

FACTIBILIDAD DE EDIFICIOS SOSTENIBLES DE VIVIENDAS DE INTERÉS SOCIAL  
(VIS) Y PRIORITARIO (VIP) EN LA LOCALIDAD DE KENNEDY DE LA CIUDAD DE  
BOGOTÁ D.C.

MANUEL ALBERTO JARA OÑATE

TUTOR: Dr. JUAN PABLO RODRÍGUEZ RINCÓN

UNIVERSIDAD ANTONIO NARIÑO

FACULTAD INGENIERÍA CIVIL

BOGOTÁ

2020

## TABLA DE CONTENIDO

Introducción .....	8
Objetivos .....	9
Objetivo General .....	9
Objetivos específicos .....	9
Marco conceptual .....	10
Metodología .....	15
Estado del Arte .....	16
Marco Legal .....	40
Formulación y planteamiento del problema.....	43
KENNEDY .....	46
Factibilidad económica .....	53
Factibilidad territorial.....	61
Factibilidad ambiental .....	66
Factibilidad de edificios sostenibles de viviendas de interés social (vis) y prioritario (vip) en la localidad de Kennedy de la ciudad de Bogotá D.C. ....	70
Conclusiones y Recomendaciones .....	71
Referencias Bibliográficas .....	72

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 claves para una rehabilitación energética eficaz (Asociación de Ciencias Ambientales;, s.f.).....	20
Figura 2 Aislamiento en diferentes partes de la vivienda (Asociación de Ciencias Ambientales;, s.f.).....	21
Figura 3 Ejemplo de reutilización de aguas pluviales (rePlanet, 2020).....	24
Figura 4 Los 7 principios para lograr la estabilidad en el diseño y la construcción (Magar, 2010).....	35
Figura 5 Primeros asentamientos de la ciudad de Bogotá (Pantoja, 2007).....	44
Figura 6 Ubicación de Bogotá en Colombia tomado de Google .....	46
Figura 7 Ubicación de Kennedy en Bogotá tomado de Google.....	47
Figura 8 Material Particulado MP10 y MP2,5 año 2017 (Secretaria Distrital de Ambiente de Bogotá, 2020).....	50
Figura 9 Material Particulado MP10 y MP2,5 año 2018 (Secretaria Distrital de Ambiente de Bogotá, 2020).....	51
Figura 10 Material Particulado MP10 y MP2,5 año 2019 (Secretaria Distrital de Ambiente de Bogotá, 2020).....	51
Figura 11 Ingreso salarial por hogares en la localidad de Kennedy. Autoría Propia.....	55
Figura 12 Perfil socioeconómico de Kennedy (Secretaría Distrital de Planeación, 2019) .....	57
Figura 13 Clasificación del suelo Kennedy. Autoría Propia.....	62
Figura 14 Suelo Urbano Kennedy (Secretaria Distrital de Hacienda de Bogotá, 2004).....	62
Figura 15 Usos del suelo localidad de Kennedy (Secretaría Distrital de Cultura, Recreación y Deportes Kennedy, 2008) .....	63

Figura 16 Suelo Urbanizable Localidad de Kennedy. (IDECA, 2018)..... 65

Figura 17 Predios factibles para edificios de viviendas sostenibles VIS y VIP. Autoría Propia  
..... 66

Figura 18 Principal estructura ecológica de la localidad de Kennedy. (Consejo Local de  
gestión del Riesgo y Cambio Climático, 2018) ..... 69

Figura 19 Factibilidad de edificios sostenibles para viviendas VIS y VIP ..... 70

## LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Sistemas de certificación en Construcción Sostenible en Colombia. ....	12
Tabla 2 Porcentaje de ahorro que deberán cumplirse durante el segundo año de vigencia de la presente resolución y en adelante. ....	23
Tabla 3 Normativa vigente con respecto a la construcción Sostenible y las viviendas VIS y VIP. ....	40
Tabla 4 Proceso Urbanístico de la localidad de Kennedy .....	48
Tabla 5 Promedios de concentración de material particulado en los últimos tres años con respecto a los valores máximos permisibles .....	52
Tabla 6 unidades de vivienda iniciadas en los años 2014 a 2018 .....	55
Tabla 7 Factibilidad económica viviendas VIS y VIP sostenibles .....	61
Tabla 8 clasificación uso del suelo. (Secretaría Distrital de Planeacion, 2020).....	64
Tabla 9 Número de áreas protegidas en las correspondientes UPZ. ....	67
Tabla 10 Parques principales de la localidad de Kennedy .....	68

## Resumen

Hoy en día, el creciente desarrollo urbano está generando que las ciudades padezcan de un deterioro del medio ambiente elevado y del incremento de los barrios informales. En Colombia, la ciudad de Bogotá es la urbe con mayor costo de calidad de vida, lo que genera que las familias de escasos recursos opten por habitar en los anteriormente llamados barrios informales. Para que esto no suceda el gobierno de Colombia genera subsidios para que las familias más pobres del país puedan acceder a una vivienda en suelo urbano legal. En este trabajo se va a realizar un estado de conocimiento donde se planteen que son los edificios sostenibles, algunas de las tecnologías que éstos tienen implementadas. Además, realizar un análisis la factibilidad de implementación de edificios sostenibles para viviendas VIS y VIP en la localidad de Kennedy puesto que es una de las localidades donde más población se encuentra concentrada en la ciudad, además de ser una de las que mayor polución genera.

Palabras claves: Edificios sostenibles, Vivienda de interés social (VIS), Vivienda de interés prioritario (VIP), impacto ambiental, factibilidad territorial, factibilidad ambiental, factibilidad económica.

## Abstract

Today, the increase in urban development is causing cities to suffer high environmental degradation and an increase in informal neighborhoods. In Colombia, the city of Bogotá is the city with the highest cost of quality of life, which causes low-income families to choose to live in what were previously called informal neighborhoods. To prevent this from happening, the Colombian government generates subsidies so that the poorest families in the country can access a home on legal urban land. In this work, a state of knowledge will be carried out where it is proposed that the buildings are sustainable, some of the technologies that have been implemented. In addition, carry out an analysis of the feasibility of implementing sustainable buildings for VIS and VIP homes in the town of Kennedy, since it is one of the towns where the most population is concentrated in the city, as well as being one of the most polluting.

Keywords: Sustainable buildings, Social interest housing (VIS), Priority interest housing (VIP), environmental impact, territorial feasibility, environmental feasibility, economic feasibility.

## Introducción

El mundo está atravesando una crisis ambiental innegable, esto se debe principalmente al aumento de la población. Debido a que cada año las personas desean tener una mejor calidad de vida, están emigrando a las grandes urbes, muchos de ellos sin tener los recursos necesarios para una vivienda digna, lo que hace que se refugien en zonas no adecuadas conocidas popularmente como barrios de invasión, generando impactos ambientales negativos. En Colombia, para evitar que esto suceda el gobierno nacional crea subsidios para que las familias de menores recursos puedan acceder a viviendas conocidas como de interés social o prioritario en suelo urbanizable.

Así mismo, en los últimos años ha venido en auge el tema de las edificaciones sostenibles, dado que estas construcciones pueden llegar a mitigar un poco la crisis ambiental pues cuentan con tecnologías renovables, captación de aguas pluviales (pueden llegar a tener varios usos luego de ser tratada), implementación de techos o fachadas verdes (que funcionan como receptor del CO<sub>2</sub> suavizando la contaminación generada por el material particulado), entre otros.

El presente trabajo tiene como finalidad establecer la viabilidad de construcción de edificios sostenibles para viviendas de interés social y prioritario en la localidad de Kennedy de la ciudad de Bogotá, la cual es la segunda más poblada y una de las localidades con mayor índice de impactos ambientales como la industrialización, material particulado que sale de los automotores, contaminación visual e invasión del espacio público y contaminación de las fuentes hídricas; a través de un análisis descriptivo de factibilidad económica, territorial y ambiental.

Esta monografía será un documento que podrá ser de referencia a profesionales y estudiantes interesados en la construcción sostenible de viviendas de interés social y prioritario en la localidad de Kennedy de la ciudad de Bogotá.



## **Objetivos**

### **Objetivo General**

Crear un estado de conocimiento donde se identifique la factibilidad de viviendas de interés social y prioritario sostenibles en la localidad de Kennedy de la ciudad de Bogotá.

### **Objetivos específicos**

- Realizar una búsqueda de artículos de tipo científico que contengan la revisión de estudios previos, y algunos avances relacionados con la construcción de viviendas de interés social y viviendas sostenibles.
- Analizar la factibilidad económica, territorial y ambiental para los edificios sostenibles de viviendas VIS y VIP por medio de mapas creados con el programa Qgis, para poder llegar a una factibilidad total.

## Marco conceptual

### 1. Construcción sostenible

Una construcción sostenible es aquella que cuida el medio ambiente y brinda confort a las personas que en ella habitan, además de crear sus propios recursos como la energía y agua (Ortega, 2014).

### 2. Certificación LEED por sus siglas en ingles de Liderazgo en Energía y Diseño Ambiental

La certificación LEED es un reconocimiento que se le da a los edificios o construcciones que cumplen con las normas de sostenibilidad (certicalia, s.f.).

### 3. Sistema de captación de agua

Es un sistema que va a ir integrado en la edificación y que sirve para recoger las aguas lluvias las cuales van a ser utilizadas en los inodoros (Mannise, 2011).

### 4. Fachadas verdes

Una fachada verde es un jardín colocado verticalmente en el que se colocaran plantas que disminuyan parte del CO2 encontrado en la atmosfera y mejoran la estética del lugar (Yuste, 2017).

### 5. Energías renovables

Las energías renovables son aquellas que no necesitan combustión fósil, es decir, se obtienen de fuentes naturales como por ejemplo del sol o el aire (planeta, 2018).

### 6. Vivienda de interés Social (VIS) y prioritario (VIP)

En el acápite de definiciones del Decreto 2190 de 2009, Reglamentario de la Ley 9 de 1989,

Ley 3 de 1991, Ley 388 de 1997 y Ley 1151 de 2007, establece que es Vivienda de Interés Social y Vivienda de Interés Social Prioritario. “Artículo 2°. Definiciones. Para los efectos del presente decreto se adoptan las siguientes definiciones:

2.1 Vivienda de Interés Social (VIS). Es aquella que reúne los elementos que aseguran su habitabilidad, estándares de calidad en diseño urbanístico, arquitectónico y de construcción cuyo valor máximo es de ciento treinta y cinco salarios mínimos legales mensuales vigentes (135 SMMLV).

2.2. Vivienda de Interés Social Prioritaria (VIP). Es aquella vivienda de interés social cuyo valor máximo es de setenta salarios mínimos legales mensuales vigentes (70 SMMLV).”




7. Crecimiento demográfico: es la diferencia existente entre el número de nacimientos y el número de fallecidos con respecto al tiempo; si nace más gente de la que muere la población aumenta.
8. Partículas MP10 y MP2,5: Suelen ser partículas sólidas o líquidas de polvo, cenizas, hollín, partículas metálicas, cemento o polen, dispersas en la atmósfera que se clasifican en función de su diámetro PM<sub>10</sub> (partículas con un diámetro aerodinámico inferior a 10 micras) o PM<sub>2,5</sub> (diámetro aerodinámico inferior a 2,5 micras).
9. Programa QGIS: El programa QGIS es un Sistema de información geográfica el cual permite recopilar, organizar, analizar y compartir información geográfica.
10. Factibilidad económica: Es el análisis de los costos en el cual se determina si es viable la implementación del proyecto.
11. Factibilidad territorial: Es el estudio del territorio en el cual se puede implementar un



proyecto.

12. Factibilidad ambiental: a través de la cual se analiza y estudia las diferentes áreas que cuentan con protección ambiental.

Para que una edificación se considere sostenible, esta debe cumplir con los lineamientos establecidos por las entidades competentes, que para el caso de Colombia es el Consejo Colombiano de Construcción Sostenible. El cual otorga las siguientes certificaciones para construcción sostenible.

*Tabla 1. Sistemas de certificación en Construcción Sostenible en Colombia.*

SIGLAS	SISTEMA DE CERTIFICACIÓN	DESCRIPCIÓN	CATEGORÍAS DE EVALUACIÓN	CARACTERÍSTICAS
LEED		Leadership in Energy and Environmental Design: reconoce las estrategias y mejores prácticas de construcción, mediante distintos niveles de certificación que se alcanzan con créditos adaptados a las necesidades de cada proyecto.	El desempeño del edificio. Tiene versiones para construcciones nuevas, edificios existentes, operación y mantenimiento, interiores comerciales y envolvente y núcleo.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Uso Internacional.</li> <li>• Enfoque a materiales y energía.</li> <li>• Beneficios operacionales y de mantenimiento.</li> <li>• Mitigación de cambio climático como enfoque.</li> </ul>
HQE		Haute Qualité Environnementale: Fue desarrollado por la Asociación HQE que se centra en la investigación y el desarrollo, así como en las actividades de promoción.	Mide: Energía, Medio Ambiente, Salud y Confort. Estas cuatro categorías principales estructuran un conjunto total de 14 metas específicas.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Flexibilidad.</li> <li>• El individuo es el centro del proceso.</li> <li>• Contextualización del proyecto al entorno.</li> </ul>
BREEAM		Building Research Establishment Environmental Assessment Methodology: Fue creado en 1990 por el Building Research Establishment (BRE) del Reino Unido, fue el primer sello de certificación desarrollado después del Protocolo de Kyoto.	Mide la sostenibilidad de distintos tipos de edificaciones, nuevas y existentes y se enfoca en los impactos de las edificaciones en su entorno.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Flexibilidad.</li> <li>• El individuo es el centro del proceso.</li> <li>• Contextualización del proyecto al entorno.</li> </ul>

EDGE		<p>Excellence in Design for Great Efficiencies: Es una innovación de IFC, un software de uso gratuito que ayuda a diseñar edificios verdes en más de 100 países.</p>	<p>Calcula los ahorros durante el uso del edificio así como la reducción de las emisiones de carbono.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Flexibilidad.</li> <li>• El individuo es el centro del proceso.</li> <li>• Contextualización del proyecto al entorno.</li> </ul>
REFERENCIAL CASA COLOMBIA		<p>“Para el Diseño y Construcción de Soluciones Habitacionales Sostenibles” es una iniciativa del Consejo Colombiano de Construcción Sostenible (CCCS)</p>	<p>Brindar a la industria de la construcción colombiana una herramienta que facilite la construcción sostenible de viviendas, en el marco de una metodología transparente y ágil, en alineación con las políticas nacionales de crecimiento verde.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Flexibilidad.</li> <li>• El individuo es el centro del proceso.</li> <li>• Contextualización del proyecto al entorno.</li> </ul>

Fuente: Autoría Propia. Tomado de (Consejo Colombiano de Construcción Sostenible, 2016)

EDIFICIOS

Edificaciones que se autoabastecen de energía y agua, además de ser amigables con el

Tecnologías

Energías

Aprovechamiento de aguas pluviales

Techos y fachadas verdes

Utilizan los recursos naturales

Usos

Beneficios

como

- Cisterna de inodoro
- Lavadora
- Riego de jardines

Energía solar

Energía eólica

Energía cinética

Uso de la energía emitida por el sol

Aprovechamiento del movimiento

Energía obtenida del viento

Producen oxígeno y reducen el CO2

Filtran las partículas de polvo y suciedad del

Reduce el sonido exterior

Reduce el recalentamiento de los techos y reduce los

Reduce el recalentamiento de los techos y reduce los

Producen un efecto como aislamiento

*Fuente: Autoría propia*

### **Metodología**

Considerando que el objeto del trabajo es de tipo descriptivo, se realizará una investigación sobre todo lo relacionado con las edificaciones sostenibles, las tecnologías que éstas tienen implementadas, los beneficios para el medio ambiente de la colocación de techos y fachadas verdes en viviendas VIS y VIP así como su factibilidad de implementación en localidad de Kennedy de la ciudad de Bogotá D.C. Realizando una búsqueda en páginas web como son scopus, Science Direct, Research Gate entre otros. Utilizando las palabras claves de búsqueda edificaciones sostenibles, energías renovables, recolección de aguas pluviales, fachadas verdes y su importancia en los Objetivos de Desarrollo Sostenible consolidando una base de referencias bibliográficas de más de 40 artículos que permitirán desarrollar el objetivo de este trabajo. Así mismo se cuenta con el conocimiento de los lineamientos y normatividad expedida por el gobierno nacional y distrital como lo son el Plan Nacional de Desarrollo, el Plan de Ordenamiento Territorial, el CONPES de la localidad de Kennedy, IDECA Bogotá, entre otros. Los cuales permitirán fundamentar el presente trabajo

## Estado del Arte

Actualmente la ciudad de Bogotá está teniendo un crecimiento demográfico demasiado acelerado (Rodríguez, 2019) puesto que las personas emigran a la ciudad por distintos motivos, ya sean de trabajo, estudio o una mejor calidad de vida (Polo, 2015), debido a esto se están creando barrios de invasión los cuales generan un impacto geológico y ambiental irreversible (Ardila, 2011). Para evitar que esto suceda el gobierno nacional está creando subsidios para que las familias de menores recursos puedan acceder a una vivienda tipo VIS o VIP en suelo urbanizable.

La construcción de estas viviendas ayuda a contrarrestar un poco el crecimiento de barrios ilegales que afectan tanto las zonas protegidas como la imagen de la ciudad, pero no mitigan el impacto ambiental que genera la sobrepoblación, la cual trae consigo muchos factores negativos tales como son el consumismo (que provoca que las empresas en su afán de cumplir con la demanda exigida no tengan un adecuado tratamiento de sus residuos como son la contaminación atmosférica, entre otros), los innumerables desechos sólidos que día a día son arrojados a las calles o afluentes contaminando dichos cuerpos de agua, la gran demanda del recurso sanitario básico también es un factor indispensable en una urbe como la ciudad de Bogotá, la deficiencia energética igualmente es un factor a tener en cuenta para esta crisis que estamos viviendo, porque con el paso del tiempo no se va a poder cumplir una demanda tan grande, por tal razón terminaremos por explotar los pocos recursos que ya quedan de nuestro planeta. Pero esto no solo se ve en la capital del país, esto es un problema que incluye al mundo entero y se ve afectado principalmente en las grandes ciudades donde día a día llegan migrantes de los países menos favorecidos a buscar una mejor calidad de vida.

El sector construcción representa un gran porcentaje de consumo de energía, además de ser



uno de los que más contribuyen en el cambio climático, con el 40% de las emisiones de carbono en el mundo, además utilizan casi el 16% de agua dulce del planeta. Por consiguiente, los edificios generan un impacto negativo en el medio ambiente durante todo su ciclo de vida útil. (Passoni, Marini, Andrea Belleri, & Menna, 2020) Lo más importante para la construcción de un edificio sostenible es la selección de los materiales y su diseño, para la selección de materiales hay que tener muy en cuenta los parámetros que inciden en la selección de los mismos, ya que de estos dependen la sostenibilidad ambiental, social y económica (Gamal Sahlol, Elbeltagi, Elzoughiby, & Abd Elrahman, 2020). Además, un edificio con un buen proceso de diseño que implemente tecnologías eficientes, genera ganancia de eficiencia energética como lo dice el artículo Sustainable Building Design en el que se estudió el comportamiento térmico y luminosos de un proyecto de edificios en Chennai, India (Ssk, 2020).

Es por esto que en los últimos años ha venido en auge el tema de los edificios sostenibles, ya que estas construcciones pueden llegar a mitigar un poco la crisis ambiental por la que atravesamos actualmente debido a que cuentan con tecnologías renovables, captación de aguas pluviales (pueden llegar a tener varios usos luego de ser tratada), además algunos edificios pueden llegar a implementar techos o fachadas verdes que no solo sirven para darle una buena apariencia al edificio, sino que funcionan como un receptor de CO<sub>2</sub> mitigando un poco la polución generada por el material particulado, entre otros. Es importante optar por un marco de sostenibilidad, donde se puedan considerar los criterios dados por el estudio del Marco de evaluación de la sostenibilidad social para la gestión de la construcción sostenible en edificios residenciales realizado por (Fatourehchi & Zarghami, 2020)

El primer edificio de gran altura sustentable en la historia se construyó en 1997 bautizado Torre Commerzbank perteneciente a la institución bancaria que lleva el mismo nombre y se

encuentra ubicado en la ciudad de Frankfurt, Alemania. Desde su construcción se minimizó el consumo de agua y energía, además de contar con nueve (9) jardines naturales que logran ventilar de manera natural las oficinas (Amarilo, 2019), desde entonces se han venido creando e implementando distintos edificios sostenibles alrededor del mundo hasta llegar a Colombia, cuya primer edificación certificada fue la planta de Alpina en Sopó Cundinamarca, la cual inicio su planeación en el año 2007 (La Nota Economica, 2018) (Vélez, 2015). En Bogotá encontramos varios edificios sostenibles certificados, ubicados en el norte de la ciudad. Sin embargo, la ciudad no cuenta con estas edificaciones sostenibles en el sur.

En Colombia se llevó a cabo un estudio de un prototipo de edificio para la ciudad de Barranquilla donde se evaluaron estrategias de eficiencia energética y de agua, logrando como resultado (en comparación con una escuela local) que el ahorro de energía era de hasta el 93%, y el ahorro de agua llegaba hasta el 86%, obteniendo un ahorro económico de 144,5 millones de pesos en un periodo de recuperación de 7,4 años. Este estudio afronto los tres pilares de desarrollo sostenible (social, ambiental y económico) ( Fonseca, Jayathissa , & Schlueter, 2015).

Una edificación sostenible es aquella cuyo objetivo principal es disminuir al máximo el impacto ambiental desde su construcción hasta el momento de la demolición y el reciclaje de los materiales allí utilizados, estas edificaciones tienen implementadas distintas tecnologías basadas en el consumo racional de energía y agua, además de contribuir con la disminución del CO<sub>2</sub> en la atmosfera. Tenemos algunas alternativas que van a ser explicadas a continuación, las cuales son: aislamiento térmico, optimizar el uso de energía, energías renovables que no generen emisiones contaminantes, aprovechamiento al máximo de la luz solar, materiales reciclables o respetuosos con el medio ambiente, cuidado de la estética, reutilización de aguas pluviales, techos o jardines verdes.

➤ Aislamiento térmico y eficiencia energética

Cuando se habla de aislamiento térmico también se tiene que tomar en cuenta la eficiencia energética, la eficiencia energética de una vivienda es la capacidad de esta para aislar el ambiente exterior del interior, es decir, mantener una temperatura fresca en época de verano o por el contrario una temperatura cálida en época de invierno (Mazzaferro , Machado , Melo, & Lamberts, 2020). Este factor se ve perjudicado por dos elementos principales, la eficiencia energética de las ventanas y el aislamiento térmico de la envolvente, que son las paredes que se encuentran en la parte externa del edificio.

La eficiencia energética vio sus inicios en la década de 1970 en la agenda de la política energética de la Unión Europea y cambio las prioridades y políticas climáticas y energéticas no solo de la Unión Europea, sino a nivel global, en el documento Review of 50 years of EU energy efficiency policies for buildings se hace una verificación de como las normas y reglas impuestas para implementar y mejorar la eficiencia energética de las edificaciones ha contribuido en gran manera a afrontar el cambio climático por el que está atravesando la humanidad en las últimas décadas (Economidou, y otros, 2020).



*Figura 1 claves para una rehabilitación energética eficaz (Asociación de Ciencias Ambientales; , s.f.)*

La mejora del aislamiento térmico trae consigo algunas ventajas para las viviendas como lo son: reducción de pérdidas de calor o frío en las viviendas de acuerdo con el clima por el que este atravesando el área de influencia, prevenir la creación de condensaciones, moho y humedades, reduce el ruido procedente del exterior, aumenta el valor de la vivienda al mejorar la calidad energética, teniendo en cuenta de utilizar los materiales apropiados para lograr dicho objetivo (Asdrubali, D'Alessandro, & Schiavoni, 2015) El aislamiento térmico puede ser aplicado en diferentes zonas de la vivienda como las fachadas, las cubiertas, las ventanas, los suelos y techos. (Liu, Wu, Zhang, Yang, & He, 2020)



*Figura 2 Aislamiento en diferentes partes de la vivienda (Asociación de Ciencias Ambientales;, s.f.)*

Puesto que los requisitos técnicos que impulsan a que las edificaciones tengan unas condiciones mínimas de eficiencia energética son muy modernos, la mayoría de viviendas en Colombia carecen de estos sistemas. Sin embargo, el plan de acción indicativo de eficiencia energética 2017 – 2022 del ministerio de minas y energía habla de la implementación del proyecto “Distritos Térmicos en Colombia” en cooperación con el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (MADS), la Agencia de Cooperación Económica de Suiza (SECO), la Agencia Presidencial de Cooperación Internacional de Colombia (APC) y las Empresas Públicas de Medellín (EPM).

Esta iniciativa tiene como objeto la implementación de distritos térmicos, DT, para mejorar la eficiencia energética de los edificios y sustituir sistemas de enfriamiento que funcionen con sustancias agotadoras de ozono y sustancias de alto impacto ambiental. El proyecto tiene dos componentes: el primero, es la implementación de un piloto de distrito térmico en la ciudad de Medellín, para entender los sistemas de aire acondicionado de las

entidades públicas ubicadas en el sector de Alpujarra (la gobernación y la Asamblea de Antioquia, la Alcaldía y el Concejo de Medellín, la Dian y la nueva sede de Tigo-Une) Con una reducción estimada de consumo de energía superior al 25% con respecto a la situación previa al proyecto, potencial cercano a lo que indican los referentes internacionales.

El segundo componente es la promoción de nuevos distritos térmicos en 5 ciudades del país Bogotá, Medellín, Cali, Bucaramanga y Cartagena, Donde se están identificando y caracterizando zonas potenciales para la conceptualización de un distrito térmico por ciudad. (Unidad de Planeación Minero energético, 2016)

Además, el ministerio de Vivienda, ciudad y Territorio por medio de la resolución número 0549 del 10 de julio del 2015 reglamenta los porcentajes mínimos y medidas de ahorro de energía y agua que deben alcanzar las nuevas edificaciones y adoptar la guía de construcción sostenible para el ahorro de agua y energía en edificaciones, la cual es el documento que se adopta mediante la resolución y contiene la propuesta de la implementación de medidas activas y pasivas para alcanzar con el cumplimiento de los porcentajes de ahorro de energía y agua mínimos establecidos en la norma. Los porcentajes mínimos de ahorro de agua y energía exigidos están establecidos en el artículo 5 de esta norma en la tabla a continuación expuesta, para las viviendas tipo VIS y VIP estos porcentajes descritos en la tabla son indicativos y el constructor decide si opta por los mismos o no.

*Tabla 2 Porcentaje de ahorro que deberán cumplirse durante el segundo año de vigencia de la presente resolución y en adelante.*

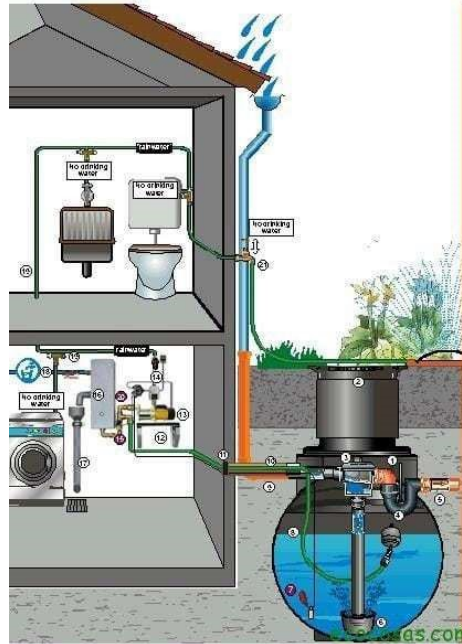
<b>TABLA No. 2</b>				
<b>Energía</b>	<b>Año 2</b>			
<b>Con respecto a la línea base</b>	<b>Frío</b>	<b>Templado</b>	<b>Cálido seco</b>	<b>Cálido húmedo</b>
Hoteles	20	35	25	45
Hospitales	35	25	35	30
Oficinas	30	30	40	30
Centros comerciales	25	40	35	30
Educativos	45	40	40	35
Vivienda NO VIS	25	25	25	45
Vivienda VIS	20	15	20	20
Vivienda VIP	15	15	20	15
<b>Agua</b>	<b>Año 2</b>			
<b>Con respecto a la línea base</b>	<b>Frío</b>	<b>Templado</b>	<b>Cálido seco</b>	<b>Cálido húmedo</b>
Hoteles	25	10	35	45
Hospitales	10	40	10	40
Oficinas	30	35	45	20
Centros comerciales	25	15	45	20
Educativos	45	40	40	40
Vivienda NO VIS	25	25	20	20
Vivienda VIS	10	15	10	15
Vivienda VIP	10	15	10	15

Fuente: Resolución 0549 del 10 de julio de 2015

➤ Reutilización de aguas pluviales

Desde nuestros antepasados la humanidad se ha caracterizado por recolectar el agua lluvia para ser reutilizada en diferentes actividades utilizando variedad de métodos los cuales se han venido acabando con el progreso de los sistemas de distribución de agua entubada. En la

actualidad con el gran reto que supone la sobrepoblación, estas prácticas se están volviendo a tomar en cuenta para mitigar un poco la acelerada escasez de los recursos hídricos e intentar prolongar las reservas de agua. (Khan, Kumar, & Yousuf, 2019)



*Figura 3 Ejemplo de reutilización de aguas pluviales (rePlanet, 2020)*

## CAPTACION DE AGUA EN EL MUNDO

A causa del crecimiento acelerado que están viendo las principales ciudades del mundo y varias zonas que por uno u otro motivo no tienen acceso a los servicios básicos, se está tomando en cuenta el aprovechamiento del agua como una solución. Captar el agua lluvia permite tener liquido de calidad para ser empleado en diferentes actividades como limpieza, sanitarios, riego, en caso de incendios y recargar las reservas subterráneas (Lestari, Pranoto, & Makarim, 2020) (Souza & Ghisi, 2012). También al detener y retener el escurrimiento pluvial, se evita que se saturen drenajes y que aumenten el flujo de agua en zonas urbanas, mitigando los efectos de inundaciones.



En Asia se está teniendo crecimiento significativo en cuanto a la recolección de aguas lluvias en los países como Japón, Corea del Sur, India, China (en Jiangsu se desarrolló un análisis de reutilización de agua lluvia en un área residencial (Shucong, Xun, Xu, & Zhou, 2015)) y Vietnam ( donde se implementó un sistema de recolección de agua lluvia para convertirla en potable en la universidad de Ton Duc Thang (Thuy Bui, Canh Nguyen, Han, Kim, & Park, 2020) )impulsando e incrementando el aprovechamiento de este recurso para edificios públicos como aeropuertos y oficinas. (Mao, y otros, 2020)

En Australia la captación de agua de lluvia se aplica principalmente para abastecer de agua a la ganadería y al consumo doméstico. Además, el agua de lluvia se ha utilizado desde hace mucho tiempo como recurso de agua potable en el sur de Australia. Asimismo, es común utilizar agua de lluvia en los “sistemas de agua caliente” para la higiene personal. (Thuy Bui, Canh Nguyen, Han, Kim, & Park, 2020)

En África la utilización del agua de lluvia es una opción para un suministro de agua descentralizado o un complemento de la infraestructura de agua existente. También ha realizado campañas para recuperar tradiciones de captación de agua de lluvia para abastecer a comunidades rurales en países como Kenia o Zimbawe.

#### En Europa

Debido al extenso desarrollo del mercado y alrededor de 80,000 plantas producidas anualmente, Alemania es como antes el país líder en Europa que juega un papel importante en el desarrollo del servicio y la utilización del agua de lluvia. También se encuentran desarrollos en el campo en Austria, Suiza, Bélgica y Dinamarca. La popularidad de la utilización del agua de lluvia depende del precio del agua. Cuanto

mayor sea el precio, mejor será la amortización de la planta. Dinamarca (1,84 euros / m<sup>3</sup>) y Alemania (1,73 euros / m<sup>3</sup>) tienen los costos más altos y según el National Consulting Group NUS, son líderes mundiales. ( W. König & Sperfeld, 2010)

En América cada vez es más común la utilización de sistemas de captación de agua de lluvia como solución a los problemas de suministro que están teniendo las grandes ciudades, las comunidades agrícolas que viven en lugares distantes y las regiones más áridas. En Brasil se llevó a cabo un estudio en dos edificios de la Universidad Federal de Pará sobre un sistema de recolección de aguas lluvias allí implementado, llegando a la deducción que los edificios que tienen áreas de cobertura pequeña, pueden implementar estos sistemas siempre y cuando la demanda de agua sea baja y las condiciones meteorológicas sean las óptimas (Campos Cardoso, Cavalcante Blanco, & Duarte, 2020)

## MATERIALES PARA LA CONSTRUCCIÓN

Para elegir los materiales de construcción de los sistemas de captación de aguas pluviales es necesario elegirlos de manera que no filtren toxinas en el agua bajo condiciones normales o de lluvia ácida. Entre más ácida sea la lluvia, es más probable que tenga un problema con los productos químicos que se filtran de los materiales que toca el agua.

- Techos

El tipo más común de material para techos que se utiliza para la captación de agua es el metal galvanizado que ha sido pintado o esmaltado con una pintura no tóxica. Otros materiales que se pueden utilizar son hormigón, baldosas de terracota, pizarra, policarbonato y fibra de vidrio. Cuando el techo es nuevo, es recomendable desviar las primeras lluvias lejos del sistema de captación, Las primeras lluvias ayudarán a eliminar el polvo y los escombros. La pintura nueva,

especialmente la pintura acrílica, podría filtrar sustancias como detergente en el tanque que podrían hacer que el agua forme espuma. Antes de conectar el tanque, se recomienda recoger un poco de escorrentía en un frasco y verifique si la espuma se ha detenido. (Robotham, Evensen, & Cox, 2015)

- Canaletas

Al igual que los techos, estas deben estar hechas de con materiales inertes como nos cuenta el artículo denominado Rainwater Catchment Systems for Hawaii “La mayoría de las canaletas instaladas comercialmente en Hawái están hechas de aluminio sin costura. Además, varias tiendas venden canaletas de PVC o plástico. Al igual que los techos, los materiales de las canaletas deben ser lo más inertes posible. El cobre, por ejemplo, no es una buena opción para una canaleta.” (Robotham, Evensen, & Cox, 2015). Para instalar las canaletas no se pueden permitir áreas que causen reflujos o charcos debido a que estos pueden servir para la incubación de mosquitos, atraer otro tipo de animales o incluso hojas, lo que hace que el agua coja sabor, color e incluso olor que puedan arruinar el agua.

- Pantallas o mallas

Es un sistema que va instalado sobre las canaletas y evita que pasen los desechos como las hojas u otro objeto grande, estas pantallas deben recibir un adecuado mantenimiento para eliminar cualquier acumulación de desechos que impida que el agua pase a la canaleta, el mismo artículo Rainwater Catchment Systems for Hawaii recomienda “Se ha sugerido que las pantallas se coloquen en ángulo para que las hojas y otras cosas atrapadas en las pantallas se deslicen. Sin embargo, la mayoría de los sistemas de canalones tienen bordes exteriores que son demasiado

altos para adaptarse a tal ángulo.” (Robotham, Evensen, & Cox, 2015). Existen distintos tipos de pantallas o mallas para canaletas; algunos se arquean sobre las canaletas, lo que permite un mayor acceso al agua cuando las hojas quedan atrapadas en los lados, pero estos tipos aún deben limpiarse regularmente. Algunas personas utilizan medias hasta la rodilla como filtros de partículas grandes; los amarran al final del bajante justo antes de que el agua entre en el tanque. Esto atrapa muchos escombros y, si bien no es costoso, la media debe revisarse y cambiarse regularmente. Lo más recomendable es encontrar una manera de sujetar la media de forma segura de modo que cuando los calcetines se llenan de escombros o se someten a mucha presión de agua estos no pueden salirse de la tubería y terminen en el fondo del tanque. Es una manera eficaz para recolectar desechos o escombros, la desventaja de es que cualquier contaminante que esté en las hojas o palos aún se lava en el tanque.

Combinar una malla de hojas y un desviador de primera descarga es una práctica recomendada, porque la malla elimina los desechos más grandes antes de que tengan la oportunidad de entrar en el tanque y descomponerse, y el desviador elimina la cantidad concentrada de microorganismos que se lava de la superficie de captación a medida que comienzan las lluvias. (Robotham, Evensen, & Cox, 2015)

#### Beneficios de la captación de agua lluvia

Algunos beneficios o ventajas que tiene la captación de aguas lluvias son:

- Sistema ideal para para comunidades dispersas y alejadas, o para aquellas zonas donde el suministro de agua es escaso o no es constante ni confiable.
- En muchos proyectos no requiere energía para el funcionamiento del sistema.
- Se reducen los costos del agua potable que proviene de la red pública.

- Tiene diferentes usos como el riego de jardines, lavado de exteriores, sanitarios, en caso de incendios, reducción de la escorrentía, recarga de reservas de aguas subterráneas entre otros.
- “El sistema es sostenible y amigable con el medio ambiente, puesto que conserva el suelo, el agua, no contamina el medio ambiente y tiene una producción rentable, en especial en la actualidad, donde el recurso agua es cada vez más cuidado y por ende costoso.” (REYES & RUBIO , 2014)

Algunas desventajas que tiene el sistema de captación de aguas pluviales son:

- La cantidad de agua recogida depende de la ubicación geográfica de la zona del proyecto y del área de captación.
- En proyectos donde el agua vaya a ser utilizada para riego, lavado o uso en las cisternas se deben independizar las redes de tubería de aquellas que son para el consumo humano.
- El costo de implementación inicial puede impedir que los inversionistas deseen realizar el proyecto.
- En edificaciones con un área de cubierta pequeña puede no ser rentable puesto que los volúmenes de captación son menores con respecto a los volúmenes aprovechables para su utilización. (Takagi , Otaki , & Otaki, 2018)

En cuanto a normas jurídicas y de legislación en Colombia se tienen varias leyes y decretos que regulan el uso del agua como bien público y servicio público. La ley 373 de 1997 por la cual se establece el programa para el uso eficiente y ahorro de energía dice que todo plan ambiental regional y municipal incorporar obligatoriamente un programa para el uso eficiente y ahorro del

agua. Las Corporaciones Autónomas Regionales y demás autoridades ambientales serán las encargadas de aprobar la implementación de dichos programas.

El artículo 2 encontramos el contenido que deben tener los ya mencionados programas para el uso eficiente y ahorro del agua

“ARTICULO 2o. CONTENIDO DEL PROGRAMA DE USO EFICIENTE Y AHORRO DEL AGUA. El programa de uso eficiente y ahorro de agua, será quinquenal y deberá estar basado en el diagnóstico de la oferta hídrica de las fuentes de abastecimiento y la demanda de agua, y contener las metas anuales de reducción de pérdidas, las campañas educativas a la comunidad, la utilización de aguas superficiales, lluvias y subterráneas, los incentivos y otros aspectos que definan las Corporaciones Autónomas Regionales y demás autoridades ambientales, las entidades prestadoras de los servicios de acueducto y alcantarillado, las que manejen proyectos de riego y drenaje, las hidroeléctricas y demás usuarios del recurso, que se consideren convenientes para el cumplimiento del programa.”

Aunque es muy poco lo que se sabe acerca de los incentivos allí mencionados por el uso adecuado del recurso hídrico. El artículo 5 de la misma ley menciona la reutilización del agua, ya sea lluvia, superficial o subterránea de la siguiente forma:

“ARTICULO 5o. REUSO OBLIGATORIO DEL AGUA. Las aguas utilizadas, sean éstas de origen superficial, subterráneo o lluvias, en cualquier actividad que genere afluentes líquidos, deberán ser reutilizadas en actividades primarias y secundarias cuando el proceso técnico y económico así lo ameriten y aconsejen según el análisis socioeconómico y las normas de calidad ambiental. El Ministerio del Medio Ambiente y

el Ministerio de Desarrollo Económico reglamentarán en un plazo máximo de (6) seis meses, contados a partir de la vigencia de la presente ley, los casos y los tipos de proyectos en los que se deberá reutilizar el agua.”

Sin embargo, en las consultas que se llevaron a cabo no se encontraron los casos de los cuales hace referencia la norma.

“ARTICULO 9o. DE LOS NUEVOS PROYECTOS. Las entidades públicas encargadas de otorgar licencias o permisos para adelantar cualquier clase de proyecto que consuma agua deberán exigir que se incluya en el estudio de fuentes de abastecimiento, la oferta de aguas lluvias y que se implante su uso si es técnica y económicamente viable.”

Lo anterior en parte es aplicado a proyectos de gran escala que requieren licencia ambiental, sin embargo, para proyectos como edificaciones es poco lo que se ha logrado por parte de las entidades públicas encargadas de los licenciamientos de estos proyectos. Por consiguiente, queda decir que el marco regulatorio en lo que hace referencia al aprovechamiento del agua es muy escaso y se debería trabajar más en normas que estimulen el uso de sistemas que reduzcan la reutilización y racionalización del agua.

➤ Techos y Fachadas verdes

Las construcciones verdes son de gran ayuda para el medio ambiente, al tomar en cuenta los problemas ambientales desde el inicio del diseño de una edificación es más fácil saber qué tipo de construcción verde se puede emplear. La construcción ecológica se refiere a tener una mejor administración de los recursos ambientales desde el proceso de diseño y construcción (Bashford & Robson, 1995).

Las fachadas o muros verdes son sistemas de capas de vegetación en la envolvente de la

estructura, se pueden clasificar de dos tipos, fachadas verdes y muros vivos. Las fachadas verdes son generalmente constituidas por plantas trepadoras que cubren totalmente la superficie de la pared. Estas pueden ser instaladas directamente en la pared (fachadas verdes directas) o sobre una estructura (fachadas verdes indirectas). Los muros vivos son una alternativa reciente que suelen estar compuestos por un elemento de soporte, plantas y un sistema de riego. Los elementos de soporte pueden ser pantallas a las que se le colocan las plantas individualmente o paneles modulares pre-cultivados que ya traen el sistema de riego junto con las plantas incluidas.

El uso de paredes vivas está siendo una práctica muy utilizada para mejorar el aislamiento térmico funcionando como una barrera de protección solar que reduce el calentamiento de la superficie exterior del edificio durante el día y funcionan como una barrera térmica durante la noche, además de reducir las emisiones de CO<sub>2</sub> en la atmosfera. ( Pérez, Coma, & Cabeza, 2014) (Coma, Perez, Sole, Castell, & Cabeza, 2016)

Las plantas producen un efecto de enfriamiento al captar la radiación solar, debido a esto reflejan y utilizan dicha radiación para actividades biológicas como la evapotranspiración, la fotosíntesis y su almacenamiento a través del sistema linfático. (Convertino, Vox, & Schettini , 2018)

Durante el invierno, las paredes verdes juegan un papel importante en la reducción de la demanda de energía para calefacción por su capacidad para disminuir la velocidad del viento y controlar las pérdidas de calor. En el artículo Energy balance in green facades el beneficio de las paredes verdes a lo largo de la época de frío esta dado principalmente por el clima de la región donde se implementan. (Convertino, Vox, & Schettini , 2018) ( Coma, Pérez, Castell, Solé, & Cabeza, 2014)



Para conocer como las fachadas verdes pueden controlar el microclima para ahorro de energía de un edificio se construyeron 3 muros en la universidad de Bari Italia. El primero lo cubrieron con Pandorea jasminoides, el segundo con Rhyncospermum jasminoides y el tercer muro se mantuvo descubierta como control. Luego del estudio de las 3 superficies llegaron a la deducción que durante los periodos cálidos los muros verdes tienen una disminución de temperatura de la luz diurna hasta 9 ° C en comparación con el muro que no fue cubierto de plantas. Además, durante los períodos de frío, los muros verdes mantuvieron las temperaturas nocturnas de la superficie externa hasta aproximadamente 6 ° C por encima de la temperatura del muro que no tenía plantas. ( Vox, y otros, 2016)

El artículo de Christine Magar (Magar, 2010) nos habla de 7 principio para alcanzar la conectividad en el diseño y la construcción que se componen por:

Los siguientes siete principios se centran en las importantes relaciones entre la construcción, las personas y la naturaleza. Aunque son un proceso, se pueden considerar individualmente, teniendo en cuenta que la interconectividad es el eje en el que se basan todos los demás principios. Los siete principios se cumplen mediante la asociación con la comunidad y el entorno natural "

1. Independencia arquitectónica. Los edificios son independientes de sus sistemas. Esto se mide por la comodidad de los ocupantes cuando los servicios públicos están apagados.

2. Forma de construcción. La forma del edificio mejora y amplifica su rendimiento. Medido por el grado de comodidad humana y el uso óptimo de energía, agua y materiales.

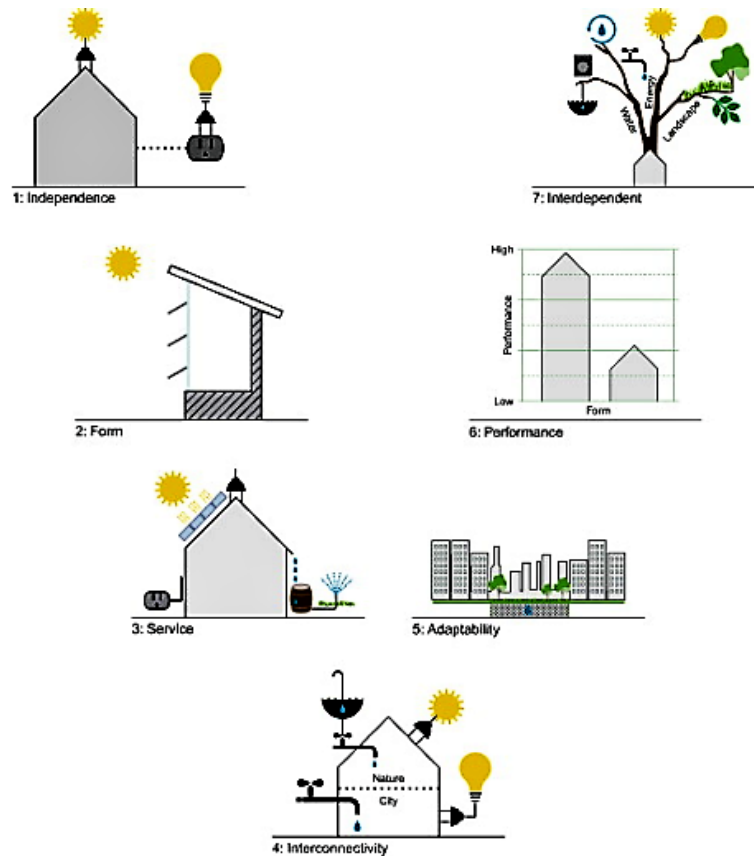
3. Servicio de construcción. El edificio está al servicio de los sistemas naturales. Esto se mide por la salud del medio ambiente natural.

4. Construyendo interconectividad local. Un edificio está conectado a los servicios públicos de la comunidad, pero en una crisis, puede desconectarse y seguir funcionando. Medido por la funcionalidad del edificio y la comunidad en crisis.

5. Construir adaptabilidad es construir para el futuro. Los sistemas arquitectónicos (no energéticos) del edificio se adaptan a los cambios climáticos. Las constantes climáticas están determinadas por la geografía, como el acceso solar, los huracanes y los terremotos. Las variables climáticas incluyen días solares, pulgadas de lluvia, días de viento y autonomía de la luz del día. El entorno construido se diseña utilizando constantes climáticas que pueden absorber el impacto de sus variables. Esto se mide mediante la construcción de longevidad y reutilización.

6. Rendimiento de construcción. La forma sigue el desempeño del edificio. La aspiración del edificio verde es un edificio pasivo-regenerativo. Esto se mide por el grado de uso neto positivo de los recursos naturales, calculado en BTU, galones y toneladas.

7. Interdependencia natural y comunitaria. La arquitectura del edificio está indisolublemente integrada con su entorno natural. El límite entre el interior y el exterior es innegablemente difuso y se mide por el uso mínimo de recursos. (Magar, 2010)



*Figura 4 Los 7 principios para lograr la estabilidad en el diseño y la construcción (Magar, 2010)*

La industria de la construcción cada día se empeña más en diseñar edificios que sean amigables con el medio ambiente y al mismo tiempo que su costo sea bajo, sin embargo, para poder apreciar un análisis de sostenibilidad se tiene que esperar hasta que se culmine la etapa de diseño, cuando ya se han seleccionado todos los materiales y elementos para su construcción. Se expone una metodología para mecanizar la evaluación de sostenibilidad de los edificios integrando el modelo BIM (Building Information Modeling por sus siglas en inglés) con el sistema de certificación LEED en un conjunto en el cual se va a medir los créditos que el edificio podría obtener en la etapa conceptual (Jalaei, Jalaei, & Mohammadi, 2020).

En Colombia se encuentra el jardín vertical más grande del mundo, ubicado el barrio Rosales de la localidad de Chapinero, se trata del edificio Santalaia que cuenta con 3100 metros cuadrados de áreas verdes en las que se integran 115.000 plantas endémicas de 10 especies y cinco familias diferentes, en las que se encuentran la Cheflera, la Tradescantia verde, la Vinca verde, Vinca variegada, el Hebe, y la Aptenia. Pero no solo son plantas colgadas, los encargados Ignacio Solano y la compañía Groncol tomaron en cuenta la estética para darle una forma uniforme a la instauración de las plantas. Este edificio tiene 42 estaciones de riego que se alimentan del agua lluvia recolectada y posteriormente modificada para mojar cada una de las especies de plantas. En la cuestión ambiental, el edificio es capaz de procesar unos 400 kg de polvo al año y hasta unos 780 kilos de materiales pesados, además, sus 115.000 plantas producen oxígeno anualmente para cerca de tres mil (3.000) personas y filtrar unas dos mil toneladas de gases contaminantes. (Paisajismo Digital, 2017)

#### VIVIENDAS DE INTERÉS SOCIAL VIS Y PRIORITARIO VIP

A lo largo de la historia las viviendas sociales han tenido varios proyectos, en América entre los años de 1911 y 1917 Frank Lloyd Wright crea para la firma Richards Company un sistema de viviendas llamado The American System-Built Houses. Frank propuso varias formas que pudieran reducir el tiempo de construcción y los costos de trabajo. En los años 30 le fue solicitada una vivienda que no sobrepasara los 5000 dólares. Este tipo de vivienda representaba para él la posibilidad de que las personas con menos recursos económicos pudieran acceder a una vivienda; este experimento económico y social se tradujo a las casas usonianas de los años 30 y 40. (Sarmiento, 2017)

En Europa la industria de la vivienda social fue muy diferente Le Corbusier patentó en 1914 un entramado estructural de losas y pilares que bautizó Maison Dom-ino. Luego desarrollo

varios proyectos residenciales como el conjunto habitacional de Pessac en Burdeos hasta múltiples proyectos de casa en serie como el Maison de L'Homme en Zurich (1967), el Pabellón Suizo en la Ciudad Universitaria de París (1931), y la Unité d'Habitation de mediados de los años 50, en los cuales se reunían la vida doméstica con el trabajo, el comercio o el ocio y la educación. (Sarmiento, 2017)

Las viviendas sociales construidas en el siglo XX estaban ideadas principalmente para ser fabricadas a gran escala, con esto se hizo énfasis en construir tantas unidades de viviendas como fuera posible sin tener en cuenta la calidad de la vivienda y las necesidades de los inquilinos. De acuerdo con lo anterior, estas viviendas estaban ubicadas en lugares aislados del área urbana de la ciudad, provocando una segregación social que generaba numerosos problemas en estas zonas residenciales dando resultados negativos, a causa de esto, las viviendas fueron quedando deshabitadas debido a que sus inquilinos no pudieron resolver sus problemas básicos de vivienda.

Algunos factores que influyen en la decisión de ubicación de las viviendas sociales son: la posición del complejo de las viviendas en el núcleo urbano, las instalaciones de apoyo dentro del área residencial, los espacios comunes destinados a ser utilizados por inquilinos de los conjuntos de viviendas sociales y la heterogeneidad del complejo de viviendas sociales y su entorno ambiental más amplio (Petković-Grozdanić, Stoiljković, & Shubenkov, 2016).

Los sistemas constructivos de las viviendas de sociales juegan un papel importante para que el costo de construcción se bajó y al mismo tiempo la vivienda brinde bienestar térmico, más tomando en cuenta que en los países en desarrollo no se toma muy en cuenta estos lineamientos al momento de la construcción de viviendas sociales, es por eso que en el artículo "Constructive systems for social housing deployment in developing countries: A case study using dynamic life

cycle carbon assessment and cost analysis in Brazil” se realizó un estudio en el cual se evaluó la implementación de dos sistemas constructivos (una casa con mampostería de bloque cerámico estructural convencional y una casa con paneles de hormigón armado prefabricado) en varias ciudades de Brasil, llegando a la conclusión que los paneles de hormigón armado son peores que la mampostería convencional en el ámbito de consumo de energía y gases de efecto invernadero. Aunque el costo de producción de los paneles prefabricados es más bajo, los costos operativos ascienden a un costo total más alto en comparación con la mampostería convencional (González Maecha, y otros, 2020). Por tal motivo es que las viviendas sociales es mejor realizarlas con mampostería estructural convencional que además permite construir edificios de gran altura.

En Colombia, debido al conflicto armado interno por el que está atravesando el país, más de seis (6) millones de personas se han visto forzadas a salir de sus tierras y tener que migrar a la ciudad, lo que genera que estas personas se asienten en lugares de invasión y generen nuevos barrios, debido a esto el gobierno decidió lanzar un programa de viviendas social a gran escala para controlar un poco este déficit habitacional. En el artículo titulado “Should I stay or should I go: The role of Colombian free urban housing projects in IDP return to the countryside” se desarrolló un estudio basado en datos cualitativos empíricos para conocer si es bueno o no migrar a la ciudad y optar por uno de estos subsidios, llegando a la resolución que en gran parte es una buena idea el programa de brindarle casa a esta personas, pero a la vez esto permite que el campo cada día más se vaya quedando sin quien lo trabaje haciendo que en parte la economía del país no crezca como es debido (Sliwa & Wiig, 2016).

Las viviendas de interés social y prioritario son un programa público creado por el gobierno nacional para proveer de un techo digno a aquellas personas de recursos menos favorecidas, tiene un costo no mayor a 135 SMMLV. Estas se encuentran reguladas a través de la ley 1537 de 2012

por la cual se dictan normas tendientes a facilitar y promover el desarrollo urbano y el acceso a la vivienda y se dictan otras disposiciones.

ARTÍCULO 2°. LINEAMIENTOS PARA EL DESARROLLO DE LA POLÍTICA DE VIVIENDA. Para el cumplimiento del objeto de la presente ley, las entidades públicas del orden nacional y territorial deberán: a) Promover mecanismos para estimular la construcción de vivienda de interés social y vivienda de interés prioritario;

...

c) Establecer el otorgamiento de estímulos para la ejecución de proyectos de vivienda de interés social y vivienda de interés prioritario;

...

d) Aportar bienes y/o recursos a los patrimonios autónomos constituidos para el desarrollo de los proyectos de vivienda de interés social y vivienda de interés prioritario;

e) Adelantar las acciones necesarias para identificar y habilitar terrenos para el desarrollo de proyectos de vivienda de interés social y vivienda de interés prioritario;

...

g) Promover la construcción de vivienda que propenda por la dignidad humana, que busque salvaguardar los derechos fundamentales de los miembros del grupo familiar y en particular de los más vulnerables y que procure preservar los derechos de los niños, estimulando el diseño y ejecución de proyectos que preserven su intimidad, su privacidad y el libre y sano desarrollo de su personalidad.

h) Promover la construcción de vivienda de interés social y vivienda de interés

prioritario en el desarrollo de proyectos de renovación urbana.

Con la VIS el gobierno busca cerrar las brechas de desigualdad en materia de vivienda en Colombia. Por lo consignado en los párrafos anteriores, es una política pública de índole nacional que promueve y garantiza la vivienda digna a las personas que en las condiciones normales de la dinámica del mercado y la economía no tienen la posibilidad de obtener la propiedad de una vivienda.

Mi casa Ya es el programa del gobierno de Colombia para subsidiar a las familias de escasos recursos con la compra de vivienda urbana. Para acceder a este subsidio se debe cumplir con algunos requisitos como tener ingresos menores a 4 SMMLV, no ser dueño de algún inmueble, no haber salido beneficiado en cualquier otro subsidio de vivienda otorgado por el gobierno o por alguna entidad bancaria, además, de tener aprobada la carta de aprobación de leasing habitacional (Fondo Nacional del Ahorro, 2020).

### **Marco Legal**

En la siguiente tabla se acopia la normativa vigente en orden cronológico para las viviendas tipo VIS y VIP, así como las relacionadas con la construcción de sostenible en Colombia.

*Tabla 3 Normativa vigente con respecto a la construcción Sostenible y las viviendas VIS y VIP.*

NORMA	EMITIDA POR	OBJETO
-------	-------------	--------



CONSTITUCIÓN POLÍTICA DE COLOMBIA	Asamblea Constituyente de Colombia de 1991	ARTICULO 51. "Todos los colombianos tienen derecho a vivienda digna. El Estado fijará las condiciones necesarias para hacer efectivo este derecho y promoverá planes de vivienda de interés social, sistemas adecuados de financiación a largo plazo y formas asociativas de ejecución de estos programas de vivienda." ARTICULO 79. "Todas las personas tienen derecho a gozar de un ambiente sano."
LEY 23 DE 1973	Congreso de la República de Colombia	Código de Recursos Naturales y de Protección al Medio Ambiente
DECRETO 2811 DE 1974	Presidencia de la República	Por el cual se dicta el Código Nacional de Recursos Naturales Renovables y de Protección al Medio Ambiente.
DECRETO 1449 DE 1977	Presidente de la República de Colombia	Por el cual se reglamentan parcialmente el inciso 1 del numeral 5 del artículo 56 de la Ley 135 de 1961 y el Decreto Ley No. 2811 de 1974.
LEY 3 DE 1991	Congreso de la República de Colombia	Por la cual se crea el Sistema Nacional de Vivienda de Interés Social, se establece el subsidio familiar de vivienda, se reforma el Instituto de Crédito Territorial, ICT, y se dictan otras disposiciones.
LEY 99 DE 1993	Congreso de la República de Colombia	Por la cual se crea el Ministerio del Medio Ambiente, se reordena el Sector Público encargado de la gestión y conservación del medio ambiente y los recursos naturales renovables, se organiza el Sistema Nacional Ambiental, SINA y se dictan otras disposiciones.
ACUERDO 20 DE 1995	Concejo de Bogotá D.C.	Por el cual se adopta el Código de Construcción del Distrito Capital de Bogotá
LEY 373 DE 1997	Congreso de Colombia	Por la cual se establece el programa para el uso eficiente y ahorro del agua.
DECRETO 3102 DE 1997	Presidencia de la República de Colombia	Por el cual se reglamenta el artículo 15 de la Ley 373 de 1997 en relación con la instalación de equipos, sistemas e implementos de bajo consumo de agua.
LEY 2115 DE 2007	Ministerio del medio ambiente y desarrollo sostenible / Ministerio de Vivienda	Por la cual se señalan características, instrumentos básicos y frecuencias del sistema de control y vigilancia para la calidad del agua para consumo humano.
CONTRATO DE CONSULTORÍA 710 DE 2009	Ministerio del medio ambiente y desarrollo sostenible / Ministerio de Vivienda	Criterios ambientales para el diseño y construcción de vivienda urbana.

DECRETO 2190 DE 2009	EL MINISTRO DEL INTERIOR Y DE JUSTICIA DE LA REPÚBLICA DE COLOMBIA,	En relación con el Subsidio Familiar de Vivienda de Interés Social en dinero para áreas urbanas.
RESOLUCIÓN 493 DE 2010	Comisión de regulación de agua potable y saneamiento básico	Por la se adoptan medidas para promover el uso eficiente y ahorro del agua potable y desincentivar su consumo excesivo.
DOCUMENTO CONPES 3700 DE 2011	Departamento Nacional de Planeación	Estrategia institucional para la articulación de políticas y acciones en materia de cambio climático en Colombia
LEY 1537 DE 2012	Congreso de la República de Colombia	Por la cual se dictan normas tendientes a facilitar y promover el desarrollo urbano y el acceso a la vivienda y se dictan otras disposiciones.
DECRETO 566 DE 2014	Alcalde Mayor de Bogotá, D.C.	Por el cual se adopta la Política Pública de Ecurbanismo y Construcción Sostenible de Bogotá, Distrito Capital 2014-2024
LEY 1715 DE 2014	Congreso de la República de Colombia	Por medio de la cual se regula la integración de las energías renovables no convencionales al Sistema Energético Nacional.
RESOLUCIÓN 0545 DE 2015	Ministro de Vivienda Ciudad y Territorio	Por la cual se reglamenta el Capítulo 1 del Título 7 de la Parte 2, del Libro 2 del Decreto número 1077 de 2015, en cuanto a los parámetros y lineamientos de construcción sostenible y se adopta la guía para el ahorro de agua y energía en edificaciones.
DECRETO 1077 DE 2015	Presidente de la República de Colombia	Por medio del cual se expide el Decreto Único Reglamentario del Sector Vivienda, Ciudad y Territorio”
DECRETO 1285 DE 2015	Ministro de defensa Nacional de la Republica de Colombia	Por el cual se modifica el Decreto 1077 de 2015, Decreto Único Reglamentario del Sector Vivienda, Ciudad y Territorio, en lo relacionado con los lineamientos de construcción sostenible para edificaciones.
LEY 1844 DE 2017	Congreso de la República de Colombia	Por medio de la cual se aprueba el “Acuerdo de París”, adoptado el 12 de diciembre de 2015, en París, Francia.
RESOLUCIÓN 1988 DE 2017	El Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible	Por la cual se adoptan las metas ambientales y se establecen otras disposiciones.
DICUMENTO CONPES 3919 DE 2018	Departamento Nacional de Planeación	Política Nacional de Edificaciones Sostenibles.

LEY 1955 DE 2019	Congreso de la República de Colombia	Por la cual se expide el Plan Nacional de Desarrollo 2018-2022
DECRETO 046 DE 2020	Presidente de la República de Colombia	Por el cual se modifican las disposiciones del decreto 1077 de 2015 en relación con los precios máximos de la Vivienda de Interés Social y la Vivienda de Interés Prioritario.

Fuente: Autoría Propia

### **Formulación y planteamiento del problema**

Según los objetivos de desarrollo sostenible de la Organización de las Naciones Unidas (ONU) más de la mitad de la población mundial viven hoy en zonas urbanas, para el 2050 esa cifra habrá aumentado a 2/3 de la humanidad. No es posible lograr un desarrollo sostenible sin transformar radicalmente la forma en que construimos y administramos los espacios urbanos. En cifras “4,5 mil millones de personas, el 55% de la población mundial, vive en ciudades. Para 2050 se espera que la población urbana alcance los 6,5 mil millones”, “Se estima que 828 millones de personas viven en barrios marginales, y el número va en aumento” (Desarrollo, 2020).

En Colombia existe una conciencia creciente respecto a la contaminación atmosférica, la cual ha tomado fuerza en los últimos años debido al incremento de los efectos sobre la salud y el medio ambiente. “Los costos económicos anuales asociados a la contaminación local del aire en los principales centros urbanos se estiman en \$1,5 billones de pesos e incluyen afectaciones por cáncer, asma, bronquitis crónica, desórdenes respiratorios y aumento de muertes prematuras, entre otros” (Valencia, y otros, 2009).

Si bien Colombia ha dado grandes pasos en materia de eficiencia energética, es mucho lo

que falta por hacer. Para motivar al uso eficiente de la energía y la diversificación de ésta se expidió la ley 1715 de 2014 cuyo objetivo es promover el desarrollo y la utilización de las fuentes no convencionales, principalmente aquellas de carácter renovable. “De acuerdo con las proyecciones se podría esperar un aumento cercano al 52% entre 2016 y 2033” (Revista Semana, 2019).

Las dinámicas que presenta la expansión hacia el sur resumen el proceso de urbanización que se llevó a cabo en buena parte de la ciudad en la segunda mitad del siglo XX. Desde el barrio informal hasta la invasión, lo mismo que la intervención del Estado mediante urbanizaciones formales construidas por el Instituto de Crédito Territorial (ICT) o el BCH, hasta la venta de lotes por grandes urbanizadoras. Todas tienen en común un proceso generalizado de urbanización de las haciendas.

En la figura 1 se representan barrios como San Carlos, Tunjuelo o Venecia, que se constituyen en una especie de laboratorio de la urbanización de Bogotá al finalizar el siglo XX.



*Figura 5 Primeros asentamientos de la ciudad de Bogotá (Pantoja, 2007).*

En el sur de Bogotá, el estado termina haciéndose responsable de la construcción de la infraestructura; las tierras rurales se urbanizan sin mayores responsabilidades por parte del propietario y los pobladores urbanos inician el proceso de conformación del barrio. Todo esto se hace con una pobre presencia del Estado, que no ejerce autoridad para imponer unas mínimas condiciones de espacios públicos (Pantoja, 2007).

Los patrones de consumo irresponsables ejercen una creciente tensión sobre el medio ambiente, causando contaminación y cambio climático, destrucción de ecosistemas y minando estilos de vida sostenibles (Valencia, y otros, 2009).

La construcción de viviendas VIS y VIP regulan en gran parte la problemática de barrios de invasión, por lo cual se requiere que estas no solo sean tradicionales, sino que cuenten con alternativas sostenibles que ayuden a reducir el impacto ambiental especialmente en las grandes ciudades como Bogotá, donde según la red de monitoreo de calidad del aire de Bogotá D.C. (RMCAB) quien es la encargada de los cálculos en cuanto a la concentración de contaminantes, indica que más del 60% de la ciudad cuenta con mala calidad del aire.

Ahora bien, una de las zonas con mayor concentración de población y problemas ambientales es la localidad de Kennedy, ubicada en el sur occidente de la ciudad, donde se han presentado varias alertas amarillas por calidad de aire debido a que hay mayor concentración de industrias y tráfico pesado.

De acuerdo con lo expresado en los párrafos anteriores podemos preguntarnos. ¿Cuál es la factibilidad de construcción de edificios sostenibles de viviendas VIS y VIP en localidad de Kennedy de la ciudad de Bogotá D.C.?

## KENNEDY

La localidad de Kennedy es la numero 8 de Bogotá, se encuentra ubicada en el suroccidente de la ciudad, colinda con las localidades de Bosa al sur, Fontibón al norte, Puente Aranda al oriente, al occidente con el municipio de Mosquera y un pequeño sector con las localidades de Tunjuelito y Ciudad Bolívar, por la Autopista Sur con Avenida Boyacá hasta el río Tunjuelito. Es una de las localidades más pobladas de la ciudad con el 13,7% de población que representa 283 personas por hectárea, Tiene una longitud total de 3855,45 hectáreas de las cuales el 98.1% es área urbana y 1.8% es área rural o de expansión, dentro de estas áreas hay 389 ha de suelo protegido. La localidad de Kennedy representa el 11,12% de extensión del distrito, lo que la posiciona en el tercer puesto de tamaño. Tiene 328 barrios con una cobertura de acueducto residencial del 99,99% y de alcantarillado del 99,54%. Para el 2017 contaba con espacio público de 3,51 metros cuadrados por cada habitante.



*Figura 6 Ubicación de Bogotá en Colombia tomado de Google*



*Figura 7 Ubicación de Kennedy en Bogotá tomado de Google*

El proceso de urbanización de Kennedy se inició con la construcción de la hacienda llamada Techo entre los años de 1930 y 1938. Alrededor del aeropuerto de Techo se levantaron barrios de carácter obrero por medio de la propuesta de Provivienda que se trataba de autoconstrucción. En 1951, se empezó la construcción del barrio Carvajal principalmente para las personas desplazadas por la violencia. Además, el traslado de la Cervecería Bavaria al sector trajo consigo oleadas de poblamiento.

Para el año de 1959 se mudó el aeropuerto y con esto se abrió las posibilidades para viviendas gracias a que había disponible un gran territorio que contaba con infraestructura básica. Con las estrategias de ayuda a los países en desarrollo del gobierno de los Estados Unidos y del programa Alianza para el Progreso, llevaron al Instituto de Crédito Territorial (ICT) a construir viviendas sociales a través de un proyecto de urbanización masiva en 1961, que fue llamada primeramente techo y que luego se le cambio el nombre a Ciudad Kennedy a causa del asesinato del presidente John F. Kennedy. (Alcaldía Local de Kennedy, 2017)

En el transcurso de los años la constante llegada de pobladores a la zona hizo que surgieran barrios como Class, Britalia, Patio Bonito, La Igualdad, Nueva York y Onasis, entre otros. En el año de 1997, en el acuerdo 8 de 1997, se establece la localidad de Kennedy con unos límites

señalados, desde entonces, los barrios se integran con el nombre de Kennedy. En la siguiente tabla se muestra el proceso urbanístico de la localidad de Kennedy.

*Tabla 4 Proceso Urbanístico de la localidad de Kennedy*

---

<b>PROCESO URBANÍSTICO LOCALIDAD DE KENNEDY</b>	
<b>1952</b>	Carvajal, Américas, Provivienda.
<b>1953-1960</b>	El Vergel, Alquilería de La Fragua, Las Delicias, Pío XII, Ciudad Kennedy
<b>1961-1966</b>	Bavaria, Castilla, Mandalay, Perpetuo Socorro, Pastrana, La Chucua, Floralia.
<b>1967-1968</b>	Pastranita, Marsella, Villa Adriana, Villa Sonia, Villa Claudia, Timiza, Carimagua, Lucerna, El Porvenir.
<b>1968-1972</b>	Banderas, Corabastos, Salvador Allende, Villa Nueva, San Andrés
<b>1974</b>	Aloha, Casa Blanca, Hipotecho Sur, Los Andes, Kennedy Oriental, Kennedy Central, Kennedy Sur, Kennedy Norte, Kennedy Occidental, Nuevo Kennedy, Mandriles, Patio Bonito, Francisco José de Caldas, Nueva York, Argelia, Roma, Alfonso López, Britalia, Escocia, La Paz .
<b>1976</b>	Pinos de Marsella, Rincón de Los Andes, Las Dos Avenidas.
<b>1984</b>	La Igualdad, Las Américas, Américas Occidental, C. Osorio, San Lucas, La Campiña, Nueva Delicias, Asturias, Tundama, Boita, La Giraldilla. El Condado, Visión de Colombia, El Tintal, Rincón de los Ángeles,
<b>1985</b>	Catalina, Campo Hermoso, El Paraíso, El Rosario, La Llanura, Tintalito, Talavera, Palenque, Jacqueline, Onassis.
<b>1986-1991</b>	Nuestra Señora de la Paz, Dindalito, Ciudad Cali, Villa de Los Sauces.

---



---

**1992-1994** Urapanes, Timiza Reservado.

---

Fuente: (SECRETARÍA DISTRITAL DE PLANEACIÓN, 2017)

La localidad cuenta con una población para el 2019 de 1.252.014 habitantes, asociados en los siguientes grupos:

- 0 a 18 años: 338.275 habitantes,
- 19 a 59 años: 783.836 habitantes y
- +60 años: 129.903 habitantes

Los hogares están conformados según números de individuos de la siguiente forma:

- 46.095 hogares se conforman de 1 solo individuo
- 92.980 hogares se conforman de 2 personas
- 109.079 hogares se conforman de 3 personas
- 141.145 hogares están conformados por más de 4 personas

De los 389.299 hogares que conforman la localidad el 3,1% presentan un déficit habitacional, lo que en cifras son 12.049 hogares. De los cuales 3.446 (0,9%) hogares presentan un déficit cuantitativo (viviendas que cuentan con más de una familia en su interior) y 8.603 (2,2%) presentan un déficit cualitativo (viviendas que tienen carencias referentes a la estructura, espacio y servicios públicos)

La localidad de Kennedy al ser una de las más pobladas de Bogotá tiene claramente problemas ambientales como son: el manejo inadecuado de residuos, contaminación (aire, auditiva, visual, fuentes hídricas). La contaminación del aire es uno de los principales problemas



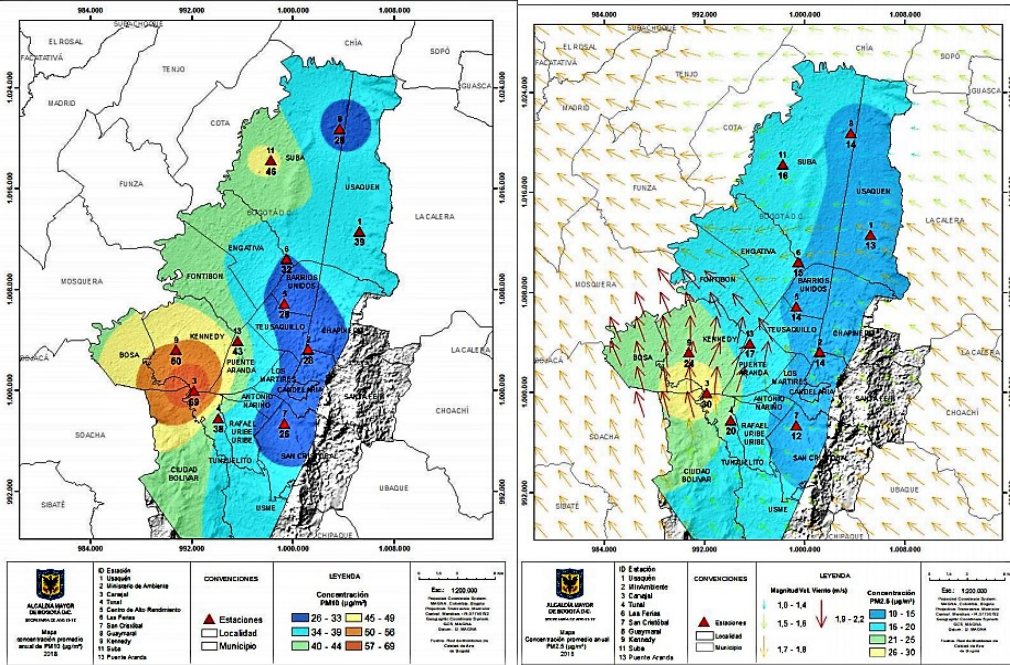


Figura 9 Material Particulado MP10 y MP2,5 año 2018 (Secretaría Distrital de Ambiente de Bogotá, 2020)

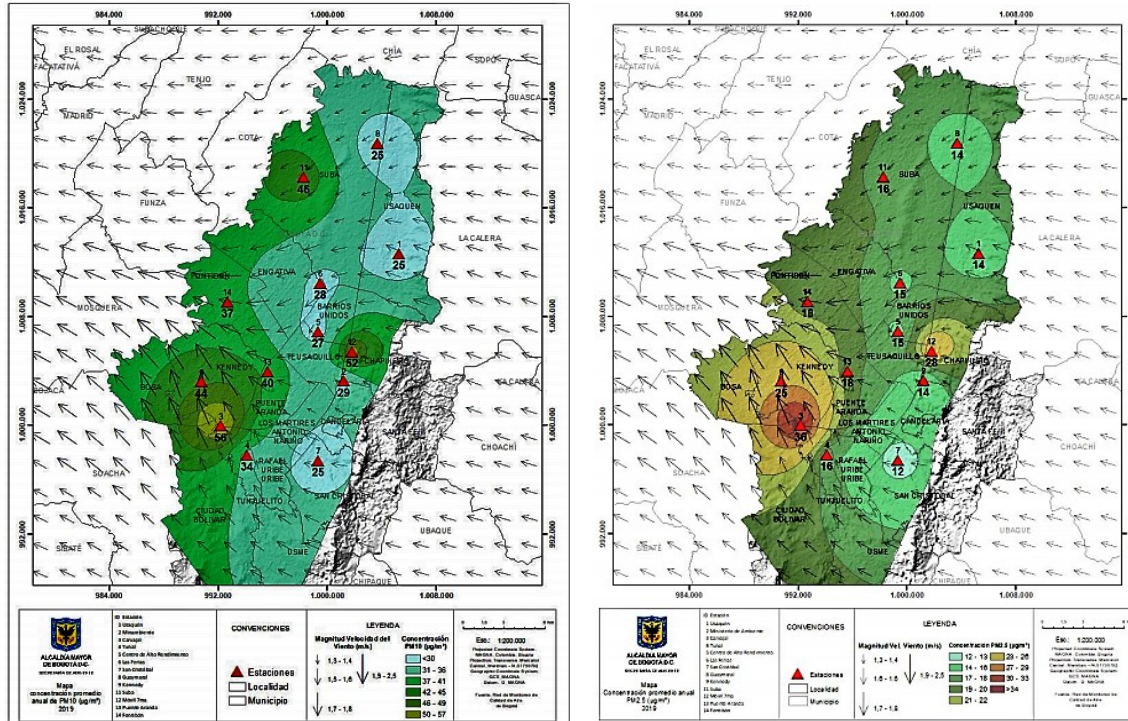


Figura 10 Material Particulado MP10 y MP2,5 año 2019 (Secretaría Distrital de Ambiente de Bogotá, 2020)

En los mapas, las zonas de color azul denotan las áreas menos contaminadas y las zonas de color rojizo denotan las zonas de la ciudad con las más altas concentraciones de material particulado.

En la siguiente tabla se muestran los promedios de concentración de material particulado en los años 2017 al 2019 con respecto a los máximos permisibles para los criterios MP10 y MP2,5 dictados por la resolución 2254 del 1 de noviembre de 2017 por la cual se adopta la norma de calidad de aire ambiente y se dictan otras disposiciones.

*Tabla 5 Promedios de concentración de material particulado en los últimos tres años con respecto a los valores máximos permisibles*

ESTACIÓN	MP10			MP2,5		
	2017	2018	2019	2017	2018	2019
	Norma anual: 50 µg/m <sup>3</sup>			Norma anual: 25 µg/m <sup>3</sup>		
<b>KENNEDY</b>	55	50	43,7	27	24	25,1
<b>CARVAJAL-SEVILLANA</b>	66	69	56	28	30	36,1

Fuente: Autoría propia

Como se observa en la tabla 3, el nivel de concentración de material particulado por lo general estuvo sobre el valor propuesto por la resolución 2254 de 2017. La RMCAB identifica niveles de contaminación atmosférica general y no para puntos específicos. Para la localidad de Kennedy, se tiene la estación monitoreo de Kennedy (Carrera 80 # 40-55 sur) ubicada en la parte central y la estación Carvajal-Sevillana por la parte sur (Autopista Sur # 63-40).

Por ser una de las localidades más afectadas en cuanto a población y contaminación ambiental en la ciudad, y al ver que es necesario apoyar la realización de viviendas tipo VIS y VIP, a continuación, se realiza el análisis de factibilidad para edificios sostenibles con respecto a los

siguientes ítems: factibilidad económica, territorial y ambiental.

### **Factibilidad económica**

En la ciudad de Bogotá los dos proyectos más importantes de viviendas sostenibles son el edificio Santalaia y el edificio Kubik Virrey I y II ubicados en el norte de la ciudad en la localidad de Chapinero.

El edificio de apartamentos sostenibles Santalaia ubicado en el barrio Rosales cuenta con la cobertura vegetal más grande de mundo, además de un sistema de recolección de aguas lluvias que son utilizadas para el respectivo riego de las plantas, una vivienda allí tiene precios que fluctúan desde los tres mil novecientos cuarenta y tres millones de pesos mcte (\$3,943,000,000) hasta los cuatro mil ciento sesenta y seis millones de pesos mcte (\$4,166,000,000).

El edificio Kubik el Virrey I y II es un edificio de apartamentos sostenibles ubicados en el barrio el Rincón del Chico, es el primero de tipo residencial en la ciudad con certificación leed gold. En este edificio el cien por ciento (100%) de las aguas grises y lluvias se reciclan para ser posteriormente reutilizadas en los sistemas sanitarios ahorrando un 50% más de agua que los tradicionales, además posee jardines colgantes en el interior de la vivienda que sirven para purificar el aire al interior de la misma. Cada apartamento tiene un precio de venta que oscila entre los mil seiscientos ochenta y nueve millones de pesos mcte (\$1,689,000,000) y los dos mil trescientos nueve millones de pesos mcte (\$2,309,000,000).

Los párrafos anteriores hacen mención a los precios de dos (2) proyectos de viviendas sostenibles en la ciudad que son de tipo no VIS, para las viviendas VIS y VIP el gobierno de Colombia implementó el programa Mi casa Ya.

El programa Mi casa Ya es el programa de subsidio de vivienda que otorga el gobierno

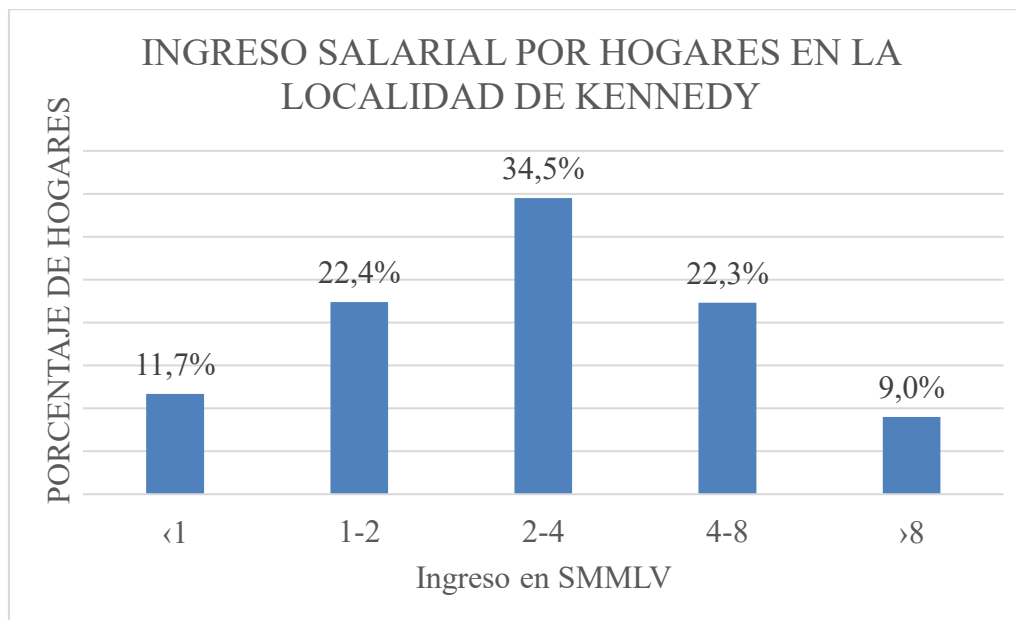
nacional para aquellas familias cuyos ingresos son menores a 4 SMMLV, con la ayuda de subsidios los cuales permiten a los beneficiados obtener facilidades de pago e incluso disminución en los precios de compra del inmueble. Para el caso de las viviendas de interés social, el precio máximo que la vivienda pueden alcanzar son los 175 salarios mínimos mensuales legales vigentes (\$153,615,525) y el mínimo son 135 salarios mínimos mensuales legales vigentes (\$ 118,503,405) según el decreto 046 de 2020 por el cual se modifican las disposiciones del ley 1077 de 2015 en relación con los precios máximos de la Vivienda de Interés Social y la Vivienda de Interés Prioritario. Para las Viviendas de Interés Prioritario el precio máximo que pueden alcanzar es de 110 salarios mínimos mensuales legales vigentes lo que equivale a \$ 96,558,330.00 y el precio mínimo es de 90 salarios mínimos mensuales legales vigentes que equivale a \$ 79,002,270.00.

El subsidio Mi casa Ya tiene dos opciones, para las personas que ganan de 1 a 2 salarios mínimos y para las personas que ganan de 3 a 4 salarios mínimos. Para las familias de 1 y 2 salarios mínimos recibirán un subsidio por un valor de 30 SMMLV (\$ 26,334,090) en la cuota inicial, y para las familias de 3 y 4 salarios mínimos recibirán una cuota inicial por un valor de 20 salarios mínimos, que es el equivalente a \$ 17,556,060. (Fondo Nacional del Ahorro, 2020)

El ingreso salarial por hogares en la localidad de Kennedy esta dado de la siguiente manera:

- Hasta 1 SMMLV corresponde al 11,7%
- De 1 a 2 SMMLV corresponde al 22,4%
- De 2 a 4 SMMLV corresponde al 34,5%
- De 4 a 8 SMMLV corresponde a 22,3%

- Mas de 8 SMMLV corresponde al 9%



*Figura 11 Ingreso salarial por hogares en la localidad de Kennedy. Autoría Propia*

De acuerdo con lo anterior el 68,6% de la población de Kennedy podría acceder al subsidio que otorga el gobierno con respecto a las viviendas VIS y VIP si llegasen a estar beneficiados.

Las unidades iniciadas de vivienda en Kennedy están representadas en la tabla 4.

*Tabla 6 unidades de vivienda iniciadas en los años 2014 a 2018*

AÑO	VIP	VIS	NO VIS	TOTAL
2014	1353	1811	3330	6494
2015	38	440	2562	3040
2016	43	403	3042	3488
2017	29	155	3628	3812
2018	6	480	2305	2791

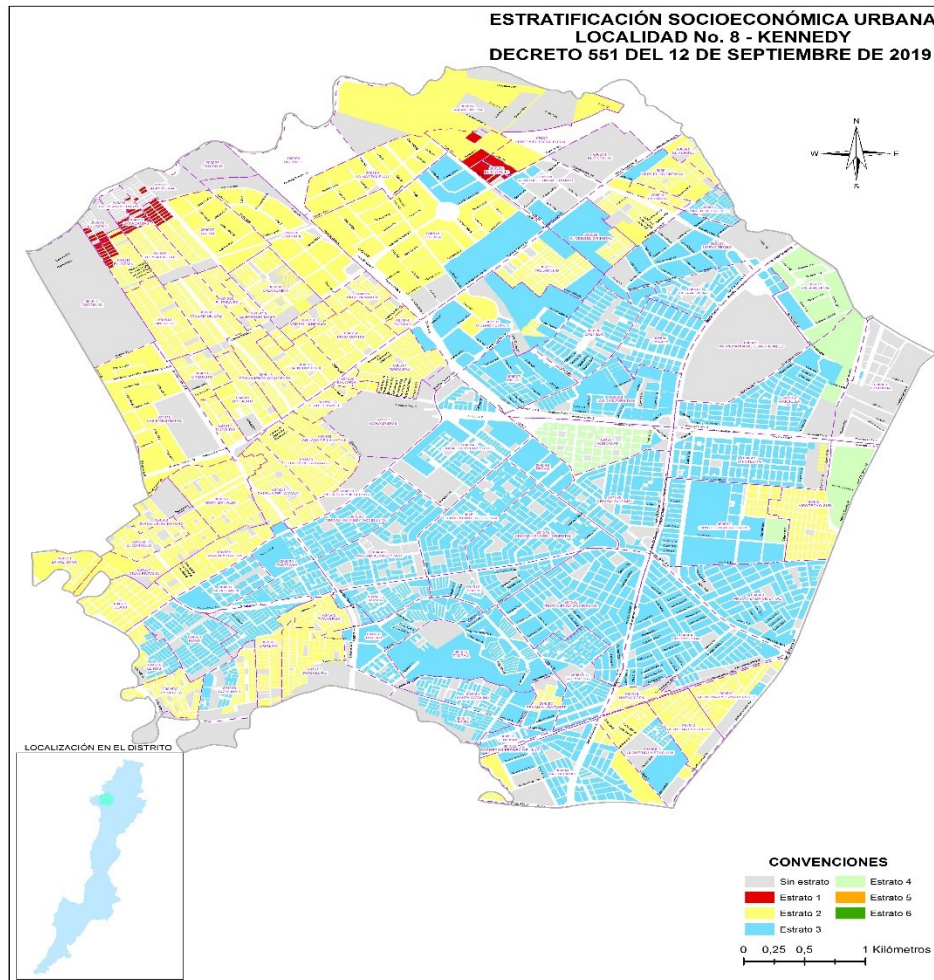
FUENTE: (Secretaria del Habitat Alcaldía Mayor de Bogotá, 2019)

De la tabla 4 se puede deducir que el año 2014 presenta el mayor número de viviendas iniciadas, además, en este año se inició el mayor número de viviendas otorgadas por el gobierno en los últimos años. Para el caso de las viviendas no Vis se logra evidenciar que el número de

estos domicilios fue mayor que los otorgados por el gobierno, además en el año 2017 fue cuando la construcción de estas viviendas estuvo en su punto más alto.

En un estudio realizado en el año 2014 por Julio Cesar García Gómez para optar al título de Magister en Estudios Interdisciplinarios sobre Desarrollo de la Universidad de los Andes se analizaron dos proyectos de vivienda que fueron adquiridas con el subsidio de financiamiento de vivienda otorgado por el gobierno nacional para conocer qué cantidad de personas compraron apartamentos con dicho subsidio y cuantos no hicieron uso de este. Se llegó a la conclusión que en el primer proyecto 57,9% de los compradores hicieron uso del subsidio de financiamiento de vivienda para la compra del apartamento y en el segundo proyecto el 59,5%. Esto quiere decir que para el primer proyecto doscientas noventa y dos (292) viviendas fueron compradas con Subsidio y doscientas doce (212) viviendas fueron adquiridas sin hacer uso este y en el proyecto dos, doscientas ochenta y seis (286) viviendas fueron compradas con subsidio y ciento noventa y cuatro (194) viviendas fueron compradas sin subsidio. (García Gómez, 2014).





*Figura 12 Perfil socioeconómico de Kennedy (Secretaría Distrital de Planeación, 2019)*

Como se puede observar en la figura doce (12) los estratos que se encuentran en la localidad de Kennedy son:

- Estrato 1: 0,8%
- Estrato 2: 41,8%
- Estrato 3: 52%
- Estrato 4: 5,4%

Para realizar el análisis de la factibilidad económica para los edificios de viviendas sostenibles tipo VIS y VIP se tomaron cuenta dos estudios comparativos entre el precio de una vivienda sostenible y una vivienda tradicional en etapa final.

El primer estudio es realizado por ( Adames González, Sierra, Tarra Figueroa, & Sánchez, 2017) a una vivienda ubicada en el municipio de Funza, en un área de quinientos (500) metros cuadrados (m<sup>2</sup>) donde se realiza una comparación financiera entre el costo final de una vivienda tradicional y una vivienda sostenible. Para esta vivienda el sistema sostenible que se implementó fue de recolección de aguas lluvias, paneles solares, materiales sostenibles y techos verdes, llegando la conclusión de que el desfase de precios de la vivienda en etapa de finalización entre la construcción tradicional y sostenible fue de noventa y ocho millones trescientos sesenta y siete mil quinientos noventa y tres pesos (\$98.367.593), esto es el 16,46%.

El segundo estudio que se tomó en cuenta fue desarrollado por (Bautista Gordillo & Loaiza Elizande, 2018) para un proyecto que fuera parecido al de Ciudad Verde, donde el área de cada vivienda fue de 45 metros cuadrados tomando en cuenta las especificaciones para la construcción de viviendas de interés social. En este estudio se implementaron las tecnologías sostenibles de paneles solares y captación de las aguas lluvias, además de incluir un calentador de agua solar. Resultando una diferencia de precios de un millón trescientos siete mil doscientos cuatro pesos (\$1.307.204) de la vivienda sostenible con respecto a la vivienda tradicional, lo que es el 3%.

Para la factibilidad económica de los edificios sostenibles de viviendas VIS y VIP utilizando las tecnologías en las viviendas del primer y segundo estudio, y tomando en cuenta que el precio del metro cuadrado construido para viviendas VIS con un área de cincuenta (50) metros cuadrados (m<sup>2</sup>) es de \$1.435.816 y para las viviendas VIP con área de cuarenta y dos (42) metros cuadrados es de \$1.117.384 (Construdata, 2020), así mismo tomando el precio del metro

cuadrado (m<sup>2</sup>) para la localidad de Kennedy que es \$3.035.714 (Moreno Bejarano , 2019) se va a analizar el precio de la vivienda sin tomar en cuenta valorizaciones, plusvalías, impuestos, costos de ventas, procesos inmobiliarios, financiación, encargos fiduciarios entre otros, de la siguiente manera.

- ✓ Implementación de las tecnologías del primer estudio

### **Para las viviendas Vis**

El costo de la vivienda VIS sin el sistema sostenible es de \$71.790.800 resultado de multiplicar el área de la vivienda por el valor del metro cuadrado de construcción otorgado por Construdata.

Con la implementación de sistema sostenible (si para 500 mts el costo es de \$98.367.593, para 50 metros sería de \$9.936.759) el costo de la vivienda VIS en etapa final ascendería a los ochenta y un millones setecientos veintisiete mil quinientos cincuenta y nueve pesos (\$81.727.559), lo que significa un aumento del 12,16% con respecto a la vivienda VIS tradicional.

Con el precio del lote el costo final de la vivienda tipo VIS sostenible quedaría en doscientos treinta y tres millones quinientos trece mil doscientos cincuenta y nueve pesos (\$233.513.259)

### **Para viviendas VIP**

El costo de la vivienda VIP tradicional es de \$46.930.128. Con la implementación del sistema sostenible (para 500 mts el costo es de \$98.367.559, para 42 mts sería de \$8.262.875) el nuevo valor de la vivienda VIP queda en cincuenta y cinco millones ciento noventa y tres mil tres pesos (\$55.193.003), lo que corresponde a un incremento del 15%.

Con el precio del lote el costo final de la vivienda tipo VIP sostenible estaría en ciento ochenta y dos millones seiscientos noventa y dos mil novecientos noventa y un pesos (\$182.692.991).

- ✓ Implementación tecnologías del segundo estudio

### **Para vivienda VIS**

Para la vivienda tradicional VIS el coste es de \$71.790.800, con la implementación del sistema sostenible (si para 45 m<sup>2</sup> el costo es de \$1.307.204, para 50 m<sup>2</sup> será de \$1.452.449) el nuevo valor quedaría en \$73.243.249, lo que significaría un incremento del 2%.

Con el precio del lote el costo final de la vivienda tipo VIS sostenible quedaría en doscientos veinticinco millones veintiocho mil novecientos cuarenta y nueve pesos (\$225.028.949).

### **Para vivienda VIP**

El valor de la vivienda VIP tradicional es de \$46.930.128, con la instauración del sistema sostenible (para 45 m<sup>2</sup> el costo es de \$1.307.204, para 42 m<sup>2</sup> será de \$1.220.057) el precio queda en \$48.150.185, lo que significaría una adición del 2,5%.

Con el precio del lote el costo final de la vivienda tipo VIP sostenible estaría en ciento setenta y cinco millones seiscientos cincuenta mil ciento setenta y tres pesos (\$175.650.173).

Ahora bien, es de recordar que el valor máximo otorgado por el gobierno nacional para que las viviendas sean consideradas VIS y VIP es 175 salarios mínimos mensuales legales vigentes que para el 2020 corresponden a ciento cincuenta y tres millones seiscientos quince mil quinientos veinticinco pesos mcte (\$153.615.525) y 110 salarios mínimos mensuales legales vigentes lo que equivale a noventa y seis millones quinientos cincuenta y ocho mil trescientos

treinta pesos mcte (\$ 96.558.330) respectivamente, dando como resultado la siguiente tabla:

*Tabla 7 Factibilidad económica viviendas VIS y VIP sostenibles*

TIPO	VALOR VIVIENDA SOSTENIBLE		VALOR MAXIMO ESTABLECIDO POR EL GOBIERNO	
	SISTEMA 1	SISTEMA 2	SMMLV MÁXIMOS	VALORES 2020
VIS	\$ 233.513.259	\$ 225.028.949	175	\$ 153.615.525
VIP	\$ 182.692.991	\$ 175.650.173	110	\$ 96.558.330

Fuente: Autoría Propia

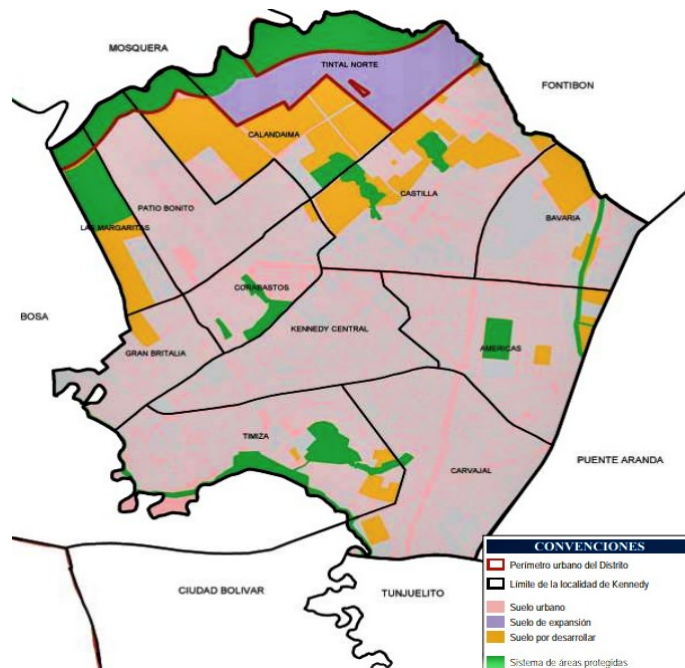
De acuerdo a la tabla 5 se puede evidenciar que los precios de viviendas sostenibles Vis y Vip sobrepasan los valores máximos establecidos por el gobierno nacional, por lo que no podrían ser pagadas por las personas a menos que el gobierno aumentara los precios máximos de viviendas VIS y VIP y otorgara un subsidio de mayor valoración.

### **Factibilidad territorial**

La localidad de Kennedy tiene un área de superficie de 3.858,97 hectáreas, de las cuales 3.606 ha son suelo urbano y 252,6 ha es declarado como suelo de expansión.



*Figura 13 Clasificación del suelo Kennedy. Autoría Propia*



*Figura 14 Suelo Urbano Kennedy (Secretaría Distrital de Hacienda de Bogotá, 2004)*

En la figura trece (13) se evidencia como está distribuido el suelo urbano de la localidad de Kennedy, además de las zonas que están por desarrollar y el suelo de expansión

La localidad tiene una tendencia principalmente habitacional, con un 92% de la población localizada en zonas residenciales en las que la actividad económica se encuentra en las mismas viviendas y con unas áreas definidas de comercio. En el documento diagnóstico del Plan de Ordenamiento Territorial de la localidad se evidencia que:

El comportamiento de la relación entre la población, el tipo de origen de los desarrollos y al área que ocupan es equilibrada en la localidad, es decir, el 14% de la población que se encuentra en áreas urbanas integrales ocupa un 12,3% del suelo, los que se encuentran en áreas residenciales con áreas delimitadas de comercio corresponden al 33% de población y se localiza en un 28% del suelo. En contraste, las áreas informales agrupan el 44% de la población en tan solo el 25% de suelo. (Secretaría Distrital de Planeación, 2020)

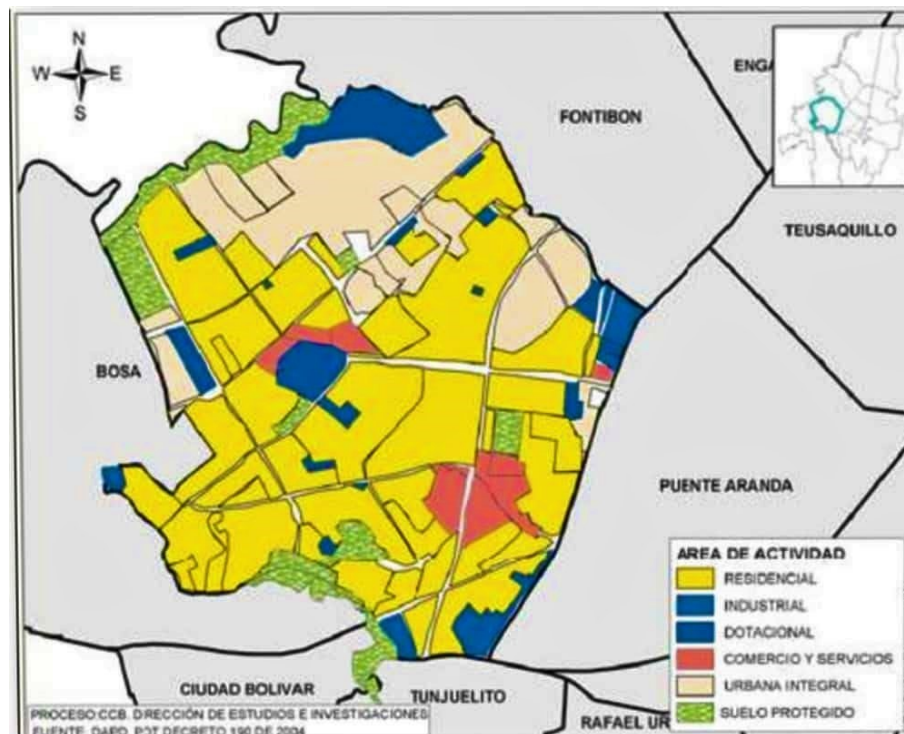


Figura 15 Usos del suelo localidad de Kennedy (Secretaría Distrital de Cultura, Recreación y Deportes Kennedy, 2008)

La figura catorce (14) hace referencia a como está distribuido el suelo urbano de la localidad ya sea tanto para uso residencial, industrial, dotacional entre otros.

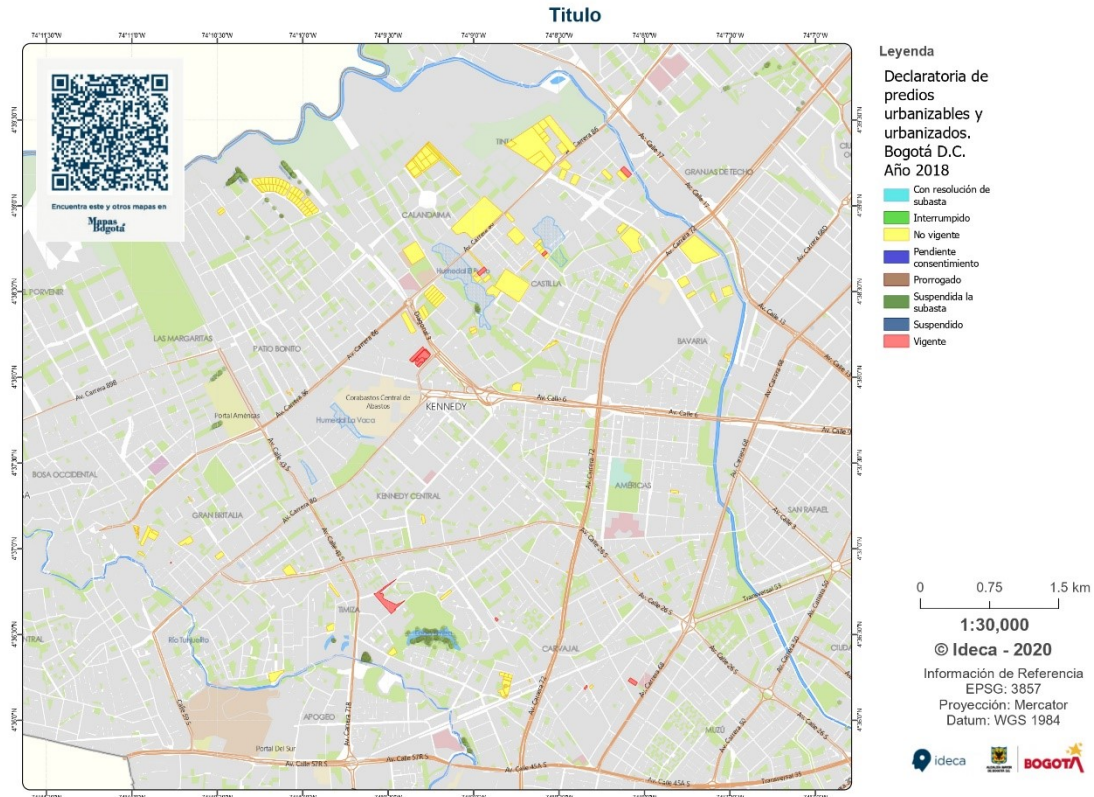
El uso del suelo está clasificado de la siguiente forma:

*Tabla 8 clasificación uso del suelo. (Secretaría Distrital de Planeacion, 2020)*

ACTIVIDAD	CATINDAD DE PERSONAS	ÁREA (m2)	% POBLACIÓN	% ÁREA
1. RESIDENCIAL	765.080	14.465.215	77,4%	53,10%
2. INDUSTRIAL	7.076	1.927.231	0,7%	7,10%
3. DOTACIONAL	7.727	2.735.825	0,8%	10,00%
4. COMERCIO Y SERVICIOS	20.063	1.411.826	2,1%	5,20%
5. ÁREA URBANA INTEGRAL	185.005	4.658.940	18,7%	17,10%
6. SUELO PROTEGIDO	3.531	753.816	0,4%	2,80%
7. OTROS	12	1.307.504	0,0%	4,80%

Como se observa en la tabla seis (6) el uso principal del suelo es de carácter residencial con un área mayor del cincuenta por ciento (50%) del área total de la localidad, distribuido en las 12 UPZ (Unidad de Planeamiento Zonal) que conforman la localidad (Américas, Carvajal, Castilla, Kennedy Central, Timiza, Tintal Norte, Calandaima, Corabastos, Gran Britalia, Patio Bonito, Las Margaritas y Bavaria).



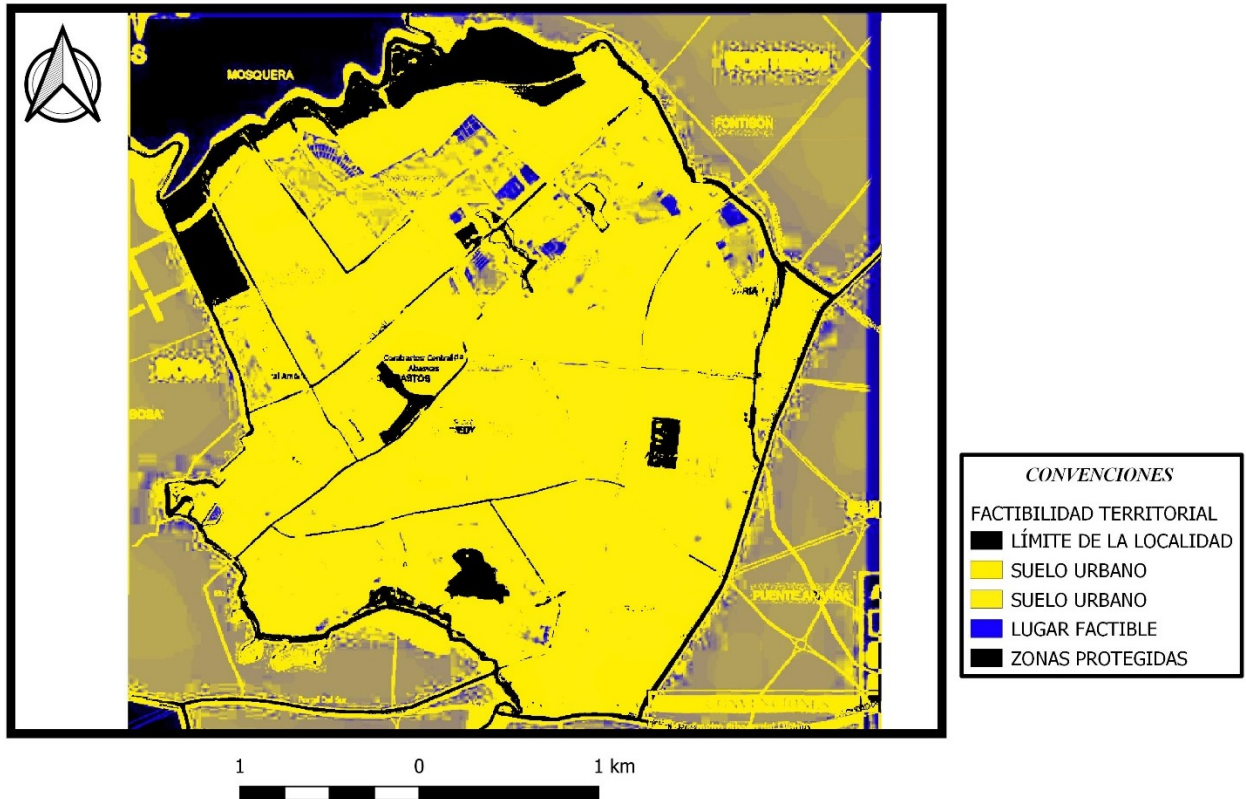


*Figura 16 Suelo Urbanizable Localidad de Kennedy. (IDECA, 2018)*

La figura quince (15) contiene los predios que son declarados urbanizables, además de los que se encuentran ya en ejecución de obra.

Ahora bien, para determinar la factibilidad territorial se utilizó el programa QGIS en el que se introdujeron los planos de la figura trece (13) (donde se evidencia el suelo urbano de la localidad), la figura catorce (14) (que señala los usos del suelo) y la figura quince (15) (en la cual se manifiesta la declaratoria de los predios declarados urbanizables y algunos que ya se encuentran urbanizados) para lograr un mapa en el que se exhiban los puntos donde es posible construir los edificios de viviendas sostenibles tipo VIS y VIP.

En la siguiente figura se indican cuáles son los lugares en los que se podrían fabricar los edificios de viviendas sostenibles tipo VIS y VIP.



*Figura 17 Predios factibles para edificios de viviendas sostenibles VIS y VIP. Autoría Propia*

Como se puede observar en la figura dieciseises (16) los predios en los cuales se pueden construir los edificios de viviendas sostenibles son los que están en color azul, y están ubicados en los barrios: Villa Alsacia (5 predios), Villa Alsacia II (2 predios), Tintala (6 predios), nuevo techo (1 predio), Osorio (1), Valladolid (1), La igualdad (2 predios), La Chucua (1 predio), Jaqueline (2 predios), Perpetuo Socorro (1 predio), Catalina II (2 predios), El Paraíso(1 predio), Villa Anita(1 predio), Vegas de Santa Ana (1 predio) y Ciudad Kennedy Central (1 predio).

### **Factibilidad ambiental**

En la localidad de Kennedy el 11,2% del suelo hace parte a las áreas protegidas (428,96 ha) localizadas en las siguientes UPZ

Tabla 9 Número de áreas protegidas en las correspondientes UPZ.

NOMBRE Y NÚMERO	CLASIFICACIÓN SEGÚN EL POT	BARRIOS	ÁREAS PROTEGIDAS	ÁREAS TOTAL (ha)
Tintal Norte	Desarrollo	Santa Paz, Santa Elvira, Vereda el Tintal	28	345,16
Calandaima	Desarrollo	Urbanización Unir Uno (Predio Calandaima), Calandamia, Conjunto Residencial Prados de castilla I, II y III, Galán, Osorio, Santa Fe del Tintal, Tintala	31,1	318,63
Patio Bonito	Residencial de Urbanización incompleta	Altamar, Avenida Cundinamarca, Barranquillita, Bellavista, campo Hermoso, ciudad de Cali, Ciudad Galán, Ciudad Granada, Dindalito, El Paraíso, el Patio III Sector, El Rosario, El Rosario III, El Saucedal, El Triunfo, Horizonte occidente, Jazmín occidental, La Rivera, La Rivera II Sector, Las Acacias, Las Brisas, Las Palmeras, Las Palmitas, Las vegas, Los Almendros, Nueva Esperanza, Parques del Tintal (Campo Alegre Londoño), patio Bonito, patio Bonito II sector, puente la Vega, san Dionisio, san Marino, Santa Mónica, sector II Altamar, Sumapaz, Tayrona, Tintalito, Tintalito II, Tocarema, Urbanización Dindalito I Etapa, Villa Alexandra, Villa Andrés, Villa Hermosa, Villa Mendoza, Villa Elvira.	22	314,21
Las Margaritas	Predominantemente Dotacional	Las Margaritas, Osorio XI, Osorio XII.	17	148,52

Fuente: Tomado de (Alcaldía Local de Kennedy, 2017) Autoría Propia

Dentro de las áreas protegidas están los humedales de la vaca y el burro, además de las rondas del río Bogotá, el río Fucha y el río Tunjuelo, Mundo aventura y el estadio metropolitano de techo.

La localidad cuenta con nueve parques (9), seis (6) zonales y tres (3) metropolitanos reunidos

en el siguiente cuadro.

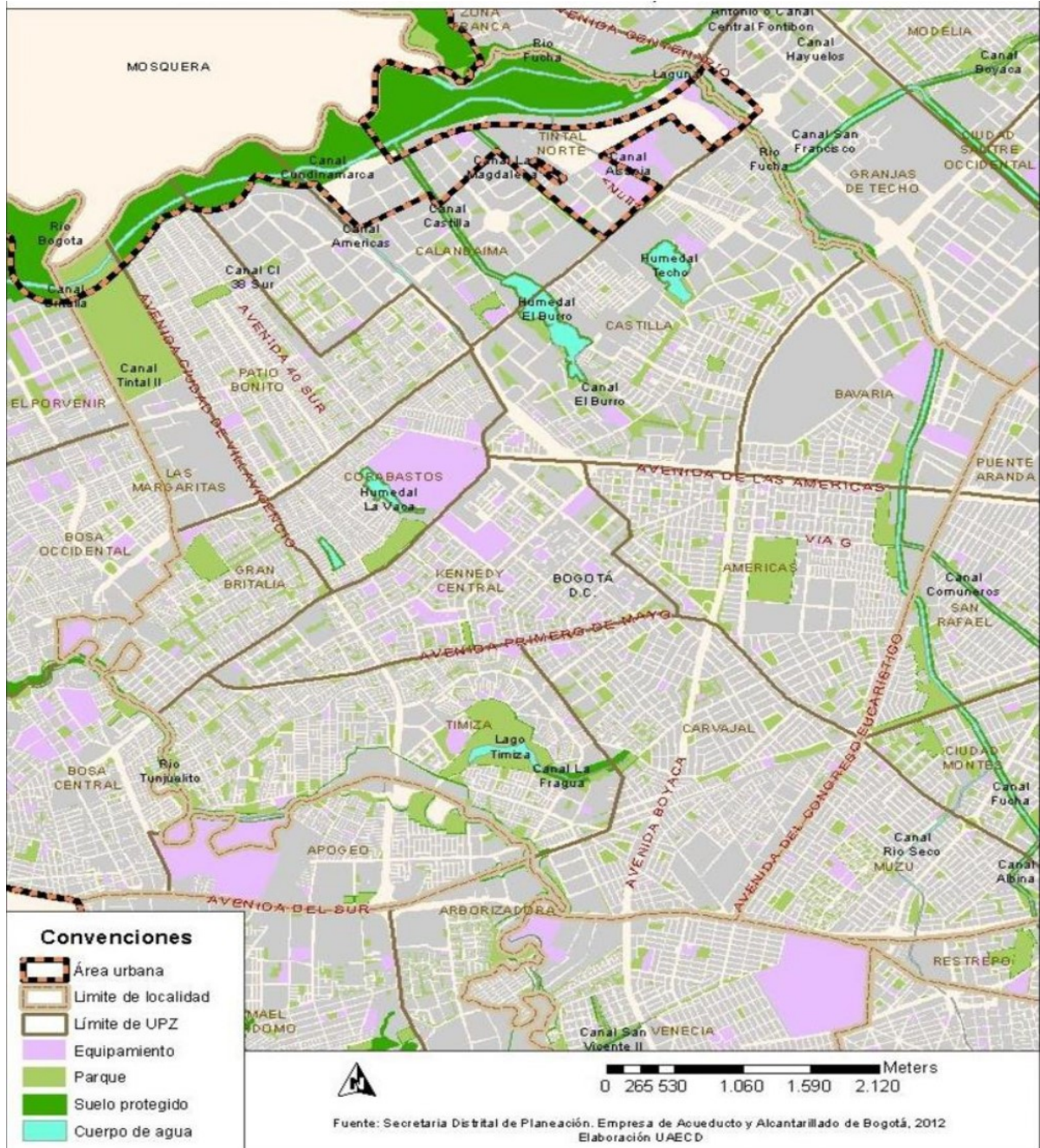
*Tabla 10 Parques principales de la localidad de Kennedy*

	PARQUE	UBICACIÓN UPZ	ÁREA (ha)
METROPOLITANOS	Cayetano Cañizares	80. Corabastos	11,5
	Biblioteca El Tintal	79. Calandaima	2,77
	Timiza.	48. Timiza	29,8
	La Igualdad	44. Américas	6,28
	Bellavista Dindalito	82. Patio Bonito	2,7
ZONALES	Patio Bonito	82. Patio Bonito	1,07
	Gilma Giménez	81. Gran Britalia	7,9
	La Amistad	47, Kennedy Central	1,78
	Condados de Castilla	46. Castilla	2,04

Fuente: Autoría Propia.

La tabla ocho (8) adjunta los parques principales de la localidad con sus respectivas áreas y la ubicación de las UPZ.

En la siguiente figura se muestra el mapa de la localidad de Kennedy con la principal estructura ecológica.

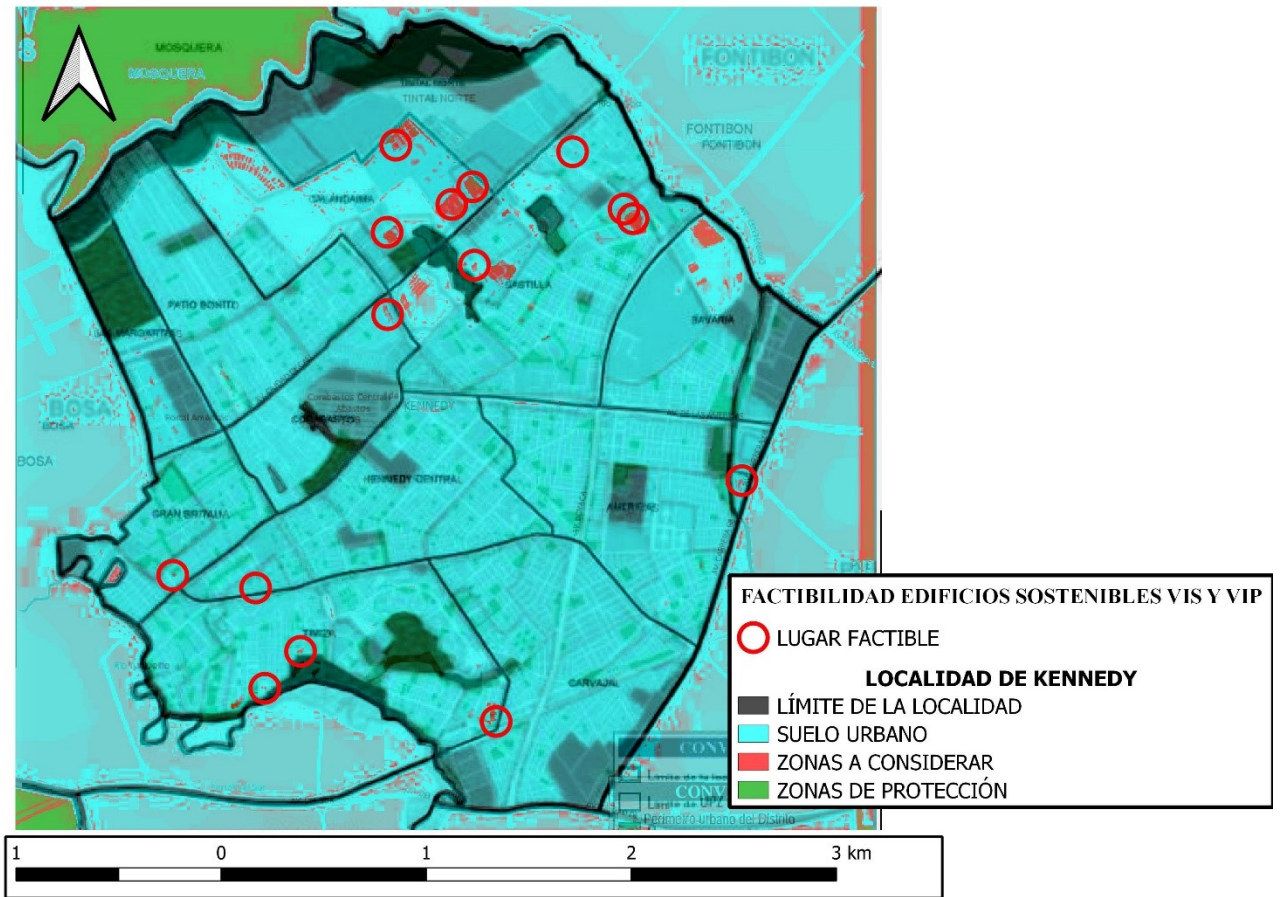


*Figura 18 Principal estructura ecológica de la localidad de Kennedy. (Consejo Local de gestión del Riesgo y Cambio Climático, 2018)*

En la figura dieciocho (18) se indica la estructura ecológica principal de la localidad de Kennedy donde se pueden observar cuales son los puntos o predios donde no sería posible la construcción de los edificios de viviendas sostenibles tipo VIS y VIP.

**Factibilidad de edificios sostenibles de viviendas de interés social (vis) y prioritario (vip) en la localidad de Kennedy de la ciudad de Bogotá D.C.**

En la siguiente figura se presenta el mapa de la localidad de Kennedy donde se indican los lugares factibles para la construcción de edificios sostenibles para viviendas VIS y VIP.



*Figura 19 Factibilidad de edificios sostenibles para viviendas VIS y VIP*

La figura 19 indica los lugares en los que sería factible la construcción de edificios sostenibles para viviendas de interés social y prioritario. Sin embargo, hay que tener en cuenta que la parte económica no entraría en este mapa, porque como ya se manifestó anteriormente sería factible construir viviendas vip y vip sostenibles si aumentaran los valores máximos otorgados por el Gobierno Nacional.

## Conclusiones y Recomendaciones

Es importante la construcción de edificaciones que colaboren con el medio ambiente, principalmente si se trata de viviendas otorgadas por el gobierno como en caso de estudio propuesto en este trabajo, puesto que son viviendas diseñadas para ser construidas a gran escala.

Como se analizó en la factibilidad económica, los precios de viviendas sostenibles Vis y Vip para la localidad de Kennedy sobrepasan los valores máximos establecidos por el gobierno nacional, por lo que no podrían ser pagadas por las personas a menos que el gobierno aumentara los precios máximos de viviendas VIS y VIP y otorgara un subsidio de mayor valoración.

La factibilidad territorial arroja como resultado que los lugares en los que se podrían construir las viviendas de interés social y prioritario sostenibles son 28 predios, sin embargo, hay que tener en cuenta que al comparar el mapa de los lugares factibles con el mapa satelital actualizado, algunos predios ya se encuentran construidos como son el del centro comercial el Edén, los edificios Tierra Buena Reservado 2, Américas del Tintal, entre otros. Para un total de 15 lugares en los que se podrían construir los edificios sostenibles para viviendas de interés social y prioritario correspondientes a lotes no construidos y parqueaderos.

El presente trabajo se desarrolló con la finalidad de conocer cuáles serían los sitios indicados para la construcción de las viviendas sostenibles VIS y VIP en la localidad de Kennedy, sin embargo, no se contempla la factibilidad de la sostenibilidad a largo plazo, ni los cálculos de ahorro que representan las alternativas sostenibles expuestas anteriormente. Quedando abierta la posibilidad para analizar los ítems escritos en este párrafo a quien desee.

## Referencias Bibliográficas

- Adames González, S. M., Sierra, J., Tarra Figueroa, H. R., & Sánchez, G. A. (junio de 2017). Comparación Financiera entre Construcción Tradicional y construcción sostenible Para vivienda en el Sector Sub Urbano del Municipio de Funza Cundinamarca. *Comparación Financiera entre Construcción Tradicional y construcción sostenible*, 66. Bogotá D.C., Bogotá D.C., Colombia: Universidad Católica de Colombia. Recuperado el 20 de octubre de 2020, de <https://repository.ucatolica.edu.co/bitstream/10983/14799/1/Comparaci%C3%B3n%20Financiera%20entre%20la%20Construcci%C3%B3n%20Tradicional%20de%20una%20Vivienda%20y%20la%20Construcci%C3%B3n%20Sosten.pdf>
- Coma, J., Pérez, G., Castell, A., Solé, C., & Cabeza, L. (abril de 2014). Energy Efficiency. *Green roofs as passive system for energy savings in buildings during the cooling period: use of rubber crumbs as drainage layer*. doi:10.1007/s12053-014-9262-x
- Fonseca, J., Jayathissa, P., & Schlueter, A. (2015). Integrated sustainable building design in the tropics: Case study "Fabrica de Cultura", Barranquilla, Colombia. *WIT Transactions on Ecology and the Environment*, 195, 499-510. doi:10.2495 / ESUS150421
- Pérez, G., Coma, J., & Cabeza, L. (2014). Green roofs and green facades for energy savings in buildings. In M. Coleman-Sanders (Ed.), : *Green Building and Phase Change Materials: Characteristics, Energy Implications and Environmental Impacts*. Lérida, España: Nova Science Publishers, Inc. Retrieved octubre 2020, 23, from [https://www.researchgate.net/publication/301354967\\_Green\\_roofs\\_and\\_green\\_facades\\_for\\_energy\\_savings\\_in\\_buildings](https://www.researchgate.net/publication/301354967_Green_roofs_and_green_facades_for_energy_savings_in_buildings)



- Vox, G., Blanco, I., Fuina, S., Campiotti, C. A., Mugnozza, G. S., & Schettini, E. (septiembre de 2016). Evaluation of wall surface temperatures in green facades. *Articulo*. (U. d. Bari, Ed.) Bari, Italia: ICE Publishing. doi:10.1680/jensu.16.00019
- W. König, K., & Sperfeld, D. (2010, julio 22). Rainwater Harvesting – A global issue matures. *Articulo*, 8. (D. Sperfeld, Ed.) Magdeburgo, Sajonia-Anhalt, Alemania: Fachvereinigung Betriebsund Regenwassernutzung. Retrieved septiembre 2020, from <https://www.yumpu.com/en/document/view/8145860/rainwater-harvesting-a-a-global-issue-matures-european->
- Alcaldía Local de Kennedy. (24 de julio de 2017). *Observatorio Ambiental de Bogotá*. Recuperado el 5 de octubre de 2020, de [https://oab.ambientebogota.gov.co/?post\\_type=dlm\\_download&p=3187](https://oab.ambientebogota.gov.co/?post_type=dlm_download&p=3187)
- Alcaldía Local de Kennedy. (2017). *PLAN INSTITUCIONAL DE GESTIÓN AMBIENTAL*. PLAN INSTITUCIONAL DE GESTIÓN AMBIENTAL, Alcaldía Local de Kennedy, Departamento de Planeación, Bogotá D.C. Recuperado el 14 de octubre de 2020, de <http://www.kennedy.gov.co/transparencia/planeacion/planes/plan-institucional-gestion-ambiental-piga-2017-2020>
- Amarilo. (9 de abril de 2019). *amarilo.com.co*. Recuperado el septiembre de 2020, de <https://amarilo.com.co/blog/verde/10-construcciones-sostenibles-del-mundo/>
- Ardila, G. (9 de octubre de 2011). Los principales problemas ambientales. (H. G. Buendía, Ed.) *razonpublica.com*, Revista digital. Recuperado el septiembre de 2020, de <https://razonpublica.com/los-principales-problemas-ambientales/>
- Asdrubali, F., D'Alessandro, F., & Schiavoni, S. (2015). A review of unconventional sustainable

building insulation materials. In F. Asdrubali, *Sustainable Materials and Technologies* (Vol. 4, pp. 1-17). Perugia, Umbria, Italia: Elsevier. doi:10.1016 / j.susmat.2015.05.002

Asociación de Ciencias Ambientales;. (s.f.). *cienciasambientales.org.es*. Recuperado el septiembre de 2020, de <https://www.cienciasambientales.org.es/index.php/conoce-la-energia-de-tu-vivienda/eficiencia-energetica/aislamiento-termico-del-edificio>

Bashford, H. H., & Robson, K. F. (1995). Defining the building green process. *ASCE Construction Congress Proceedings* (pp. 405-423). San Diego, California, Estados Unidos: ASCE. Retrieved mayo 08, 2020, from <https://ezproxy.uan.edu.co:2063/record/display.uri?eid=2-s2.0-38449099705&origin=resultslist&sort=plf-t&src=s&st1=green+buildings&nlo=&nlr=&nls=&sid=675095f988db522ee50a91857d6ca1c2&sot=b&sdt=b&sl=22&s=TITLE%28green+buildings%29&relpos=14&citeCnt=3&search>

Bautista Gordillo, J. D., & Loaiza Elizande, N. F. (8 de octubre de 2018). ANALISIS COSTO-BENEFICIO ENTRE LA CONSTRUCCION DE VIVIENDAS SOSTENIBLES Y VIVIENDAS TRADICIONALES CON BASE A LA SOSTENIBILIDAD AMBIENTAL EN SOACHA, CUNDINAMARCA. *ANALISIS COSTO-BENEFICIO ENTRE LA CONSTRUCCION DE VIVIENDAS SOSTENIBLES Y VIVIENDAS TRADICIONALES CON BASE A LA SOSTENIBILIDAD AMBIENTAL EN SOACHA, CUNDINAMARCA.*, 88-96. Bogotá D.C., Bogotá D.C., Colombia: Universidad Francisco Jose de Caldas. Recuperado el 24 de octubre de 2020, de <http://repository.udistrital.edu.co/bitstream/11349/15258/1/LoaizaElizaldeNelsonFabian2018.pdf>

- Campos Cardoso, R., Cavalcante Blanco, C., & Duarte, J. (13 de marzo de 2020). Technical and financial feasibility of rainwater harvesting systems in public buildings in Amazon, Brazil. *Journal of Cleaner Production*, 260. doi:10.1016/j.jclepro.2020.121054
- certicalia. (s.f.). *www.certicalia.com*. Recuperado el marzo de 2020, de <https://www.certicalia.com/certificacion-leed/que-es-la-certificacion-leed>
- Coma, J., Perez, G., Sole, C., Castell, A., & Cabeza, L. (enero de 2016). Renewable Energy. *Thermal assessment of extensive green roofs as passive tool for energy savings in buildings*. doi:10.1016/j.renene.2015.07.074
- Consejo Colombiano de Construcción Sostenible. (2016). *Consejo Colombiano de Construcción Sostenible*. Recuperado el noviembre de 2020, de [cccs.org.co: https://www.cccs.org.co/wp/haga-parte-del-cccs/comparativo-sistemas-de-certificacion-en-construccion-sostenible-en-colombia/](https://www.cccs.org.co/wp/haga-parte-del-cccs/comparativo-sistemas-de-certificacion-en-construccion-sostenible-en-colombia/)
- Consejo Local de gestión del Riesgo y Cambio Climático. (2018). *Caracterización General de Escenarios de Riesgo*. Caracterización General de Escenarios de Riesgo, Alcaldía Mayor de Bogotá, Instituto Distrital de Gestión de Riesgos y Cambio Climático, Bogotá D.C. Recuperado el 14 de octubre de 2020, de <https://www.idiger.gov.co/documents/220605/314085/Identificaci%C3%B3n+y+priorizaci%C3%B3n.pdf/24386a78-ea2b-4abe-9516-9b9c37955fc4>
- Construdata. (19 de agosto de 2020). Índices de Costos. *Revista Construdata* 195, 52-53. Recuperado el 27 de octubre de 2020, de [https://issuu.com/legissa/docs/construdata\\_ed\\_195\\_compressed/42](https://issuu.com/legissa/docs/construdata_ed_195_compressed/42)
- Convertino, F., Vox, G., & Schettini, E. (2018). Energy Balance in Green Facades. *Proceedings*

*of 13th Conference on Advanced Building Skins*, (págs. 390-398). Bern, Switzerland.

Recuperado el 2 de octubre de 2020, de

[https://www.researchgate.net/publication/332813790\\_Energy\\_Balance\\_in\\_Green\\_Facades](https://www.researchgate.net/publication/332813790_Energy_Balance_in_Green_Facades)

Desarrollo, P. d. (2020). *www.co.undp.org*. Recuperado el 2020, de

<https://www.co.undp.org/content/colombia/es/home/sustainable-development-goals/goal-11-sustainable-cities-and-communities.html>

Economidou, M., Todeschi, V., Bertoldi, P., D'Agostino, D., Zangheri, P., & Castellazi, L. (15 de octubre de 2020). Review of 50 years of EU energy efficiency policies for buildings.

*Energía y Edificación*, 225. doi:10.1016j.enbuild.2020.110322

Fatourehchi, D., & Zarghami, E. (noviembre de 2020). Social sustainability assessment

framework for managing sustainable construction in residential buildings. *Journal of Building Engineering*, 32. doi:10.1016j.job.2020.101761

Fondo Nacional del Ahorro. (14 de octubre de 2020). *Fondon Nacional del Ahorro*. Recuperado el 15 de octubre de 2020, de <https://www.fna.gov.co/vivienda/Subsidios-y-coberturas/mi-casa-ya>

Gamal Sahlol, D., Elbeltagi, E., Elzoughiby, M., & Abd Elrahman, M. (noviembre de 2020).

Sustainable building materials Assessment and selection using system dynamics. *Journal of Building Engineering*. doi:10.1016j.job.2020.101978

Garcés Gómez, C. (16 de octubre de 2018). Vivienda de interés social: metros cuadrados vs.

calidad de vida. *Pesquisa Javeriana*, Digital. Recuperado el 26 de octubre de 2020, de

<https://www.javeriana.edu.co/pesquisa/vivienda-de-interes-social-metros-cuadrados-vs->



- projects. *Sustainable Cities and Society*, 53(101979). doi:10.1016 / j.scs.2019.101979
- Khan, J., Kumar, R., & Yousuf, A. (2019). Runoff and Rainwater Harvesting. En M. Singh, & A. Yousuf, *Watershed Hydrology, Management and Modeling*. CRC Press.  
doi:10.1201/9780429430633-2
- La Nota Economica. (3 de mayo de 2018). Se cumplen 10 años de la certificación LEED en Colombia. *La Nota Economica*, Digital. Recuperado el septiembre de 2020, de <https://lanotaeconomica.com.co/negocios/se-cumplen-10-anos-de-la-certificacion-leed-en-colombia.html#>
- Lestari, E., Pranoto, W., & Makarim, C. (2020, julio 20). IOP Conference Series: Materials Science and Engineering. *Utilization of rainwater harvesting installation to fulfil water needs in educational buildings*, 852( 012054), 1. Jakarta, Región especial de Yakarta, Indonesia: Institute of Physics Publishing. doi:10.1088 / 1757-899X / 852/1/012054
- Liu, Y., Wu, H., Zhang, Y., Yang, J., & He, F. (septiembre de 2020). Structure characteristics and hygrothermal performance of silica aerogel composites for building thermal insulation in humid areas. *Energy and Buildings*, 228. doi:10.1016j.enbuild.2020.110452
- Magar, C. S. (2010). Chapter 10 - Seven Principles for Interconnectivity: Achieving Sustainability in Design and Construction. In W. W. Clark, & W. W. Clark (Ed.), *Sustainable Communities Design Handbook* (Vol. II, pp. 165-179). butterworth heinemann. Retrieved septiembre 2020, from <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/B9781856178044000100#s0055>
- Mannise, R. (16 de 08 de 2011). *ecocosas.com*. Recuperado el marzo de 2020, de <https://ecocosas.com/construccion/captacion-de-agua-de-lluvia/>

Mao, j., Xia , B., Bi, F., Zhang, X., Zhang, W., & Siqing, X. (9 de agosto de 2020). Effect of roof materials and weather patterns on the quality of harvested rainwater in Shanghai, China.

*Revista de producción más limpia*, 279. doi:10.1016/j.jclepro.2020.123419

Mazzaferro , L., Machado , R., Melo, A. P., & Lamberts, R. (15 de julio de 2020). Do we need building performance data to propose a climatic zoning for building energy efficiency regulations? *Energy and Buildings*, 225. doi:10.1016/j.enbuild.2020.110303

Moreno Bejarano , A. (3 de septiembre de 2019). *Metro Cuadrado*. (E. Tiempo, Editor)

Recuperado el 26 de octubre de 2020, de Metrocuadrado.com:

<https://www.metrocuadrado.com/noticias/precios-m2/occidente-sector-kennedy-y-mandalay-933>

Ordaz Montalvo, E. (20 de noviembre de 2019). ¿Piensas en comprar casa? Este es el tiempo que debes ahorrar para conseguirlo. *El Financiero*. Recuperado el 21 de octubre de 2020, de <https://www.elfinanciero.com.mx/mis-finanzas/cuanto-tiempo-debes-ahorrar-para-comprarte-una-casa>

Ortega, M. (16 de junio de 2014). *ambito.com*. Recuperado el marzo de 2020, de

<https://www.ambito.com/edicion-impresa/edificios-sustentables-menos-costos-y-mayores-beneficios-n3845418>

Paisajismo Digital. (24 de julio de 2017). *Paisajismo Digital* . (Paisajismo Digital ) Recuperado el 15 de octubre de 2020, de paisajismodigital.com:

<https://paisajismodigital.com/blog/los-jardines-verticales-del-santolaia/>

Passoni, C., Marini, A., Andrea Belleri, & Menna, C. (octubre de 2020). Redefining the concept of sustainable renovation of buildings: State of the art and an LCT-based design

framework. *Sustainable Cities and Society*. doi:10.1016/j.scs.2020.102519

Petković-Grozdanović, N., Stoiljković, B., & Shubenkov, M. (2016). Location Criteria Relevant for Sustainability of Social Housing Model. En M. T. (Ed.), *XV Congreso Internacional sobre Problemas de actualidad de la Arquitectura, Ingeniería Civil, Eficiencia Energética y Ecología, TPACEE 2016. Volumen 73*, pág. número de artículo 06001.

Tyumenul, Rusia: EDP Sciences. doi:10.1051 / mateconf / 20167306001

planeta, c. e. (2018). *cuidemoselplaneta.org*. Recuperado el marzo de 202, de

<http://www.lineaverdehuelva.com/lv/consejos-ambientales/energias-renovables/Que-son-las-energias-renovables.asp>

Polo, G. G. (5 de agosto de 2015). Bogotá, la ciudad de todos los colombianos. (J. Cardona, Ed.)

*El Espectador*, pág. artículo electrónico. Recuperado el septiembre de 2020, de <https://www.elespectador.com/noticias/bogota/bogota-la-ciudad-de-todos-los-colombianos/>

rePlanet. (13 de abril de 2020). *replanet.es*. Recuperado el septiembre de 2020, de

<https://www.replanet.es/captacion-de-agua-de-lluvia-sistemas-de-recogida-pluvial/>

Revista Semana. (05 de 03 de 2019). *Revista Semana*. Recuperado el septiembre de 2020, de

<https://sostenibilidad.semana.com/actualidad/articulo/eficiencia-energetica-colombia-ha-avanzado-pero-falta-mucho-por-hacer/43180>

REYES, M. C., & RUBIO, J. J. (2014). DESCRIPCIÓN DE LOS SISTEMAS DE

RECOLECCIÓN Y APROVECHAMIENTO DE AGUAS LLUVIAS. *DESCRIPCIÓN DE LOS SISTEMAS DE RECOLECCIÓN Y APROVECHAMIENTO DE AGUAS*

*LLUVIAS*, 53. (F. D. INGENIERÍA, Ed.) Bogotá D.C., Bogotá D.C., Colombia:



- Universida católica de Colombia. Recuperado el septiembre de 2020, de  
<https://repository.ucatolica.edu.co/bitstream/10983/2089/1/Recoleccion-aguas.pdf>
- Robotham, M., Evensen, C., & Cox, L. (27 de enero de 2015). Rainwater Catchment Systems. 1-53. (U. d. Hawaii, Ed.) Honolulu, Hawaii, Estados Unidos: College of Tropical Agriculture and Human Resources . Recuperado el septiembre de 2020, de  
[https://www.researchgate.net/publication/29744816\\_Rainwater\\_Catchment\\_Systems](https://www.researchgate.net/publication/29744816_Rainwater_Catchment_Systems)
- Rodríguez, J. S. (2 de septiembre de 2019). *las2orillas*. (las2orillas, Ed.) Recuperado el septiembre de 2020, de <https://www.las2orillas.co/bogota-enfrentada-a-un-problema-de-sobrepoblacion/>
- Sarmiento, J. O. (2017). Vivienda industrializada: antecedentes en el mundo y propuesta al déficit de vivienda social en Colombia. En P. U. Javeriana (Ed.), *Cuadernos de Vivienda y Urbanismo* (Vol. Volumen 10, págs. 79-96). Colombia: Pontificia Universidad Javeriana. doi:10.11144 / Javeriana.cvu10-20.viam
- Secretaria del Habitat Alcaldia Mayor de Bogotá. (2019).  
<http://habitatencifras.habitatbogota.gov.co/>. Recuperado el 20 de octubre de 2020, de <http://habitatencifras.habitatbogota.gov.co/documentos/boletines/Localidades/Kennedy.pdf>
- Secretaria Distrital de Ambiente de Bogotá. (10 de septiembre de 2020). *Red de Monitoreo de Calidad del Aire de Bogotá*. Recuperado el 4 de octubre de 2020, de <http://201.245.192.252:81/home/text/1512>
- Secretaría Distrital de Cultura, Recreación y Deportes Kennedy. (2008). *LOCALIDAD DE KENNEDY FICHA BÁSICA*. Ficha Básica, Alcaldía Mayor de Bogotá , Secretaría de

Cultura, Recreación y Deportes, Bogotá D.C. Recuperado el 12 de octubre de 2020, de  
<https://docplayer.es/9839137-Localidad-de-kennedy-ficha-basica.html>

Secretaria Distrital de Hacienda de Bogotá. (2004). *Recorriendo Kennedy*. ALCALDÍA  
MAYOR DE BOGOTÁ D.C, Departamento Administrativo de Planeación. Bogotá D.C.:  
Editorial EdiSion Ltda. Recuperado el 11 de octubre de 2020, de  
<https://www.shd.gov.co/shd/taxonomy/term/220/shd/por-una-bogota-libre-de-discriminacion>

SECRETARÍA DISTRITAL DE PLANEACIÓN. (2017). *sdp.gov.co*. Recuperado el 3 de  
octubre de 2020, de  
<http://www.sdp.gov.co/sites/default/files/documentos/08%20Localidad%20de%20Kennedy.pdf>

Secretaría Distrital de Planeación. (2019). *sdp.gov.co*. Recuperado el 12 de octubre de 2020, de  
<http://www.sdp.gov.co/gestion-estudios-estrategicos/estratificacion/estratificacion-por-localidad>

Secretaría Distrital de Planeacion. (2020). *PROCESO DE REVISIÓN DEL PLAN DE  
ORDENAMIENTO TERRITORIAL DE BOGOTÁ D. C. DOCUMENTO DE  
DIAGNÓSTICO*. Documento Diagnostico, Alcaldía Mayor de Bogotá , Plan de  
Ordenamiento Territorial, Bogotá D.C. Recuperado el 19 de octubre de 2020, de  
[http://www.sdp.gov.co/sites/default/files/08\\_kennedy\\_-\\_diagnostico\\_pot\\_2020.pdf](http://www.sdp.gov.co/sites/default/files/08_kennedy_-_diagnostico_pot_2020.pdf)

Shucong, Z., Xun, Y., Xu, S., & Zhou, Y. (2015). Analysis of Plans for Rainwater Reuse in a  
Residential Area in Jiangsu, China. *2015 Asia-Pacific Energy Equipment Engineering  
Research Conference*, (págs. 367-369). doi:10.2991/ap3er-15.2015.86

- Sliwa, M., & Wiig, H. (18 de abril de 2016). Should I stay or should I go: The role of Colombian free urban housing projects in IDP return to the countryside. *Habitat International*, 56, 11-19. doi:10.1016j.habitatint.2016.01.003
- Souza , E., & Ghisi, E. (2012). *Potable water savings by using rainwater for non-potable uses in houses*, 4(3), 607-628. Brasil: water. doi: 10.3390 / w4030607
- Ssk, R. (2020). SUSTAINABLE BUILDING DESIGN. *Edx-MITx Course Project*, (pág. 19). Cambridge. doi:10.13140/RG.2.2.11868.00642
- Takagi , K., Otaki , M., & Otaki, Y. (2018, noviembre 22). *Potential of rainwater utilization in households based on the distributions of catchment area and end-use water demand*, 10(1706), 12. Suiza: MDPI AG. doi:MDPI AG
- Thuy Bui, T., Canh Nguyen, D., Han, M., Kim, M., & Park, H. (24 de octubre de 2020). Rainwater as a source of drinking water: A resource recovery case study from Vietnam. *Journal of Water Process Engineering*. doi:10.1016j.jwpe.2020.101740
- Unidad de Planeación Minero energético, U. (2016). *PLAN DE ACCIÓN INDICATIVO*. Plan de Acción, Ministerio de Minas y Energía , Departamento de Energía, Bogotá. Recuperado el septiembre de 2020, de [https://www1.upme.gov.co/DemandaEnergetica/MarcoNormatividad/PAI\\_PROURE\\_2017-2022.pdf](https://www1.upme.gov.co/DemandaEnergetica/MarcoNormatividad/PAI_PROURE_2017-2022.pdf)
- Vélez, A. G. (14 de abril de 2015). *Gerencia de Edificios*. Recuperado el septiembre de 2020, de <https://www.gerenciadeedificios.com/201504144461/articulos/arte-y-funcion/conozca-los-secretos-del-edificio-alpina.html>

Yuste, P. S. (25 de abril de 2017). *certificadosenergeticos.com*. Recuperado el marzo de 2020, de

<https://www.certificadosenergeticos.com/sistemas-fachada-vegetal-punto-vista->

construtivo