bogotá, son LEED, Referencial CASA y el Programa de Reconocimiento BCS. El primer paso para la fase de identificación, fue recoger los diferentes CS que consideran cada uno de estos sistemas y estudiar su categorización. Posteriormente, éstos fueron condensados en una lista macro en la que se unificaron los CS similares entre sí (Anexo C); algunos de estos se redefinieron con el fin de recoger conceptualmente el objetivo establecido por

los SCEV que los contemplaban. Los CS contenidos en este listado macro se clasificaron en siete (7) categorías, partiendo inicialmente de las categorías comunes para la mayoría de los SCEV (Sitio, Agua, Materiales, Energía, Calidad del Ambiente Interior) y añadiendo dos más, “innovación” y “social y económico”, la primera para poder recoger todos los CS en el panorama y la segunda por ser uno de los aspectos que han tomado especial relevancia a lo largo del estudio.

### 3.3.2. Segunda fase: Depuración

Una vez se obtuvo el listado macro de los CS que consideran los tres SCEV estudiados, se buscó depurar dicho listado, descartando los CS bajo tres parámetros. Suprimir en primera instancia, los CS que no pertenecieran a las etapas tempranas de un proyecto (diseño y coordinación técnica) Posteriormente, se eliminaron o sometieron a revalidación los CS que, dentro de sus requerimientos, establecieran algo similar a lo exigido en la normativa colombiana para las edificaciones, esto último, con el fin evitar CS con requerimientos que por normativa deben cumplirse en el país. Por último, se eliminaron también los CS que consideraban el consumo de energía relacionado a las condiciones de confort térmico, o los que contemplaban algún aspecto relacionado con sistemas de enfriamiento o calefacción activos. Para esta fase se descartaron diecinueve (19) CS, la Tabla 9, presentada a continuación contiene los CS que se eliminaron o se sometieron posteriormente a revalidación con los actores del sector. En la Figura 21 se resume el proceso descrito de la presente fase.

**Tabla 9. Criterios de sostenibilidad (CS) descartados**

N°	Sistema de certificación	Crédito unificado	
		No es aplicable en las primeras fases de un proyecto	
		Existe una normativa que contiene exigencias similares	
		No responde a la particularidad del consumo energético en la vivienda colombiana	
<b>Sitio</b>			
2	LEED, CASA	Protección de suelos sensibles o de alto riesgo no mitigable por remoción en masa o inundación <sup>5</sup>	
5	LEED	Ubicación cercana a desarrollos urbanísticos existentes con una densidad similar a la del entorno <sup>6</sup>	
9	LEED,BCS	Estacionamiento para vehículos de fuentes no convencionales y/o energía mecánica*	

<sup>5</sup> Decreto 190 de 2004 – Capítulo 2 - Subcapítulo 2, 3, 5 y 6

<sup>6</sup> Decreto 190 de 2004 – Art. 359 - 387

14	LEED, CASA	Acceso a espacio abierto <sup>7</sup>	
19	BCS	Mitigar el impacto de las fuentes móviles cercanas al proyecto <sup>8</sup>	
<b>Agua</b>			
22	BCS	Gestión del recurso hídrico	
23	LEED, BCS	Medición del consumo de agua	
29	LEED	Consumo de agua de las torres de refrigeración	
<b>Materiales y consumo de recursos</b>			
30	CASA	Manejo de vertimientos generados por la obra <sup>9</sup>	
31	LEED, CASA	Plan de gestión de los RCD (Manejo de vertimientos) <sup>10</sup>	
33	BCS, LEED	Coordinar el diseño arquitectónico, sistema constructivo y sistemas de redes, para disminuir RCD <sup>11</sup>	
32	LEED, BCS	Gestión de residuos de construcción y demolición (Reciclar, revalorizar y/o reutilizar de RCD) <sup>12</sup>	
<b>Energía</b>			
38	BCS	Calidad de las instalaciones eléctricas de baja tensión	
39	BCS	Gestión del recurso energía	
40	LEED, CASA, BCS	Eficiencia energética	
42	LEED	Recepción y verificación básica y mejorada (de los sistemas de energía)	
49	LEED	Medición de energía a nivel de todo el edificio	
44	LEED	Gestión de refrigerantes	
45	LEED	Respuesta a la demanda	
<b>Calidad del ambiente interior</b>			
53	LEED, CASA	Plan de gestión de la calidad de aire durante la construcción	
54	BCS	Control de partículas contaminantes	
55	LEED, BCS	Control de humo de tabaco en el ambiente	
<b>Innovación</b>			
56	LEED	Innovación	
57	LEED	Profesional acreditado	

<sup>7</sup> Artículo 5 - Decreto Distrital 80 de 2016 \*Referente únicamente a estacionamientos de bicicletas (vehículo de fuente de energía mecánica)

<sup>8</sup> Decreto 190 de 2004 - Art. 99, Art. 100 y Art. 270

<sup>9</sup> Resolución 472 de 2017 / Resolución 932 de 2015

<sup>10</sup> Resolución 472 de 2017 / Resolución 932 de 2015

<sup>11</sup> Resolución 472 de 2017 / Resolución 932 de 2015 / Resolución 1115 de 2012

<sup>12</sup> Resolución 472 de 2017 / Resolución 932 de 2015 / Resolución 1115 de 2012

<sup>13</sup> Se descarta el criterio de innovación, pues es un criterio que por sí solo no se relaciona a un aspecto en particular y por ende no podrá ser valorado ante las particularidades del contexto. Sin embargo, no se ignora que la innovación en las edificaciones sostenibles es fundamental, pues aporta a la producción de conocimiento del sector.

En relación a los CS pertinentes a la eficiencia energética, si bien muchos de estos vinculan el confort térmico al interior de los espacios, parte de las exigencias de algunos vinculan la eficiencia de la energía para otros usos como iluminación o agua caliente sanitaria. Se mantiene entonces el crédito No.40, con la consigna de sólo vincular a la eficiencia energética aspectos relacionados a iluminación artificial, sistemas de agua caliente sanitaria y diseño de las redes eléctricas.

En la categoría de sitio, el CS No.2 se elimina del listado, pues de acuerdo al artículo 49 del decreto 190/2004 (POT de Bogotá), es por medio de las Unidades de Planeamiento Zonal (UPZ) que se determina la intensidad, mezcla de usos y tratamientos urbanísticos que se le dará al suelo, así como las condiciones de edificabilidad. A partir de las UPZ se definen las áreas protegidas o zonas sujetas a amenazas y riesgos no mitigables, en las cuales se restringe la construcción de vivienda urbana. Es a esta planeación zonal que deben ceñirse las edificaciones que soliciten una licencia de construcción en cualquier parte de la ciudad. Sin embargo, a pesar de ser algo normado, ha quedado en evidencia la presión que genera el crecimiento poblacional en la ocupación del espacio, complejizando especialmente el control de asentamientos informales en la periferia de la ciudad. Situaciones que ha generado un alto consumo del suelo, en gran parte considerado de protección, y se han degradado gran parte de los ecosistemas pertenecientes al sistema distrital. Por lo anterior, CS que promuevan de conciencia con el entorno, la restauración del mismo (criterio No.12) e incentiven el uso eficiente del suelo (criterio No.4) deben fortalecerse.

En cuanto al CS No.5, éste se ve limitado desde la normativa por los índices de ocupación y construcción definidos para la zona en que se ubique el proyecto, índices que establecen el porcentaje de suelo que se podrá ocupar, así como los metros cuadrados construidos máximos permitidos, en los dos casos relacionados al área total del predio. Adicionalmente, el requerimiento de ubicación cercana a centros poblados pierde validez para el caso de estudio, pues como bien se dice a lo largo del presente documento, los CS que aquí se identifiquen tendrán aplicación a la ciudad de Bogotá, es decir, se limitarán a su perímetro urbano y por ende la cercanía a un centro poblado no tendría relevancia. Sin embargo, es importante resaltar que la alta densificación y uso eficiente del suelo son temas clave para la ciudad, por ende CS como el No. 4 y 11 apoyarían este principio.

En relación al criterio No.14, acceso a un espacio abierto, la normativa exige a los proyectos residenciales ceder al municipio, de manera gratuita, parte del área neta del predio a urbanizar y

destinarla a zonas verdes, parques y equipamiento comunal público (Glosario catastral) Dependiendo del área neta del proyecto, ubicación y usos vinculados, se exigen entre un 15% y un 25% de cesión. El estar ubicado sobre ejes de tratamiento el porcentaje es mayor en relación a lo exigido para predios interiores, así mismo para proyectos de usos mixtos (residencial-comercial) se reduce aún más esta exigencia (Artículo 10 del Decreto 734/1993) Así mismo, como ocurre con los estacionamientos, la normativa permite realizar un pago compensatorio que exime al proyecto de realizar la entrega del espacio físico correspondiente. A razón de todo lo anterior, no se puede afirmar que los requerimientos de este CS, establecidos en los SCEV evaluados, estén cubiertos o equivalgan a lo requerido en la norma, pues esta tiene variaciones que incluso pueden llegar a reducir a cero ese espacio abierto que brinden a la comunidad de su edificio. Por lo anterior, este CS se mantendrá pues garantiza que el objetivo de contar con un espacio abierto, que propicie la interacción con el medioambiente, la interacción social, el recreo pasivo y las actividades físicas, se cumpla.

Generalmente, la generación y manejo de los residuos de construcción y demolición (RCD) se ha considerado responsabilidad de la etapa de construcción. Sin embargo, desde la misma normativa colombiana actual existe un llamado a la adopción de estrategias de diseño vinculadas a este aspecto. Dentro de la normativa que se relaciona a estos CS, se establece como obligaciones de las constructoras, incluir desde la etapa de estudios y diseño, los requerimientos técnicos que permitan la reutilización de bien sea, los elementos reciclados provenientes de los Centros de Tratamiento y/o Aprovechamiento de RCD o de los generados por el mismo proyecto (Resolución Distrital 1115 de 2012). Así mismo, realizar "(...) una planeación adecuada de la obra, que incluya la determinación de la cantidad estrictamente necesaria de materiales de construcción requeridos, con el fin de evitar pérdida de materiales" (Resolución Nacional 472 de 2017) es también uno de los requerimientos que se adicionan al panorama del manejo de RCD en Colombia y que deben estar contenidos en todo plan de manejo de RCD que se presente ante la autoridad ambiental competente.

LEED, referente a la reutilización de los RCD, establece como parámetro la desviación<sup>14</sup> desde el 50% al 75% de los materiales de construcción totales de diferentes flujos. Éste no establece una

---

<sup>14</sup> Tasa de desviación: Porcentaje de desperdicios desviados de los métodos de eliminación tradicional para ser reciclados, convertidos en abono o reutilizados.

dimensión temporal para su reutilización, por lo que no puede ser comparado directamente con la norma citada (Resolución Distrital 1115 de 2012), que exige un porcentaje anual del 25% de desviación del total del volumen o peso de material usado para construir en ese año. Por otro lado, en cuanto a garantizar un uso eficiente de los materiales por medio de decisiones de diseño, la normativa colombiana no establece un porcentaje de no generación de residuos, no contempla una línea base o similar. Mientras que LEED por un lado establece, como indicador mínimo alcanzar la no generación de 12,2gl de residuos por metro cuadrado (m<sup>2</sup>) construido; y por otro lado, el sistema BCS valora el aporte adicional que se haga a lo establecido en la normativa, como la implementación de otras acciones que contribuyan a la reducción de los RCD.

Frente a esta situación, se podría decir que el criterio No. 30 y 31 están cubiertos por la normativa existente, relacionada a los planes de manejo y gestión de residuos exigibles a todo tipo de proyecto. Sin embargo, los CS No. 32 y 33 presentan requerimientos complementarios a los exigidos en las normativas citadas, contar con un CS más estricto que la normativa y con algunas precisiones adicionales como la temporalidad, aportará al desarrollo de la vivienda sostenible en Bogotá; por ende, estos últimos dos no se descartan del listado. La etapa de validación, permitirá adicionalmente evidenciar de qué manera se está aplicando la normativa relacionada a los RCD, pues como bien se dice en las problemáticas del contexto, su generación está en aumento y su manejo no es el adecuado en muchos casos.

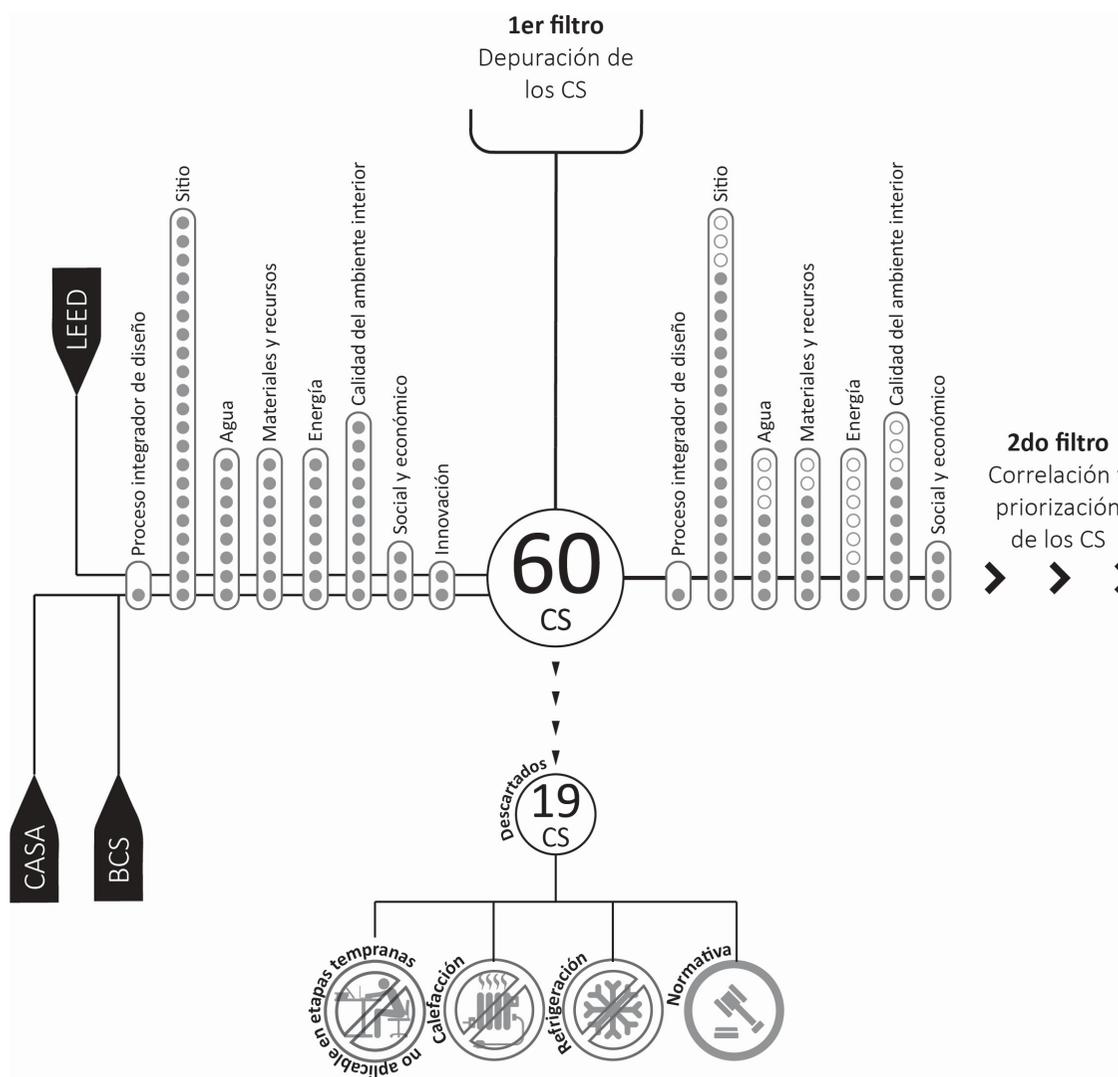


Figura 21. Resumen de etapa de depuración de criterios de sostenibilidad (CS)

### 3.3.3. Tercera fase: Correlación y priorización

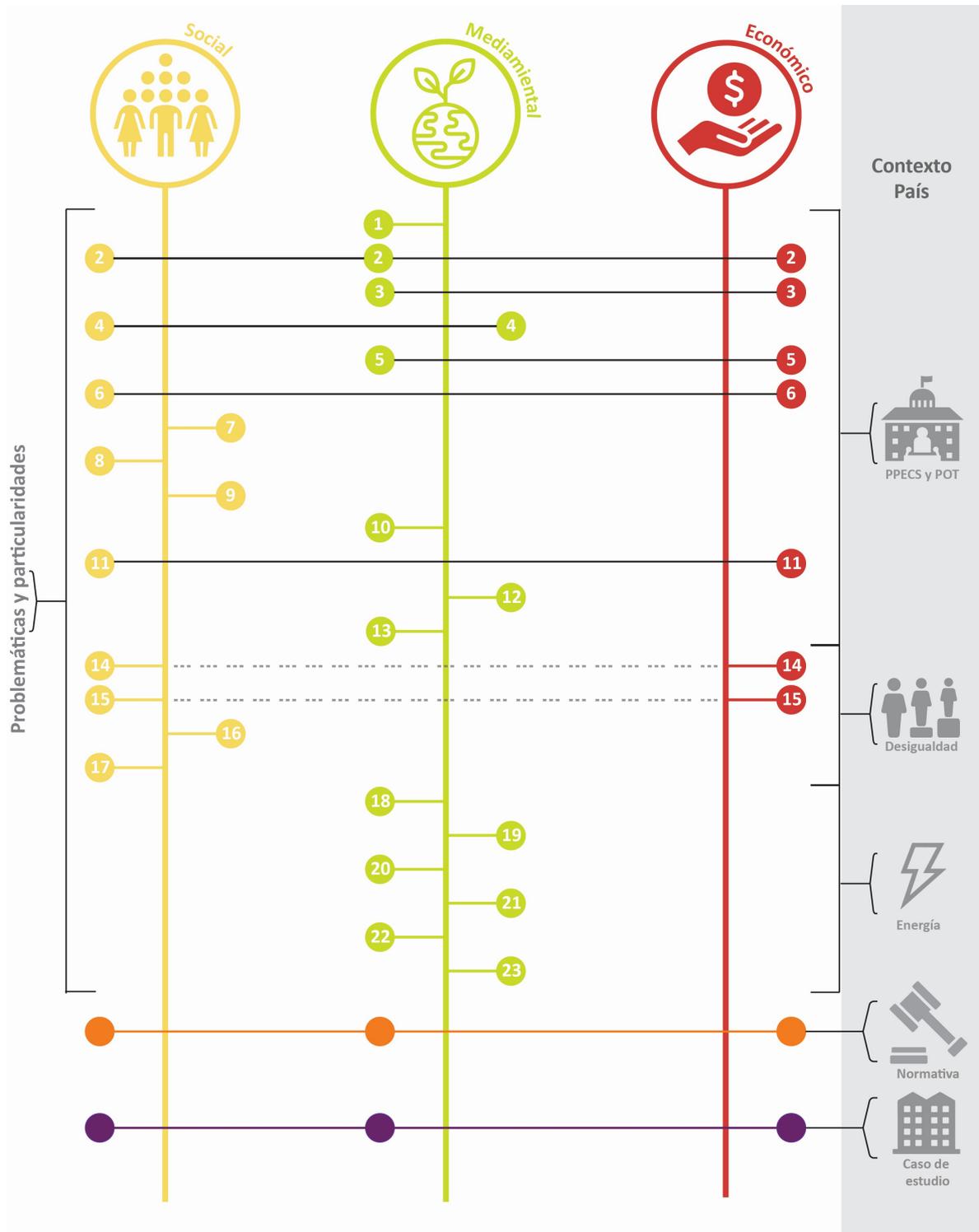


Figura 22. Aspectos del contexto considerados en la fase de correlación y priorización. Elaboración propia.

### PPCES y POT Bogotá

1. Baja resiliencia al cambio climático
2. Ciudad lejana e inequitativa
3. Evitar el crecimiento disperso
4. Déficit cuantitativo de espacio público
5. Desbordamiento de la huella urbana de Bogotá
6. Abandono y desaprovechamiento de zonas consolidadas de la ciudad
7. Condiciones cualitativas y cuantitativas de vivienda no cubiertas por completo
8. Problemas ambientales asociados al entorno de la vivienda
9. Alta percepción de inseguridad
10. Impacto ambiental negativo por manejo y consumo actual del agua
11. Consumo desequilibrado de recursos
12. Alto consumo de minerales para la construcción
13. Deficiente gestión de residuos de construcción (RCD)

### Desigualdad

14. Desigualdad socio-económica
15. Desigualdad socio-espacial
16. Desigualdad debido a condiciones de violencia
17. Desigualdad por no consideración de la diversidad de todo tipo

### Energía

18. Relevancia del consumo energético por iluminación
19. Relevancia del consumo energético por calentamiento de agua sanitaria
20. Relevancia del impacto del ciclo de vida completo de la edificación (especialmente fases de construcción, mantenimiento y disposición)
21. Interés estatal para la implementación de sistemas alternativos de generación de energía
22. Relevancia del impacto del sector transporte en el ciclo de vida de las edificaciones  
\*Consumo energético desligado al confort térmico en las viviendas

### Normativa y estándares

- Normativa, estándares y normas técnicas: Anexo B

### Caso de estudio

- Escala emplazamiento: Tabla 7 / Figura 20.
- Escala unidad de vivienda: Tabla 8 / Figura 19.

En la Figura 22 se busca condensar los parámetros a los que se enfrentaron los CS en esta tercera fase, los cuales contemplan las particularidades y problemáticas del contexto, el estudio de caso y normativa y estándares pertinentes. A partir de dicha correlación, se logró identificar cuáles eran los CS que respondían directamente a los tres parámetros enfrentados y en qué grado.

Lo anterior se logró estableciendo tres criterios de selección descritos en la Figura 23. En primera instancia, fue fundamental que los CS a seleccionar respondieran a dos o más particularidades del contexto, asimismo, la cantidad de éstas que pudieran vincularse a cada uno, permitió asignar cierta prioridad dentro del set en construcción. Como segundo criterio de selección, se consideró el caso de estudio tipificado, cuando este dentro de sus características contemplaba uno de los CS, implicaba que dicho CS no iba a significar un valor agregado para la edificación sostenible bogotana, pues ya está normalizado en la oferta de vivienda multifamiliar actual; lo contrario ocurría cuando éste no se implementaba, hacía un llamado a su consideración y aplicación. El tercer criterio de selección considerado fue la normativa, el existir normativa complementaria a un CS, indicaba relevancia, cuando esto no ocurría, invitaba a sumar mayor prioridad a éste, pues significaba su inexistencia en el marco normativo municipal o nacional, resultando en un mayor aporte a la edificación sostenible.

<p><b>Criterio de selección</b></p> <p>Cuando el criterio de sostenibilidad no responde a ninguna o a sólo una problemática del contexto, éste es descartado. Cuando vincula dos o más es seleccionado y adquiere un mayor valor dependiendo del número de problemáticas a las que responda o mayor número de ámbitos vincule (social, económico, ambiental)</p>	<p><b>Criterio</b></p> <p><b>Problemáticas del contexto</b></p> <p><b>Criterio X</b></p>	<p><b>Criterio</b></p> <p><b>Problemáticas del contexto</b></p> <p><b>Criterio Y</b></p>
	<p>Descartado  Seleccionado  </p>	<p>Descartado  Seleccionado   +</p>
<p><b>Criterio de selección</b></p> <p>Cuando el criterio de sostenibilidad es implementado en el caso de estudio, éste se descarta pues es una característica generalizable a la vivienda multifamiliar. Cuando esto no sucede, o no aplica al caso, o no se conoce por la información disponible, el criterio de sostenibilidad seleccionado.</p>	<p><b>Criterio</b></p> <p><b>Caso de estudio</b></p> <p><b>Criterio X</b></p>	<p><b>Criterio</b></p> <p><b>Caso de estudio</b></p> <p><b>Criterio Y</b></p>
	<p>Descartado  Seleccionado  </p>	<p>Descartado  Seleccionado  </p>
<p><b>Criterio de selección</b></p> <p>Cuando el criterio de sostenibilidad cuenta con normativa o estándares que lo complementen este es seleccionado. En caso de no contar con este complemento el criterio de sostenibilidad adquiere un mayor valor, al considerarse un aspecto novedoso para el marco normativo</p>	<p><b>Criterio</b></p> <p><b>Normativa o Estándar</b></p> <p><b>Criterio X</b></p>	<p><b>Criterio</b></p> <p><b>Normativa o Estándar</b></p> <p><b>Criterio Y</b></p>
	<p>Descartado  Seleccionado   -</p>	<p>Descartado  Seleccionado   +</p>

Figura 23. Criterios para el análisis y selección de criterios de sostenibilidad (CS)

En el Anexo D se presentan los CS evaluados en esta fase de correlación y priorización, fase que permitió jerarquizar y llevó a descartar algunos. Dentro de los descartados existen sin duda varios que podrían ser aplicados y resultan pertinentes al contexto, sin embargo, el objetivo aquí es establecer los fundamentales para la edificación sostenible en el contexto bogotano. Así mismo, a partir del análisis descrito surgieron maneras particulares para evaluar algunos de los CS, a continuación, se resumen las consideraciones especiales que se tuvieron para el presente análisis y en la Tabla 10 se recogen los CS relacionados.

Varios de los CS evaluados fueron vinculados con “Desigualdad socio-económica”, como el No. 25, 26, 40, 46, 47, 48 y 49, unos relacionados con el consumo de recursos y otros con la calidad de ambiente interior. Esta asociación no pareciera ser válida en primera instancia, pues dentro de los objetivos de los CS aquí enumerados, no se busca en ningún momento reducir dicha desigualdad. Sin embargo, a partir del estudio del contexto se puede afirmar que CS como estos, en los que se establecen lineamientos base sin discriminar el estrato socioeconómico al que se enfoque el proyecto, por un lado de demanda de recursos y por el otro lado, de confort al interior de las viviendas, garantizan un uso equilibrado de recursos como el agua y la energía, y una homogenización en la calidad interior de la vivienda, situaciones que actualmente presentan variabilidad entre estratos socioeconómicos.

Algo similar ocurrió con la problemática de “Desigualdad socio-espacial”, esta se vinculó a CS relacionados con la ubicación del proyecto y el acceso a un espacio abierto (No. 6 y 14), aspectos que presentan un fenómeno de desigualdad socio-espacial en la ciudad de Bogotá. Desde esta perspectiva, valorar los aportes que se hagan desde la edificación que busquen la cercanía de las viviendas a usos de tipo cotidiano y aporten al espacio público, permitirá equilibrar estas características para todas las viviendas de la ciudad, sin importar su ubicación en el territorio.

Asimismo, otra de las problemáticas que enfrenta la ciudad es la sensación de inseguridad de sus habitantes, principalmente en los barrios de estratos 1 y 2. Este aspecto se vinculó al criterio No. 60 como uno de los aspectos relevantes a considerar en etapas previas al diseño, situación que sólo puede conocerse realmente a partir de la vinculación de la comunidad a este proceso. Así mismo, se vincula al criterio No. 20 como el único de los CS evaluados, que puede responder directamente a la problemática mencionada.

Por último, cabe resaltar que el criterio No. 3 y el criterio No. 41 no fueron descartados a pesar de sólo responder a una de las particularidades del contexto, pues éstos eran los únicos que cubrían, por un lado, la problemática de abandono y desaprovechamiento de las zonas consolidadas de la ciudad, y por otro lado, el interés del estado en promover el uso de sistemas alternativos de generación de energía, respectivamente. En la Figura 24 se resume la presente etapa.

**Tabla 10. Criterios de sostenibilidad (CS) con valoraciones especiales**

N°	Fuente	Criterio de sostenibilidad unificado	Objetivo de acuerdo a SCEV
<b>Sitio</b>			
3	LEED	Parcela de alta prioridad	Situar el edificio en un predio vacío del casco histórico, de prioridad nacional, de difícil desarrollo, o similar (tratamientos urbanísticos de renovación urbana y conservación definidas)
6	CASA	Desarrollo integrado a usos mixtos	Fomentar desarrollos densificados para conservar el suelo rural y suburbano
14	LEED, CASA	Acceso a espacio abierto	Contar con un espacio al aire libre que favorezca la interacción con el medioambiente, la interacción social, el recreo pasivo y la actividad física
20	BCS	Circuitos peatonales de calidad y seguros	Diseño de circuitos exteriores que eviten zonas oscuras, faciliten el acceso a vigilancia desde visuales cercanas y lejanas, complementado con diseño de iluminación exterior (Parte de su objetivo)
<b>Agua</b>			
25	LEED, CASA	Consumo eficiente de agua en exteriores	Reducción del consumo de agua tanto para espacios interiores como exteriores
26	LEED, CASA, BCS	Consumo eficiente de agua en el interior de las viviendas y áreas comunes	
<b>Energía</b>			
40	LEED, CASA, BCS	Eficiencia energética	Mejorar la eficiencia energética de la residencia
41	LEED, BCS	Uso de fuentes de energía renovable	Aprovechamiento de fuentes no convencionales de energía
<b>Calidad del ambiente interior</b>			
46	LEED, CASA	Calidad de aire interior	Estándar ASHRAE 62.1 / 2010 – NTC 3631/5183
47	LEED, CASA, BCS	Confort térmico	Standard 55 - ASHRAE / Norma Técnica Colombiana (NTC) 5316 / Resolución 1285 de 2015 y guía anexa
48	LEED, BCS	Confort lumínico	Garantizar cierto porcentaje del área de la vivienda con un nivel mínimo de iluminancia
49	LEED, BCS	Confort acústico	Configurar el espacio arquitectónico para garantizar confort acústico, de acuerdo con la evaluación de las actividades generadoras de ruido al interior y exterior del proyecto
<b>Social y económico</b>			
60	CASA, BCS	Vinculación de la comunidad para identificar y posteriormente responder a sus necesidades	Determinar los principales aspectos que promuevan el bienestar de la futura comunidad y con base en estos retroalimentar el diseño. Dentro de los aspectos mínimos a registrar se encuentra la precepción de seguridad mediante estudios o encuestas

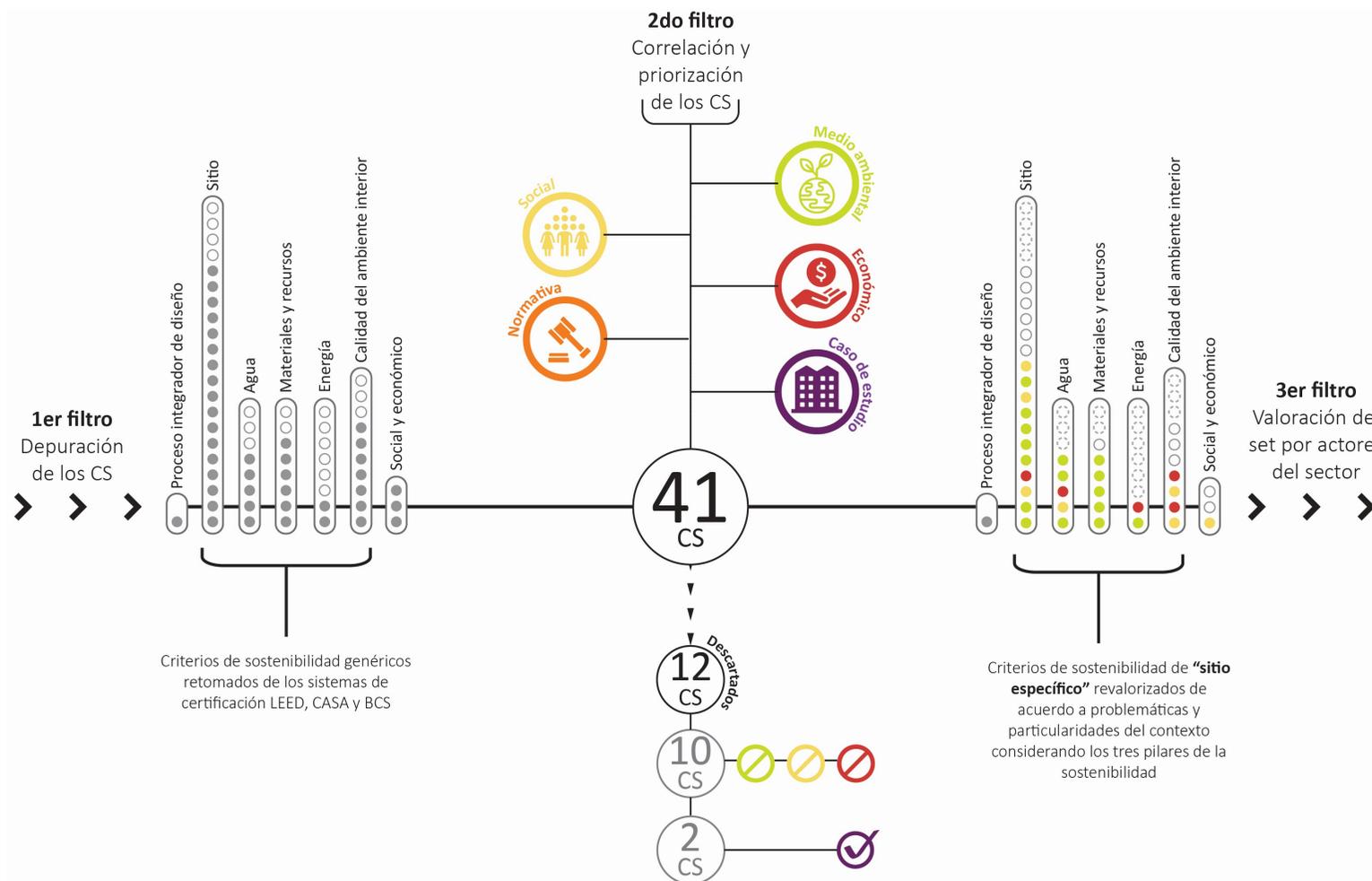


Figura 24. Resumen etapa de correlación y priorización de los criterios de sostenibilidad (CS)

### 3.3.3.1. Equilibrio dentro del set

Para la consolidación del set en construcción, se descartaron doce (12) CS del listado previo (Tabla 11), de acuerdo a la valoración explicada en el anterior apartado; posteriormente se añadieron ciertos CS que buscaron equilibrar las categorías mismas y la presencia de las particularidades y problemáticas del contexto en el listado final.

**Tabla 11. Criterios de sostenibilidad (CS) descartados en fase de correlación y priorización.**

N°	Fuente	Criterio de sostenibilidad unificado	Motivo de descarte
<b>Sitio</b>			
9	LEED,BCS	Estacionamiento para vehículos de fuentes no convencionales	Sólo responde a la problemática No.22: <i>Relevancia del impacto del sector transporte en el ciclo de vida de las edificaciones</i>
13	BCS	Incorporar en el proyecto especies arbóreas	Sólo responde a la problemática No.1: <i>Baja resiliencia al cambio climático</i>
16	LEED, CASA, BCS	Reducción de las islas de calor	
17	LEED	Reducción de la contaminación lumínica	No responde a ninguna problemática
18	BCS	Diseño urbanístico integrado al sistema vial	Sólo responde a la problemática No.22: <i>Relevancia del impacto del sector transporte en el ciclo de vida de las edificaciones</i>
21	BCS	Integración de superficies vegetadas en las superficies del edificio	Sólo responde a la problemática No.1: <i>Baja resiliencia al cambio climático</i>
37	LEED, CASA, BCS	Manejo alternativo de residuos sólidos en la etapa de ocupación	No responde a ninguna problemática
51	LEED	Iluminación artificial pensada para el usuario	No responde a ninguna problemática
<b>Materiales y consumo de recursos</b>			
52	LEED	Materiales de baja emisión (por concentraciones de contaminantes químicos)	No responde a ninguna problemática
<b>Calidad del ambiente interior</b>			
50	LEED	Vistas de calidad	Responde a dos problemáticas, sin embargo de acuerdo al caso de estudio se establece que este cumple con el requerimiento del criterio en cuestión.
<b>Social y económico</b>			
58	LEED, CASA	Generación de espacios para actividad física	No responde a ninguna problemática. Adicionalmente, a partir del caso de estudio se establece que este cumple con el requerimiento del criterio en cuestión.
59	CASA	Contratación de trabajadores locales	No responde a ninguna problemática

Para la adición, en primer lugar, se identificaron las particularidades y problemáticas del contexto que presentaron una menor respuesta por parte de los CS evaluados, en la Tabla 12 se grafica la cantidad de CS que se vincularon a cada una de las problemáticas. De éstas, las número 6, 16, 18, 19 y 21, fueron las vinculadas a una menor cantidad CS, especialmente la número 16, la cual no se considera en ninguno de los objetivos de los CS en el panorama.

**Tabla 12. Respuesta de los criterios de sostenibilidad (CS) evaluados a las particularidades/probleáticas del contexto.**

Particularidades del contexto	Cant. de criterios de sostenibilidad que responden a ésta particularidad
1. Baja resiliencia al cambio climático	8
2. Ciudad lejana e inequitativa	3
3. Evitar el crecimiento disperso	2
4. Déficit cuantitativo del espacio público	2
5. Desbordamiento de la huella urbana de Bogotá	3
6. Abandono y desaprovechamiento de zonas consolidadas de la ciudad	1
7. Condiciones cualitativas y cuantitativas de vivienda no cubiertas por completo	4
8. Problemas ambientales asociados al entorno de la vivienda	2
9. Alta percepción de inseguridad	2
10. Impacto ambiental negativo por manejo y consumo actual del agua	7
11. Consumo desequilibrado de recursos	5
12. Alto consumo de minerales para la construcción	4
13. Deficiente gestión de residuos de construcción (RCD)	3
14. Desigualdad económica	7
15. Desigualdad socioespacial	3
16. Desigualdad debido a condiciones de violencia	0
17. Desigualdad por no consideración de la diversidad de todo tipo	2
18. Relevancia del consumo energético por iluminación	1
19. Relevancia del consumo energético por calentamiento de agua sanitaria	1
20. Relevancia del impacto del ciclo de vida de la edificación	5
21. Incentivos para la implementación de sistemas alternativos de generación de energía	1
22. Relevancia del impacto del sector transporte en el ciclo de vida de la edificación	4

De las cinco particularidades y problemáticas mencionadas, las relacionadas al consumo energético (18, 19, 21) y la relacionada al sitio (6), si bien sólo vinculan un CS, estos cubren las necesidades del contexto para cada una, por ende, no se buscaron nuevos CS relacionados a dichos aspectos. Caso contrario a lo que ocurre con las problemáticas generadas por la desigualdad social y económica en general (14, 15, 16 y 17), en las que además de no estar cubiertas por completo, los CS a las que se vincularon respondían tangencialmente y no de manera directa a estas problemáticas.

Otro aspecto considerado, y que reafirmó la necesidad de nuevos CS del ámbito socioeconómico, fue el número de CS resultantes, pertenecientes a cada categoría, los cuales se presentan en la Tabla 13. Como se observa, es la categoría “social y económico” la que presenta menor cantidad

de CS (1 CS), en contraposición a la categoría de “sitio” la cual presenta el mayor porcentaje (38%) con 11 CS.

**Tabla 13. Repartición de criterios de sostenibilidad (CS) por categoría.** Elaboración propia

Categoría	Cantidad de Criterios de sostenibilidad	%
Sitio	11	38%
Agua	5	17%
Materiales y consumo	5	17%
Energía	3	10%
Calidad de ambiente interior	4	14%
Social y económico	1	3%
Total	29	100%

Por todo lo anterior, se remitió a diversas investigaciones, centradas especialmente en el desarrollo o identificación de CS pertinentes al ámbito social y económico, así como a la biblioteca de créditos piloto de LEED (créditos en etapa de testeo), con el fin de seleccionar los CS que pudieran complementar el set. Los CS adicionados se presentan en la Tabla 14, junto con la respectiva confrontación a los tres parámetros considerados (problemáticas, caso de estudio y normativa).

Se adicionan inicialmente cinco (5) CS, uno (1) a la categoría “sitio” y cuatro (4) a “social y económico” El CS adicionado a la categoría de “sitio”, “Proximidad a los centros de estudio y trabajo”, responde directamente a una de las problemáticas sociales más detonantes del contexto, la segregación socio-espacial; cómo la cantidad de ingresos de las personas condiciona finalmente la cercanía de las zonas residenciales a las centralidades de la ciudad. Sin embargo, al fundamentarse en la ubicación del proyecto, es categorizada dentro de “sitio” a pesar de ser ésta la categoría que cuenta con mayor número de CS.

**Tabla 14. Criterios de sostenibilidad (CS) adicionales.** Diversas fuentes indicadas en parte inferior de la tabla. Elaboración propia

N°	Fuente	Crédito unificado	Particularidades del contexto	Caso de estudio	Normativa vigente / Estándares / Manuales
<b>Sitio</b>					
61	Indicada	Proximidad a los centros de trabajo y estudio			Artículo 24 Decreto 190 de 2004
<b>Social y Económico</b>					
62	Indicada	Sensación de seguridad			-
63	Indicada	Diseño inclusivo			Decreto 1538 / Ley 1114 de 2006
64	Indicada	Comunidad diversa			Principio de no discriminación (ONU Habitat 2010) -
65	Indicada	Diseño económico para un uso eficiente de los recursos (en etapa de ocupación)			Artículo 2 / Pacto Internacional de Derechos Económicos, Sociales y Culturales

Fuente: 61. LEED (Criterios Piloto)(Díaz López et al. 2019); (Karji et al. 2019; Díaz López et al. 2019) - 62. (Olakitan Atanda 2019) - 63. LEED (Criterios Piloto); (Díaz López et al. 2019); (Karji et al. 2019) - 64. LEED (Criterios Piloto);(Karji et al. 2019; Díaz López et al. 2019) - 65. (Oyebanji, Liyanage y Akintoye 2017) - 66. (Díaz López et al. 2019); (Oyebanji, Liyanage y Akintoye 2017) - 67. (Oyebanji, Liyanage y Akintoye 2017)

### 3.3.3.2. Cambio climático

**Tabla 15. Criterios de sostenibilidad (CS) adicionales para categoría de cambio climático.** Diversas fuentes indicadas en parte inferior de la tabla. Elaboración propia

N°	Fuente	Crédito unificado	Particularidades del contexto	Caso de estudio	Normativa vigente / Estándares / Manuales
<b>Cambio Climático</b>					
66	Indicada	Consideración de proyecciones de condiciones climáticas en el diseño			-
67	Indicada	Diagnóstico de vulnerabilidad del predio y edificación y acciones de resiliencia			-
68	Indicada	Plan de adaptación al cambio climático			-

68, 69, 70, 71 y 72. (Díaz López et al. 2019; Dodd et al. 2017)

Se adiciona también la categoría “Cambio climático”, éste es uno de los conceptos que recientemente se vienen adoptando en la concepción de la edificación sostenible, pues existe un llamado urgente ante este fenómeno, que no sólo compete al contexto tratado, es un fenómeno de afectación global. Por ende, considerar y valorar todas las acciones en pro de la resiliencia de una edificación ante el escenario climático futuro, resulta fundamental para pensar y evaluar una edificación sostenible en cualquier contexto.

Dicha categoría dentro del set, se compone de tres (3) CS retomados del estudio hecho por Díaz López et al. (2019), condensados en la Tabla 15, con base en el aporte realizado por el Joint Research Centre (JRC) de la Unión Europea con *Level(s)*, marco de referencia de los macro-indicadores para la sostenibilidad en edificios de oficinas y residenciales (Dodd et al. 2017) Si bien existen diversos SCEV como los consideradas previamente, que dentro de sus CS contemplan impactos relacionados a los efectos del cambio climático, ninguno de éstos, así como ninguno de los SCEV más recurrentes, cuentan con una categoría o con CS específicos para este aspecto (Díaz López et al. 2019)

### **3.3.3.3. Consolidación de criterios de sostenibilidad evaluados**

**Priorización:** La fase anterior, además de tener como objetivo la identificación de los CS fundamentales para el contexto estudiado, buscó establecer la prioridad entre éstos. Como resultado del anterior análisis, se presentan algunas categorías en la que los CS que las componen responden a la misma cantidad y tipo de problemáticas. Lo anterior sucede en la categoría de “agua”, “calidad de ambiente interior” y “cambio climático”, por lo que a partir de dicho análisis no se puede establecer una priorización para estas categorías. Por lo anterior, en un principio los CS en cuestión serán considerados con igual prioridad.

**Ajuste de indicadores:** La presente investigación se centra principalmente en la concepción general de los CS, por ende, los indicadores que estos contemplan y sus exigencias tienen igual relevancia. Hacer una evaluación de los indicadores o generar nuevos para complementar los CS aquí dispuestos, no hace parte del objetivo de este estudio. Sin embargo, a partir del análisis descrito, existen algunos aspectos relacionados a los indicadores que vale la pena resaltar e invitan a futuras investigaciones a ahondar en éstos.

Dentro de la revisión bibliográfica, no se encontró un CS que busque hacer más eficiente el uso del suelo, mediante la regulación del área interior de la vivienda, especialmente al hablar de las edificaciones de estratos altos. En las últimas décadas, las viviendas de estratos altos en la ciudad de Bogotá, han alcanzado cierto grado de compactación, sin embargo “esta transformación no ha producido altas densidades de población sino de construcción, hay menos personas viviendo en más área” (Rincón Avellaneda 2004); en contraposición, son las personas de los estratos bajos quienes viven cada vez más hacinados. Este fenómeno tiene relación con el CS de “Huella edificada del proyecto reducida”, este invita a ceder un porcentaje mayor de área verde a la requerida por norma, bien sea para uso privado (áreas comunes) o como espacio público (cesión urbanística obligatoria) Este requerimiento si bien puede lograr una reducción en el área disponible del predio para la edificación, es decir, reduce su índice de construcción, no vincula ningún aspecto de densidades, como límites de área por ocupante o área disponible según número de personas por familia, como plantea Rincón Avellaneda (2004) Esto puede llevar a que se reduzca la huella pero con menos personas ocupándola, evitando la ocupación eficiente del suelo. Por ende, CS como el mencionado, deberían ir acompañados de indicadores de densidades habitacionales y no sólo de área construida.

El CS de acceso a un espacio exterior (criterio No. 14), es otro cuyos indicadores debieran ajustarse a la realidad de la vivienda multifamiliar bogotana. Dentro de sus requerimientos se establece que, el área que debe destinarse como espacio al aire libre, equivalente a cierto porcentaje del predio, puede encontrarse al interior o al exterior del proyecto. Lo último es un detalle que no puede pasarse por alto, pues este CS tendrá el real peso que le fue atribuido en la presente investigación, vinculado al aporte en la disminución del déficit de espacio público, sólo si esta área que el proyecto destine como zona al aire libre de esparcimiento e interacción social, es de uso público y por ende cumple con esa función. Si siguen siendo espacios verdes contenidos en los conjuntos residenciales cerrados, como se evidencia en gran parte de los proyectos de vivienda estudiados, no serán aportes significativos al espacio público.

Dentro de los SCEV, existen diversos CS relacionados a las declaraciones de los impactos ambientales de los materiales y productos usados en la construcción, incluyendo Declaraciones Ambientales de Producto (DAP), declaraciones relacionadas al origen de éstos y declaraciones de sus componentes. En algunos casos, los CS que vinculan estas declaraciones, sólo exigen su revelación, sin establecer parámetros para su cumplimiento, como por ejemplo un mínimo de

reducción del impacto ambiental por debajo de la media. Si bien, CS de este tipo incentivan a los fabricantes a realizar análisis de ciclo de vida de sus productos, el no considerar estas exigencias mínimas, dificultarán alcanzar el objetivo principal de reducir el impacto medioambiental de la fase de fabricación de los productos.

Para el CS “comunidad diversa” (No. 64), retomado de los créditos piloto de LEED, los indicadores que considera se quedan cortos. Sólo se contempla la presencia de cierto porcentaje de viviendas para hogares con ingresos por debajo de la media, sin embargo, de acuerdo al estudio del contexto existen otros indicadores que debieran sumarse a dicho CS. Por un lado, se encuentra el tamaño de los hogares, que para hoy es de tres (3) personas en promedio por hogar, proyectando para el 2031 una disminución a dos (2) personas, debido a las tendencias del crecimiento de la población bogotana (Secretaría Distrital de Planeación de Bogotá 2019) Por otro lado, se encuentra el escenario del postconflicto, el cual presenta desigualdades generadas por el conflicto armado en Colombia que hoy se siguen evidenciando, desplazamiento forzado, rechazo social a reinsertados, bajo nivel de calidad de vida para las víctimas, entre otros. Actualmente, esta situación es un área poco explorada por la arquitectura y mucho menos enfocado en el sector residencial. A partir de lo anterior se puede concluir que, un CS que promueva comunidades diversas y equitativas en Colombia significa, vincular residentes de un amplio rango de niveles socioeconómicos, pero también de diferentes tamaños de hogar (número de personas), diferente rango de edades y vincular víctimas del conflicto armado (desplazados, reinsertados, entre otros) para vivir en comunidad bajo las mismas condiciones.

Existe una situación particular con los CS a los que se le atribuyó la capacidad de responder a problemáticas de orden económico (CS número 3, 6, 61, 8, 26, 25) Pues desde la concepción de los SCEV que los contemplan, no se les otorga un enfoque económico en su objetivo principal. Sin embargo, con el análisis descrito en los capítulos anteriores, dichos CS presentan la oportunidad de generar ahorros en los costos económicos durante el ciclo de vida de la edificación (como por ejemplo para el usuario final) o ahorros a nivel de infraestructura, los cuales tienen un impacto a nivel municipal. Por lo anterior, se propone la adición de indicadores de tipo económico que contemplen el ciclo de vida de la edificación, así como la modificación de los objetivos principales de los CS mencionados, complementándolos con el enfoque planteando.

Por último, de acuerdo a la manera en que se conciben hoy los CS, estos permiten valorar ciertos aspectos de las edificaciones como una fotografía, capturan y responden a las condiciones de un momento específico (Herda, Autio y Lalande 2017) Sin embargo, la realidad no es así, esta es cambiante, por lo cual como principio general para los diferentes CS, deberá considerarse la adaptación de éstos en el tiempo, principio que resalta como un aspecto fundamental Tanguay et al. (2010), dentro de su definición de los indicadores de sostenibilidad. Partiendo de las consideraciones que se hacen en la presente investigación, para la evaluación de los diferentes CS, son fundamentales las “cifras del contexto” en aspectos sociales, económicos y/o ambientales, las cuales permiten evidenciar los puntos neurálgicos a los que debe responder cada uno de éstos. Dichas cifras son variables en el tiempo, significando que pueden presentarse situaciones en las que las problemáticas visibilizadas se agraven o, por el contrario, pierdan relevancia en el contexto. Por ejemplo, las características de la población, como edades y crecimiento de ésta; las nuevas normativas, estándares y políticas; la modificación de los índices de desigualdad social; los cambios en el escenario energético; los cambios en el clima, entre otros. Bajo esta premisa, establecer un set de CS rígido es contraproducente, pues quedaría obsoleto en muy poco tiempo.

En la Tabla 16 se presenta el listado de los CS sobre los cuales se profundiza en el presente apartado. Especificando para estos los ajustes en sus objetivos e indicadores, de acuerdo a las valoraciones mencionadas.

**Tabla 16. Criterios de sostenibilidad (CS) que requieren un ajuste en sus objetivos y/o indicadores de acuerdo a consideraciones particulares del contexto.**

N°	Crédito unificado	Objetivo y/o indicadores
		<b>Sitio</b>
3	Parcela de alta prioridad	Fomentar la localización del edificio en áreas de difícil desarrollo, ubicando el edificio en un predio vacío del casco histórico, de prioridad nacional, de difícil desarrollo, o similar (tratamientos urbanísticos de renovación urbana y conservación definidas en POT) <b>Resultando en reducción de costos para la generación de nueva infraestructura en X%</b> , así como la prevención del desbordamiento de la huella urbana.
4	Huella edificada del proyecto reducida	Promover el uso eficiente del suelo y <b>equitativo del suelo</b> , cediendo un porcentaje del área útil después de las cesiones urbanísticas y <b>manteniendo una densidad habitacional mínima de X No. Personas/m2 y máxima de “Y” No. Personas/m2.</b>
6	Desarrollo integrado a usos mixtos	Fomentar desarrollos densificados para conservar el suelo rural y suburbano garantizando una distancia máxima (m) del centro geográfico del proyecto a determinados usos, <b>que a la vez resulte en reducción de los costos asociados al transporte en etapa de ocupación en X%.</b>

8	Integración a red para bicicletas	Promover el uso de bicicleta y la eficiencia de este medio de transporte, mediante la ubicación de entradas funcionales a determinada distancia (m) máxima hasta una red para bicicletas que conecte con determinada cantidad de usos. Resultando en la reducción de emisiones de CO2, incentivando hábitos positivos para la salud pública <b>y reduciendo los costos asociados al transporte en etapa de ocupación en X%</b>
10	Huella de estacionamiento reducida	Minimizar los daños ambientales generados por los estacionamientos como el consumo del suelo, el aumento de escorrentía superficial y la dependencia a los vehículos. No excediendo el número de celdas de parqueo requeridos por norma. <b>Garantizando a la vez un uso equitativo del suelo.</b>
14	Acceso a espacio abierto	Disponer de un espacio abierto exterior equivalente a cierto porcentaje del predio, debe contar con un porcentaje mínimo de área plantada con vegetación. <b>Cierto porcentaje de dicho espacio debe ser de uso público.</b>
61	Proximidad a los centros de trabajo y estudio	<b>Fomentar la equidad socio-espacial</b> garantizando una distancia máxima (m) del centro geográfico del proyecto a centralidades de trabajo o estudio existentes. <b>A la vez que resulte en la reducción de los costos asociados al transporte en etapa de ocupación en X%.</b>
<b>Agua</b>		
26	Consumo eficiente de agua en el interior de las viviendas y áreas comunes	Reducir en determinado porcentaje la demanda de agua al interior (*debe estar por encima de la exigencia del Decreto 1285/2015) <b>Resultando a la vez en la reducción de costos asociados al consumo en la etapa de ocupación en X%.</b>
25	Consumo eficiente de agua en exteriores	Reducir en determinado porcentaje la demanda de agua al exterior (*debe estar por encima de la exigencia del Decreto 1285/2015) <b>Resultando a la vez en la reducción de costos asociados al consumo en la etapa de ocupación en X%.</b>
<b>Materiales y consumo de recursos</b>		
36	Revelación de reducción del impacto ambiental de los productos y materiales usados en el edificio	Contar con un estudio de impacto ambiental de cierto porcentaje de los materiales y productos usados en la construcción. <b>En los que se demuestre un porcentaje de reducción de su impacto medioambiental bajo ciertos parámetros.</b>
<b>Social y económico</b>		
64	Comunidad diversa	Número de viviendas para venta o arriendo que, por su valor comercial, diseño y/o formulación inicial del proyecto, permitan la conformación de una comunidad compuesta por: <ul style="list-style-type: none"> <li>- Amplio rango socioeconómico</li> <li>- <b>Diferentes tamaños de hogar</b></li> <li>- <b>Diferentes rangos de edades</b></li> <li>- <b>Cierto porcentaje de viviendas para personas con movilidad reducida</b></li> <li>- <b>Cierto porcentaje viviendas para víctimas del conflicto armado</b></li> </ul>

*\*En negrita se señalan las modificaciones propuestas para cada uno de los CS señalados.*

Finalmente, en el Anexo E se presenta el set consolidado de CS para la vivienda multifamiliar en Bogotá, para esta etapa cuenta con treinta y siete (37) CS en total; el orden en el que se organizan dentro del listado responde a la priorización establecida a partir de los análisis previos. Algunos de los CS responden a las mismas problemáticas, planteando que en algunos casos existe CS con el

mismo rango de prioridad que otros, estos ocupan entonces la misma posición de prioridad en el listado.

Adicionalmente, el listado se complementa con el objetivo e indicadores para cada CS, estos fueron redactados con base en los requerimientos de las certificaciones evaluadas, alimentado por las consideraciones mencionadas previamente. Los indicadores fueron incluidos de manera genérica y sin valores pues dentro del alcance del presente estudio no se pretende definir cuáles deben ser éstos. Asimismo, al considerarse este set como un marco referencial, permitirá que al adoptarse cada uno de estos CS, sus indicadores puedan ajustarse a las necesidades del momento o contexto.

En la Figura 25 se resume la adición de los CS descritos en los apartados 3.3.3.1, 3.3.3.2 y 3.3.3.4.

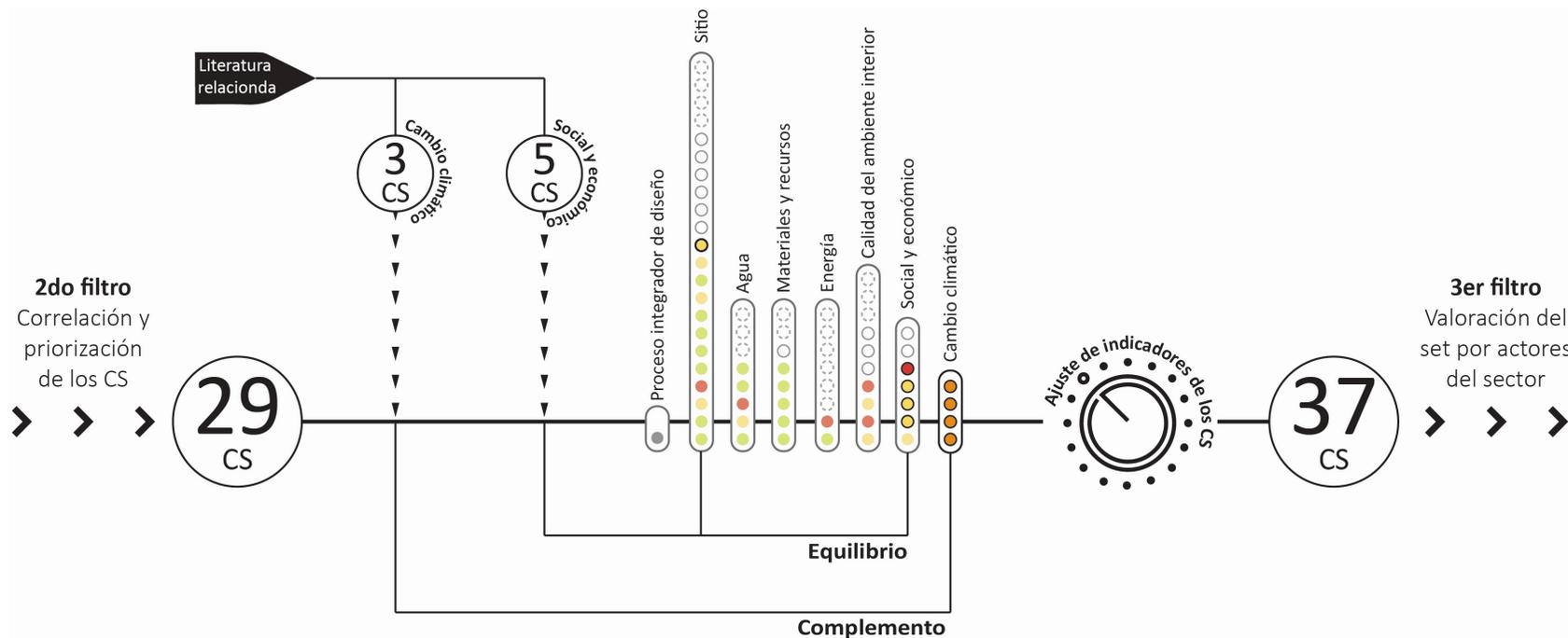


Figura 25. Resumen de adición de los criterios de sostenibilidad (CS) de fuentes adicionales y posterior ajuste de sus indicadores y objetivos

### 3.3.4. Cuarta fase: Valoración

#### 3.3.4.1. Actores participantes

*"Sin duda, la asignación de los criterios deberían ser producto de un estudio profundo basado en investigación científica, regulaciones y el feedback derivado de entrevistas aplicadas a nivel nacional a actores del sector, y conducidas por equipos académicos, investigadores, autoridades sociales, con el fin de determinar las condiciones locales, significado y aplicabilidad de acuerdo a lo que el mercado demande" (Suzer 2015)*

La selección de los CS está condicionada por las inquietudes de los agentes implicados en el contexto del elemento en evaluación. Así mismo, su experiencia en el sector, sus motivaciones e intereses, y el lugar que ocupen en éste, condicionan su percepción frente a la edificación sostenible y que aspectos debería cumplir.

La fase de valoración se realizó mediante la aplicación de una encuesta desarrollada en una plataforma web, la cual fue aplicada a diversos actores del sector, clasificados en dos grupos, expertos y académicos vinculados al desarrollo de edificaciones sostenibles, y residentes de la ciudad de Bogotá. El Anexo F y G contiene el modelo de las encuestas que fueron aplicadas. Para el caso de la encuesta aplicada a los residentes no se consideró la totalidad de los CS del set obtenido, pues algunos de estos respondían a aspectos que los usuarios no pueden visibilizar fácilmente. Otros fueron omitidos buscando unificar algunos conceptos en un solo criterio para la escogencia de compra o renta de un apartamento. A continuación, en la Tabla 17, se señalan los CS que no fueron considerados, así como el motivo que llevó a determinarlo.

**Tabla 17. Consideraciones especiales para elaboración de encuesta a residentes.**

Cód	Criterio de sostenibilidad	Consideración especial para encuesta de residentes
4	Huella edificada del proyecto reducida	Aspecto de difícil valoración por parte del residente
15	Gestión y disminución de la escorrentía superficial	Aspecto de difícil valoración por parte del residente
12	Reconocimiento del predio y aporte del proyecto a la protección o restauración del hábitat	Aspecto de difícil valoración por parte del residente
28	Uso de plantas nativas o adaptadas (reduciendo el consumo de agua para su riego)	Aspecto de difícil valoración por parte del residente
64	Comunidad diversa	No se somete a priorización, sino que se considera en la pregunta 7 de la encuesta, que será evaluada posteriormente por separado.

60	Vinculación de la comunidad para identificar y posteriormente responder a sus necesidades	Aspecto de difícil valoración por parte del residente
62	Sensación de seguridad	Se incluye en el concepto de "Diseño del conjunto residencial que le genere sensación de seguridad" (Pregunta 2 en la encuesta)
63	Diseño inclusivo	Se incluye en el concepto "Espacios interiores y exteriores con un alto nivel de accesibilidad para personas con movilidad reducida, adultos mayores o niños" (Pregunta 5 en la encuesta)
65	Diseño económico para un uso eficiente de los recursos (en etapa de ocupación)	Se incluye en el concepto "Que el impacto medioambiental, generado por el edificio, se haya disminuido en relación a la media de las edificaciones del contexto" (Pregunta 6 en la encuesta)
68	Consideración de proyecciones de condiciones climáticas en el diseño	Aspecto de difícil valoración por parte del residente
69	Diagnóstico de vulnerabilidad del predio y edificación y acciones de resiliencia	Aspecto de difícil valoración por parte del residente
70	Plan de adaptación al cambio climático	Aspecto de difícil valoración por parte del residente

**Expertos y actores vinculados al sector de la construcción y diseño de vivienda multifamiliar en Bogotá:** Este grupo estuvo compuesto por dieciseis (16) expertos del sector, en el Anexo G se describe brevemente el perfil de cada uno de los encuestados.

**Residentes de la ciudad de Bogotá:** Grupo compuesto por veintiún (21) personas que actualmente viven en la ciudad en diversas zonas pertenecientes a diversos estratos socioeconómicos, como se describe en la Tabla 18.

**Tabla 18. Distribución de residentes encuestados según estrato socioeconómico**

Estrato 6	Estrato 5	Estrato 4	Estrato 3	Estrato 2	Total
5	2	8	4	2	21

\*Siendo 6 el estrato socioeconómico más alto.

Los resultados obtenidos en los dos tipos de encuestas aplicadas, se procesaron aplicándose el Test de Friedman. Este permitió identificar la jerarquía unificada que tanto los residentes como los expertos dieron a los CS que componen el set.

### 3.3.4.2. Entrevistas con expertos

Además de las encuestas realizadas, se llevaron a cabo dos entrevistas con dos de los expertos participantes, con el fin de profundizar acerca de su visión de sostenibilidad en los países en vía de desarrollo, su experiencia profesional en este ámbito y los principales obstáculos que existen al implementar CS como los contenidos en el set resultante. A partir de dichas entrevistas, se buscaba identificar CS adicionales que pudieran surgir, ajuste de algunos y someter a discusión la

aplicabilidad de otros. Como resultado surgió un nuevo CS y se evidenció la necesidad de ajustar los requerimientos de algunos de los CS. En la Tabla 19 se describen las modificaciones sugeridas junto con su justificación y en la Figura 26 se resume la etapa de valoración del set de CS resultante descrita previamente.

**Tabla 19. Modificaciones sugeridas a partir de entrevista con expertos.**

<b>N°</b>	<b>Crédito unificado</b>	<b>Objetivo y/o indicadores</b>	<b>Justificación</b>
4	Proceso integrador de diseño	Incluir dentro del listado de profesionales, considerados para participar desde etapas tempranas del diseño, a trabajadores sociales y profesionales de la salud.	Complemento de los CS como “comunidad diversa” o “diseño inclusivo” de la categoría “social y económico”
<b>Social y económico</b>			
69	Cohesión de la comunidad (Nuevo CS)	Implementación de estrategias de diseño que propicien el encuentro social y la cohesión de la comunidad diversa que se quiere conseguir. Ej. Espacios de circulación o espacios comunitarios que permitan el encuentro e interacción y propicien la participación de todos los ocupantes.	Complemento del CS “comunidad diversa” que contribuya a sobrepasar las barreras culturales que se presentan al plantear diversidad de toda índole en la comunidad de una edificación.
65	Diseño económico para un uso eficiente de los recursos (en etapa de ocupación)	Incluir dentro de su objetivo la reducción de los costos de mantenimiento y una mayor flexibilidad para los espacios comunes. Ej. Facilidad en el mantenimiento o auto mantención.	La reducción de costos asociados a las áreas comunes de una edificación tiene especial relevancia en edificaciones de estratos bajos (VIS y VIP), en donde los ocupantes en algunas ocasiones no cuentan con los ingresos económicos o con el hábito de considerar estos gastos comunes.

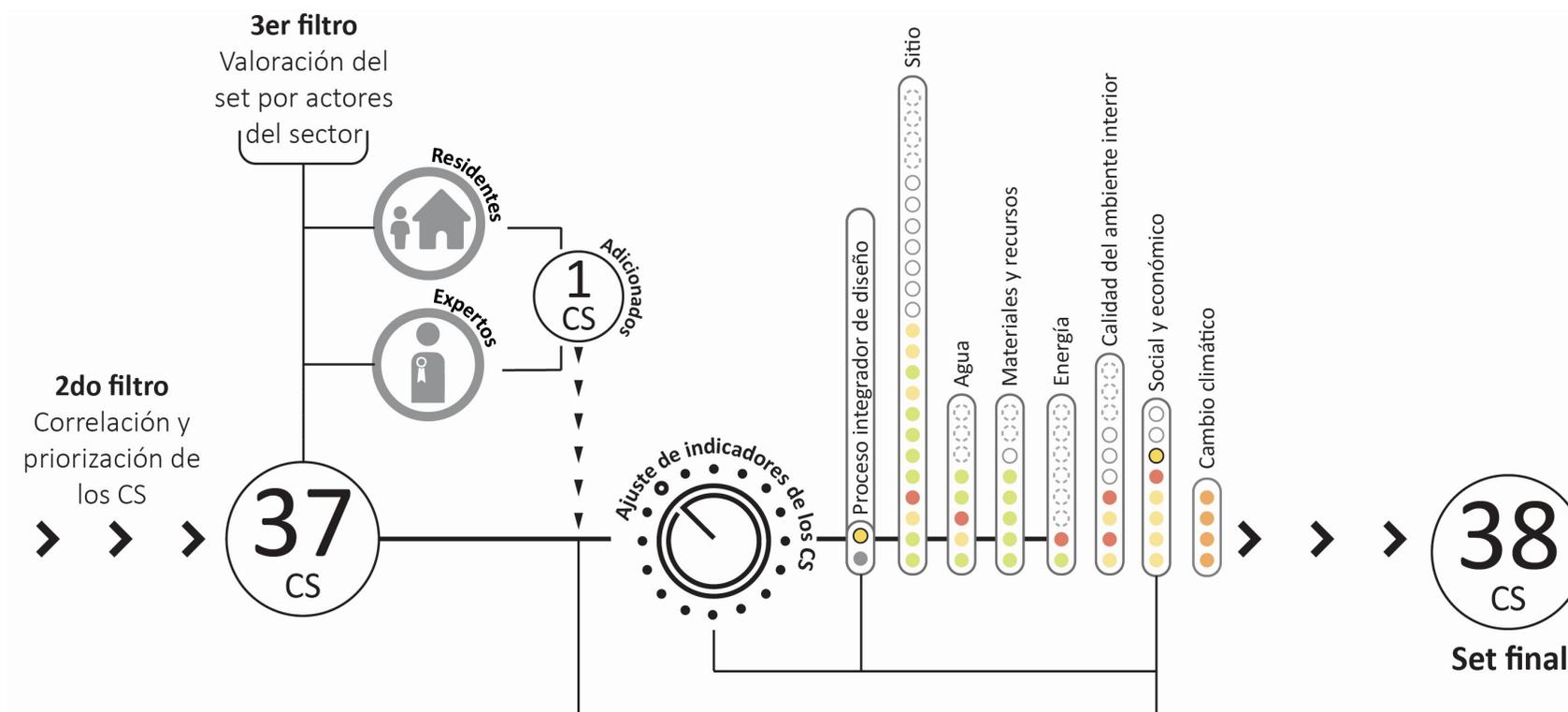


Figura 26. Etapa de valoración del set de CS resultante

## Capítulo 4. Análisis

### 3.4. Set inicial vs Set resultante

A partir del proceso de depuración, selección y consolidación del set objetivo de CS, a partir del set identificado como “set inicial”, se reajustó la cantidad de los CS, la distribución de éstos en los tres pilares de la sostenibilidad, así como la selección únicamente de los CS que pueden ser aplicados durante las primeras fases del proyecto. Dicho reajuste se evidencia en el set de CS obtenido (Anexo D), al que se le llamará “set resultante” En primera instancia, cabe resaltar que se reduce el set inicial en un 52%, seleccionando de éste sólo veintinueve (29) CS, asimismo se añaden ocho (8) CS en la fase de correlación y priorización del set, buscando equilibrar o complementar el set objetivo. En las Figuras 27 y 28 se observan los porcentajes de representatividad de las categorías en los dos sets mencionados, para éstos, las categorías de “Calidad de ambiente interior”, “Energía” y “Social y económico” fueron las que sufrieron mayores modificaciones, siendo estas últimas dos la de mayor cambio.

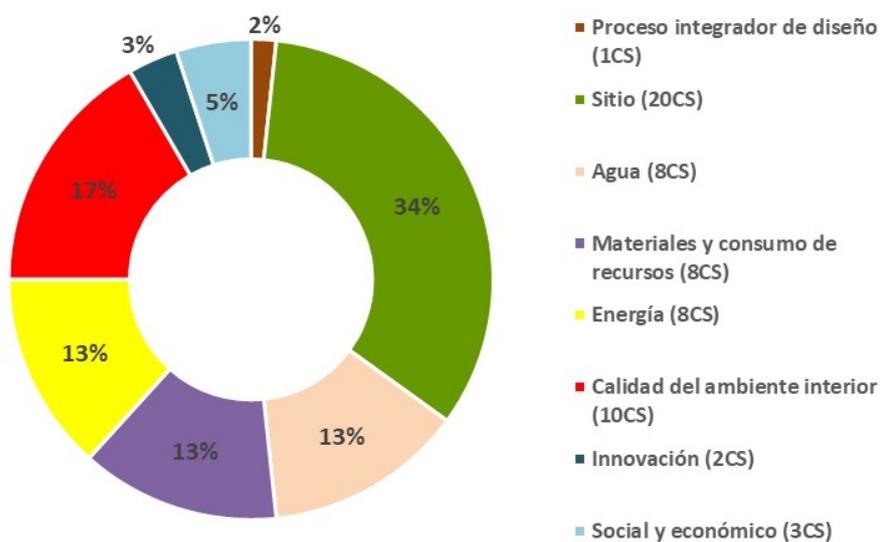
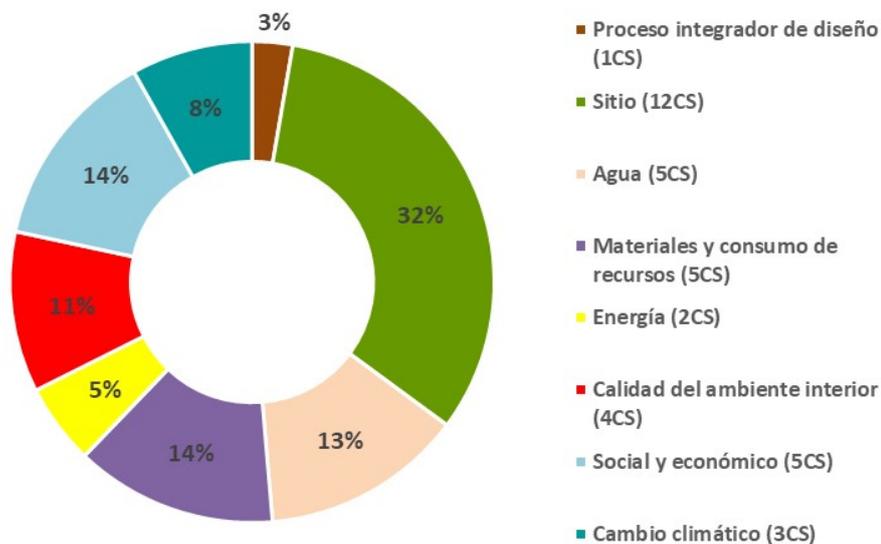


Figura 27. Porcentajes de representatividad por categorías set inicial (panorama actual)



**Figura 28. Porcentajes de representatividad por categorías en set resultante.**

En el caso de la categoría de “Energía” y “Calidad de ambiente interior” su porcentaje se redujo a casi la mitad, en el caso de la categoría “Social y económico” casi se triplicó. Así mismo, de acuerdo a las consideraciones contempladas para la selección de los CS del set, se eliminó la categoría de “Innovación” y se adicionó la categoría de “Cambio climático”

Al profundizar en lo que sucede dentro de cada categoría, con la valoración de cada CS de acuerdo a los tres ámbitos de la sostenibilidad, social, medioambiental y económico, se observan también cambios considerables. Para este análisis se clasificaron los CS de cada categoría de acuerdo al ámbito al que responden en su objetivo e indicadores. Como se observa en la Figura 29, en la que se grafican los porcentajes de CS pertenecientes a cada categoría, tanto para el set inicial como para el set resultante, al revalorizar los CS los porcentajes se modifican, especialmente los relacionados al ámbito social y económico presentando un aumento en casi todas las categorías. Aunque en ninguno de los casos se alcanza un equilibrio entre los tres ámbitos, si se evidencia una tendencia en la que, al depurar, adicionar y ajustar los CS del set inicial, se alcanza una menor desigualdad entre éstos. Situación que se observa claramente en el cuadro comparativo general presentado en la Figura 30.

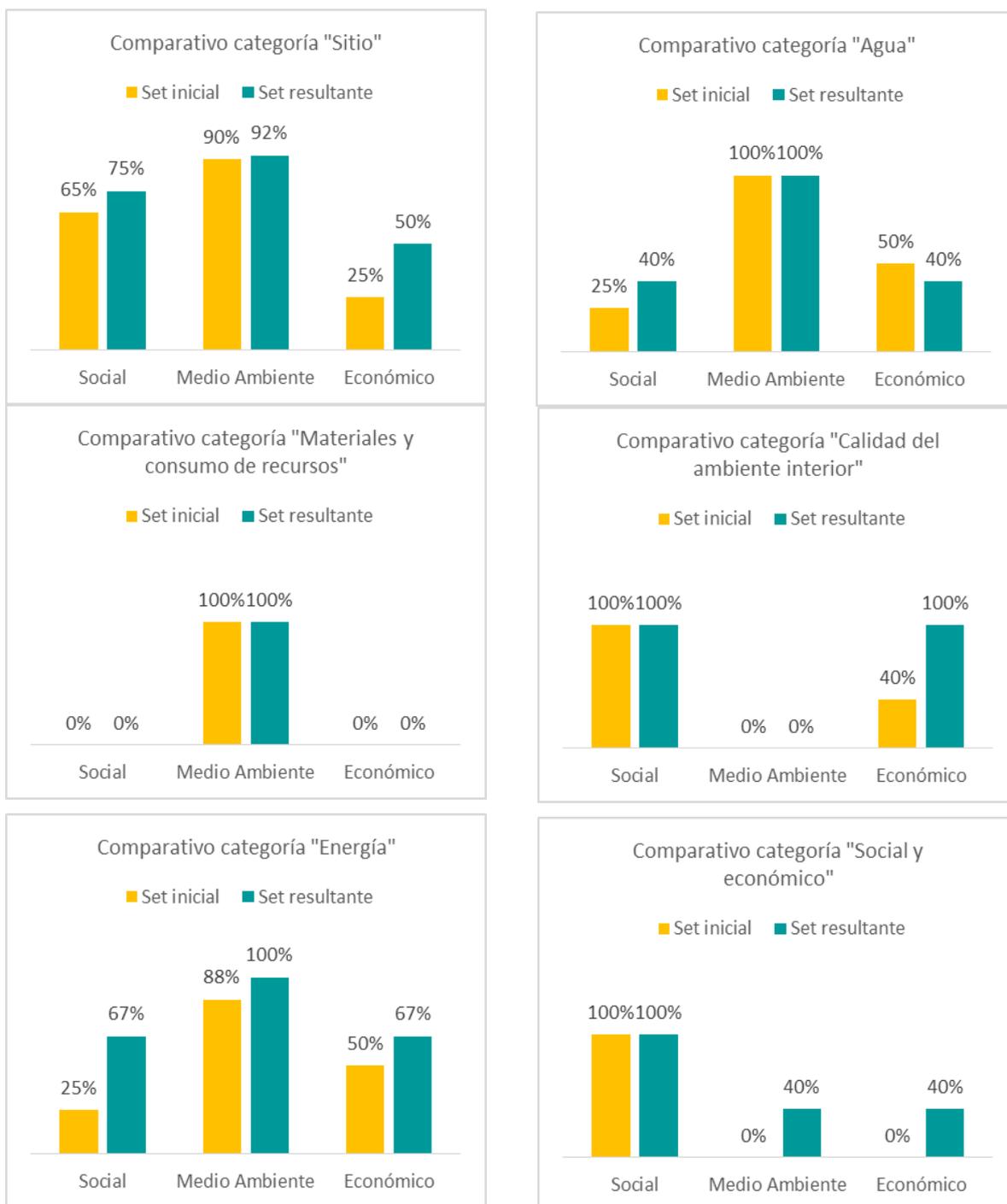
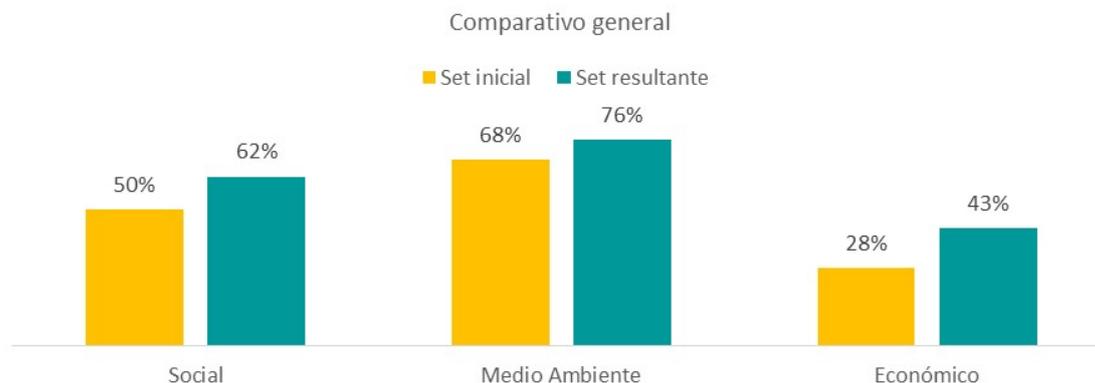


Figura 29. Cuadro comparativo por categorías de acuerdo a valoración de los criterios de sostenibilidad por ámbito



**Figura 30. Cuadro comparativo general de acuerdo a valoración de los criterios de sostenibilidad por ámbito**

### 3.4.1.1. Resultados encuestas expertos

En la Tabla 20, en la cual se consolidan y contrastan los resultados de la priorización hecha por parte expertos con la priorización propuesta en la presente investigación para el set resultante, se observa que al comparar ambas, se presentan diferencias considerables. Sólo el 47% de los CS de dicho set son priorizados por los expertos de manera similar al orden propuesto, como se observa en la Tabla 21 (dicho porcentaje no contempla los CS 46, 47, 48, 49, 68, 69, 70) En el caso de la categoría de “Sitio”, son tres (3) CS los que presentan una diferencia por encima de la media (CS número 4, 10 y 15) siendo esta la categoría con menores discrepancias porcentualmente, en contraste con la categoría “Social y económico”, categoría con mayores diferencias.

En el caso de la categoría de “Agua” y “Materiales y recursos” son igualmente tres (3) CS los que presentan una diferencia por encima de la media (CS número 25, 27, 24 y, 35, 33 y 36), éstos representan el 60% del total de CS en dichas categorías. Sin embargo, son “Energía” y “Social y económico” las categorías con mayor porcentaje de diferencia entre los dos casos comparados, un 67% y 100% de los CS que las componen, respectivamente, presentan diferencias representativas sobre la media.

En el caso de las categorías de “Calidad de ambiente interior” y “Cambio climático”, no fue posible establecer una priorización entre los CS a partir del estudio realizado. Sin embargo, la priorización dada por los expertos permite identificar el orden de importancia que éstos asignan dentro de estas categorías, primando para la primera el CS “Confort térmico” y para la segunda “Plan de

adaptación al cambio climático” Valoración que podrá ser considerada como punto de partida a la hora de profundizar en dichas categorías.

Tabla 20. Comparación de priorización dada por expertos a CS evaluados con la priorización dada en el set resultante

Set resultante	Validación expertos	Cód	Crédito unificado
N/A	N/A	1	Proceso integrador de diseño
<b>Sitio</b>			
1°	10°	4	Huella edificada del proyecto reducida
2°	2°	64	Desarrollo integrado a usos mixtos
3°	1°	6	Proximidad a los centros de trabajo y estudio
4°	11°	61	Huella de estacionamiento reducida
5°	3°	35	Acceso al transporte público de calidad
6°	4°	10	Acceso a espacio abierto
7°	9°	40A	Integración a red para bicicletas
8°	6°	40B	Reconocimiento del predio y aporte del proyecto a la protección o restauración del hábitat
9°	7°	26	Circuitos peatonales de calidad y seguros
10° - 11°	8°	25	Prevención impactos negativos por alteración del terreno durante la construcción
	5°	32	Gestión y disminución de la escorrentía superficial
12°	12°	33	Parcela de alta prioridad
<b>Agua</b>			
1°-2°	3°	7	Consumo eficiente de agua en el interior de las viviendas y áreas comunes
	4°	14	Consumo eficiente de agua en exteriores
4°	1°	62	Disminución del consumo de agua potable por la implementación de fuentes alternativas
4°	2°	8	Implementación de sistemas alternativos de tratamiento de aguas residuales
4°	5°	65	Uso de plantas nativas o adaptadas (para reducción de riego)
<b>Materiales y consumo de recursos</b>			
1°	3°	12	Reducción del impacto del ciclo de vida del edificio
2°-3°	1°	60	Gestión de residuos de construcción y demolición (Reciclar, revalorizar y/o reutilizar de RCD)
	5°	20	Coordinar el diseño arquitectónico, sistema constructivo y sistemas de redes, para disminuir RCD
4°	4°	34	Origen local de los materiales
5°	2°	36	Revelación de reducción del impacto ambiental de los productos y materiales usados en el edificio
<b>Energía</b>			
1°-2°	2°	11	Eficiencia energética - Iluminación artificial
	3°	15	Eficiencia energética - Sistemas de calentamiento de agua sanitaria
3°	1°	27	Uso de fuentes de energía renovable

Calidad del ambiente interior			
1°-4°	3°	24	Calidad de aire interior
	1°	28	Confort térmico
	2	46	Confort lumínico
	4°	47	Confort acústico
Social y económico			
1°	3°	48	Comunidad diversa
2°	4°	49	Sensación de seguridad
3°	5°	3	Diseño económico para un uso eficiente de los recursos (en etapa de ocupación)
4°	2°	41	Vinculación de la comunidad para identificar sus necesidades y posteriormente responder a ellas
5°	1°	63	Diseño inclusivo
Cambio Climático			
1°-3°	2°	68	Consideración de proyecciones de condiciones climáticas en el diseño
	3°	69	Diagnóstico de vulnerabilidad del predio y edificación y acciones de resiliencia
	1°	70	Plan de adaptación al cambio climático

\*Para el procesamiento de datos por medio del Test de Friedman, no se consideraron las respuestas de los expertos que indicaron N/A en alguno de los CS evaluados.

**Tabla 21. CS que presentan una diferencia representativa entre priorización dada al set resultante a partir de la presente investigación y la priorización dada por la validación de expertos**

% de diferencia	Cód	Criterio de sostenibilidad	% representatividad en categoría
Sitio			
75%	4	Huella edificada del proyecto reducida	25%
58%	10	Huella de estacionamiento reducida	
46%	15	Gestión y disminución de la escorrentía superficial	
Agua			
50%	25	Consumo eficiente de agua en exteriores	60%
60%	27	Disminución del consumo de agua potable por la implementación de fuentes alternativas	
40%	24	Implementación de sistemas alternativos de tratamiento de aguas residuales	
Materiales y consumo de recursos			
40%	35	Reducción del impacto del ciclo de vida del edificio	60%
50%	33	Coordinar el diseño arquitectónico, sistema constructivo y sistemas de redes, para disminuir RCD	
60%	36	Revelación de reducción del impacto ambiental de los productos y materiales usados en el edificio	
Energía			
50%	40B	Eficiencia energética - Sistemas de calentamiento de agua sanitaria	67%
67%	41	Uso de fuentes de energía renovable	

Social y económico			
40%	64	Comunidad diversa	100%
40%	62	Sensación de seguridad	
40%	65	Diseño económico para un uso eficiente de los recursos (en etapa de ocupación)	
40%	60	Vinculación de la comunidad para identificar sus necesidades y posteriormente responder a ellas	
80%	63	Diseño inclusivo	

*\*Porcentajes de diferencia entre priorización dada al set resultante a partir de la presente investigación y la priorización dada por la validación de expertos. Se definen como **diferencia representativa** los valores por encima de diferencia media que existe entre las priorizaciones descritas (34%)*

Sin embargo, al enfrentar dichas priorizaciones se obtiene también concordancia entre ambas en algunos casos. En la Tabla 22, en la que se recogen los CS con menor porcentaje de diferencia entre las priorizaciones enfrentada, se evidencia que en la categoría “Sitio” se presentan similitudes significativas para el 75% de los CS que la componen (CS número 6, 61, 14, 7, 8, 12, 20, 11 y 3), siendo ésta la categoría con mayor similitud entre las priorizaciones enfrentadas en este apartado. Es de resaltar que dos (2) de los CS de la categoría de “Sitio” se posicionan exactamente igual (CS número 6 y 3) en ambas priorizaciones.

En las categorías de “Agua”, “Materiales y recursos” y “Energía” son los CS número 26, 32 y 40A los que presentan mayor similitud y que a la vez se encuentran en las primeras posiciones en las priorizaciones enfrentadas. Así mismo, dentro de las dos primeras categorías, los CS número 28 y 34 coinciden como CS de baja prioridad dentro de cada una de éstas.

**Tabla 22. CS que presentan una similitud representativa entre priorización dada al set resultante a partir de la presente investigación y la priorización dada por la validación de expertos**

% de diferencia	Cód	Criterio de sostenibilidad	% representatividad en categoría
<b>Sitio</b>			
0%	6	Desarrollo integrado a usos mixtos	75%
17%	61	Proximidad a los centros de trabajo y estudio	
17%	7	Acceso al transporte público de calidad	
17%	14	Acceso a espacio abierto	
17%	8	Integración a red para bicicletas	
17%	12	Reconocimiento del predio y aporte del proyecto a la protección o restauración del hábitat	
17%	20	Circuitos peatonales de calidad y seguros	
21%	11	Prevención impactos negativos por alteración del terreno durante la construcción	

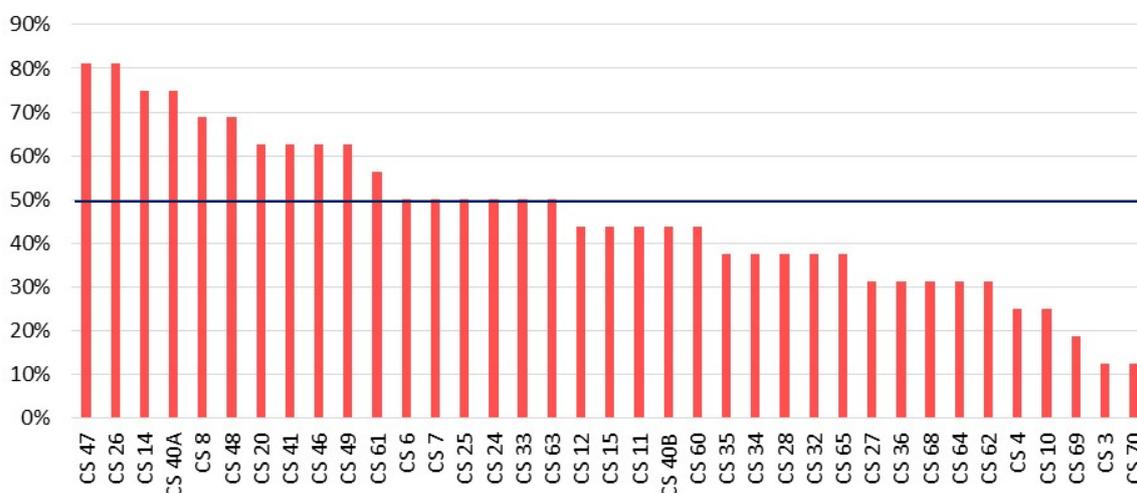
0%	3	Parcela de alta prioridad	
<b>Agua</b>			
30%	26	Consumo eficiente de agua en el interior de las viviendas y áreas comunes	<b>40%</b>
20%	28	Uso de plantas nativas o adaptadas (para reducción de riego)	
<b>Materiales y consumo de recursos</b>			
30%	32	Gestión de residuos de construcción y demolición (Reciclar, revalorizar y/o reutilizar de RCD)	<b>40%</b>
0%	34	Origen local de los materiales	
<b>Energía</b>			
17%	40A	Eficiencia energética - Iluminación artificial	<b>33%</b>

*\*Porcentajes de diferencia entre priorización dada al set resultante a partir de la presente investigación y la priorización dada por la validación de expertos. Se definen como **similitud representativa** los valores por debajo de la diferencia media que existe entre las priorizaciones descritas (34%)*

Otra de las preguntas realizadas en la encuesta a expertos, y que merece ser analizada, es la pregunta número 9, relacionada a los CS que los expertos encuestados han aplicado durante su experiencia profesional. A partir de las respuestas obtenidas se estableció el porcentaje de aplicación de cada uno de los CS evaluados, el cual se muestra en la Tabla 23. Por un lado, por encima del 50% se encuentran los CS número 47, 26, 14, 40A, 8, 48, 20, 41, 46 y 49, cubriendo en su totalidad la categoría de “Calidad de ambiente interior” y la mayoría de los CS de la categoría de “Energía”. Ningún CS de las categorías “Social y económico”, “Materiales y recursos” y “Cambio climático” se encuentra por encima de dicho porcentaje. Por otro lado, el “Consumo eficiente de agua en el interior de las viviendas y áreas comunes” y “Confort térmico” son los CS más aplicados en el ámbito profesional para el diseño, construcción y evaluación de edificaciones sostenibles, con más de un 80% de expertos que afirman haberlo aplicado. Por el contrario, son los CS de “Parcela de alta prioridad” y “Plan de adaptación al cambio climático” los que menor porcentaje de aplicación declararon los expertos, con un poco más del 10% para ambos.

Dentro de esta misma pregunta, de manera complementaria, se buscaba identificar si existía para los encuestados algún CS adicional para complementar el set resultante, sometiendo a juicio de los expertos la suficiencia de éste. Como se observa en el Anexo I (Resultado encuestas), por la cantidad de encuestados que dejaron en blanco esta pregunta y por la inexistencia de una tendencia marcada en las respuestas, se podría asumir que el set obtenido resulta bastante completo de acuerdo a la valoración de los expertos encuestados.

**Tabla 23. Porcentaje de aplicación de cada uno de los CS evaluados en el ámbito profesional**



Por último, con el fin de identificar la priorización que debería darse a cada una de las categorías en las que se dividen los CS evaluados, se sometió a valoración experta dichas categorías. Si bien, a partir del set resultante y la priorización propuesta de éste, no se busca establecer una jerarquía entre categorías, someter a valoración este aspecto por parte de los actores del sector (expertos y residentes), permite visibilizar la percepción del peso de categorías como “Energía” y “Social y económico”, categorías de relevancia a lo largo del estudio. Los resultados para esta pregunta (Pregunta No. 10 – Anexo i) indican que, de acuerdo a la valoración de los expertos, es la categoría de “Sitio” la que mayor prioridad debiera tener en el contexto evaluado, seguido por la categoría “Agua” y “Social y económico” Para los expertos esta última categoría se encuentra por encima de “Energía”, lo cual coincide con la postura planteada en la hipótesis de la presente investigación.

### 3.4.1.2. Resultados encuestas residentes

Como se mencionó previamente, el mercado es un aspecto relevante en el panorama de las edificaciones sostenibles, es por esto que se sometió a valoración el set resultante por parte de los residentes. Al enfrentar los resultados obtenidos de dicha encuesta a la priorización propuesta, comparación presentada en la Tabla 24, se observa que, aunque presentan un mayor porcentaje de CS priorizados de manera similar (60% sin contemplar CS número 46, 47, 48, 49, 63) en comparación al caso anterior, el orden propuesto no responde en su totalidad a lo que el mercado valora para la escogencia de una vivienda. Esto ocurre especialmente para los CS número 10, 7, 25, 27, 35, 36, 40A y 41, para los que las posiciones establecidas por los residentes difieren significativamente con la priorización propuesta. Adicionalmente, en el caso de la categoría de

“Calidad de ambiente interior”, los residentes muestran una postura diferente a los expertos, valorando en primer lugar el confort lumínico (CS 48) y ubicando en último lugar el confort térmico (CS 47), CS que ocupa el primer lugar de acuerdo a la valoración de los expertos.

**Tabla 24. Comparación de priorización dada por los residentes a CS evaluados con la priorización dada en el set resultante**

Set resultante	Valoración residentes	Cód	Criterio de sostenibilidad
<b>Sitio</b>			
N/A	N/A	1	Proceso integrador de diseño
1°	1°	6	Desarrollo integrado a usos mixtos
2°	4°	61	Proximidad a los centros de trabajo y estudio
3°	7°	10	Huella de estacionamiento reducida
4°	3°	45	Acceso a espacio abierto
5°	2°	40A	Acceso al transporte público de calidad
6°	6°	40B	Integración a red para bicicletas
7°	5°	26	Circuitos peatonales de calidad y seguros
8°	8°	25	Parcela de alta prioridad
<b>Agua</b>			
1°-2°	2°	32	Consumo eficiente de agua en el interior de las viviendas y áreas comunes
	4°	33	Consumo eficiente de agua en exteriores
3°-4°	1°	7	Disminución del consumo de agua potable por la implementación de fuentes alternativas
	3°	14	Implementación de sistemas alternativos de tratamiento de aguas residuales
<b>Materiales y consumo de recursos</b>			
1°	3°	8	Reducción del impacto del ciclo de vida del edificio
2°-3°	2°	20	Gestión de residuos de construcción y demolición (Reciclar, revalorizar y/o reutilizar de RCD)
		34	Coordinar el diseño arquitectónico, sistema constructivo y sistemas de redes, para disminuir RCD
4°	4°	36	Origen local de los materiales
5°	1°	27	Revelación de reducción del impacto ambiental de los productos y materiales usados en el edificio
<b>Energía</b>			
1°-2°	3°	24	Eficiencia energética - Iluminación artificial
	2°	46	Eficiencia energética - Sistemas de calentamiento de agua sanitaria
3°	1°	47	Uso de fuentes de energía renovable
<b>Calidad del ambiente interior</b>			
N/A	3°	48	Calidad de aire interior
	4°	49	Confort térmico
	1°	3	Confort lumínico
	2°	41	Confort acústico
N/A	5°	63	Diseño inclusivo *Pertenece a categoría "Social y económico" Sin embargo, para efectos de la encuesta realizada se evaluó dentro de la presente categoría.

En las Tablas 25 y 26 se presentan los CS con mayores diferencias y mayores similitudes entre las priorizaciones enfrentadas, respectivamente. De acuerdo a dichos resultados, son las categorías de “Energía” y “Agua” las que presentan mayores discrepancias con el orden propuesto (67% y 50% respectivamente), situación contraria a la categoría de “Sitio”, para la que se presenta una mayor similitud entre ambas priorizaciones, como ocurre también para el caso de la valoración de expertos. Dentro del 60% de los CS que presentan una mayor similitud, son de resaltar los CS número 6, 61, 14, 26, 32, 33, 40B, los cuales además de ubicarse en posiciones similares al orden propuesto, se ubican en los primeros lugares de cada categoría.

**Tabla 25. CS que presentan una diferencia representativa entre priorización dada al set resultante a partir de la presente investigación y la priorización dada por la validación de residentes.**

% de diferencia	Cód	Criterio de sostenibilidad	% representatividad en categoría
<b>Sitio</b>			
50%	<b>10</b>	Huella de estacionamiento reducida	<b>25%</b>
38%	<b>7</b>	Acceso al transporte público de calidad	
<b>Agua</b>			
63%	<b>25</b>	Consumo eficiente de agua en exteriores	<b>50%</b>
63%	<b>27</b>	Disminución del consumo de agua potable por la implementación de fuentes alternativas	
<b>Materiales y consumo de recursos</b>			
40%	<b>35</b>	Reducción del impacto del ciclo de vida del edificio	<b>40%</b>
80%	<b>36</b>	Revelación de reducción del impacto ambiental de los productos y materiales usados en el edificio	
<b>Energía</b>			
50%	<b>40A</b>	Eficiencia energética - Iluminación artificial	<b>67%</b>
67%	<b>41</b>	Uso de fuentes de energía renovable	

*\*Porcentajes de diferencia entre priorización dada al set resultante a partir de la presente investigación y la priorización dada por la validación de residentes. Se definen como **diferencia representativa** los valores por encima de diferencia media que existe entre las priorizaciones descritas (27%)*

**Tabla 26. CS que presentan una similitud representativa entre priorización dada al set resultante a partir de la presente investigación y la priorización dada por la validación de residentes.**

% de diferencia	Cód	Criterio de sostenibilidad	% representatividad en categoría
<b>Sitio</b>			
0%	<b>6</b>	Desarrollo integrado a usos mixtos	<b>75%</b>
25%	<b>61</b>	Proximidad a los centros de trabajo y estudio	
13%	<b>14</b>	Acceso a espacio abierto	
0%	<b>8</b>	Integración a red para bicicletas	
25%	<b>20</b>	Circuitos peatonales de calidad y seguros	
0%	<b>3</b>	Parcela de alta prioridad	
<b>Agua</b>			

13%	<b>26</b>	Consumo eficiente de agua en el interior de las viviendas y áreas comunes	<b>50%</b>
13%	<b>24</b>	Implementación de sistemas alternativos de tratamiento de aguas residuales	
<b>Materiales y consumo de recursos</b>			
10%	<b>32</b>	Gestión de residuos de construcción y demolición (Reciclar, revalorizar y/o reutilizar de RCD)	<b>60%</b>
10%	<b>33</b>	Coordinar el diseño arquitectónico, sistema constructivo y sistemas de redes, para disminuir RCD	
0%	<b>34</b>	Origen local de los materiales	
<b>Energía</b>			
17%	<b>40B</b>	Eficiencia energética - Sistemas de calentamiento de agua sanitaria	<b>33%</b>

*\*Porcentajes de diferencia entre priorización dada al set resultante a partir de la presente investigación y la priorización dada por la validación de expertos. Se definen como **similitud representativa** los valores por debajo de la diferencia media que existe entre las priorizaciones descritas (27%)*

El CS “Comunidad diversa” al ser un concepto de difícil apreciación por parte de los residentes, se sometió a valoración de los encuestados de una manera diferente, en la pregunta número 7. A partir de los resultados se observó que el 38% de los encuestados dicen preferir una comunidad con características homogéneas, otro 38% prefiere una comunidad con características heterogéneas y el 24% restante dice no tener una preferencia. Lo anterior demuestra que no existe una postura clara al respecto, reforzando la observación hecha por uno de los expertos entrevistados, en la que sostiene que CS de este tipo puede generar dificultades en su aplicación debido a las barreras culturales existentes en una sociedad como la bogotana.

Por último, la priorización de las categorías en las que se dividen los CS evaluados, también sometida a valoración por parte de los residentes, fue también, para este caso, “Sitio” la categoría de mayor relevancia a la hora de elegir una vivienda para vivir, seguida por “Calidad de ambiente interior” y “Agua” En este caso las categorías de “Energía” y “Social y económico” no sobresalen.

## Capítulo 5. Conclusiones

Respondiendo a la hipótesis con la que parte la presente investigación, en la que se plantea que el set de CS recurrentes para aplicarse a la vivienda multifamiliar en Colombia, no es pertinente al contexto, no es suficiente y no garantizan que con su implementación se alcance una edificación sostenible, los resultados obtenidos permiten afirmar que dicha hipótesis se cumple.

A partir de la fase de depuración y la de correlación y priorización, en la que se descartan por un lado y se revaloran por el otro los CS que se encuentran en el panorama actual, enfrentándolos a las problemáticas, normativa y mercado del contexto de estudio. Se observa que el set inicial presenta más CS de los necesarios para diseñar, construir y evaluar una edificación sostenible, pues no todos son pertinentes al contexto. Así mismo, la necesidad de adicionar nueve (9) CS en total, así como una nueva categoría, evidenció que los CS que componen el set no son suficientes para cubrir por completo las necesidades del contexto enunciadas. Finalmente, conociendo desde un principio el evidente el desequilibrio que existía dentro de cada uno de los SCEV, así como dentro del set inicial, para responder a los tres pilares de la sostenibilidad. La presente investigación demostró que es posible lograr un mayor equilibrio entre estos, que permita acercarse al objetivo de diseñar, construir y/o evaluar una edificación sostenible.

En relación a esto último, si bien con la revaloración, selección y adición de CS para la conformación del set objetivo, no se llegó a un equilibrio total entre los tres pilares de la sostenibilidad, se logró un set con un mayor equilibrio entre éstos. Como se observa en la Figura 30, cada categoría mostró un aumento de CS que responden dentro de su objetivo a los aspectos sociales y económicos, sin embargo, aún sigue habiendo una disparidad entre ellos, siendo en términos generales, el aspecto económico el de menor consideración dentro de los CS, con un 43% de participación en el set.

Como hallazgo adicional, se puede afirmar que ninguno de los SCEV considerados en la presente investigación, cubre por completo las problemáticas fundamentales del contexto, pues ninguno por si solo contempla la totalidad de los CS que componen el set resultante. Sin embargo, a pesar de la problemática identificada por autores como Ali y Al Nsairat (2009); Zarghami, Fatourehchi y Karamloo (2019); Banani, Vahdati y Elmualim (2013), acerca de la descontextualización que se presenta al aplicar SCEV extranjeras en países con realidades diferentes a la del país en los que

fueron creados. Sorprende que de los SCEV evaluados, es LEED, certificación extranjera, la que mayor cantidad de CS reúne del set resultante (58%), seguido por el Sistema de Reconocimiento BCS (45%), finalmente siendo CASA el que menor porcentaje de CS reúne (39%) Situación que resulta llamativa, ya que tanto BCS como CASA fueron concebidos para responder al contexto colombiano.

Sin embargo, aunque este es el SCEV que cubre en un mayor porcentaje los CS que componen el set final; los objetivos, líneas base e indicadores que allí se establecen, cubren en un menor porcentaje los tres pilares de la sostenibilidad en comparación a este último. De acuerdo a la distribución porcentual por ámbito de CS que componen el SCEV LEED en comparación a los que componen el set resultante, LEED cubre en menor medida los ámbitos, social, medioambiental y económico, con una diferencia del 38%, 33% y 38% respectivamente.

Lo anterior, le suma valor a la revalorización propuesta de los CS adoptados de los diferentes SCEV aquí evaluados y de las demás fuentes retomadas, pues es a partir de ésta que, CS existentes, pueden ser considerados para responder a otros aspectos que antes no contemplaban y que responden a las problemáticas de un contexto específico, en este caso Bogotá. Revalorización que puede ser escalable y complementada eventualmente, para otros contextos similares. Indicando que no basta considerar ciertos CS o cierto SCEV, el contraste de estos con la realidad del contexto al que se busquen aplicar, será lo que indique el ámbito o los ámbitos a lo que se debiera enfocar determinado CS.

Como objetivo específico del presente estudio se planteó la valoración de la priorización dada al set de CS resultante. Dicha valoración permitió contrastarlo con la percepción de expertos en el área de estudio y residentes de la ciudad de Bogotá. A partir de este contraste, se observó que existen grandes diferencias entre las percepciones de estos actores con el orden de prioridad de los CS que se establece en el presente estudio. A pesar de esto, a partir de los acuerdos generalizados, se evidencian, por un lado, las prioridades de algunos CS aceptadas por los actores del sector consideradas de igual manera en la priorización propuesta. Y por otro lado, en los puntos de desacuerdo, se evidencia la necesidad de evaluar dichos CS, pues no están siendo valorados de la manera propuesta por quienes finalmente aplicarán o darán valor a éstos.

Dentro de las similitudes se presentan dos situaciones, los CS que se ubican en las primeras posiciones y los que se ubican en las últimas, y que concuerdan entre las tres priorizaciones contrastadas. De estos primeros sobresalen los CS número 6, 61, 14, 26 y 32, que se ubican dentro de sus categorías entre los primeros lugares. Así mismo, también existe un alto grado de acuerdo para los CS número 8, 20 y 34, los cuales, en los tres casos comparados, son posicionados en los últimos lugares. Ambas situaciones aquí descritas, presentadas en la Tabla 27, permiten identificar los CS que son considerados con un alto y bajo grado de importancia, para los actores evaluados y a que su vez son fundamentados en la realidad del contexto al coincidir con el orden propuesto. Si bien, por el grado de diferencia entre las respuestas de los encuestados, como se comentará más adelante, a partir de estas no se pueden obtener resultados estadísticamente generalizables. El hecho de que los actores del sector valoren de manera similar los CS aquí descritos, indica una alta probabilidad de aplicabilidad de los mismos para el diseño, construcción y/o evaluación de edificaciones sostenibles, que a la vez resulte coherente con el presente estudio.

**Tabla 27. Criterios de sostenibilidad de mayor grado de acuerdo entre las tres priorizaciones contrastadas (validación expertos, validación actores, propuesta)**

Rango de posición	Cód	Criterio de sostenibilidad	% representatividad en categoría
<b>Sitio</b>			
1°-2°	6	Desarrollo integrado a usos mixtos	<b>Primeros lugares</b>
1°-4°	61	Proximidad a los centros de trabajo y estudio	
3°-5°	14	Acceso a espacio abierto	
6°-9°	8	Integración a red para bicicletas	<b>Últimos lugares</b>
5°-9°	20	Circuitos peatonales de calidad y seguros	
<b>Agua</b>			
1°-3°	26	Consumo eficiente de agua en el interior de las viviendas y áreas comunes	<b>Primeros lugares</b>
<b>Materiales y consumo de recursos</b>			
1°-3°	32	Gestión de residuos de construcción y demolición (Reciclar, revalorizar y/o reutilizar de RCD)	<b>Primeros lugares</b>
4°	34	Origen local de los materiales	<b>Últimos lugares</b>

Lo contrario ocurre con los CS número 10, 25, 27, 35, 36 y 41. En estos CS es en los que mayor porcentaje de desacuerdo hay entre las tres priorizaciones contrastadas. Esto, desde la postura en la que se fundamenta la priorización propuesta, indica que ni los expertos ni los residentes visibilizan claramente las problemáticas que se vinculan con los CS mencionados y que se consideran para la priorización obtenida del presente estudio.

Estas tendencias no sólo se ven marcadas en la valoración de los CS de manera individual, para el caso de la valoración por categoría, “Sitio” fue la que tanto los expertos como los residentes ubicaron de primera en el orden de priorización, además de ser esta la categoría en la que mayores acuerdos se encontraron en el contraste de las diferentes priorizaciones de los CS. Evidenciando que las problemáticas relacionadas a aspectos de ubicación, impacto en el sitio y características generales de éste, permean el mercado y el ámbito profesional, siendo valoradas como prioritarias para el diseño, construcción y evaluación de edificaciones de vivienda multifamiliar sostenibles.

Así mismo, “Energía” como categoría es valorada por los actores del sector, debajo de los tres primeros puestos de las siete (7) categorías evaluadas, así como es también la categoría en que mayores discrepancias se presentan entre las tres priorizaciones propuestas. Postura que respalda uno de los aspectos que motivaron esta tesis, la sobrestimación por parte de los métodos de evaluación de edificaciones sostenibles, de los aspectos de demanda energética de las edificaciones para el contexto de la vivienda bogotana. También indica que para el contexto colombiano esta es una categoría de difícil valoración, a pesar de la revaloración que se hace del CS “Eficiencia energética”, enfocado en la iluminación natural y calentamiento de agua sanitaria, consecuente con las necesidades del contexto.

Las múltiples posiciones que se presentan entre las tres priorizaciones contrastadas, se evidencian también dentro de cada grupo de actores del sector encuestados. En la Tabla 28 se muestra el valor de  $-p$ , cifra que indica la existencia de diferencias estadísticamente significativas en cada respuesta entre los encuestados. Como se observa, sólo en la pregunta 4 de la encuesta a expertos, relacionada a la priorización de CS de la categoría “Energía”, existe una tendencia de respuesta similar entre los encuestados. Para el resto de CS, la valoración realizada por parte de los encuestados es disímil entre ellos, evidenciando que los CS sometidos a evaluación, no cuentan con una valoración consolidada entre los actores del sector. Replicando la situación que se presenta en el panorama de CS en el contexto colombiano, contenidos en los SCEV contemplados en el presente estudio, entre los que no existe tampoco similitud entre los pesos otorgados y categorías que contemplan.

**Tabla 28. Valores de -p por pregunta y por grupo encuestado**

No. de pregunta	Expertos	Residentes
<b>1</b>	< 1%	N/A
<b>2</b>	< 1%	< 1%
<b>3</b>	< 1%	< 1%
<b>4</b>	<b>&gt; 10%</b>	< 1,3%
<b>5</b>	< 1%	< 1%
<b>6</b>	< 1%	< 1,8%
<b>7</b>	< 1%	N/A
<b>8</b>	N/A	< 1%
<b>9</b>	N/A	N/A
<b>10</b>	< 1%	N/A

\*Valores – p inferiores a 5% indica que hay diferencias estadísticamente significativas en la valoración que hicieron los encuestados.

Otro aspecto que vale la pena resaltar, que evidenció la presente investigación, a partir de los análisis descritos en etapas previas, así como de algunas de las problemáticas identificadas por los expertos encuestados a la hora de aplicar CS, es la importancia del papel de los entes gubernamentales, el cual resulta fundamental para incentivar el diseño y construcción de las edificaciones sostenibles. Las normativas, los planes de ordenamiento territorial, así como la voluntad política reflejada en las políticas públicas, pueden presentarse en el panorama como un obstáculo o un facilitador en la aplicación de dichos CS. Normativas como las que regulan los estacionamientos mínimos, áreas mínimas para edificación y ocupación de los predios, zonificación de las áreas de tratamiento urbanístico en la ciudad, entre otros aspectos, deben estar en sintonía con las problemáticas del contexto en el ámbito de la sostenibilidad y expandirse más allá de la regulación actual sobre el ahorro del agua y energía, como únicos aspectos cubiertos desde la normativa para la construcción sostenible en Colombia actualmente.

Finalmente, como resultado del presente estudio se alcanza la consolidación de un set de CS acotado, que se centra en aspectos de alta relevancia para el contexto evaluado, respondiendo a las problemáticas, la normativa y la oferta inmobiliaria del contexto. Un set que revaloriza CS desde la mirada de ámbitos poco explorados en el sector de los SCEV, como lo son el ámbito económico y social, y adiciona CS que lo complementan con el fin de cubrir las necesidades del contexto. Así mismo, dicho set presenta una distribución más equilibrada en los tres pilares de la sostenibilidad, pues alcanza unos mayores porcentajes de CS que responden a aspectos sociales y económicos, aspectos que, aunque siguen dispares entre sí, presentaban menores porcentajes en

el set inicial. Adicionalmente, el basarse en documentos desarrollados por entes gubernamentales, considerar el marco normativo del contexto y contemplar la oferta del mercado inmobiliario actual, es un punto de partida para formular un documento de referencia consecuente con las características propias del contexto, que sirva de herramienta para el diseño, construcción y evaluación de edificaciones sostenibles, aplicable para las etapas tempranas del diseño, etapas de gran incidencia en los resultados finales de una edificación. Un marco de referencia que permite aterrizar y hacer tangibles las acciones que se pueden llevar a cabo a partir del diseño de una edificación en pro de la sostenibilidad de la misma.

En la Figura 32 se resume la distribución final de cada uno de los CS que componen el set resultante, entre los tres pilares de la sostenibilidad.

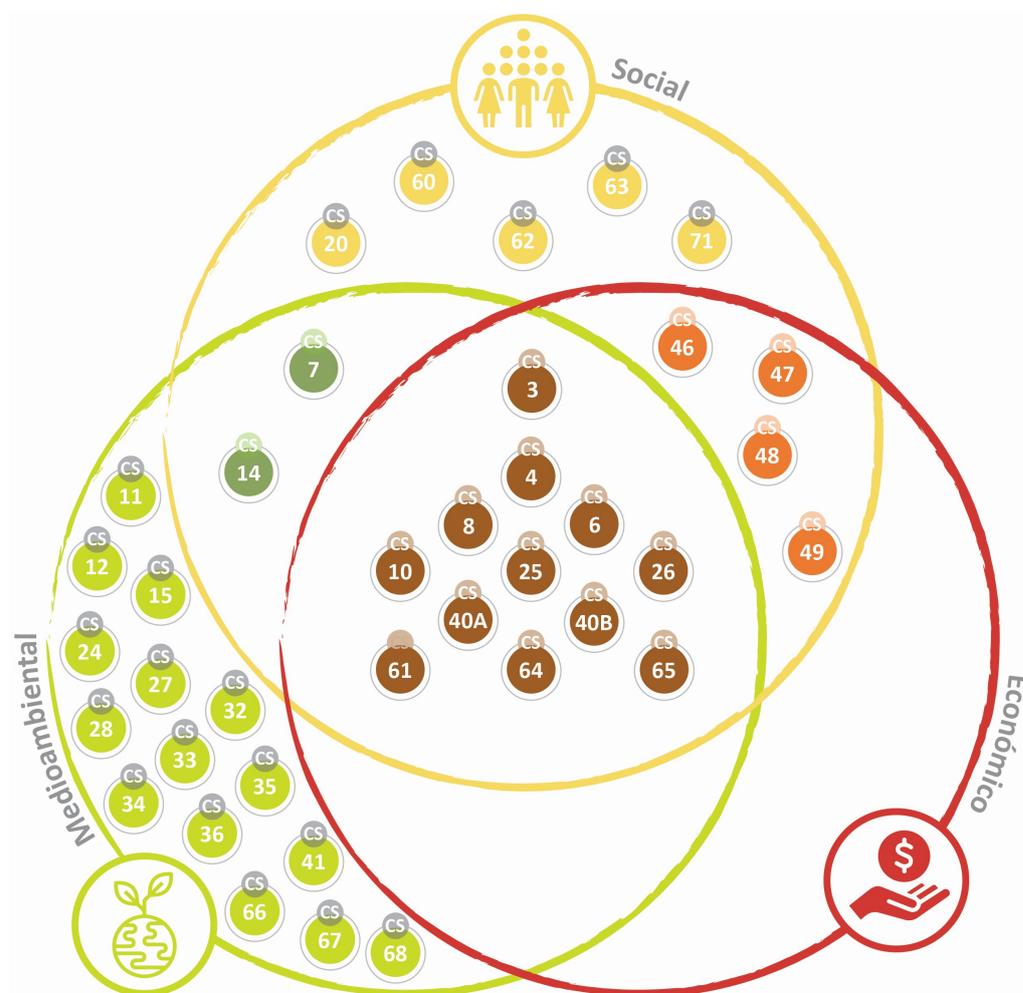


Figura 31. Distribución final de los CS entre los tres pilares de la sostenibilidad.

### 5.1. Futuras investigaciones

Es claro el vasto panorama de CS para alcanzar edificaciones sostenibles, sin embargo, con la presente investigación se evidenció que no existe ningún CS que cubra por completo los tres pilares de la sostenibilidad. Ignorando la oportunidad de algunos CS existentes de responder a otros aspectos igualmente relevantes para el contexto al que serán aplicados. Como lo es por ejemplo el caso del CS “Desarrollo integrado a usos mixtos” (CS 6), CS que dentro de los SCEV responde únicamente al ámbito ambiental por la reducción de distancias en los trayectos diarios de las personas, al ámbito social por la mejora de la calidad de vida y como incentivo para el mejoramiento de la salud pública. Dejando de lado el aspecto económico el cual evidentemente se dará por la reducción de costos en el transporte. Por lo anterior, la presente investigación surge como un punto de partida en el que salen a relucir estas posibilidades y en las cuales aún hay mucho camino por recorrer.

Como se ha dicho, si bien en la presente investigación se realizaron ajustes en indicadores y objetivos que componen los CS, los valores que determinan las líneas base requeridas por cada CS no fueron contempladas. En primera instancia debido a que cada SCEV propone su línea base, diferentes entre sí, lo cual dificulta su definición; y, en segundo lugar, buscando que los CS seleccionados sean flexibles y puedan adaptarse al tiempo, contexto y propósito de su aplicación. Para el caso aquí propuesto, proyectado como marco de referencia, dichas cifras deberían establecerse bajo parámetros diferentes a los que se consideran en los SCEV, más coherentes a las necesidades del contexto, adaptadas al sitio específico en que se adoptarán, en este caso Bogotá. Por lo que la definición de los valores exigibles para cada uno de los CS del set resultante, es uno de los aspectos pendientes por desarrollar. Así mismo, si bien muchos de ellos ya incluyen indicadores mundialmente aceptados, hay otros en los que poco se ha indagado o se encuentran en exploración por investigadores como Montoya, Cartes y Zumelzu (2020); especialmente los pertenecientes al ámbito social y económico, son estas áreas en donde debe haber una mayor exploración en su determinación.

Como se concluyó, el set de CS resultante, aún no garantiza un completo equilibrio entre los tres pilares de la sostenibilidad, de éstos el ámbito económico es el que menor respuesta obtiene por parte de ellos. De acuerdo a esta situación, se evidenció la necesidad de profundizar en el desarrollo de CS que respondan a este aspecto. CS que serán sumamente valorados en un

contexto como el estudiado, países en vía de desarrollo, para los que el tema de desigualdad socio-económica y pobreza tienen mayor relevancia en comparación a los países desarrollados.

Adicionalmente, si bien el set de CS aquí propuesto se presenta como base para el desarrollo de un marco de referencia para el diseño, construcción y evaluación de edificaciones sostenibles para países con contextos similares al evaluado. Respondiendo a necesidades como la planteada por el CONPES (2018), a partir de éste se podrían identificar CS para incorporarse a normativas o políticas públicas, con el fin de enfocar las acciones del actor “gobierno” en pro de las edificaciones sustentables, que como se concluye, es un actor de gran relevancia para alcanzar dicha meta.

A partir de los resultados obtenidos de las encuestas realizadas, es evidente que la valoración de los CS por parte de los actores del sector es bastante desigual. El establecer documentos que unifiquen este tipo conceptos de manera objetiva, facilitaría los procesos de diseño, construcción y evaluación de una edificación sostenible. Así mismo, con el fin de hacer tangibles y relevantes los CS que componen el set resultante para los actores del sector, debe indagarse en la manera de incentivar su aplicación y valoración por parte de quienes hacen parte mercado inmobiliario y de quienes los aplican en su quehacer profesional. Especialmente para los CS número 10, 25, 27, 35, 36 y 41, así como todos los que componen la categoría “Social y económico” (60, 62, 63, 64 y 65) entre los cuales existe bastante disparidad entre la percepción de los actores del sector y lo planteado en la presente investigación.

Bajo esta premisa, debe entenderse que el mercado, sus presiones, la demanda y la oferta están en constante movimiento, y que algunos de estos atributos que para hoy son apenas emergentes o ni siquiera aparecen en el mercado, podrían llegar con el tiempo a transformarse en atributos consolidados en el contexto (Encinas y Aguirre 2017) El estudio de estas dinámicas alrededor de las edificaciones sostenibles complementarían esfuerzos como el realizado en el presente estudio, que si bien sirve de punto de partida como documento unificador, debe buscar estrategias para permear el mercado y ser realmente valorado por éste.

## 6. Términos y siglas

**CS** – Criterios de Sostenibilidad

**SCEV** – Sistemas de Certificación de Edificaciones Verdes

**POT** – Plan de Ordenamiento Territorial

**DANE** - Departamento Administrativo Nacional de Estadística

**PPECS** – Política Pública de Construcción Sostenible (Bogotá)

**UPZ** – Unidad de Planeación Zonal: La Unidad de Planeamiento Zonal -UPZ-, tiene como propósito definir y precisar el planeamiento del suelo urbano, respondiendo a la dinámica productiva de la ciudad y a su inserción en el contexto regional, involucrando a los actores sociales en la definición de aspectos de ordenamiento y control normativo a escala zonal. Determinan como mínimo, los lineamientos de estructura urbana básica de cada unidad, que permitan articular la norma urbanística con el planeamiento zonal; la regulación de la intensidad y mezcla de usos, las condiciones de edificabilidad y los lineamientos sobre el manejo de ruido acorde con la política ambiental con base en el Decreto Nacional 948 de 1995. (Alcaldía Mayor de Bogotá 2004)

**CONPES** – Consejo Nacional de Política Económica y Social

**LEED** – Leadership in Energy & Environmental Design

**IDEAM** - Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales

**GEI** – Gases de Efecto Invernadero

**VIP** – Vivienda de Interés Social

**Tratamientos Urbanísticos:** Los Tratamientos orientan las intervenciones que se pueden realizar en el territorio, el espacio público y las edificaciones, mediante respuestas diferenciadas para cada condición existente, como resultado de la valoración de las características físicas de cada zona y su función en el modelo territorial, con los propósitos de consolidar, mantener, revitalizar, mejorar y generar espacios adecuados para el desenvolvimiento de las funciones de la ciudad. (DEC 190/04)

## 7. Referencias

- ALCALDÍA MAYOR DE BOGOTÁ, 2004. *Decreto 190* [en línea]. 2004. Colombia: Secretaría Jurídica Distrital de la Alcaldía Mayor de Bogotá D.C. Disponible en: <http://www.sdp.gov.co/transparencia/marco-legal/normatividad/decreto-190-de-2004>.
- ALCALDÍA MAYOR DE BOGOTÁ, 2017. Encuesta Multipropósito 2017. [en línea]. Bogotá, D.C: Disponible en: <http://www.sdp.gov.co/gestion-estudios-estrategicos/estudios-macro/encuesta-multiproposito/encuesta-multiproposito-2017>.
- ALI, H.H. y AL NSAIRAT, S.F., 2009. Developing a green building assessment tool for developing countries - Case of Jordan. *Building and Environment* [en línea], vol. 44, no. 5, pp. 1053-1064. ISSN 03601323. DOI 10.1016/j.buildenv.2008.07.015. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1016/j.buildenv.2008.07.015>.
- ASDRUBALI, F., BALDINELLI, G., BIANCHI, F. y SAMBUCCO, S., 2015. A comparison between environmental sustainability rating systems LEED and ITACA for residential buildings. *Building and Environment* [en línea], vol. 86, pp. 98-108. ISSN 03601323. DOI 10.1016/j.buildenv.2015.01.001. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1016/j.buildenv.2015.01.001>.
- BALLÉN ZAMORA, S.A., 2009. Vivienda social en altura. antecedentes y características de producción en Bogotá. *Revista INVI*, ISSN 07181299. DOI 10.4067/S0718-83582009000300004.
- BANANI, R., VAHDATI, M. y ELMUALIM, A., 2013. Demonstrating the importance of criteria and sub-criteria in building assessment methods. *WIT Transactions on Ecology and the Environment*, vol. 173, pp. 443-454. ISSN 17433541. DOI 10.2495/SDP130371.
- BANANI, R., VAHDATI, M.M., SHAHRESTANI, M. y CLEMENTS-CROOME, D., 2016. The development of building assessment criteria framework for sustainable non-residential buildings in Saudi Arabia. *Sustainable Cities and Society*, vol. 26, pp. 289-305. ISSN 22106707. DOI 10.1016/j.scs.2016.07.007.
- BELL, S. y MORSE, S., 2008. *Sustainability and Indicators. Measuring the Immeasurable?* Second

- Edi. London: Earthscan Publications Ltd. ISBN 9781844072996.
- BURGOS SÁNCHEZ, J.S., ROJAS RAMOS, D., GÓMEZ CABRERA, A., OSPINA ALVARADO, A. y CAMACHO MONTAÑO, C., 2016. Análisis de los programas de reconocimiento de edificaciones sostenibles LEED y «Bogotá Construcción Sostenible». *VII Elagec*. Bogotá, D.C: Universidad de los Andes, pp. 37-47.
- CHAMPAGNE, C.L. y AKTAS, C.B., 2016. Assessing the Resilience of LEED Certified Green Buildings. *Procedia Engineering*, vol. 145, pp. 380-387. ISSN 18777058. DOI 10.1016/j.proeng.2016.04.095.
- CNN EN ESPAÑOL, 2019. ¿Primavera Latinoamericana? 2019, un año de protestas en la región. *CNN web* [en línea]. [Consulta: 6 enero 2020]. Disponible en: <https://cnnespanol.cnn.com/2019/11/22/primavera-latinoamericana-2019-un-ano-de-protestas-en-la-region/>.
- COMISIÓN ECONÓMICA PARA AMÉRICA LATINA Y EL CARIBE (CEPAL), 2017. CEPAL: La elevada desigualdad en América Latina constituye un obstáculo para el desarrollo sostenible. *Comunicado de prensa* [en línea], Disponible en: <https://www.cepal.org/es/comunicados/cepal-la-elevada-desigualdad-america-latina-constituye-un-obstaculo-desarrollo>.
- COMISIÓN ECONÓMICA PARA AMÉRICA LATINA Y EL CARIBE (CEPAL), 2018. La Ineficiencia de la Desigualdad - Trigésimo séptimo período de sesiones de la CEPAL. [en línea]. La Habana: Disponible en: [https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/43566/4/S1800302\\_es.pdf](https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/43566/4/S1800302_es.pdf).
- COMITÉ TÉCNICO AEN/CTN 198, 2012. *UNE-EN 15978 Sostenibilidad en la construcción. Evaluación del comportamiento ambiental de los edificios. Métodos de cálculo*. 2012. Madrid: Asociación Española de Normalización y Certificación. AENOR.
- CONSEJO COLOMBIANO DE CONSTRUCCIÓN SOSTENIBLE (CCCS), 2016. Antecedentes CASA Colombia. *Referencial CASA Colombia* [en línea]. [Consulta: 13 octubre 2019]. Disponible en: <https://www.cccs.org.co/wp/antecedentes-referencial-casa-colombia/>.

- CONSEJO COLOMBIANO DE CONSTRUCCIÓN SOSTENIBLE (CCCS), 2018. *CASA Colombia*. 2018. Bogotá, D.C: s.n.
- CONSEJO COLOMBIANO DE CONSTRUCCIÓN SOSTENIBLE (CCCS), 2019. Sistema de certificación CASA Colombia. [en línea]. [Consulta: 15 octubre 2019]. Disponible en: <https://www.cccs.org.co/wp/casa-colombia/>.
- CONSEJO NACIONAL DE POLÍTICA ECONÓMICA Y SOCIAL (CONPES), 2018. *Política Nacional de Edificaciones Sostenibles. CONPES 3919*. [en línea]. 2018. Colombia: s.n. Documento CONPES 3919. Disponible en: <https://colaboracion.dnp.gov.co/CDT/Conpes/Económicos/3919.pdf>.
- CONSORCIO CORPOEMA-CUSA, 2012. Caracterización energética del sector residencial urbano y rural en Colombia. Caracterización por piso térmico. [en línea]. Bogotá, D.C: Disponible en: <https://bdigital.upme.gov.co/handle/001/1111>.
- COORPORACIÓN DE DESARROLLO TECNOLÓGICO (CDT), 2015. *Guía desarrollo sustentable de proyectos inmobiliarios* [en línea]. Santiago de Chile: s.n. ISBN 978-56-7911-34-9. Disponible en: <http://www.ukrstat.gov.ua/express/expr2015/06/147.zip>.
- DEPARTAMENTO ADMINISTRATIVO NACIONAL DE ESTADÍSTICA (DANE), 2015. Indicadores de Goce Efectivo de Derechos -IGED a nivel de subregiones y total nacional. [en línea]. Bogotá, D.C: Disponible en: [http://www.dane.gov.co/files/investigaciones/EGED/Boletin\\_EDGE\\_2013\\_14.pdf](http://www.dane.gov.co/files/investigaciones/EGED/Boletin_EDGE_2013_14.pdf).
- DEPARTAMENTO ADMINISTRATIVO NACIONAL DE ESTADÍSTICA (DANE), 2019. Pobreza Multidimensional por departamentos 2018. [en línea]. Bogotá, D.C: Disponible en: [https://www.dane.gov.co/files/investigaciones/condiciones\\_vida/pobreza/2018/presentacion\\_pobreza\\_multidimensional\\_18\\_departamento.pdf](https://www.dane.gov.co/files/investigaciones/condiciones_vida/pobreza/2018/presentacion_pobreza_multidimensional_18_departamento.pdf).
- DEPARTAMENTO ADMINISTRATIVO NACIONAL DE ESTADÍSTICA DANE, 2019a. Boletín Técnico Boletín Técnico - Censo de edificaciones (CEED) II trimestre de 2019. [en línea]. S.l.: Disponible en: [https://www.dane.gov.co/files/investigaciones/boletines/ceed/bol\\_ceed\\_IItrim19.pdf](https://www.dane.gov.co/files/investigaciones/boletines/ceed/bol_ceed_IItrim19.pdf).
- DEPARTAMENTO ADMINISTRATIVO NACIONAL DE ESTADÍSTICA DANE, 2019b. DANE Información

- estratégica. [en línea]. [Consulta: 30 marzo 2019]. Disponible en: <http://www.dane.gov.co/>.
- DÍAZ LÓPEZ, C., CARPIO, M., MARTÍN-MORALES, M. y ZAMORANO, M., 2019. A comparative analysis of sustainable building assessment methods. *Sustainable Cities and Society* [en línea], vol. 49, no. May, pp. 101611. ISSN 22106707. DOI 10.1016/j.scs.2019.101611. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.scs.2019.101611>.
- DODD, N., CORDELLA, M., TRAVERSO, M. y DONATELLO, S., 2017. *Level(s) - A common EU framework of core sustainability indicators for office and residential buildings Parts 1 and 2* [en línea]. Luxemburgo: Publications Office of the European Union. ISBN 9789279769146. Disponible en: <https://ec.europa.eu/jrc/en/publication/levels-common-eu-framework-core-sustainability-indicators-office-and-residential-buildings-parts-1>.
- ENCINAS, F. y AGUIRRE, C., 2017. Sustentabilidad y mercado: Aproximaciones desde la promoción inmobiliaria. *Architecture, City, and Environment (ACE)* [en línea], vol. 12, no. 35, pp. 137-164. DOI <http://dx.doi.org/10.5821/ace.12.35.5141> ISSN: 1886-4805. Disponible en: [ace: Architecture, City and Environment = Arquitectura, Ciudad y Entorno](http://www.ace-architecture.com/).
- FASTOFSKI, D.C., GONZÁLEZ, M.A.S. y KERN, A.P., 2017. Sustainability analysis of housing developments through the Brazilian environmental rating system Selo Casa Azul. *Habitat International*, vol. 67, pp. 44-53. ISSN 01973975. DOI 10.1016/j.habitatint.2017.07.001.
- FERNÁNDEZ-SÁNCHEZ, G. y RODRÍGUEZ-LÓPEZ, F., 2010. A methodology to identify sustainability indicators in construction project management - Application to infrastructure projects in Spain. *Ecological Indicators*, vol. 10, no. 6, pp. 1193-1201. ISSN 1470160X. DOI 10.1016/j.ecolind.2010.04.009.
- HERAZO, B. y LIZARRALDE, G., 2016. Understanding stakeholders' approaches to sustainability in building projects. *Sustainable Cities and Society* [en línea], vol. 26, pp. 240-254. ISSN 22106707. DOI 10.1016/j.scs.2016.05.019. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1016/j.scs.2016.05.019>.
- HERDA, G., AUTIO, V. y LALANDE, C., 2017. *Building Sustainability Assessment and Benchmarking*. S.l.: s.n. ISBN 9789211327281.

- IDEAM; PNUD; MADS; DNP; CANCELLEÍA, 2015. Nuevos Escenarios de Cambio Climático para Colombia 2011-2100 Herramientas Científicas para la Toma de Decisiones - Enfoque Nacional - Departamental: Tercera Comunicación Nacional de Cambio Climático. [en línea]. Bogotá, D.C: Disponible en: <http://www.cambioclimatico.gov.co/resultados>.
- IDEAM, 2019. Caracterización climática de los principales aeropuertos. [en línea]. [Consulta: 23 octubre 2019]. Disponible en: <http://bart.ideam.gov.co/cliciu/cliciu.htm>.
- IDOM, 2018. Estudio de crecimiento y evolución de la huella urbana para Bogotá región. [en línea]. Bogotá, D.C: Disponible en: [http://www.sdp.gov.co/sites/default/files/CONCEJO/4-DOCUMENTO\\_TECNICO\\_DE\\_SOPORTE\\_CONCEJO/DT03\\_Anexo03\\_Parte2\\_Estudio\\_de\\_Crecimiento\\_de\\_la\\_Huella\\_Urbana\\_de\\_Bogota\\_y\\_la\\_Region.pdf](http://www.sdp.gov.co/sites/default/files/CONCEJO/4-DOCUMENTO_TECNICO_DE_SOPORTE_CONCEJO/DT03_Anexo03_Parte2_Estudio_de_Crecimiento_de_la_Huella_Urbana_de_Bogota_y_la_Region.pdf).
- ILLANKOON, I.M.C.S., TAM, V.W.Y., LE, K.N. y SHEN, L., 2017. Key credit criteria among international green building rating tools. *Journal of Cleaner Production* [en línea], vol. 164, pp. 209-220. ISSN 09596526. DOI 10.1016/j.jclepro.2017.06.206. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1016/j.jclepro.2017.06.206>.
- INRIX, 2018. INRIX 2018 Global Traffic Scorecard. [en línea]. [Consulta: 22 octubre 2019]. Disponible en: <http://inrix.com/scorecard/>.
- INSTITUTO DE HIDROLOGÍA y METEOROLOGÍA Y ESTUDIOS AMBIENTALES (IDEAM), 2016. Inventario nacional y departamental de gases de efecto invernadero - Colombia. . Bogotá, D.C:
- INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION, 2006. ISO 14040:2006. [en línea]. [Consulta: 4 marzo 2020]. Disponible en: <https://www.iso.org/obp/ui#iso:std:iso:14040:ed-2:v1:es:fn:1>.
- INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION, 2011. *ISO 21929-1. Sustainability in building construction - Sustainability indicators - Part 1: Framework* [en línea]. 2011. S.I.: International Organization for Standardization (ISO). Disponible en: <https://www.iso.org/standard/46599.html>.
- KAMALI, M. y HEWAGE, K.N., 2015. Performance Indicators for Sustainability Assessment of

- Buildings. *Proceedings of ICSC15: The Canadian Society for Civil Engineering 5th International/11th Construction Specialty Conference*, no. 2008, pp. 1-11. DOI 10.14288/1.0076427.
- KARJI, A., WOLDESENBET, A., KHANZADI, M. y TAFAZZOLI, M., 2019. Assessment of Social Sustainability Indicators in Mass Housing Construction: A Case Study of Mehr Housing Project. *Sustainable Cities and Society* [en línea], vol. 50, no. July, pp. 101697. ISSN 22106707. DOI 10.1016/j.scs.2019.101697. Disponible en: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S2210670717304535>.
- MACÍAS, M. y GARCÍA NAVARRO, J., 2010. Metodología y herramienta VERDE para la evaluación de la sostenibilidad en edificios. *Informes de la Construcción*, vol. 62, no. 517, pp. 87-100. ISSN 0020-0883. DOI 10.3989/ic.08.056.
- MAHMOUD, S., ZAYED, T. y FAHMY, M., 2019. Development of sustainability assessment tool for existing buildings. *Sustainable Cities and Society*, ISSN 22106707. DOI 10.1016/j.scs.2018.09.024.
- MASCARENHAS, A., NUNES, L.M. y RAMOS, T.B., 2014. Exploring the self-assessment of sustainability indicators by different stakeholders. *Ecological Indicators* [en línea], vol. 39, pp. 75-83. ISSN 1470160X. DOI 10.1016/j.ecolind.2013.12.001. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1016/j.ecolind.2013.12.001>.
- MATEUS, R. y BRAGANÇA, L., 2011. Sustainability assessment and rating of buildings: Developing the methodology SBToolPT-H. *Building and Environment* [en línea], vol. 46, no. 10, pp. 1962-1971. ISSN 03601323. DOI 10.1016/j.buildenv.2011.04.023. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1016/j.buildenv.2011.04.023>.
- MATTONI, B., GUATTARI, C., EVANGELISTI, L., BISEGNA, F., GORI, P. y ASDRUBALI, F., 2018. Critical review and methodological approach to evaluate the differences among international green building rating tools. *Renewable and Sustainable Energy Reviews* [en línea], vol. 82, no. September 2017, pp. 950-960. ISSN 18790690. DOI 10.1016/j.rser.2017.09.105. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1016/j.rser.2017.09.105>.
- MENDES GRÜNBERG, P.R., FARIAS DE MADEIROS, M.H. y TAVARES, S.F., 2014. Environmental

- Certification for Habitations: Comparison Between Leed for Homes , Aqua Process and “Selo Casa Azul”. *Ambiente & Sociedad*, vol. XVII, no. 2, pp. 209-226. ISSN 18094422. DOI 10.1590/S1414-753X2014000200013.
- MINISTERIO DE MINAS Y ENERGÍA DE COLOMBIA (MINMINAS), 2018. Informe mensual de variables de generación y del mercado eléctrico colombiano. Marzo De 2018. *UPME Unidad de Planeación Minero Energética* [en línea]. Bogotá, D.C: Disponible en: [www.upme.gov.co](http://www.upme.gov.co).
- MINISTERIO DE MINAS Y ENERGÍA GOBIERNO DE COLOMBIA; UNIDAD DE PLANEACIÓN MINERO ENERGÉTICA -UPME, 2016. *PLAN DE ACCIÓN INDICATIVO DE EFICIENCIA ENERGÉTICA - PAI PROURE 2017 - 2022* [en línea]. 2016. Bogotá, D.C: s.n. Disponible en: [http://www1.upme.gov.co/DemandaEnergetica/MarcoNormatividad/PAI\\_PROURE\\_2017-2022.pdf](http://www1.upme.gov.co/DemandaEnergetica/MarcoNormatividad/PAI_PROURE_2017-2022.pdf).
- MONTOYA, J., CARTES, I. y ZUMELZU, A., 2020. Indicators for evaluating sustainability in Bogota’s informal settlements: Definition and validation. *Sustainable Cities and Society*, vol. 53, no. 51. ISSN 22106707. DOI 10.1016/j.scs.2019.101896.
- MUÑOZ, C., ZAROR, C., SAELZER, G. y CUCHÍ, A., 2012. Estudio del flujo energético en el ciclo de vida de una vivienda y su implicancia en las emisiones de gases de efecto invernadero, durante la fase de construcción Caso Estudio: Vivienda Tipología Social. Región del Biobío, Chile. *Revista de la construcción*, vol. 11, no. 3, pp. 125-145. DOI 10.4067/s0718-915x2012000300011.
- OLAKITAN ATANDA, J., 2019. Developing a social sustainability assessment framework. *Sustainable Cities and Society* [en línea], vol. 44, no. May 2018, pp. 237-252. ISSN 22106707. DOI 10.1016/j.scs.2018.09.023. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.scs.2018.09.023>.
- ORTIZ, O., CASTELLS, F. y SONNEMANN, G., 2010a. Life cycle assessment of two dwellings: One in Spain, a developed country, and one in Colombia, a country under development. *Science of the Total Environment* [en línea], vol. 408, no. 12, pp. 2435-2443. ISSN 00489697. DOI 10.1016/j.scitotenv.2010.02.021. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1016/j.scitotenv.2010.02.021>.
- ORTIZ, O., CASTELLS, F. y SONNEMANN, G., 2010b. Operational Energy in the life cycle of

- residential dwellings: The experience of Spain and Colombia. *Applied Energy* [en línea], vol. 87, no. 2, pp. 673-680. ISSN 03062619. DOI 10.1016/j.apenergy.2009.08.002. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1016/j.apenergy.2009.08.002>.
- OYEBANJI, A.O., LIYANAGE, C. y AKINTOYE, A., 2017. Critical Success Factors (CSFs) for achieving sustainable social housing (SSH). *International Journal of Sustainable Built Environment* [en línea], vol. 6, no. 1, pp. 216-227. ISSN 22126104. DOI 10.1016/j.ijbsbe.2017.03.006. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1016/j.ijbsbe.2017.03.006>.
- PETRULLO, M., JONES, S.A., MORTON, B. y LORENZ, A., 2018. World Green Building Trends 2018. *Smart Market Report* [en línea]. S.l.: Disponible en: [www.construction.com](http://www.construction.com).
- POCOCK, J., STECKLER, C. y HANZALOVA, B., 2016. Improving Socially Sustainable Design and Construction in Developing Countries. *Procedia Engineering*, vol. 145, pp. 288-295. ISSN 18777058. DOI 10.1016/j.proeng.2016.04.076.
- QUESADA MOLINA, F., 2014. Métodos de evaluación sostenible de la vivienda: Análisis comparativo de cinco métodos internacionales. *Hábitat Sustentable*, vol. 4, no. 1, pp. 56-67. ISSN 0719-0700.
- REAL ACADEMIA ESPAÑOLA, 2018. Diccionario de la Real Academia Española. [en línea]. [Consulta: 9 septiembre 2019]. Disponible en: <http://dle.rae.es/?w=multifamiliar>.
- REDDY, A.S., RAJ, P.A. y KUMAR, P.R., 2018. Developing a Sustainable Building Assessment Tool (SBAT) for Developing Countries—Case of India. , no. April 2019, pp. 137-148. DOI 10.1061/9780784482032.015.
- RINCÓN AVELLANEDA, P., 2004. Análisis de los procesos de re-destificación en Bogotá, ¿Una alternativa al crecimiento urbano sostenible? *Revista Bitácora Urbano Territorial*, vol. 1, no. 8, pp. 82-92.
- RODRÍGUEZ POTES, L.M., OSORIO CHAVEZ, H., VILLADIEGO BERNAL, K.D.C. y PADILLA-LLANO, S., 2018. Arquitectura y urbanismo sostenible en Colombia. Una mirada al marco reglamentario. *Bitácora Urbano Territorial* [en línea], vol. 28, no. 3, pp. 19-26. ISSN 0124-7913. DOI <https://doi.org/10.15446/bitacora.v28n3.52051>. Disponible en:

<https://revistas.unal.edu.co/index.php/bitacora/article/view/52051/pdf>.

SECRETARÍA DISTRITAL DE AMBIENTE DE BOGOTÁ – SDA, 2014. *Documento Técnico de Soporte por el cual se establece el «Programa de reconocimiento BOGOTÁ CONSTRUCCIÓN SOSTENIBLE»* [en línea]. 2014. Bogotá, D.C: s.n. Disponible en: <http://ambientebogota.gov.co/construccion-sostenible>.

SECRETARÍA DISTRITAL DE PLANEACIÓN, 2019. *Plan de Ordenamiento Territorial de Bogotá D.C. Documento Resumen* [en línea]. 2019. Bogotá: s.n. Disponible en: <http://www.sdp.gov.co/micrositios/pot/presentacion-concejo-distrital>.

SECRETARIA DISTRITAL DE PLANEACIÓN DE BOGOTÁ, 2019. Análisis de ordenamiento y gestión del suelo de la demanda de vivienda esperada. Anexo 01 del Documento Técnico 03. [en línea]. Bogotá, D.C: Disponible en: [http://www.sdp.gov.co/sites/default/files/CONCEJO/4-DOCUMENTO\\_TECNICO\\_DE\\_SOPORTE\\_CONCEJO/DT03\\_Anexo01\\_Analisis\\_de\\_ordenamiento\\_y\\_gestion\\_del\\_suelo\\_de\\_la\\_demanda\\_de\\_vivienda\\_esperada.pdf](http://www.sdp.gov.co/sites/default/files/CONCEJO/4-DOCUMENTO_TECNICO_DE_SOPORTE_CONCEJO/DT03_Anexo01_Analisis_de_ordenamiento_y_gestion_del_suelo_de_la_demanda_de_vivienda_esperada.pdf).

SECRETARÍAS DISTRITALES DE AMBIENTE HÁBITAT Y PLANEACIÓN, 2014. Política Pública de Ecurbanismo y Construcción Sostenible. Documento técnico de soporte. [en línea]. Bogotá, D.C: Disponible en: [http://www.sdp.gov.co/sites/default/files/CONCEJO/4-DOCUMENTO\\_TECNICO\\_DE\\_SOPORTE\\_CONCEJO/DT03\\_Anexo01\\_Analisis\\_de\\_ordenamiento\\_y\\_gestion\\_del\\_suelo\\_de\\_la\\_demanda\\_de\\_vivienda\\_esperada.pdf](http://www.sdp.gov.co/sites/default/files/CONCEJO/4-DOCUMENTO_TECNICO_DE_SOPORTE_CONCEJO/DT03_Anexo01_Analisis_de_ordenamiento_y_gestion_del_suelo_de_la_demanda_de_vivienda_esperada.pdf).

SHAHTAHERI, Y., FLINT, M.M. y DE LA GARZA, J.M., 2018. Sustainable Infrastructure Multi-Criteria Preference Assessment of Alternatives for Early Design. *Automation in Construction* [en línea], vol. 96, no. August, pp. 16-28. ISSN 09265805. DOI 10.1016/j.autcon.2018.08.022. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.autcon.2018.08.022>.

SHARMA, A.K., 2019. Evaluation of Sustainability Indicators of Buildings. *Reference Module in Materials Science and Materials Engineering*, pp. 1-5. DOI 10.1016/b978-0-12-803581-8.10715-5.

SUBDIRECCIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA GRUPO GENERACIÓN, 2017. Informe mensual de variables de generación y del mercado eléctrico colombiano - diciembre de 2017. [en línea]. S.l.: Disponible en:

- [http://www.siel.gov.co/portals/0/generacion/2017/Informe\\_de\\_variables\\_Dic\\_2017.pdf](http://www.siel.gov.co/portals/0/generacion/2017/Informe_de_variables_Dic_2017.pdf).
- SUZER, O., 2015. A comparative review of environmental concern prioritization: LEED vs other major certification systems. *Journal of Environmental Management* [en línea], vol. 154, pp. 266-283. ISSN 10958630. DOI 10.1016/j.jenvman.2015.02.029. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1016/j.jenvman.2015.02.029>.
- TANGUAY, G.A., RAJAONSON, J., LEFEBVRE, J.F. y LANOIE, P., 2010. Measuring the sustainability of cities: An analysis of the use of local indicators. *Ecological Indicators*, vol. 10, no. 2, pp. 407-418. ISSN 1470160X. DOI 10.1016/j.ecolind.2009.07.013.
- UNIDAD ADMINISTRATIVA ESPECIAL DE CATASTRO DISTRITAL, 2018. Censo Inmobiliario. [en línea]. [Consulta: 13 mayo 2019]. Disponible en: <https://www.catastrobogota.gov.co/es/censo-inmobiliario/Resultados-historicos-Censo-Inmobiliario>.
- USGBC (U.S GREEN BUILDING COUNCIL), 2018. *LEED Green Building Certification System* [en línea]. 2018. S.l.: s.n. Disponible en: [www.usgbc.org/education](http://www.usgbc.org/education).
- USGBC (U.S GREEN BUILDING COUNCIL), 2019a. About LEED. [en línea]. [Consulta: 13 octubre 2019]. Disponible en: <https://new.usgbc.org/press/about-lead>.
- USGBC (U.S GREEN BUILDING COUNCIL), 2019b. Building Design + Construction Guide. [en línea]. [Consulta: 13 octubre 2019]. Disponible en: <https://www.usgbc.org/guide/bdc>.
- USGBC (U.S GREEN BUILDING COUNCIL), 2019c. Country Market Brief. [en línea]. [Consulta: 13 octubre 2019]. Disponible en: <https://www.usgbc.org/resources/country-market-brief>.
- VAN DIJK, S., TENPIERIK, M. y VAN DEN DOBBELSTEEN, A., 2014. Continuing the building's cycles: A literature review and analysis of current systems theories in comparison with the theory of Cradle to Cradle. *Resources, Conservation and Recycling*, vol. 82, pp. 21-34. ISSN 18790658. DOI 10.1016/j.resconrec.2013.10.007.
- VERDAGUER, SOUST, M. B.; LLATAS, OLIVER, C., 2013. Estudio comparativo de indicadores de sostenibilidad en sistemas LEED y HADES. *Congreso Internacional de Construcción Sostenible y Soluciones Eco-eficientes* [en línea]. Sevilla: s.n., pp. 10. Disponible en: <https://idus.us.es/xmlui/handle/11441/40239>.

ZARGHAMI, ESMAEIL; AZEMATI, HAMIDREZA; FATOUREHCHI, DORSA; KARAMLOO, M., 2018. Customizing well-known sustainability assessment tools for Iranian residential buildings using Fuzzy Analytic Hierarchy Process. *Building and Environment* [en línea], vol. 128, pp. 107-128. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2017.11.032>.

ZARGHAMI, E., FATOUREHCHI, D. y KARAMLOO, M., 2019. Establishing a region-based rating system for multi-family residential buildings in Iran: A holistic approach to sustainability. *Sustainable Cities and Society* [en línea], vol. 50, no. May, pp. 101631. ISSN 22106707. DOI 10.1016/j.scs.2019.101631. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.scs.2019.101631>.

ZUO, J. y ZHAO, Z.Y., 2014. Green building research-current status and future agenda: A review. *Renewable and Sustainable Energy Reviews* [en línea], vol. 30, pp. 271-281. ISSN 13640321. DOI 10.1016/j.rser.2013.10.021. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1016/j.rser.2013.10.021>.

## 8. Anexos

### Anexo A – Resumen de criterios de sostenibilidad que se encuentran en los SCEV del panorama colombiano

Categorías	LEED			CASA			BCS		
	%	ptos	CS	%	ptos	CS	%	ptos	CS
Sitio		2	Protección de suelos sensibles		0	Manejo de escorrentía		30	Aporte del proyecto a la propagación y generación de redes de ecosistemas
		3	Parcela de alta prioridad		4	Selección adecuada del terreno		55	Incorporar en el proyecto especies arbóreas
		6	Densidad del entorno y usos diversos		2	Ubicación cerca de desarrollos urbanísticos existentes		25	Disminuir la huella edificada del proyecto
		6	Acceso al transporte público de calidad		4	Desarrollo integrado - usos mixtos		15	Disminuir la escorrentía superficial
		1	Instalaciones para bicicletas		3	Reducción del efecto isla de calor		60	Propuesta urbanística integrando variables climáticas
			Red para bicicletas		2	Acceso a espacio abierto		25	Disminuir la superficie impermeable expuesta a la radiación solar
			Aparcamiento de bicicletas		0	Control de los impactos negativos por alteración del terreno		65	Mitigar el impacto de las fuentes móviles cercanas al proyecto
		26	1	Huella de aparcamiento reducida	16		34	20	Diseño urbanístico integrado al sistema vial
			1	Vehículos sostenibles				40	Diseñar circuitos peatonales de calidad y fácil accesibilidad
			0	Prevención de contaminación en actividades de construcción		-		30	Integrar a los componentes del espacio público desarrollos tecnológicos y técnicas constructivas orientadas a beneficios ambientales
			1	Evaluación de la parcela				10	Espacios de parqueo para vehículos de fuentes no convencionales y/o energía mecánica
			2	Desarrollo de la parcela - Proteger o restaurar el hábitat					
			1	Espacio abierto				-	-
			3	Gestión del agua					

		lluvia					
		2	Reducción de las islas de calor				
		1	Reducción de la contaminación lumínica				
<b>Agua</b>	11	0	Reducción del consumo de agua exterior	7	Uso eficiente del agua en interiores	15	Implementación de sistemas de tratamientos de aguas residuales
		0	Reducción del consumo de agua en el interior	2	Medición y manejo del consumo de agua	100	Disminución del consumo de agua potable. Sistemas de alta eficiencia
		0	Medición de agua	2	Uso de plantas nativas o adaptadas	250	Disminución del consumo de agua potable. Fuentes alternativas
		2	Reducción del consumo de agua exterior	3	Uso eficiente del agua en exteriores		
		7	Reducción del consumo de agua en el interior	1	Gestión de la energía y recurso hídrico	-	-
		2	Consumo de agua de las torres de refrigeración	-	-		
		1	Medición de agua				
<b>Materiales y consumo de recursos</b>	13	0	Almacenamiento y recogida de reciclables	3	Plan de manejo de residuos durante la operación del proyecto	20	Coordinar el diseño arquitectónico, sistema constructivo y sistemas de redes, para disminuir RCDs
		0	Planificación de la gestión de residuos de construcción y demolición	5	Productos y materiales con análisis de ciclo de vida	20	Materiales con cumplimiento de estándares ambientales
		6	Reducción del impacto de vida del edificio	1	Origen regional de los materiales	20	Adaptabilidad del sistema constructivo, procurando la disminución de RCDs
		2	Revelación y optimización de los productos del edificio - DAP	6	Productos y materiales de bajo impacto ambiental	50	Integración de superficies vegetadas
		2	Revelación y optimización de los productos del edificio - Fuentes de materias primas	0	Manejo de vertimientos generados por la obra	30	Integración de materiales revalorizados en el proyecto
		2	Revelación y optimización de los productos del edificio - Componentes de los materiales	2	Plan de manejo de residuos de construcción	10	Manejo adecuado de residuos sólidos en la etapa de ocupación
		2	Gestión de residuos	-	-		

			de construcción y demolición						
		0	Gestión básica de refrigerantes						
		1	Gestión mejorada de refrigerantes						
<b>Energía</b>	30	0	Recepción y verificación básicas	0	Calidad de las instalaciones eléctricas de baja tensión	20	Ahorro de demanda energética		
		0	Mínima eficiencia energética	17	Eficiencia energética	40	Fuentes no convencionales de energía		
		0	Medición de energía a nivel de todo el edificio	1	Gestión de la energía y recurso hídrico				
		6	Recepción mejorada	20		5			
		20	Optimización de la eficiencia energética						
		1	Medición avanzada de energía						
		2	Respuesta a la demanda	-	-				
		3	Producción de energía renovable						
		2	Energía verde y compensaciones de carbono						
<b>Calidad del ambiente interior</b>	14	0	Mínima eficiencia de la calidad del aire	4	Calidad de aire interior	30	Confort lumínico		
		0	Control de humo de tabaco en el ambiente	4	Confort térmico en interiores	40	Calidad de ambiente interior		
		2	Estrategias mejoradas de calidad de aire interior	2	Control de humo de cigarrillo	40	Confort térmico		
		3	Materiales de baja emisión	2	Control de partículas contaminantes	20	Confort acústico		
		1	Plan de gestión de la calidad de aire durante la construcción	15	Manejo de la calidad del aire durante la construcción	12			
		1	Confort térmico						
		2	Iluminación interior						
		3	Luz natural	-	-				
		2	Vistas de calidad						
2	Eficiencia acústica								
<b>Innovación</b>	5	5	Innovación	0		0			
		1	Profesional acreditado	-	-	-	-		
<b>Social y económico</b>	1	1	Proceso integrador (porque su objetivo es coste-eficaces en los edificios)	13	4	Responsabilidad social durante el proceso constructivo	2	20	Vinculación de la comunidad al proyecto

				4	Responsabilidad social con los futuros residentes		
		-	-	2	Generación de espacios para actividad física		-
				2	Proceso integrativo de diseño (PID) (De cierta manera persigue eficiencia económica)		-

**Anexo B – Normativa, estándares y normas técnicas municipales y nacionales pertinente al contexto y caso de estudio**

<b>Normativa</b>				
<b>Ley / Decreto / Resolución</b>	<b>Temática</b>	<b>Escala Municipal</b>	<b>Escala Nacional</b>	<b>Categoría</b>
<b>Ley 388 de 1997</b>	Plan de Ordenamiento Territorial (POT) – Disposiciones generales		X	Sitio
<b>Decreto Distrital 190 de 2004</b>	Plan de Ordenamiento Territorial (POT) vigente para Bogotá	X		
<b>Decreto Distrital 80 de 2016</b>	Actualiza y unifica las normas comunes a la reglamentación de las Unidades de Planeamiento Zonal (UPZ) y se dictan otras disposiciones	X		
<b>Decreto único reglamentario 1076 de 2015</b>	Establece las obligaciones de los propietarios de los predios en relación con la protección y conservación de suelos		X	
<b>RETILAP. Resolución 180540 de 2010</b>	Iluminación exterior. Contaminación lumínica		X	
<b>Decreto Distrital 531 de 2010</b>	Conservación del arbolado y reglamentación relacionado a "endurecimiento" de zonas verdes			
<b>Proyecto de acuerdo 406 de 2016</b>	Isla de calor			
<b>Decreto Ley 2811 de 1974</b>	Regulación del manejo de los recursos naturales renovables		X	Agua
<b>Resolución 3956 de 2009</b>	Regula los vertimientos de aguas residuales al recurso hídrico	X		
<b>Resolución 3957 de 2009</b>	Regula los vertimientos de aguas residuales al sistema de alcantarillado público	X		
<b>Resolución 1207 de 2014</b>	Rige el uso de aguas residuales tratadas. Define usos permitidos		X	
<b>Resolución 1285 de 2015</b>	Establece los porcentajes mínimos y medidas de ahorro de agua y energía a alcanzar en edificaciones nuevas		X	
<b>Decreto 0549 de 2015</b>			X	
<b>Resolución 0848 de 2008</b>	Define y regula las especies invasoras		X	
<b>Resolución 472 de 2017</b>	Exige formular un Programa de Manejo Ambiental de Residuos Construcción y Demolición (RCD)		X	Materiales y consumo de recursos
<b>Resolución 932 de 2015</b>	Exige un Plan de Gestión de los Residuos de Construcción y Demolición (RCD)	X		

<b>Resolución 1115 de 2012</b>	Adopta los lineamientos técnicos ambientales para las actividades de tratamiento y aprovechamiento de los Residuos de la Construcción y Demolición (RCD)	X		
<b>Resolución de 1555 de 2005</b>	Reglamenta el uso del sello ambiental colombiano para la promoción de productos que pueden reducir los efectos ambientales adversos		X	
<b>Resolución 1285 de 2015</b>	Establece los porcentajes mínimos y medidas de ahorro de agua y energía a alcanzar en edificaciones nuevas		X	Energía
<b>Decreto 0549 de 2015</b>			X	
<b>Resolución 030 de 2018</b>	Regula los aspectos operativos y comerciales para permitir la integración de la autogeneración a pequeña escala de energía.		X	
<b>Resolución 281 de 2015</b>	Define el límite de potencia de autogeneración a pequeña escala		X	
<b>Decreto 2469 de 2014</b>	Establecen los lineamientos de política energética en materia de entrega de excedentes de autogeneración.		X	
<b>Decreto 2143 de 2015</b>	Define beneficios tributarios para quienes hagan uso o desarrollen sistemas de Fuentes No Convencionales de Energía (FNCE)		X	
<b>Resolución 585 de 2017</b>	Definición de las características sobre los proyectos de eficiencia energética/gestión eficiente de la energía para acceder a beneficio tributario de acuerdo al Decreto 1625 de 2016		X	
<b>Artículo 389 - Decreto 190 de 2004</b>	Capítulo de condiciones mínimas de habitabilidad			Calidad del ambiente interior
<b>Resolución 6918 de 2010</b>	Establece la metodología de medición y se fijan los niveles de ruido al interior de las edificaciones (inmisión) generados por la incidencia de fuentes fijas de ruido	X		
<b>Decreto 1538 de 2005</b>	Artículo 10. Accesibilidad a edificaciones de vivienda		X	Social y económico
<b>Ley 1114 de 2006</b>	Decreta la obligatoriedad de disponer el uno por ciento (1%) de las viviendas construidas, en los proyectos de menos de cien (100) viviendas, de una de ellas para la población minusválida		X	

**Estándares / Normas técnicas**

Entidad emisora	Título	Nacional	Internacional	Categoría
<b>Jardín Botánico de Bogotá</b>	Manual de Silvicultura Urbana Zonas Verdes y Jardinería	X		Sitio
<b>Secretaría Distrital de Planeación (SDP)</b>	Cartilla de andenes - Bogotá D.C	X		

<b>Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación</b>	Norma Técnica Colombiana (NTC) 1500: Código Colombiano de Fontanería	X		Agua
<b>Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación</b>	Norma Técnica Colombiana (NTC) 920: Aparatos sanitarios de cerámica	X		
<b>Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación</b>	Norma Técnica Colombiana (NTC) 1644 : Accesorios de suministro en fontanería y aditamentos	X		
<b>Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt 2016</b>	Estado de conocimiento de especies invasoras	X		
<b>Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación</b>	Norma Técnica Colombiana (NTC) GTC 24: Residuos sólidos. Guía para separación en la fuente	X		Materiales y consumo de recursos
<b>Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación</b>	Norma Técnica Colombiana (NTC)-ISO 14040: Análisis de ciclo de vida. Principios y marco de referencia	X		
<b>Múltiples instituciones</b>	Pacto intersectorial por la madera legal en Colombia	X		
<b>Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación</b>	Norma Técnica Colombiana (NTC)-ISO 14020: Etiquetas y declaraciones ambientales	X		
<b>Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación</b>	Norma Técnica Colombiana (NTC)-ISO 14024: Rótulos y declaraciones ambientales (Rotulado tipo I)	X		
<b>Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio</b>	Guía de construcción sostenible para el ahorro de agua y energía en edificaciones. Anexo No. 1 de la Resolución 1285/2015	X		Energía
<b>Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación</b>	Norma Técnica Colombiana (NTC) 2050: Código eléctrico colombiano	X		
<b>Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación</b>	Norma Técnica Colombiana (NTC) 3631: Ventilación de recintos interiores donde se instalan artefactos que emplean gases combustibles.	X		Calidad del ambiente interior
<b>Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación</b>	Norma Técnica Colombiana (NTC) 5183: Ventilación para una calidad aceptable del aire en espacios interiores	X		
<b>Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio</b>	Guía de construcción sostenible para el ahorro de agua y energía en edificaciones. Anexo No. 1 de la Resolución 1285/2015	X		
<b>The American Society of Heating, Refrigerating &amp; Air-Conditioning Engineers (ASHRAE)</b>	Standard 55		X	
<b>Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación</b>	Norma Técnica Colombiana (NTC) 5316: Condiciones ambientales térmicas de inmuebles para personas	X		

## Anexo C – Listado unificado de criterios de sostenibilidad para el panorama actual colombiano

N°	Sistema de certificación	Crédito unificado
1	LEED, CASA	Proceso integrador de diseño
<b>Sitio</b>		
2	LEED, CASA	Protección de suelos sensibles o de alto riesgo no mitigable por remoción en masa o inundación.
3	LEED	Parcela de alta prioridad
4	BCS	Huella edificada del proyecto reducida
5	LEED, CASA	Ubicación cercana a desarrollos urbanísticos existentes con una densidad similar a la del entorno
6	CASA	Desarrollo integrado a usos mixtos
7	LEED	Acceso al transporte público de calidad
8	LEED	Integración a red para bicicletas
9	LEED,BCS	Estacionamiento para vehículos de fuentes no convencionales y/o energía mecánica
10	LEED	Huella de estacionamiento reducida
11	LEED, CASA	Prevención impactos negativos por alteración del terreno durante la construcción
12	LEED, BCS	Reconocimiento del predio y aporte del proyecto a la protección o restauración del hábitat
13	BCS	Incorporar en el proyecto especies arbóreas
14	LEED, CASA	Acceso a espacio abierto
15	LEED, CASA, BCS	Gestión y disminución de la escorrentía superficial
16	LEED, CASA, BCS	Reducción de las islas de calor
17	LEED	Reducción de la contaminación lumínica
18	BCS	Diseño urbanístico integrado al sistema vial
19	BCS	Mitigar el impacto de las fuentes móviles cercanas al proyecto
20	BCS	Circuitos peatonales de calidad y seguros
21	BCS	Integración de superficies vegetadas en las superficies del edificio
<b>Agua</b>		
22	CASA	Gestión del recurso hídrico
23	LEED, CASA	Medición del consumo de agua
24	BCS	Implementación de sistemas alternativos de tratamiento de aguas residuales
25	LEED, CASA	Consumo eficiente de agua en exteriores
26	LEED, CASA, BCS	Consumo eficiente de agua en el interior de las viviendas y áreas comunes
27	BCS	Disminución del consumo de agua potable por la implementación de fuentes alternativas
28	CASA	Uso de plantas nativas o adaptadas
29	LEED	Consumo de agua de las torres de refrigeración
<b>Materiales y consumo de recursos</b>		
30	CASA	Manejo de vertimientos generados por la obra
31	LEED, CASA	Plan de gestión de los RCD (Manejo de vertimientos)

32	LEED, BCS	Gestión de residuos de construcción y demolición (Reciclar, revalorizar y/o reutilizar de RCD)
33	BCS, LEED	Coordinar el diseño arquitectónico, sistema constructivo y sistemas de redes, para disminuir RCD
34	CASA	Origen local de los materiales
35	LEED	Reducción del impacto del ciclo de vida del edificio
36	LEED, CASA	Revelación de la reducción de impacto medioambiental de los productos y materiales usados en el edificio
37	LEED, CASA, BCS	Manejo alternativo de residuos sólidos en la etapa de ocupación
<b>Energía</b>		
38	BCS	Calidad de las instalaciones eléctricas de baja tensión
39	CASA	Gestión del recurso energía
40	LEED, CASA, BCS	Eficiencia energética
41	LEED, BCS	Uso de fuentes de energía renovable
42	LEED	Recepción y verificación básica y mejorada (de los sistemas de energía)
43	LEED	Medición de energía a nivel de todo el edificio
44	LEED	Gestión de refrigerantes
45	LEED	Respuesta a la demanda
<b>Calidad del ambiente interior</b>		
46	LEED, CASA	Calidad de aire interior
47	LEED, CASA, BCS	Confort térmico
48	LEED, BCS	Confort lumínico
49	LEED, BCS	Confort acústico
50	LEED	Vistas de calidad
51	LEED	Iluminación artificial pensada para el usuario
52	LEED	Materiales de baja emisión
53	LEED, CASA	Plan de gestión de la calidad de aire durante la construcción
54	BCS	Control de partículas contaminantes
55	LEED, BCS	Control de humo de tabaco en el ambiente
<b>Innovación</b>		
56	LEED	Innovación
57	LEED	Profesional acreditado
<b>Social y económico</b>		
58	LEED, CASA	Generación de espacios para actividad física
59	CASA	Contratación de trabajadores locales
60	CASA, BCS	Vinculación de la comunidad para identificar y posteriormente responder a sus necesidades

**Anexo D – Criterios de sostenibilidad evaluados en etapa de correlación y priorización**

N°	Fuente	Crédito unificado	Particularidades del contexto	Caso de estudio	Normativa vigente / Estándares / Manuales
1	LEED, CASA	Proceso integrador de diseño*	○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○	SI NO <del>N/A</del>	-
<b>Sitio</b>					
3	LEED	Parcela de alta prioridad	6 ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○	SI <del>NO</del> <del>N/A</del>	Artículos 376 y 382 Decreto 190 de 2004
4	BCS	Huella edificada del proyecto reducida	1 3 4 5 11 ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○	SI NO <del>N/A</del>	Artículos 359 - 393 Decreto 190 de 2004
6	CASA	Desarrollo integrado a usos mixtos	2 3 5 15 ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○	SI NO <del>N/A</del>	-
7	LEED	Acceso al transporte público de calidad	2 15 22 ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○	SI NO <del>N/A</del>	-
8	LEED	Integración a red para bicicletas	2 22 ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○	SI NO <del>N/A</del>	-
9	LEED,BCS	Estacionamiento para vehículos de fuentes no convencionales	22 ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○	SI <del>NO</del> <del>N/A</del>	Resolución 585 de 2017
10	LEED	Huella de estacionamiento reducida	1 5 11 22 ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○	SI <del>NO</del> <del>N/A</del>	Cuadro anexo No.4 Decreto 190 de 2004 / Artículo 5 Decreto Distrital 80 de 2016
11	LEED, CASA	Prevención impactos negativos por alteración del terreno durante la construcción	1 10 ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○	SI NO <del>N/A</del>	Resolución 1138 de 2013
12	LEED, BCS	Reconocimiento del predio y aporte del proyecto a la protección o restauración del hábitat	1 8 ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○	SI NO <del>N/A</del>	Decreto único reglamentario 1076 de 2015
13	BCS	Incorporar en el proyecto especies arbóreas	1 ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○	SI NO <del>N/A</del>	Decreto Distrital 531 de 2010 / Manual de Silvicultura Urbana de Bogotá
14	LEED, CASA	Acceso a espacio abierto	4 15 ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○	SI <del>NO</del> <del>N/A</del>	Artículo 261 Dec 190/04
15	LEED, CASA, BCS	Gestión y disminución de la escorrentía superficial	1 10 ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○	SI <del>NO</del> <del>N/A</del>	Resolución 1138 de 2013
16	LEED, CASA, BCS	Reducción de las islas de calor	1 ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○	SI <del>NO</del> <del>N/A</del>	Proyecto de acuerdo 406 de 2016
17	LEED	Reducción de la contaminación lumínica	○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○	SI NO <del>N/A</del>	RETILAP. Resolución 180540 de 2010
18	BCS	Diseño urbanístico integrado al sistema vial	22 ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○	SI NO <del>N/A</del>	-
20	BCS	Circuitos peatonales de calidad y seguros	9 17 ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○	SI NO <del>N/A</del>	Cartilla de ándenes - Bogotá D.C - Secretaría Distrital de Planeación
21	BCS	Integración de superficies vegetadas en las superficies del edificio	1 ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○	SI <del>NO</del> <del>N/A</del>	-





**Anexo E – Set consolidado de criterios de sostenibilidad para la vivienda multifamiliar en Bogotá (Previa a validación de expertos y usuarios finales)**

Posición	Código	Criterio de sostenibilidad unificado	Objetivo e indicadores				
				Sitio	S	MA	E
N/A	1	Proceso integrador de diseño	"Generar proyectos de alto rendimiento a través de la optimización de los recursos, el análisis temprano de la interacción de los sistemas para identificar sinergias que permitan obtener beneficios ambientales y económicos garantizando el bienestar de los usuarios y la comunidad" (Referencial CASA) Incluir desde fases tempranas de diseño tantos profesionales relacionados al proyecto como sea posible, mínimo X número de profesionales (Listado de referencia del CS LEED "Planificación y diseño integrados de un proyecto)				
1°	4	Huella edificada del proyecto reducida	Promover el uso eficiente y equitativo del suelo, cediendo un porcentaje del área útil después de las cesiones urbanísticas y manteniendo una densidad habitacional mínima de X No. Personas/m2 y máxima de Y No. Personas/m2				
2°	6	Desarrollo integrado a usos mixtos	Fomentar desarrollos densificados para conservar el suelo rural y suburbano garantizando una distancia máxima (m) del centro geográfico del proyecto a determinados usos, que a la vez resulten en reducción de los costos asociados al transporte en etapa de ocupación en un X%.				
3°	61	Proximidad a los centros de trabajo y estudio	Fomentar la equidad socio-espacial garantizando una distancia máxima (m) del centro geográfico del proyecto a centralidades de trabajo o estudio existentes. A la vez que resulte en una reducción de los costos asociados al transporte en etapa de ocupación en un X%.				
4°	10	Huella de estacionamiento reducida	Minimizar los daños ambientales generados por los estacionamientos como el consumo del suelo, el aumento de escorrentía superficial y la dependencia a los vehículos. No excediendo el número de celdas de parqueo requeridos por norma				
5°	7	Acceso al transporte público de calidad	Fomentar el desarrollo cercano a medios de transporte multimodal e incentivar la disminución del uso de vehículos particulares. Situar entradas funcionales a determinada distancia (m) máximo (dependiendo de tipo de parada) hasta una parada de sistemas de transporte público				
6°	14	Acceso a espacio abierto	Disponer de un espacio abierto exterior que favorezca la interacción con el medio ambiente y social. Su área debe ser equivalente a X % del predio, Y % porcentaje de dicho espacio debe ser de uso público. Debe contar con un porcentaje mínimo de área plantada con vegetación				
7°	8	Integración a red para bicicletas	Promover el uso de bicicleta y la eficiencia de este medio de transporte, mediante la ubicación de entradas funcionales a determinada distancia (m) máxima hasta una red para bicicletas que conecte con determinada cantidad de usos. Resultando en la reducción de emisiones de CO2, incentivando hábitos positivos para la salud pública y reduciendo los costos asociados al transporte en etapa de ocupación en X%.				
8°	20	Circuitos peatonales de calidad y seguros	Diseño de circuitos exteriores de fácil acceso y tránsito, que eviten zonas oscuras, faciliten el acceso a vigilancia desde visuales cercanas y lejanas, complementado con diseño de iluminación exterior				

9°	12	Reconocimiento del predio y aporte del proyecto a la protección o restauración del hábitat	Conservar las áreas naturales existentes y restaurar las dañadas para promover la biodiversidad. Demostrar mediante un informe en el que se identifique la estructura ecológica de la zona del proyecto e incluir las estrategias de conservación y restauración de las áreas naturales			
10°-11°	15	Gestión y disminución de la escorrentía superficial	Promover la conservación del ciclo hidrológico natural, mediante la gestión in situ de la escorrentía procedente del predio para un percentil determinado de las precipitaciones locales y regionales			
	11	Prevención impactos negativos por alteración del terreno durante la construcción	Reducir impactos al terreno que afecten el nivel freático, generen problemas de erosión, sedimentación o polvo en el aire durante la construcción. Mediante la creación e implementar de un plan de Control y Sedimentación (CES) para todas las actividades de construcción			
12°	3	Parcela de alta prioridad	Fomentar la localización del edificio en áreas de difícil desarrollo, ubicando el edificio en un predio vacío del casco histórico, de prioridad nacional, de difícil desarrollo, o similar (tratamientos urbanísticos de renovación urbana y conservación definidas en POT) Resultando en reducción de costos para la generación de nueva infraestructura en X%, así como la prevención del desbordamiento de la huella urbana.			
<b>Agua</b>				<b>S</b>	<b>MA</b>	<b>E</b>
1°-2°	26	Consumo eficiente de agua en el interior de las viviendas y áreas comunes	Reducir en determinado porcentaje el consumo de agua al interior (*debe estar por encima de la exigencia del Decreto 1285/2015) Resultando a la vez en la reducción de costos asociados al consumo de este recurso en la etapa de ocupación en un X%.			
	25	Consumo eficiente de agua en exteriores	Reducir en determinado porcentaje el consumo de agua al exterior (*debe estar por encima de la exigencia del Decreto 1285/2015) Resultando a la vez en la reducción de costos asociados al consumo de este recurso en la etapa de ocupación en un X%.			
3°-5°	27	Disminución del consumo de agua potable por la implementación de fuentes alternativas	Aprovechamiento de cierto porcentaje de las agua lluvia o aguas grises que recoja o produzca el edificio, tanto para uso exterior como interior con el fin de reducir el consumo de agua potable (Considera el ciclo de vida completo de la edificación)			
	24	Implementación de sistemas alternativos de tratamiento de aguas residuales	Volúmenes de agua tratada con métodos alternativos. (Considera el ciclo de vida completo de la edificación)			
	28	Uso de plantas nativas o adaptadas	Uso exclusivo de plantas nativas en el paisajismo del proyecto para la reducción en el uso de agua para riego de las mismas			
<b>Materiales y consumo de recursos</b>				<b>S</b>	<b>MA</b>	<b>E</b>
1°	35	Reducción del impacto del ciclo de vida del edificio	Reducción en cierto porcentaje, considerando el ciclo de vida de la estructura del edificio y del cerramiento, sobre una línea base en ciertas categorías de impacto medioambiental como potencial de calentamiento global, disminución de recursos no renovables, entre otros.			
2°-3°	33	Coordinar el diseño arquitectónico, sistema constructivo y sistemas de redes para disminuir los RCD	Minimizar los impactos ambientales negativos producto de la fabricación, uso y disposición de materiales de construcción, demostrando mediante planos o modelos una coordinación del diseño arquitectónico para un uso eficiente de los éstos. Ej. Modulación estructural, modulación de acabados, secuencia constructiva y demás aspectos que contribuyan a la reducción de RCD			

	32	Gestión de residuos de construcción y demolición (Reciclar, revalorizar y/o reutilizar de RCD)	Reducir los RCD depositados en vertederos, alcanzando X % de desviación del total del volumen anual de materiales usados en la construcción, incluyendo diversos flujos de materiales y/o no generar más de determinado volumen de residuos (línea base normativa: 25% del total del volumen anual)			
4°	34	Origen local de los materiales	Incentivar la economía local y reducir el impacto medioambiental generado por el transporte de los materiales a obra, garantizando que X % de los materiales adquiridos sean de origen local (medido por cierto radio de influencia)			
5°	36	Revelación de reducción del impacto ambiental de los productos y materiales usados en el edificio	Reducir el impacto medioambiental de la edificación, garantizando que X % materiales o productos demuestren un porcentaje de reducción de su impacto medioambiental bajo ciertos parámetros.			
<b>Energía</b>				<b>S</b>	<b>MA</b>	<b>E</b>
1°-2°	40A	Eficiencia energética - Iluminación artificial	Reducir el consumo de energía por iluminación artificial, demostrando la implementación de estrategias pasivas de iluminación natural que resulten en la reducción de X % de ahorro sobre dicho consumo (Normativa complementaria: / Resolución 1285 de 2015 y guía anexa)			
	40B	Eficiencia energética - Sistemas de calentamiento de agua sanitaria	Reducir el consumo de energía por calentamiento de agua sanitaria utilizando fuentes de calor eficientes y/o sistemas alternativos (Normativa complementaria: / Resolución 1285 de 2015 y guía anexa)			
3°	41	Uso de fuentes de energía renovable	Reducir cierto porcentaje de consumo energético de la red convencional por aprovechamiento de fuentes alternativas de energía			
<b>Calidad del ambiente interior</b>				<b>S</b>	<b>MA</b>	<b>E</b>
1°-4°	46	Calidad de aire interior	Exceder los requerimientos de ASHRAE 62.1 en X % porcentaje para todos los espacios ocupados por más cierto tiempo. Preferir ventilación natural (Estándar complementario: NTC 3631/5183)			
	47	Confort térmico	Demostrar a través de simulaciones el cumplimiento del estándar ASHRAE 55 2010 sección 5.3 (confort adaptativo)(Estándar y normativa complementaria: Norma Técnica Colombiana (NTC) 5316 / Resolución 1285 de 2015 y guía anexa)			
	48	Confort lumínico	Demostrar mediante simulaciones el aprovechamiento de la luz natural, garantizando el nivel de iluminancia mínima requerida para cada ambiente			
	49	Confort acústico	Garantizar confort acústico cumpliendo con determinados tiempos de reverberación y niveles de ruido. Mediante la zonificación y distribución de los espacios interiores de acuerdo con la capacidad de generación y recepción de ruido (Normativa complementaria: Resolución 6918 de 2010)			
<b>Social y económico</b>				<b>S</b>	<b>MA</b>	<b>E</b>
1°	64	Comunidad diversa	Promover la equidad social garantizando X No. de viviendas para venta o arriendo que por su valor comercial, diseño y/o formulación inicial del proyecto, permitan la conformación de una comunidad compuesta por: - Amplio rango socioeconómico - Diferentes tamaños de hogar - Diferentes rango de edades - Cierta porcentaje de viviendas para personas con movilidad reducida - Cierta porcentaje viviendas para víctimas del conflicto			

			armado			
2°	60	Vinculación de la comunidad para identificar sus necesidades	Identificar desde fases iniciales del proyecto, las necesidades que afectarán a la futura comunidad y generar soluciones desde el diseño. Como mínimo considerar aspectos de distribución interior, grupo etario, discapacidades, percepción de seguridad			
3°	62	Sensación de seguridad	Fomentar la sensación de seguridad de los ocupantes mediante la consideración de las condiciones en términos de inseguridad (crimen) del entorno de la edificación e implementación de estrategias de diseño que contribuyan a la reducción de la misma. Ej. Evitar puntos ciegos, permitir visuales desde los apartamentos al exterior, manejo especial a la planta baja, entre otros.			
4°	65	Diseño económico para un uso eficiente de los recursos (en etapa de ocupación)	Reducir el costo de ciclo de vida de la edificación mediante la implementación de estrategias de diseño que, por un lado, faciliten el mantenimiento en etapa de ocupación y por otro lado, busquen la flexibilidad de los espacios, facilitando remodelaciones futuras			
5°	63	Diseño inclusivo	Promover el diseño de espacios que promuevan el bienestar, salud y participación social de todos los ocupantes, mediante estrategias como: aumento en el nivel de accesibilidad, al interior de las viviendas y exterior de las mismas, por encima de lo requerido en la normativa local. Inclusión de espacios para usos específicos en el edificio como salas de lactancia, salas de meditación, espacios para actividad física con equipos que permitan el desarrollo de actividades inclusivas, espacios que propicien el encuentro e interacción evitando el aislamiento social			
<b>Cambio climático</b>				<b>S</b>	<b>MA</b>	<b>E</b>
	66	Consideración de proyecciones de condiciones climáticas en el diseño	Aumentar la capacidad de resiliencia de la edificación frente al confort y salud de los ocupantes, mediante la consideración de las proyecciones climáticas (2030/2050) en el diseño del proyecto			
1°-3°	67	Diagnóstico de vulnerabilidad del predio y la edificación, y acciones de resiliencia correspondientes	Aumentar la capacidad de resiliencia de la edificación, estableciendo el nivel de vulnerabilidad de la parcela y de los componentes de la edificación, frente a inundación o eventos climáticos extremos de acuerdo a escenarios futuros (2030 / 2050), datos históricos y/o mapas de zonas de riesgo. Incorporar estrategias de diseño para responder dichos escenarios. Ej. Nuevo distrito a prueba de inundaciones en Bilbao <sup>15</sup>			
	68	Plan de adaptación al cambio climático	Desarrollar un plan de respuesta al cambio climático en el que se establezcan los momentos de incorporación de las acciones de resiliencia y su tipo			

<sup>15</sup> <https://climate-adapt.eea.europa.eu/metadata/case-studies/public-private-partnership-for-a-new-flood-proof-district-in-bilbao>

## Anexo F – Formatos de encuestas aplicadas a panel de expertos

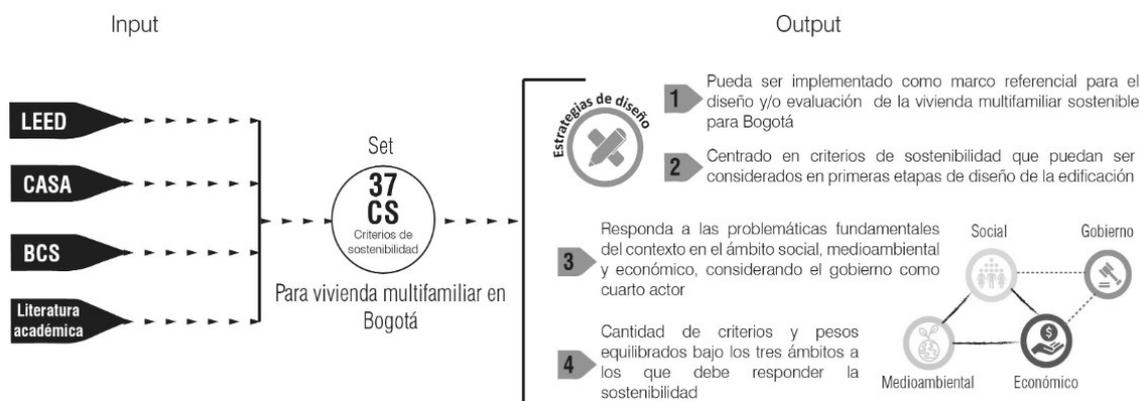
Link web enviado a cada uno de los participantes de la encuesta:

<https://es.surveymonkey.com/r/QTVVL7R>

### Juicio experto

#### Recomendación inicial

Con la presente encuesta se busca validar la **SELECCIÓN y JERARQUIZACIÓN** de los criterios de sostenibilidad, que componen el set construido para la vivienda multifamiliar sostenible en Bogotá. Al responderla es importante que tenga presente el objetivo principal de la investigación, desglosado en la siguiente imagen.



*\*En caso de requerir mayor información de cada criterio de sostenibilidad para definir la puntuación, los enlaces que encontrará en cada pregunta lo llevarán a la descripción de los indicadores y objetivos de cada criterio.*

\* 1. Jerarquice los siguientes criterios de sostenibilidad relacionados al **"Sitio"**, de acuerdo al orden de importancia que tiene para usted a la hora de conseguir y/o evaluar una edificación sostenible.

Entiéndase **"Sitio"** como la categoría que recoge los impactos relacionados a la parcela, su ubicación, su categorización, su relación con el entorno construido y natural, así como la degradación de la misma y su entorno por acciones puntuales o por el edificio mismo, durante las diferentes fases del ciclo de vida de la edificación.

*\*Siendo el primero el de mayor importancia (No.1)*

*\*Si considera que el criterio no debiera considerarse marque N/A*

Descripción de los criterios de sostenibilidad \*Información complementaria

☰	⌵	<b>Desarrollo integrado a usos mixtos</b> ( <i>"tiendas de barrio", peluquerías, papelerías, bibliotecas, entre otros</i> )	<input type="checkbox"/> N/A
☰	⌵	<b>Proximidad a los centros de trabajo y estudio</b>	<input type="checkbox"/> N/A
☰	⌵	<b>Parcela de alta prioridad</b> ( <i>catalogada como renovación urbana o conservación</i> )	<input type="checkbox"/> N/A

☰	▾	<b>Acceso a espacio abierto</b> ( <i>aporte del edificio al espacio público</i> )	<input type="checkbox"/> N/A
☰	▾	<b>Circuitos peatonales de calidad y seguros</b> ( <i>accesibles, evite puntos ciegos y permita múltiples puntos de vigilancia</i> )	<input type="checkbox"/> N/A
☰	▾	<b>Acceso al transporte público de calidad</b>	<input type="checkbox"/> N/A
☰	▾	<b>Integración a red para bicicletas</b>	<input type="checkbox"/> N/A
☰	▾	<b>Huella edificada del proyecto reducida</b> ( <i>vinculando indicadores de densidad (área interior máxima y mínima por persona)</i> )	<input type="checkbox"/> N/A
☰	▾	<b>Huella de estacionamiento reducida</b> ( <i>no más de los estacionamientos requeridos por norma</i> )	<input type="checkbox"/> N/A
☰	▾	<b>Reconocimiento del predio y aporte del proyecto a la protección o restauración del hábitat</b>	<input type="checkbox"/> N/A
☰	▾	<b>Gestión y disminución de la escorrentía superficial</b> ( <i>conservación del balance del ciclo hidrológico</i> )	<input type="checkbox"/> N/A
☰	▾	<b>Prevención impactos negativos por alteración del terreno durante la construcción</b> ( <i>erosión, sedimentación y polvo en el aire</i> )	<input type="checkbox"/> N/A

2. Jerarquice los siguientes criterios de sostenibilidad relacionados a la categoría "**Agua**", de acuerdo al orden de importancia que tienen para usted a la hora de conseguir y/o evaluar una edificación sostenible.

Entiéndase "**Agua**" como la categoría que recoge los impactos que puede generar una edificación al el ciclo hidrológico, o que relacionan el consumo de este recurso.

*\*Siendo el primero el de mayor importancia (No.1)*

*\*Si considera que el criterio no debiera considerarse marque N/A*

Descripción de criterios de sostenibilidad \*Información complementaria

☰	▾	<b>Uso de plantas nativas o adaptadas</b> ( <i>por disminución del consumo de agua para su riego</i> )	<input type="checkbox"/> N/A
☰	▾	<b>Implementación de sistemas alternativos de tratamiento de aguas residuales</b> ( <i>tratamiento de vertimientos antes de servir a la red pública, adicionales a los requeridos por la normas</i> )	<input type="checkbox"/> N/A
☰	▾	<b>Consumo eficiente de agua en exteriores</b> ( <i>riego de jardines y aseo</i> )	<input type="checkbox"/> N/A
☰	▾	<b>Consumo eficiente de agua en el interior de las viviendas y áreas comunes</b>	<input type="checkbox"/> N/A
☰	▾	<b>Disminución del consumo de agua potable por la implementación de fuentes alternativas</b> ( <i>reuso de aguas grises o aguas lluvia</i> )	<input type="checkbox"/> N/A

3. Jerarquice los siguientes criterios de sostenibilidad relacionados a la categoría **"Materiales y consumo de recursos"**, de acuerdo al orden de importancia que tienen para usted a la hora de conseguir y/o evaluar una edificación sostenible.

Entiéndase **"Materiales y consumo de recursos"** como la categoría que recoge los impactos relacionados con la energía incorporada, la extracción, procesamiento, transporte, mantenimiento y eliminación de los materiales y productos que se utilicen en la edificación.

*\*Siendo el primero el de mayor importancia (No.1)*

*\*Si considera que el criterio no debiera considerarse marque N/A*

Descripción de los criterios de sostenibilidad \*Información complementaria

		<b>Declaración de reducción del impacto ambiental de los productos y materiales usados en el edificio</b>	<input type="checkbox"/> N/A
		<b>Gestión de residuos de construcción y demolición</b> ( <i>Reciclar, revalorizar y/o reutilizar de RCD</i> )	<input type="checkbox"/> N/A
		<b>Origen local de los materiales</b> ( <i>incentivar la economía local y reducir el impacto medioambiental</i> )	<input type="checkbox"/> N/A
		<b>Coordinar el diseño arquitectónico, sistema constructivo y sistemas de redes, para disminuir RCD</b>	<input type="checkbox"/> N/A
		<b>Reducción del impacto del ciclo de vida del edificio</b> ( <i>reducción del impacto del ciclo de vida de la estructura y del cerramiento del edificio</i> )	<input type="checkbox"/> N/A

4. Jerarquice los siguientes criterios de sostenibilidad relacionados a la categoría **"Energía"**, de acuerdo al orden de importancia que tienen para usted a la hora de conseguir y/o evaluar una edificación sostenible.

Entiéndase **"Energía"** como la categoría que reúne las estrategias enfocadas en la reducción del consumo de energía, las estrategias de diseño eficiente en energía y el uso de energías renovables.

*\*Siendo el primero el de mayor importancia (No.1)*

*\*Si considera que el criterio no debiera considerarse marque N/A*

Descripción de criterios de sostenibilidad \*Información adicional

		<b>Eficiencia energética - Sistemas de calentamiento de agua sanitaria</b>	<input type="checkbox"/> N/A
		<b>Uso de fuentes de energía renovable</b> ( <i>por autogeneración</i> )	<input type="checkbox"/> N/A
		<b>Eficiencia energética - Iluminación artificial</b>	<input type="checkbox"/> N/A

5. Jerarquice los siguientes criterios de sostenibilidad relacionados a la categoría **"Calidad del ambiente interior"**, de acuerdo al orden de importancia que tiene para usted a la hora de conseguir y/o evaluar una edificación sostenible.

Entiéndase **"Calidad de ambiente interior"** como la categoría que reúne las características interiores del espacio en relación a las condiciones de confort que brindan a los ocupantes.

*\*Siendo el primero el de mayor importancia (No.1)*

*\*Si considera que el criterio no debiera considerarse marque N/A*

Descripción de los criterios de sostenibilidad \*Información complementaria

☰	☒	<b>Confort lumínico</b> (Iluminación natural)	<input type="checkbox"/> N/A
☰	☒	<b>Confort térmico</b>	<input type="checkbox"/> N/A
☰	☒	<b>Calidad de aire interior</b>	<input type="checkbox"/> N/A
☰	☒	<b>Confort acústico</b>	<input type="checkbox"/> N/A

6. Jerarquice los siguientes criterios de sostenibilidad relacionados a la categoría **"Social y Económico"**, de acuerdo al orden de importancia que tienen para usted a la hora de conseguir y/o diseñar una edificación sostenible.

Entiéndase por **"Social y Económico"** como la categoría que reúne las oportunidades de una edificación de impactar positivamente acorde a la situación social, cultural y económica de su contexto.

*\*Siendo el primero el de mayor importancia (No.1)*

*\*Si considera que el criterio no debiera considerarse marque N/A*

Descripción de los criterios de sostenibilidad

☰	☒	<b>Vinculación de la comunidad para identificar y posteriormente responder a sus necesidades</b> (co-diseño)	<input type="checkbox"/> N/A
☰	☒	<b>Sensación de seguridad</b> (aportes desde el diseño para la reducción de la inseguridad)	<input type="checkbox"/> N/A
☰	☒	<b>Diseño inclusivo</b> (aumento en el nivel de accesibilidad por encima de lo requerido en la normativa y/o contar con espacios comunes inclusivos)	<input type="checkbox"/> N/A
☰	☒	<b>Comunidad diversa</b> (diferentes ingresos económicos, rangos de edad, tamaños de hogar, rangos de habilidad, desplazados, entre otros)	<input type="checkbox"/> N/A
☰	☒	<b>Diseño económico y uso eficiente de los recursos</b> (Reducción del costo de mantenimiento y/o de remodelaciones futuras)	<input type="checkbox"/> N/A

7. Jerarquice los siguientes criterios de sostenibilidad relacionados a la categoría **"Cambio climático"**, de acuerdo al orden de importancia que tienen para usted a la hora de conseguir y/o evaluar una edificación sostenible.

Entiéndase por **"Cambio climático"** como la categoría que reúne las acciones de resiliencia frente a los escenarios futuros, relacionados a las condiciones de confort y salud de los ocupantes, así como a la vulnerabilidad de los elementos de la edificación misma y su ubicación frente a dichas situaciones (innudaciones, climas extremos)

*\*Siendo el primero el de mayor importancia (No.1)*

*\*Si considera que el criterio no debiera considerarse marque N/A*

Descripción de los criterios de sostenibilidad \*Información complementaria

☰	⌵	<b>Plan de adaptación al cambio climático</b> (Plazos y tipo de acciones a implementar)	<input type="checkbox"/> N/A
☰	⌵	<b>Diagnóstico de vulnerabilidad y acciones de resiliencia</b> (frente a innudaciones y eventos climáticos extremos)	<input type="checkbox"/> N/A
☰	⌵	<b>Consideración de proyecciones de condiciones climáticas en el diseño</b> (estrategias de diseño centradas en el confort y salud de los ocupantes)	<input type="checkbox"/> N/A

8. ¿Considera que debe existir algún **criterio de sostenibilidad adicional** a los presentados? ¿Cuál o cuales serían estos?

Sitio

Agua

Materiales y consumo de recursos

Energía

Calidad del ambiente interior

Social y económico

Cambio climático

9. Marque del listado a continuación los criterios de sostenibilidad que haya aplicado para el **diseño, desarrollo y/o evaluación** de edificaciones (según aplique)

\*Listado de los 37 CS a evaluar

Si el criterio no se encuentra en el listado o simplemente quisiera hacer un comentario adicional, hágalo a continuación

10. Jerarquice las categorías presentadas, de acuerdo a la prioridad que considera debería tener en el escenario de la vivienda multifamiliar bogotana

*\*Siendo la primera la de mayor importancia*

☰	↕	Cambio climático	<input type="checkbox"/> N/A
☰	↕	Agua	<input type="checkbox"/> N/A
☰	↕	Calidad del ambiente interior	<input type="checkbox"/> N/A
☰	↕	Social y económico	<input type="checkbox"/> N/A
☰	↕	Sitio	<input type="checkbox"/> N/A
☰	↕	Energía	<input type="checkbox"/> N/A
☰	↕	Materiales y consumo de recursos	<input type="checkbox"/> N/A

## Anexo G – Formatos de encuestas aplicadas a residentes

Link web enviado a cada uno de los participantes de la encuesta:

<https://es.surveymonkey.com/r/FHR5FWR>

### Inmobiliarias y usuarios finales

Hola!

Esta encuesta será un gran aporte para el desarrollo de mi tesis de maestría relacionada a la vivienda sostenible para Bogotá. Tus opiniones son muy valiosas para entender la percepción de los usuarios finales, principal objetivo e incentivo para hacerlo. Agradezco tu participación!

Luisa Fernanda Callejas

Estudiante Magíster en Hábitat Sustentable y Eficiencia Energética

Universidad del Bío Bío, Chile

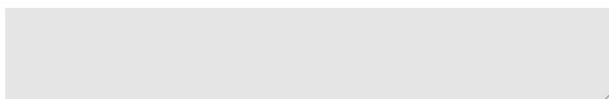
correo: luisa.callejas@outlook.com

contacto: +57 321 838 2971

1. La presente encuesta es anónima, sin embargo, para el procesamiento de los datos obtenidos es necesario conocer si las respuestas corresponden a un **residente de la ciudad de Bogotá (usuario final)** o a un **actor del sector inmobiliario. Indique cuál es su caso.**

*\*En caso de ser residente indique también su estrato socioeconómico*

*\*Ej. residente, estrato 3*



### Inmobiliarias y usuarios finales

Aspectos que considera al momento de elegir un apartamento para vivir (compra o arriendo)

Esta encuesta está enfocada a actores del sector inmobiliario y a los usuarios finales de proyectos de vivienda multifamiliar (edificios de apartamentos) en la ciudad de Bogotá. La estructura de las preguntas será genérica, emita su respuesta a razón de la posición que usted ocupe, agente inmobiliario, posible comprador o inquilino.

Gracias por su colaboración!

*\*Se le pedirá que jerarquice ciertos criterios, para hacerlo deslice cada recuadro ubicándolo en la posición que considere adecuada.*

2. Jerarquice los siguientes criterios, relacionados a la ubicación y características del conjunto residencial, en orden de importancia para la elección de un apartamento.

**\*Siendo el primero el más importante**

*\*En caso que no lo considere importante marcar N/A*

		Acceso a transporte público de calidad	<input type="checkbox"/> N/A
		Acceso a espacios abiertos verdes	<input type="checkbox"/> N/A
		Menos de un estacionamiento por vivienda garantizando con ello un menor impacto ambiental	<input type="checkbox"/> N/A
		Cercanía a supermercados, papelerías, restaurantes, peluquerías, farmacias, parques, entre otros servicios a la comunidad	<input type="checkbox"/> N/A
		Cercanía a centros de trabajo y estudio	<input type="checkbox"/> N/A
		Diseño del conjunto residencial que le genere sensación de seguridad (Cerramientos, evitar puntos ciegos, manejo del primer piso)	<input type="checkbox"/> N/A
		Ubicación en el centro de la ciudad	<input type="checkbox"/> N/A
		Cercanía a red de ciclovías	<input type="checkbox"/> N/A

3. Jerarquice los siguientes criterios, relacionados al consumo y manejo del agua, en orden de importancia para la elección de un apartamento.

**\*Siendo el primero el más importante**

*\*En caso que no lo considere importante marcar N/A*

		Menor consumo de agua para riego de jardines y aseo de espacios exteriores	<input type="checkbox"/> N/A
		Menor consumo de agua al interior de las viviendas y en áreas comunes del edificio	<input type="checkbox"/> N/A
		Contar con sistemas alternativos de tratamiento de aguas residuales reduciendo así el impacto al medio ambiente	<input type="checkbox"/> N/A
		Contar con sistema de reutilización de aguas residuales (aguas lluvia, aguas grises) para usos como descarga de sanitarios, lavadora, duchas, riego, entre otros	<input type="checkbox"/> N/A

4. Jerarquice los siguientes criterios, relacionados al consumo y manejo de la energía, en orden de importancia para la elección de un apartamento.

**\*Siendo el primero el más importante**

*\*En caso que no lo considere importante marcar N/A*

		Menor consumo energético iluminación artificial	<input type="checkbox"/> N/A
		Contar con sistemas de generación de energía alternativos. Ej. Paneles solares	<input type="checkbox"/> N/A
		Contar con un sistema de calentamiento de agua sanitaria (para duchas) alternativo. Ej. Colectores solares	<input type="checkbox"/> N/A

5. Jerarquice los siguientes criterios, relacionados a las condiciones interiores, en orden de importancia para la elección de un apartamento.

**\*Siendo el primero el más importante**

*\*En caso que no lo considere importante marcar N/A*

	 Confortable térmicamente	<input type="checkbox"/> N/A
	 Espacios interiores y exteriores con un alto nivel de accesibilidad para personas con movilidad reducida, adultos mayores o niños. Así como contar con espacios comunes inclusivos (salas de lactancia, espacios para actividad física que permitan el desarrollo de actividades a personas con diferentes rangos de habilidad, entre otros)	<input type="checkbox"/> N/A
	 Confortable lumínicamente (con buena disponibilidad de iluminación natural)	<input type="checkbox"/> N/A
	 Buena calidad de aire interior (suficiente, fresco, sin olores molestos)	<input type="checkbox"/> N/A
	 Confortable acústicamente (sin ruidos molestos)	<input type="checkbox"/> N/A

6. Jerarquice los siguientes aspectos, relacionados al impacto medioambiental generado por la construcción del edificio, en orden de importancia para la elección de un apartamento.

**\*Siendo el primero el más importante**

*\*En caso que no lo considere importante marcar N/A*

	 Que se haya hecho un correcto manejo de los residuos de construcción y demolición (RCD), disminuyéndolos, re-utilizándolos, re-ciclandolos y re-valorizándolos	<input type="checkbox"/> N/A
	 Que se hayan utilizado materiales de origen local ( <i>de productores locales</i> )	<input type="checkbox"/> N/A
	 Que se hayan utilizado materiales o productos que certifiquen una reducción en el impacto ambiental generado en su fabricación	<input type="checkbox"/> N/A
	 Que el impacto medioambiental, generado por el edificio, se haya disminuido en relación a la media de las edificaciones del contexto	<input type="checkbox"/> N/A

7. ¿Que características de los vecinos (ocupantes) son preferibles para usted?

*\*Puede seleccionar varias opciones*

- Vecinos con diversidad multicultural, socioeconómica, tipos y tamaño de familias, rangos de edad, entre otros (comunidad heterogénea)
- Vecinos con características similares a la suya (comunidad homogénea)
- Ninguna de las anteriores

Otro (especifique)

8. Jerarquice, de acuerdo a la importancia que tienen para usted, las siguientes características generales para la escogencia de un apartamento

**\*Siendo el primero el más importante**

*\*En caso que no considere importante marcar N/A*

☰	▾ Ubicación y características del conjunto residencial	<input type="checkbox"/> N/A
☰	▾ Consumo y manejo de agua	<input type="checkbox"/> N/A
☰	▾ Consumo y manejo de energía	<input type="checkbox"/> N/A
☰	▾ Condiciones del ambiente interior	<input type="checkbox"/> N/A
☰	▾ Impacto medioambiental generado por la construcción del edificio	<input type="checkbox"/> N/A
☰	▾ Homogeneidad de la comunidad	<input type="checkbox"/> N/A
☰	▾ Heterogeneidad de la comunidad	<input type="checkbox"/> N/A

9. De los criterios para la elección de compra o arriendo de un apartamento para vivir en la ciudad de Bogotá, existe alguno adicional que considera **importante y que no se haya nombrado? ¿Cuál?**

## **Anexo G – Perfiles de expertos encuestados en fase de validación**

**Alberto Nope Bernal** / Arquitecto, PhD en Arquitectura y Urbanismo Universidad del Bío-Bío

Ciudad de residencia: Bogotá / Cargo u ocupación actual: Docente investigador / Años de experiencia: ocho años / Experiencia profesional: Arquitecto, Magister en Hábitat Sustentable y Eficiencia Energética y Doctor en Arquitectura y Urbanismo de la Universidad del Bío Bío, Chile. Cuenta con experiencia en consultorías en sostenibilidad, eficiencia energética y BIM/BPS. Actualmente es docente en la Universidad La Gran Colombia y Colegio Mayor de Cundinamarca y a nivel de investigación ha publicado diversos relacionados a estrategias de diseño para la eficiencia energética, metodologías BIM e implementación de nuevas tecnologías en pro de la eficiencia energética de las edificaciones.

**Ana María Osorio Rocha** / Arquitecta, estudiante de MSc(c) en Diseño del Paisaje

Ciudad de residencia: Bogotá / Cargo u ocupación actual: Arquitecta diseñadora / Años de experiencia: cinco años / Experiencia profesional: Arquitecta con experiencia en el área de diseño con enfoque en la vivienda unifamiliar personalizada y supervisión de obra de las mismas. De manera independiente ha participado en varios proyectos ubicados en Bogotá y sus alrededores.

**Andrea Constantín Cárdenas** / Arquitecta – Diseño de proyectos de vivienda multifamiliar

Ciudad de residencia: Bogotá / Cargo u ocupación actual: Arquitecta diseñadora vivienda / Años de experiencia: cinco años / Experiencia profesional: Arquitecta con experiencia en el diseño y/o coordinación de proyectos públicos y privados de pequeña y gran escala tales como: Escenarios para los XX Juegos Deportivos Nacionales, Oficinas PMO Decameron, infraestructura educativa para el Fondo de Financiamiento de la infraestructura educativa FFIE, Optimización y Expansión de la planta de tratamiento de aguas residuales PTAR Salitre, proyectos vivienda como Gran Reserva de Mallorca y Puerto Tranquilo.

**Andrés Felipe León Espinosa** / Arquitecto, MSc(c) en Arquitectura Bioclimática

Ciudad de residencia: Bogotá / Cargo u ocupación actual: Arquitecto diseñador / Años de experiencia: once años / Experiencia profesional: Ha participado en el diseño arquitectónico de diversos tipos de proyectos de vivienda, oficinas e institucional, así como en la supervisión y

construcción de los mismos. Ha participado como docente de diversos cursos de pregrado en la Universidad Isthmus, Panamá, Escuela de Arquitectura y Diseño.

**Angélica M. Ospina Alvarado** / Ingeniera Civil y Ambiental MSc. y PhD(c) Construcción Sostenible del Georgia Institute of Technology

Ciudad de residencia: Bogotá / Cargo u ocupación actual: Directora Técnica Consejo Colombiano de Construcción Sostenible (CCCS) / Años de experiencia: doce años / Experiencia profesional: Desde hace más de 12 años ha trabajado fuertemente por la construcción sostenible en Colombia por lo que es una de las fundadoras del CCCS, organización de la que siempre ha sido muy cercana ocupando diferentes posiciones voluntarias en el consejo directivo, en el comité ejecutivo y en el comité técnico. Gracias a los aportes que ha hecho al campo de la construcción sostenible a nivel nacional e internacional, en 2017 recibió la distinción como LEED Fellow, primera distinción de este tipo en Sur América. Como parte de su experiencia profesional trabajó por 2 años en la empresa Winter Construction (Atlanta, Estados Unidos), 2 años como consultora en sostenibilidad independiente, 10 años como Gerente Técnica en la empresa Setri Sustentabilidad SAS y ha sido profesora de cátedra en la Universidad de los Andes desde el 2012. Ahora se integra al equipo del CCCS como directora técnica para liderar las áreas de educación, técnica y de política pública de esta organización

**Camilo Andrés García Huertas** - Profesional en Gestión y Desarrollo Urbano

Ciudad de residencia: Ciudad de México / Cargo u ocupación actual: Consultor / Años de experiencia: tres años / Experiencia profesional: Consultor en temas ligados a instrumentos de gestión y planificación urbana en Colombia como lo son Planes de Regularización y Manejo, instrumentos de financiación, planes parciales y planes especiales de manejo y protección del patrimonio a nivel distrital y nacional. Investigador en temas de desarrollo social, paz y educación con publicación de libro en calidad de coautor

**Carolina Rivera** / Arquitecta – Diseño de proyectos de vivienda multifamiliar

Ciudad de residencia: Bogotá / Cargo u ocupación actual: Coordinadora de proyectos inmobiliarios / Años de experiencia: diez años / Experiencia profesional: Experiencia en gestión de proyectos

inmobiliarios (vivienda unifamiliar y multifamiliar) incluyendo diseño, coordinación técnica y supervisión arquitectónica en obra.

**Elizabeth Arias Martínez** / Arquitecta

Ciudad de residencia: Bogotá / Cargo u ocupación actual: Residente de Obra / Años de experiencia: tres años / Experiencia profesional: Residente de obra en diversos proyectos de vivienda multifamiliar en la ciudad de Bogotá.

**Liliana Medina Campos** / Bióloga marina, MSc. Ciencias de la Tierra, LEED AP BD+C

Ciudad de residencia: Bogotá / Cargo u ocupación actual: Docente investigadora orientada al análisis de ciclo de vida de materiales. Asesora permanente LEED y sostenibilidad del Colegio Rochester, Bogotá / Experiencia profesional: Profesional acreditada como LEED AP BD + C, desde 2008. Bióloga Marina, Magíster en Ciencias de la Tierra. Con experiencia en evaluación y asistencia técnica en el área ambiental. Docente e Investigadora Universitaria (Posgrado) en Edificaciones Sostenibles y Materiales de Construcción. Miembro Fundador Consejo Colombiano de Construcción Sostenible (CCCS) / Años de experiencia: once años

**Sergio Ballen Zamora** / Arquitecto

Ciudad de residencia: Bogotá / Cargo u ocupación actual: Consultor y docente / Años de experiencia: trece años / Experiencia profesional: Arquitecto consultor en sostenibilidad y bioclimática y experiencia en diseño y construcción. Premio Iberoamericano de Investigación sobre vivienda sustentable.

**Jairo Andrés Linares Pulido** - Urbanista

Ciudad de residencia: Bogotá / Cargo u ocupación actual: Coordinador en Urbanismo / Años de experiencia: cinco años y medio / Experiencia profesional: Ha trabajado cerca de seis años en la formulación y seguimiento a políticas y proyectos urbanos en Colombia y América Latina y el Caribe. Actualmente coordina la planeación de más de ciento cincuenta (150) hectáreas de vivienda y comercio al norte de Bogotá.

**Juanita Montoya** / Arquitecta, PhD en Arquitectura y Urbanismo Universidad del Bío-Bío

Ciudad de residencia: Bogotá / Cargo u ocupación actual: Profesora Asociada Universidad Nacional de Colombia, Coordinadora Académica Maestría en Hábitat / Años de experiencia: veinticinco años / Experiencia profesional: Arquitecta, PhD en Arquitectura y Urbanismo Universidad del Bío-Bío (Chile), Magister en Arquitectura con énfasis en Diseño Urbano Politécnico de Turín (Italia), experiencia en administración y gestión de proyectos de gran escala. Docente universitaria e investigadora, Coordinadora de la Maestría en Hábitat Universidad Nacional de Colombia.

**Juan Gabriel Arboleda Pardo** – Ingeniero civil

Ciudad de residencia: Popayán / Cargo u ocupación actual: Investigador tesista GeDIE Research Group, Universidad del Bío Bío / Años de experiencia: dieciséis años / Experiencia profesional: Consultor y constructor de edificaciones residenciales, educativas, religiosas, culturales, comerciales, recreativas e industriales. Experiencia como empleado público y privado en diseño, construcción e interventoría, dirección y gerencia de obra. Experiencia de 8 años en construcción sostenible, bioclimática y eficiencia energética en la edificación y el espacio público.

**Maria Clara Betancourt Velasco** – Arquitecta

Ciudad de residencia: Cali / Cargo u ocupación actual: Jefe Departamento de diseño, Universidad Icesi, Cali / Años de experiencia: veinticinco años / Experiencia profesional: Directora del departamento de diseño de la Universidad Icesi durante 15 años. Posee más de 25 años de experiencia docente y profesional. Gran claridad conceptual en estructuración de proyectos y diseño de soluciones innovadoras en diversos campos, especialmente en productos y proyectos de investigación. Reconocida por la revista dinero entre los 100 genios de los negocios y las personas más innovadoras del país en el 2013. Autora de diez patentes. Su trabajo de los últimos años está dedicado a proyectos de innovación relacionados con la eficiencia energética, los sistemas pasivos de refrigeración y la educación en diseño, todo esto se evidencia en diversas publicaciones a nivel internacional. Su experiencia profesional y académica se ha desarrollado entre México, Italia, Chile y Colombia. Tiene una maestría en diseño en Domus Academy, una maestría en Diseño University of Wales, Doctorado en Universidad del Bío Bío.

**Olavo Escorcía Oyola** – Arquitecto y profesor asociado Universidad Nacional de Colombia, PhD (Postdoctorado) en Arquitectura y Urbanismo Arquitectura y Urbanismo Universidad del Bío-Bío

Ciudad de residencia: Bogotá / Cargo u ocupación actual: Profesor Asociado Universidad Nacional de Colombia en el área de Arquitectura y Urbanismo / Años de experiencia: treinta y seis años / Experiencia profesional: Arquitecto, PhD en Arquitectura y Urbanismo Escuela Superior de Arquitectura de Navarra (España) y PhD (Postdoctorado) en Arquitectura y Urbanismo Arquitectura y Urbanismo Universidad del Bío-Bío (Chile) Amplia experiencia en diseño arquitectónico de proyectos de vivienda y de mediana escala. Docente universitario e investigador de la Universidad Nacional de Colombia, sus líneas de investigación son: Estrategias bioclimáticas activas y pasivas, Industrialización de la construcción, Normalización de componentes, Materiales y Procesos.

**Pedro Javier Urazán Guerrero** – Ingeniero mecánico

Ciudad de residencia: Bogotá / Cargo u ocupación actual: Technical Services Specialist / Años de experiencia: cinco años / Experiencia profesional: Trabajó por tres años como asesor de sostenibilidad en proyectos de construcción de diferentes tipologías que buscaban certificación LEED, en varias ciudades de Colombia. En los últimos dos años ha trabajado como modelador energético y diseñador de HVAC para proyectos residenciales en los Estados Unidos, para proyectos que buscan cumplimiento con los códigos de energía estatales y otras certificaciones como LEED y *Energy Star* entre otras.

## Anexo I – Resultados encuestas

### 1. Encuestas expertos:

Pregunta 1	CS 6	CS 61	CS 3	CS 14	CS 20	CS 7	CS 8	CS 4	CS 10	CS 12	CS 15	CS 11
Experto 1	2	3	6	7	1	8	9	4	5	10	11	12
Experto 2	4	1	12	3	5	2	6	7	11	8	9	10
Experto 3	2	7	12	4	1	5	6	11	10	9	3	8
Experto 4	1	2	8	3	7	4	–	–	–	5	6	–
Experto 5	3	5	12	2	11	7	10	4	9	1	6	8
Experto 6	2	4	8	9	3	5	10	11	12	1	7	6
Experto 7	1	3	2	9	4	5	10	11	12	8	6	7
Experto 8	2	1	9	3	4	12	6	11	7	10	5	8
Experto 9	11	2	7	12	9	6	3	10	8	1	4	5
Experto 10	12	4	8	3	6	5	1	7	2	11	9	10
Experto 11	11	1	2	7	8	3	4	12	5	6	9	10
Experto 12	7	6	9	3	5	4	8	10	12	11	2	1
Experto 13	2	5	12	9	10	3	11	7	4	1	6	8
Experto 14	5	6	11	7	9	10	8	3	12	4	2	1
Experto 15	5	7	12	3	8	4	9	10	11	1	2	6
Experto 16	7	6	5	4	8	9	N/A	10	11	2	3	1

Pregunta 2	CS 26	CS 25	CS 24	CS 27	CS 28
Experto 1	5	2	3	4	1
Experto 2	3	4	2	1	5
Experto 3	1	3	5	4	2
Experto 4	1	2	5	3	4
Experto 5	3	4	2	1	5
Experto 6	3	5	2	1	4
Experto 7	1	4	3	2	5
Experto 8	2	5	3	1	4
Experto 9	4	3	1	2	5
Experto 10	3	4	2	1	5
Experto 11	4	3	2	1	5
Experto 12	5	3	1	2	4
Experto 13	1	3	2	4	5
Experto 14	1	5	2	4	3
Experto 15	1	4	2	3	5
Experto 16	3	5	2	1	4

Pregunta 3	CS 35	CS 34	CS 36	CS 32	CS 33
Experto 1	5	2	3	4	1
Experto 2	3	4	2	1	5
Experto 3	1	3	5	4	2
Experto 4	1	2	5	3	4
Experto 5	3	4	2	1	5
Experto 6	3	5	2	1	4
Experto 7	1	4	3	2	5
Experto 8	2	5	3	1	4
Experto 9	4	3	1	2	5
Experto 10	3	4	2	1	5
Experto 11	4	3	2	1	5
Experto 12	5	3	1	2	4
Experto 13	1	3	2	4	5
Experto 14	1	5	2	4	3
Experto 15	1	4	2	3	5
Experto 16	4	1	5	3	2

Pregunta 4	CS 40A	CS 40B	CS 41
Experto 1	2	1	3
Experto 2	1	3	2
Experto 3	2	1	3
Experto 4	1	3	2
Experto 5	2	3	1
Experto 6	2	3	1
Experto 7	3	1	2
Experto 8	3	1	2
Experto 9	2	3	1
Experto 10	2	3	1
Experto 11	1	2	3
Experto 12	2	3	1
Experto 13	2	3	1
Experto 14	2	3	1
Experto 15	2	3	1
Experto 16	1	3	2

Pregunta 5	CS 46	CS 47	CS 48	CS 49
Experto 1	4	1	3	2
Experto 2	2	1	4	3
Experto 3	1	2	4	3
Experto 4	–	–	–	–
Experto 5	3	2	1	4
Experto 6	4	3	1	2
Experto 7	2	1	3	4
Experto 8	4	3	2	1
Experto 9	1	2	3	4
Experto 10	3	2	1	4
Experto 11	2	3	1	4
Experto 12	3	2	1	N/A
Experto 13	1	4	3	2
Experto 14	2	1	3	4
Experto 15	3	1	2	4
Experto 16	3	1	2	4

Pregunta 6	CS 64	CS 60	CS 62	CS 63	CS 65
Experto 1	1	4	5	3	2
Experto 2	5	1	2	3	4
Experto 3	5	1	2	4	3
Experto 4	2	4	1	3	4
Experto 5	2	1	4	3	5
Experto 6	5	4	3	2	1
Experto 7	2	5	3	1	4
Experto 8	1	3	2	4	5
Experto 9	4	5	2	1	3
Experto 10	5	3	2	1	4
Experto 11	2	1	5	3	4
Experto 12	3	2	4	1	5
Experto 13	1	3	4	2	5
Experto 14	3	1	5	2	4
Experto 15	3	1	5	4	2
Experto 16	3	2	N/A	4	1

Pregunta 7	CS 68	CS 69	CS 70
Experto 1	1	2	3
Experto 2	2	1	3
Experto 3	1	2	3
Experto 4	–	–	–
Experto 5	2	3	1
Experto 6	2	1	3
Experto 7	2	1	3
Experto 8	3	1	2
Experto 9	1	2	3
Experto 10	1	2	3
Experto 11	2	1	3
Experto 12	N/A	1	2
Experto 13	3	2	1
Experto 14	2	1	3
Experto 15	1	3	2
Experto 16	1	2	3

	<b>P8 / Cualitativa</b>
	<b>Sitio</b>
<b>Experto 1</b>	Autonomía alimentaria / Red de colaboración
<b>Experto 5</b>	Más que el acceso al espacio abierto, que se integre con el espacio público (planta libre, sin rejas, muros)
<b>Experto 7</b>	Agricultura Comunitaria
<b>Experto 10</b>	En caso de no tener zonas verdes o parques cerca, crear estos espacios dentro del mismo proyecto. Se considera en "acceso espacio abierto"
<b>Experto 12</b>	Fuera de las condiciones "Físicas" del SITIO, valdría la pena ver elementos arqueológicos y culturales; en México es común encontrar elementos de valor arqueológico y cultural para los pueblos originarios, como en el Aeropuerto que iban a hacer y por no contemplar esto, dicho proyecto se terminó cancelando (Aeropuerto Texcoco)
<b>Experto 15</b>	Historia del terreno en los últimos 100 años, se ha cultivado anteriormente, se ha inundado, ha sido destinado a uso agropecuario, entre otros
	<b>Agua</b>
<b>Experto 1</b>	Educación
<b>Experto 15</b>	Prevención de desastres causados por agua, como inundaciones, aluviones, nivel freático
	<b>Materiales y consumo de recursos</b>
<b>Experto 1</b>	Innovación de materiales
<b>Experto 5</b>	Uso de materiales de poco mantenimiento
	<b>Energía</b>
<b>Experto 1</b>	Autonomía energética / Red de colaboración
	<b>Calidad del Ambiente Interior</b>
<b>Experto 1</b>	Confort adaptativo
<b>Experto 5</b>	Confort visual (la vista de la edificación influye en cómo se siente el espacio, o peor las que no tienen vista) Se refiere a vistas de calidad
	<b>Social y económico</b>
<b>Experto 1</b>	Economía compartida
<b>Experto 4</b>	Dimensión social de la economía. Social: Acceso a equipamientos educativos, de salud y de recreación
<b>Experto 5</b>	Inclusión de espacios de encuentro o reunión.
<b>Experto 7</b>	Diseño interior de áreas comunes para integración diferente a salón comunal o equipamiento deportivo
<b>Experto 12</b>	En casos de renovación urbana, buscar mecanismos jurídicos que permitan a las poblaciones actuales habitar en los proyectos de renovación futuros.
<b>Experto 15</b>	Confort psicológico que se relaciona con todos los elementos del edificio, su interior y los otros tipos de confort
	<b>Cambio climático</b>
<b>Experto 1</b>	Educación
<b>Experto 15</b>	Se podría considerar aspectos relacionados con actividad económica de sus ocupantes, en algunos estratos socioeconómicos esto es clave para la economía de la familia.

**Pregunta 9.** Ver Tabla 23.

Pregunta 10	Sitio	Agua	Energía	Materiales	Calidad ambiente interior	Social y económico	Cambio climático
Experto 1	2	3	5	4	7	1	6
Experto 2	1	4	5	6	2	3	7
Experto 3	2	3	4	6	1	7	5
Experto 4	–	–	–	–	–	–	–
Experto 5	2	1	6	7	4	3	5
Experto 6	5	2	3	4	1	6	7
Experto 7	5	4	6	7	1	2	3
Experto 8	5	1	4	3	6	2	7
Experto 9	5	2	1	4	3	7	6
Experto 10	1	4	5	7	3	2	6
Experto 11	1	4	5	3	6	2	7
Experto 12	1	4	6	7	5	2	3
Experto 13	1	4	5	7	6	2	3
Experto 14	3	4	7	5	6	1	2
Experto 15	3	4	2	5	1	6	7
Experto 16	1	2	5	7	4	6	3

**2. Encuesta a residentes:**

\*Pregunta 1 relacionada al estrato socio-económico incluida en respuestas a continuación.

**Pregunta 2**

Nº	Cód. encuestado	Estrato	CS 6	CS 10	CS 61	CS 14	CS 7	CS 8	CS 3	C20
1	Residente 1	5	2	7	1	3	6	5	8	4
2	Residente 2	5	2	8	5	1	4	7	3	6
3	Residente 3	3	2	3	6	7	1	4	5	8
4	Residente 4	4	4	3	7	2	5	6	8	1
5	Residente 5	6	5	N/A	1	4	3	N/A	N/A	2
6	Residente 6	4	4	8	1	2	3	6	7	5
7	Residente 8	N/A	4	6	1	5	2	N/A	N/A	3
8	Residente 9	4	4	7	2	5	3	6	8	1
9	Residente 10	4	6	7	2	3	4	1	8	5
10	Residente 12	2	3	7	6	4	2	5	8	1
11	Residente 13	4	1	8	5	2	3	6	7	4
12	Residente 14	4	7	5	3	1	2	N/A	6	4
13	Residente 15	6	3	N/A	2	1	4	N/A	N/A	5
14	Residente 16	6	3	6	7	1	2	5	8	4
15	Residente 17	4	2	N/A	1	5	3	7	6	4
16	Residente 19	6	2	5	6	3	4	N/A	7	1
17	Residente 21	6	2	4	1	3	6	7	8	5
18	Residente 22	4	5	8	4	2	3	7	6	1
19	Residente 23	3	1	6	2	3	5	7	N/A	4
20	Residente 24	3	3	8	1	6	2	5	4	7
21	Residente 25	2	3	7	1	6	2	8	5	4

**Pregunta 3**

Nº	Cód. encuestado	Estrato	CS 26	CS 25	CS 24	CS 27
1	Residente 1	5	3	4	2	1
2	Residente 2	5	4	3	2	1
3	Residente 3	3	3	4	2	1
4	Residente 4	4	4	3	1	2
5	Residente 5	6	2	3	4	1
6	Residente 6	4	3	4	2	1
7	Residente 8	N/A	1	3	4	2
8	Residente 9	4	1	4	2	3
9	Residente 10	4	1	N/A	2	3
10	Residente 12	2	4	3	2	1
11	Residente 13	4	3	4	2	1

12	Residente 14	4	3	2	4	1
13	Residente 15	6	1	2	N/A	3
14	Residente 16	6	1	4	2	3
15	Residente 17	4	1	3	4	2
16	Residente 19	6	3	4	1	2
17	Residente 21	6	3	4	1	2
18	Residente 22	4	4	3	2	1
19	Residente 23	3	2	1	3	4
20	Residente 24	3	3	4	1	2
21	Residente 25	2	2	N/A	3	1

#### Pregunta 4

Nº	Cód. encuestado	Estrato	CS 40A	CS 40B	CS 41
1	Residente 1	5	3	1	2
2	Residente 2	5	2	3	1
3	Residente 3	3	3	1	2
4	Residente 4	4	3	2	1
5	Residente 5	6	1	3	2
6	Residente 6	4	2	3	1
7	Residente 8	N/A	3	2	1
8	Residente 9	4	1	3	2
9	Residente 10	4	3	2	1
10	Residente 12	2	3	2	1
11	Residente 13	4	3	2	1
12	Residente 14	4	3	2	1
13	Residente 15	6	1	2	N/A
14	Residente 16	6	1	3	2
15	Residente 17	4	2	3	1
16	Residente 19	6	3	2	1
17	Residente 21	6	3	2	1
18	Residente 22	4	3	1	2
19	Residente 23	3	1	3	2
20	Residente 24	3	2	3	1
21	Residente 25	2	3	2	1

#### Pregunta 5

Nº	Cód. encuestado	Estrato	CS 46	CS 17	CS 48	CS 49	CS 63
1	Residente 1	5	1	4	2	3	5
2	Residente 2	5	5	2	1	3	4
3	Residente 3	3	5	2	3	1	4

4	Residente 4	4	3	5	2	4	1
5	Residente 5	6	2	4	1	3	5
6	Residente 6	4	3	4	2	1	5
7	Residente 8	N/A	1	5	2	3	4
8	Residente 9	4	2	4	1	3	5
9	Residente 10	4	3	4	1	2	N/A
10	Residente 12	2	3	5	2	4	1
11	Residente 13	4	2	4	1	3	5
12	Residente 14	4	1	4	2	3	N/A
13	Residente 15	6	1	3	4	2	N/A
14	Residente 16	6	5	4	1	2	3
15	Residente 17	4	3	4	1	2	5
16	Residente 19	6	4	1	3	2	5
17	Residente 21	6	1	3	2	4	5
18	Residente 22	4	3	5	2	4	1
19	Residente 23	3	2	3	5	4	1
20	Residente 24	3	1	4	2	3	5
21	Residente 25	2	3	5	1	2	4

### Pregunta 6

Nº	Cód. encuestado	Estrato	CS 45	CS 34	CS 36	CS 32
1	Residente 1	5	3	1	2	4
2	Residente 2	5	3	4	1	2
3	Residente 3	3	3	4	1	2
4	Residente 4	4	3	4	1	2
5	Residente 5	6	1	4	2	3
6	Residente 6	4	1	4	3	2
7	Residente 8	N/A	3	2	1	4
8	Residente 9	4	N/A	N/A	N/A	1
9	Residente 10	4	3	4	1	2
10	Residente 12	2	3	4	2	1
11	Residente 13	4	2	3	1	4
12	Residente 14	4	4	3	1	2
13	Residente 15	6	3	4	2	1
14	Residente 16	6	4	1	2	3
15	Residente 17	4	2	3	4	1
16	Residente 19	6	3	1	2	4
17	Residente 21	6	4	3	2	1
18	Residente 22	4	1	4	2	3
19	Residente 23	3	3	N/A	2	1
20	Residente 24	3	1	3	2	4

21 | Residente 25 | 2 | 3 | 4 | 1 | 2

**Pregunta 7**

Homogénea	Heterogéna	Ninguna de las anteriores
38%	38%	24%

**Pregunta 8**

Nº	Cód. encuestado	Estrato	Sitio	Agua	Energía	Ambiente interior	Materiales y recursos	Características de la comunidad
1	Residente 1	5	1	4	5	2	6	3
2	Residente 2	5	1	4	5	3	2	6
3	Residente 3	3	4	1	2	3	5	6
4	Residente 4	4	1	4	5	6	3	2
5	Residente 5	6	1	3	4	2	6	5
6	Residente 6	4	1	4	5	6	3	2
7	Residente 8	N/A	1	4	3	2	5	6
8	Residente 9	4	1	2	4	3	5	6
9	Residente 10	4	2	5	6	3	4	1
10	Residente 12	2	1	3	4	5	2	6
11	Residente 13	4	1	3	4	5	2	6
12	Residente 14	4	1	4	5	2	6	3
13	Residente 15	6	1	5	3	2	4	6
14	Residente 16	6	2	3	4	1	6	5
15	Residente 17	4	1	4	5	2	6	3
16	Residente 19	6	1	5	4	3	6	2
17	Residente 21	6	1	3	2	5	6	4
18	Residente 22	4	1	2	4	5	3	6
19	Residente 23	3	1	3	6	2	4	5
20	Residente 24	3	1	2	3	4	5	6
21	Residente 25	2	1	4	3	2	5	6