



UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS
PRIMER CLAUSTRO UNIVERSITARIO DE COLOMBIA
EDUCACIÓN ABIERTA Y A DISTANCIA

VIGILADA MINEDUCACIÓN - SNIES 1704



**Alternativas para acercar a la sostenibilidad conforme a las categorías,
Eficiencia en agua y Eficiencia en energía, planteadas por Vivienda Existente- CASA
Colombia, caso de estudio vivienda del barrio San Pedro de la localidad de Suba.**

Trabajo de Grado para optar por el título de Constructor en Arquitectura e Ingeniería

DANIEL ESTEBAN BUSTOS CARDENAS

Código: 2231197

Construcción en Arquitectura e Ingeniería

CAU Bogotá

Director:

I.C. – Mde WILLIÁN GERMAN MELLADO ARANZALES

Universidad Santo Tomás de Aquino

Decanatura de División de Educación Abierta y a Distancia

Centro de Atención Universitario Bogotá

2023



Tabla de contenido

1. Introducción	8
2. Planteamiento del problema.....	10
3. Justificación	12
3. Objetivos	14
4.1 Objetivo general.....	14
4.2 Objetivos específicos	14
5. Marcos de referencias	14
5.1 Antecedentes	14
CASA COLOMBIA SOSTENIBLE Y SALUDABLE.....	16
5.2 marco teórico	17
Construcción sostenible	17
Certificaciones de construcción sostenible	17
CASA Colombia	18
5.3 Marco legal	29
5.3.1 CONPES 3919 de 2018 – Política Nacional de Edificaciones Sostenibles	29
5.3.2 Resolución No 549 de 2015.....	29
6. Metodología	30
6.1 Variables	31
6.2 Descripción de la población.....	32
6.3 Técnicas e instrumentos	32
7. Descripción condiciones de la vivienda.....	34
Ubicación y topografía.....	39
Descripción general de la vivienda	40
Aparatos sanitarios.....	42
Electrodomésticos	44
Consumo de energía eléctrica	46
Consumo de agua.....	47
Walk Score.....	47



8.0 ANÁLISIS Y RESULTADOS	48
Eficiencia en agua	48
Tiempo de recuperación de la inversión cambio de aparatos sanitarios	55
Eficiencia energética	69
9.0 Conclusión.	91
10.0 REFERENCIAS.....	95



Lista de ilustraciones.

Ilustración 1. <i>Categorías de evaluación</i>	19
Ilustración 2. <i>Condiciones climáticas Bogotá</i>	35
Ilustración 3. <i>Estación climatológica del Apto El Dorado</i>	36
Ilustración 4. <i>Mapa de precipitación Bogotá</i>	37
Ilustración 5. <i>Mapa de brillo solar promedio diario</i>	38
Ilustración 6. <i>Mapa radiación de Bogotá</i>	38
Ilustración 7. <i>Carta solar y rayos del sol en la fachada</i>	39
Ilustración 8. <i>Localización del caso de estudio</i>	40
Ilustración 9. <i>vivienda de estudio</i>	41
Ilustración 10. <i>Plano piso 2</i>	41
Ilustración 11. <i>Plano piso 1</i>	42
Ilustración 12. <i>Baños de la vivienda</i>	44
Ilustración 13. <i>Walk Score de la vivienda caso de estudio.</i>	48
Ilustración 14. <i>Consumo vs costo grifera lavamanos</i>	52
Ilustración 15. <i>Ducha de bajo consumo</i>	53
Ilustración 16. <i>Ekoducha</i>	58
Ilustración 17. <i>Ekoducha con bomba manual</i>	59
Ilustración 18. <i>Ekomuro de 162 L</i>	64
Ilustración 19. <i>funcionamiento Ekomuro</i>	65
Ilustración 20. <i>Materiales Ekomuro</i>	65
Ilustración 21. <i>Filtro SAWYER</i>	66
Ilustración 22. <i>Etiqueta de eficiencia energética</i>	70



Ilustración 23. <i>Clasificación energética.....</i>	70
Ilustración 24. <i>Estufa de inducción</i>	71
Ilustración 25. <i>Radiación solar</i>	75
Ilustración 26. <i>Celda fotovoltaica.</i>	76
Ilustración 27. <i>Celdas solares</i>	77
Ilustración 28. <i>Simulación de consumo de la sala comedor</i>	78
Ilustración 29. <i>Simulador de consumo cocina.....</i>	79
Ilustración 30. <i>Simulador de zona de lavado</i>	79
Ilustración 31. <i>Simulador de consumo de las habitaciones</i>	80
Ilustración 32. <i>Simulador de consumo baño</i>	80
Ilustración 33. <i>visualizador de datos proyecto POWER</i>	82
Ilustración 34. <i>Datos para paneles solares energía solar difusa.....</i>	82
Ilustración 35. <i>Sistema fotovoltaico de Emergente</i>	86



Lista de tablas

Tabla 1. <i>Niveles de certificación CASA</i>	18
Tabla 2 <i>Consumo solicitado para aparatos sanitarios</i>	23
Tabla 3. <i>Envolvente caso 1: Aumento de ganancia de calor</i>	25
Tabla 4. <i>Instrumentos de investigación</i>	32
Tabla 5. <i>Clasificación Climática</i>	34
Tabla 6. <i>Precipitación ciudad de Bogotá</i>	36
Tabla 7. <i>Brillo solar Bogotá</i>	37
Tabla 8. <i>Aparatos sanitarios de la vivienda</i>	42
Tabla 9. <i>electrodomésticos de la vivienda</i>	44
Tabla 10 <i>Consumo energético caso de estudio</i>	46
Tabla 11. <i>Consumo agua de la vivienda</i>	47
Tabla 12. <i>Grifería para lavaplatos con consumo inferior a 6 L/minuto</i>	48
Tabla 13 <i>Costos y consumo de grifería para lavaplatos</i>	49
Tabla 14. <i>Grifería para lavamanos con consumo inferior a 6 L/minuto</i>	51
Tabla 15. <i>Costos y consumo de grifería para lavamanos</i>	52
Tabla 16. <i>consumo de agua y ahorro minimo solicitado por CASA</i>	54
Tabla 17. <i>Consumo de agua con los aparatos sanitarios nuevos</i>	55
Tabla 18. <i>puntaje para aparatos sanitarios</i>	57
Tabla 19. <i>tiempo de recuperación de la inversión Ekoducha</i>	63
Tabla 20. <i>Remoción de filtros SAWYER</i>	66



Tabla 21.	<i>Ahorro conseguido implementado las estrategias para le eficiencia en agua</i>	68
Tabla 22.	<i>posible puntuación en la categoría de eficacia en agua.....</i>	69
Tabla 23.	<i>Evaluación de velocidad del viento en las estaciones de Bogotá.....</i>	73
Tabla 24.	<i>Simulación de consumo energía eléctrica</i>	81
Tabla 25.	<i>Energía solar difusa promedio registrada para Bogotá (2011-2021).....</i>	83
Tabla 26.	<i>Cantidad de paneles conforme a potencia de salida</i>	84
Tabla 27.	<i>Referencias de paneles solares consultados</i>	85
Tabla 28.	<i>Retorno de la inversión del sistema fotovoltaico de Emergente.....</i>	86
Tabla 29.	<i>Sistema fotovoltaico Solartex.....</i>	87
Tabla 30.	<i>Costo del sistema Solartex de 6500W/día.....</i>	87
Tabla 31.	<i>Costo del sistema fotovoltaico de Autosolar.....</i>	88
Tabla 32.	<i>Tiempo recuperacion de la inversión</i>	88
Tabla 33.	<i>Puntuación EE2 Generación de electricidad mediante fuentes no</i>	89
Tabla 34.	<i>Diferentes puntuaciones para las categorías</i>	89
Tabla 35.	<i>Posible puntuación.....</i>	90
Tabla 36.	<i>Costos de estrategias</i>	90



1. Introducción

Los recursos naturales al ser finitos necesitan de una buena administración, que además sumado a la demanda que va en aumento conforme al crecimiento poblacional, hace que haya interés implementar estrategias para la sostenibilidad, por ello la Organización de Naciones Unidas-ONU en el 2015 planteo los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS), siendo de gran relevancia para el sector de la vivienda y la construcción, el 12 (producción sostenible) y 13 (combatir los cambios climáticos y sus efectos) ya que el 40% de las emisiones de CO₂ relacionadas al consumo de energía eléctrica se atribuyen al sector de la construcción Rodríguez (2019), las certificaciones de construcción sostenible son herramientas que están diseñadas para dar la seguridad que las edificaciones cuentan con los procesos constructivos, tecnologías y técnicas garantizando la eficiencia energética junto con un impacto ambiental bajo (AREVALO, 2018), con lo cual ayudan a conseguir los ODS, llevando al hecho que las herramientas de certificación hayan tenido gran acogida e implementación en todo el mundo, en el caso de Latinoamérica ha aumentado el número de proyectos certificados, por ejemplo LEED ha certificado más de 1000 proyectos para Brasil y México, 400 proyectos para Colombia y Chile, además superior al 50% de proyectos son de clasificación oro y platino siendo de las de mayor clasificación otorgadas por LEED.

Como respuesta a las necesidades el Consejo Colombiano de Construcción Sostenible CCCS, empezó a desarrollar una herramienta de certificación sostenible, adaptando un modelo de CASA de Brasil, dando origen a CASA Colombia que tiene como referente la



normativa nacional de construcción sostenible decreto 1285/15, la herramienta se oficializo en 2017, una de categorías que tiene es la de vivienda existente que permite la inclusión de las viviendas ya construidas que son un porcentaje representativo de las edificaciones, por ello se hace necesario el tener alternativas que puedan ser implementadas para las viviendas de los barrios típicos haciendo que el consumo de recursos naturales en estas sea menor, para poder acercarlas a la sostenibilidad se tomara como caso de estudio una vivienda en la localidad de Suba en el barrio San pedro, con la cual se buscara el identificar alternativas que cumplan con las categorías de eficiencia en energía y eficiencia en agua de CASA Existente.

Con el fin de conseguir la identificación de las alternativas se debera tener conocimiento de las condiciones actuales de la vivienda, con la descripción de los aparatos sanitario y de algunos electrodomésticos que contempla CASA Existente, para con ello poder identificar alternativas que puedan ser implementadas buscando conseguir el cumplimiento de los lineamientos de las categorías de eficiencia en agua y energía, dentro de la investigación se tomara también los consumos que registra la vivienda, al igual que en para las alternativas de reducción de consumo en agua potable calcular el tiempo de recuperacion de inversión, para lo cual se toma el costo de m3 de agua cobrado por la empresa de acueducto y alcantarillado de Bogotá en estrato 2 que se registra para la vivienda, también se encontrara el cálculo de la cantidad de paneles solares que deberían ser instalados para poder llegar a proveer la vivienda con energía eléctrica, generada por paneles fotovoltaicos.



2. Planteamiento del problema

Se hace necesario que la administración de los recursos se realice de manera responsable, debido a que son finitos y en conjunto con la demanda, que va en aumento, se hacen cada vez más escasos, es por ello que la sostenibilidad es un enfoque implementado frecuentemente, además de convertirse en un elemento indispensable en los diferentes proyectos, como en el sector de la construcción tienen gran acogida ya que es uno de los que más genera impacto en el ambiente, según lo menciona Rodríguez (2019) la Union Europea informa que el 40% de las emisiones de CO₂ y consumo energetico se debe al sector de la construcción, por lo cual han de tomarse cartas en el asunto con el fin de contribuir y lograr los objetivos 12 y 13 para el desarrollo sostenible (ODS) desarrollado por la Organización de Naciones Unidas-ONU en el 2015, los cuales son la producción sostenible y el combatir los cambios climáticos y sus efectos respectivamente, por otro lado la sostenibilidad en el sector de la construcción ha tenido una gran relevancia reconociendo la importancia de la disminución del impacto ambiental y el cuidado de los recursos, lo que ha dado la necesidad de contar con herramientas para la sostenibilidad dado lugar a las certificaciones de construcción sostenible que como las define (AREVALO, 2018) son herramientas que aseguran que las edificaciones cuentan con procesos y técnicas que disminuyen el impacto ambiental además de optimizar la eficiencia energética y de agua.

Una de las principales certificaciones a nivel mundial es leed, que en Colombia creció desde el 2008 hasta el 2016, año en el cual dio un gran salto de registros, que sigue creciendo mostrando un escenario positivo para la construcción sostenible como lo presenta el Consejo Colombiano de Construcción Sostenible (CCCS), en el caso de negocio de LEED en Latinoamérica, dentro del cual presenta que entre Brasil y México cuentan con más de 1000



proyectos registrados, y los que siguen la tendencia son Colombia y Chile con más de 400 proyectos registrados, además que más del 50% de las certificaciones a nivel Latinoamérica son oro y platino.

En el 2013 CCCS empezó con el desarrollo de una herramienta para la certificación sostenible, que para el 2017 establece CASA, como una herramienta a nivel nacional, la cual cuenta con un esquema para vivienda nuevas VIS y no VIS, además de un esquema para vivienda existente que incluye vivienda usada y remodelación, para el 2018 CASA oficializa el esquema VIS y en 2020.

Para el funcionamiento de la vivienda se consume una cantidad considerable de recursos, como lo son el agua y la energía, además de los desechos que se generan, por esto es indispensable la implementación de estrategias para el uso eficiente de los recursos en la vivienda, ya que el impacto sobre el recurso hídrico es evidente por ello han de implementarse estrategias para el uso eficiente y el ahorro del agua (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2022) además de contribuir al ODS 6 “Garantizar la disponibilidad de agua y su gestión sostenible y saneamiento para todos”, en respuesta a esta necesidad el Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio expide la resolución 0549 del 2015 en la cual da origen a la guía de construcción sostenible para el ahorro de agua y energía en edificaciones, con la cual se busca dar los referentes y dirección para conseguir que las edificaciones nuevas cumplan con unas medidas mínimas de ahorro de energía y agua, los cuales son de carácter obligatorio cumplimiento desde el año 2017.

La certificación del CCCS Vivienda Existente- CASA Colombia presenta 8 categorías: Gestión del proyecto, Sostenibilidad en el entorno, Sostenibilidad en obra, Eficiencia en agua, Eficiencia en energía, Eficiencia en materiales, bienestar y responsabilidad social, con las cuales



se puede certificar dos tipos de proyectos remodelación y vivienda usada, para comprobar los atributos de sostenibilidad o respectivas mejoras para conseguir espacios sostenibles y saludables, la herramienta aún no ha llegado a ser implementada en las viviendas de barrios populares y por lo tanto no se han identificado las alternativas que se pueden llegar a implementar con el fin de conseguir espacios sostenibles y saludables en las viviendas ya construidas como en la localidad de Suba que cuenta con más de 1,2 millones de habitantes, con el 16,4% de los hogares de Bogotá y donde el 29,4% de las viviendas son tipo casa (Ramírez, 2019), lo cual deja una gran parte de las viviendas y de la población sin aportar a la sostenibilidad, que si además se extiende a la resolución 549 del 2015 que solo comprende las edificaciones nuevas, dejando sin cubrimiento este sector de la población que debe ser tomado en cuenta y aplicado los porcentajes mínimos de ahorro de energía y agua con los cuales se podría lograr el objetivo de la eficiencia energética y de agua, como este es el objetivo de la certificación CASA Colombia Vivienda Existente en las categorías de Eficiencia en agua y Eficiencia en energía, dando a lugar a la siguiente pregunta.

Pregunta Problema

¿Qué Alternativas se pueden implementar para acercarse a la sostenibilidad conforme a las categorías Eficiencia en agua y Eficiencia en energía, planteadas por CASA Colombia para vivienda existente, caso de estudio vivienda del barrio San Pedro de la localidad de Suba?

3. Justificación

La dinámica en la que las ciudades han ido creciendo, hace que no se haya tenido en cuenta los factores ambientales y sociales, en la producción del hábitat con lo que se presentan diversos desequilibrios y problemáticas a nivel socioambientales, lo sostenible supera los límites



de lo arquitectónico y se relaciona estrechamente con el entorno urbano, ciudad y territorio, con lo que se busca una integración armónica del elemento construido con el contexto natural, haciendo un uso eficiente de los recursos naturales necesarios para su funcionamiento (Valencia, 2018).

Colombia se está impulsando la construcción responsable con el medio ambiente, comprende en gran manera la construcciones nuevas, como la resolución 0549 que está dirigida a las construcciones nuevas que es una medida muy buena en fin de conseguir la sostenibilidad en el sector de vivienda sin embargo se hace necesario reconocer las alternativas para las viviendas ya construidas como las que se encuentran en los diferentes barrios de la ciudad de Bogotá que tiene localidades como las de Suba que contaba con 362671 viviendas DANE (2017), de las cuales el 325.351 son de los estratos del 0 al 3, para las cuales se pretenden identificar alternativas para acercarlas a la sostenibilidad conforme a las categorías de Eficiencia en agua y Eficiencia en energía que son planteadas en el esquema de vivienda existente de la certificación CASA desarrollada por el CCCS, con el fin aplicar la metodología de la herramienta para que en el futuro se puedan implementar las estrategias para conseguir cumplir con lo solicita la resolución 549 inicialmente en una vivienda multifamiliar, y que después pueda ser replicada en más viviendas de condiciones similares.

La investigación pretende servir de inicio en el estudio practico de aplicabilidad de la metodología CASA Existente en una vivienda multifamiliar en la categoría de eficiencia en agua y eficiencia energía, proponiendo alternativas de las cuales se estudiara los resultados y una estimación inicial de costos para que sirva de criterio de viabilidad, en la cual se pueden dar nuevas dudas y respecto a si es hay alternativas más adecuadas, también pueden surgir investigaciones conforme a la aplicabilidad de las demás categorías en especial la de Bienestar



que otorga 25 puntos dentro de los cuales está involucrado de forma opcional el envolvente de la vivienda.

4. Objetivos

4.1 Objetivo general

Proponer alternativas para acercar a la sostenibilidad conforme a las categorías, Eficiencia en agua y Eficiencia en energía, planteadas por Vivienda Existente- CASA Colombia, caso de estudio vivienda del barrio San Pedro de la localidad de Suba.

4.2 Objetivos específicos

Describir de las condiciones actuales de la vivienda, principalmente el consumo energético y de agua.

Aplicar la metodología del sistema de certificación CASA Colombia vivienda existente.

Proponer alternativas que pueden llegar a ser implementadas en la vivienda siguiendo los lineamientos de la categoría Eficiencia en agua de la certificación CASA Colombia para vivienda existente.

Proponer alternativas que pueden llegar a ser implementadas en la vivienda siguiendo los lineamientos de la categoría Eficiencia en energía de la certificación CASA Colombia para vivienda existente.

5. Marcos de referencias

5.1 Antecedentes

la construcción sostenible se ha venido implementado desde el siglo pasado, para la década de los 90 se hizo la herramienta LEED que actualmente es la más reconocida a nivel mundial, para esta misma década en el reino unido se hacía el lanzamiento de la herramienta BREAM, ya



para el 2000 en España se originaba la certificación VERDE, la certificación LEED se ha estado implementado desde hace 15 años a nivel latinoamericano generando un aumento en la cantidad de proyectos que se han registrado, y en caso particular de Colombia se ha dado un salto desde el 2016, y uno de los primeros edificios en Colombia fue el NOVARTIS que esta ubicados en la ciudad de Bogotá recibiendo la categoría plata en dicha certificación, por medio de reutilización de aguas lluvias, aeración natural y aprovechamiento máximo de la luz natural, otro de los grandes referentes es el edificio de Bancolombia en Medellín, en el cual se usan las guas grises para riego de jardines y uso en baños, y la iluminación natural, y la implementación de materiales certificados.

A nivel mundial es el barrio Laxmeerse en Holanda, que cuenta con 250 casas certificadas como ecológicas, donde dentro de sus sistemas de recolección de aguas lluvias son almacenadas, para ser reutilizadas y las aguas residuales son empleadas para la producción de biogás.

Se presentó un estudio con posibles alternativas para lograr la certificación LEED en viviendas de interés social aplicada al sector del barrio Yomasa, donde hacen la descripción del entorno al igual que los puntos que son evaluados para poder lograr la certificación, donde se dan opciones para la generación de energías renovables por medio de paneles solares y turbinas eólicas, al igual que la implantación de un filtro casero para el tratado de aguas pluviales con el fin de ser usadas para actividades de limpieza doméstica y un depurador biológico para el tratado de las aguas residuales y procesos de separación de residuos para el reciclaje, donde las autoras llegaron a la conclusión que con estas implementaciones se podría estimar llegar a una certificación de primer nivel para hogares LEED Pulido Pérez y Yepes Pinilla (2013).



Para alternativas de construcción sostenible en las viviendas de viviendas de interés social, Monroy (2014) propone una opción desde los materiales que son sostenibles, con materiales biodegradables y la implementación de materiales reciclado como el concreto o implementación de plásticos para la fabricación de ladrillos, donde concluye que el sector de la construcción tiene un potencial de reducir el impacto sobre el ambiente, al igual los costos para la construcción sostenible actualmente son similares a los costos de la construcción convencional, y la gran visión de la edificación ya que se comprende desde su diseño hasta la demolición, donde estos se les pueden dar un uso más allá con el la elaboración de nuevos materiales, además que plantea que el sector de la construcción tiene un gran potencial en la reducción del impacto del medio ambiente con la implementación de pequeños cambios.

CASA COLOMBIA SOSTENIBLE Y SALUDABLE

El Consejo Colombiano de Construcción Sostenible (CCCS) en colaboración con el sector privado-academia, desarrollo una herramienta en la cual se incluye como referente la normativa nacional de construcción sostenible específicamente el Decreto 1285/15 y la Res. 549/15, la herramienta empezó su elaboración en el 2013 donde el CCCS que en conjunto con colaboradores como Brasil GCB emprender la concepción de una herramienta de certificación para Colombia, para el 2013 el comité técnico partiendo de la herramienta CASA de Brasil, indaga y evalúa sobre los indicadores principales a fin de poder determinar si es posible aplicar este referente al país para el 2015 el CCCS observa un trabajo de grado que busca determinar los porcentajes de las categorías y lineamientos que componen la herramienta, además de empalmarla a la normatividad nacional y otros estándares internacionales, en el 2016 con un estudio a cargo de la Universidad de los Andes se establece una guía referencial para el



diseño y la construcción de viviendas sostenibles, en la cual se incorpora diseño que integrativo, articulación a Normatividad nacional y buenas prácticas, para el 2017 se hace oficial el lanzamiento de CASA que está basado en los lineamientos del World Green Building Council, el cual respalda la relevancia de la herramienta a nivel nacional, en 2018 BANCOLOMBIA abrió una línea nueva de crédito verde que está pensado en los constructores y compradores de vivienda sostenible CCCS(2023), desde su lanzamiento casa ha alcanzado 67 proyectos registrados.

5.2 marco teórico

Construcción sostenible

El ministerio de ambiente define la construcción sostenible como un proceso holístico en el que se busca la restauración y mantenimiento de la armonía entre el ambiente natural y los espacios construidos, en este tipo de construcción se busca el bienestar integral de las personas con generación de igualdad y equidad, tanto social como económica, con lo cual es requerido nuevos procesos constructivos y de diseño arquitectónico, al igual que el mantenimiento y funcionamiento de la edificación, por lo que se hace uso del diseño bio-arquitectónico y se prioriza la implantación de materiales con bajos niveles de energía que sean reciclables y renovables, para con ello hacer uso eficiente de la energía, el agua y reducir la contaminación generada por la construcción y uso de la edificación.

Certificaciones de construcción sostenible

En busca de poder tener estándares y parámetros a seguir para conseguir la sostenibilidad y poder garantizar la construcción sostenible se desarrollaron las certificaciones y sellos de sostenibilidad (AREVALO, 2018), dentro de los cuales están LEED, BREAM, EDGE y CASA Colombia.



CASA Colombia

Según el CCCS es un sistema de certificación para viviendas donde es priorizado el usuario, haciendo reconocimiento de proyectos que sean sostenibles y saludables, para una sostenibilidad integral, que para su desarrollo es multi atributo, que se basa en el desempeño con indicadores de carácter cualitativo y que tienen una verificación de tercera parte.

Vivienda Existente - CASA Colombia

Es un esquema de la certificación CASA Colombia con la cual se da el acceso a las viviendas existentes para la verificación de las cualidades de sostenibilidad o el poder desarrollar mejoras para el desempeño para asegurar que los espacios sean saludables y sostenibles CCCS, en este esquema se puede registra cualquier tipo de vivienda bien sea de propiedad horizontal o no, que sea casa o apartamento, esta categoría se encuentra habilitada para la ciudad de Bogotá.

Tabla 1. Niveles de certificación CASA

Excepcional	* * * * *	+ 85 puntos
Excelente	* * * *	[71 - 84]
Sobresaliente	* * *	[61 - 70]
Muy bueno	* *	[51 - 60]
Bueno	*	[40 - 50] + Lineamientos obligatorios

Nota: la tabla representa la puntuación requerida para los diferentes niveles de certificación dada por CASA Existente tomado de “documento técnico CASA Colombia Vivienda existente”, pg 5(<https://casa.cccs.org.co/wp-content/uploads/2022/08/20220831-Documento-tecnico-CASA-Colombia-Vivienda-Existente.pdf>)



Categorías de evaluación

Ilustración 1. Categorías de evaluación



Nota: la ilustración representa las categorías de evaluación para la certificación CASA Existente tomado de “documento técnico CASA Colombia Vivienda existente”, pg 6 (<https://casa.cccs.org.co/wp-content/uploads/2022/08/20220831-Documento-tecnico-CASA-Colombia-Vivienda-Existente.pdf>)

Gestión del proyecto

Esta categoría aplica para remodelación y tienen un único lineamiento que es de carácter opcional, “aseguramiento de calidad”, que tienen como objetivo el garantizar los sistemas, el bienestar de los usuarios y la optimización de los recursos por medio del análisis de las relaciones entre los sistemas y la verificación de los desempeños que se esperan con el fin de garantizar los beneficios de carácter económico, social y ambiental, donde especifica que debe tener por lo menos el análisis de las siguientes sinergias:

- *Sistema hidráulico y consumo de agua.
- * Sistema HVCA y de energía.
- * Sistema HVCA e hidráulico.
- * Sistema de envolvente y energía.
- * Sistema de iluminación y de energía.



Sostenibilidad en el entorno

Gestión de escorrentía el objetivo de este lineamiento es el sostenimiento del balance hidrológico de la misma manera que el manejo de la escorrentía en sitio, dicho lineamiento es de carácter opcional y es aplicable para remodelación y que sea unifamiliar.

para el cumplimiento del lineamiento según CASA “se debe hacer la gestión implementando estrategias de reutilización, filtración y reducción del caudal pico de escorrentía que corresponde al volumen del percentil 15. Que deberá estar calculado del histórico de 5 años de precipitación diaria obtenidos de la estación más cercana”.

Ubicación adecuada y facilidades para transporte alternativo es de carácter opcional y aplicable para remodelación y casa usada, donde el objetivo es la reducción de gases invernadero debido al transporte de los residentes, al igual que facilitar el acceso al transporte y espacio público de calidad, además de facilitar el uso de transporte público, para el cumplimiento del lineamiento los requerimientos se deben implementar dos opciones.

Opción 1 acceso a espacios abiertos y de servicios donde se debe facilitar el acceso a un espacio exterior o interior de 600m² de área continua que quede a menos de 500 metros.

El acceso por lo menos a 4 usos desde la entrada de la vivienda a menos de 800 metros, dentro de estos usos están venta de alimentos al por menor, papelería, ferretería, farmacia, otros servicios de la comunidad, etc....

vía de cumplimiento 2 la cual es tener un puntaje superior a 70 puntos en la plataforma Walkscore.

Opción 2 acceso a transporte público es contar con una estación de transporte público a menos de 600m de la vivienda.



Instalaciones para el transporte alternativo Este tiene por objetivo el estimular el uso de alternativas de movilidad a fin de amortiguar el cambio climático, haciendo menor las emisiones de carbono debido al transporte, el lineamiento es de carácter opcional aplicable a casa usada o remodelación.

Opción 1 estaciones de carga se debe contar con estaciones de carga para vehículos eléctricos, que debe estar dentro de la unidad residencial o copropiedad, además que se debe tener el cargador y permitir el acceso a los residentes.

Opción 2 bicicleteros la unidad residencial debe contar con parqueaderos para bicicletas o Scooter además de tener acceso a ciclorrutas ubicadas a menos de 300m.

Sostenibilidad en la obra

Con esta categoría se busca la disminución de la afectación negativa que se da en el ambiente debido a la remodelación por medio de estrategias de gestión de calidad, y manejo de residuos de construcción y remodelación.

Gestión de residuos de construcción y demolición es de carácter obligatorio, sus requerimientos son la implementación para el manejo y aprovechamiento de residuos que más estén generando el volumen y/o peso, además de la gestión de residuos peligrosos.

Gestión de calidad del aire para proteger la salud y bienestar de las personas durante la obra el objetivo es cuidar a las personas que se encuentran habitando la unidad residencial, los trabajadores y los vecinos mediante el manejo de la presencia de agentes contaminantes en el aire que se dan en ejecución de la remodelación. El requerimiento de condición obligatoria se deben implementar las siguientes estrategias.



1. Proteger los materiales higroscópicos de exposición a la humedad, en caso de que tengan crecimiento microbiano o hongos visibles, evitar su instalación, eliminar el polvo rociando agua o con barreras dentro de la obra.
2. garantizar la correcta ventilación donde se esté realizando la actividad.
3. Utilizar los elementos de protección individual cuando se manipulen contaminantes o cuando el trabajo genere material particulado.
4. Mantener buenas condiciones de aseo la vivienda durante la remodelación (CASA Colombia Vivienda Existente, pág18).

Eficiencia en agua

El objetivo de esta categoría es el uso eficiente del recurso hídrico mediante la implementación elementos sanitarios de menor gasto de agua además de fuentes alternativas del recurso hídrico, y la disminución del consumo de agua potable para el mantenimiento del paisajismo de la vivienda.

Uso eficiente del agua en la vivienda el cumplimiento de este lineamiento es de carácter obligatorio y el objetivo es la eficiencia en el uso del agua en los espacios interiores y la generación de aguas residuales, para lo cual proporciona los valores que se deben garantizar para su cumplimiento, bien pueden ser equivalentes o inferiores.



Tabla 2 Consumo solicitado para aparatos sanitarios

Aparato sanitario	Consumo base	Presión de referencia (psi)
Sanitario	4.8 L/descarga	N/A
Lavamanos	6 L/minuto	60
Lavaplatos	6 L/minuto	60
Ducha	8.3 L/minuto	80

Nota: la tabla presenta el consumo para cada aparato sanitario que debe tener la vivienda según lo exigido por CASA Existente tomado de “documento tecnico CASA Colombia Vivienda existente”, pg 20(<https://casa.cccs.org.co/wp-content/uploads/2022/08/20220831-Documento-tecnico-CASA-Colombia-Vivienda-Existente.pdf>)

Reducción del consumo de agua potable es de condición opcional y aplicable a vivienda usada o remodelación, donde su objetivo es la reducción del consumo del agua potable, para la disminución de la demanda de los sistemas municipales.

Para su requerimiento se puede hacer uso de diferentes estrategias que lleven a la vivienda a la reducción del consumo de agua potable, bien sea mediante reutilización de aguas lluvias o grises u otra fuente de agua no potable, siempre y cuando se garantice la calidad del agua conforme a su uso, la certificación proporciona en la página 21, la fórmula para calcular el aprovechamiento mínimo

$$\text{Volumen base [L/mes]} = \text{Consumo del aparato sanitario instalado (L/descarga)} * 5(\text{descargas/día}) * 30(\text{días/mes}) * 20\%$$

Consumo del agua en el paisajismo este lineamiento también de carácter opcional y aplicable a vivienda usada o remodelación, el objetivo es la mejora de la eficiencia en el uso del agua potable empleada en el paisajismo de la vivienda. En el proyecto ha de demostrarse que se



utiliza un sistema de riego sin agua potable, esto es aplicable si se cuanta con área de paisajismo de por lo menos 10m² que sean responsabilidad del residente.

Eficiencia en energía

El objetivo general de la categoría es la búsqueda de garantizar un mínimo de ahorro de energía en la vivienda, reduciendo los gases de efecto invernadero por la generación de energía eléctrica, además de la estimulación de usos de generación de energías no convencionales.

Uso eficiente de la energía Para el cumplimiento de este lineamiento se tienen las siguientes condiciones:

Condición obligatoria.

Opción 1 auditoria de eficiencia energética, en este requerimiento el auditor de la certificación hace una visita, para reconocer los consumos energéticos, para después dar unas opciones de eficiencia energética que sean de bajo o 0 costo cumplideras a un año a cargo del propietario, además deja registrado las opciones de medio y alto costo que se deberían tener en cuenta.

Opción 2 método de desempeño se deberá calcular y simular en base a la ASHRAE 90.2 o ASHRAE 90.1 ya con esta línea base se determinará cuáles son las posibilidades para conseguir el ahorro de energía con el cual se dé por los menos el 3% de eficiencia energética anual que está en unidades de KWh, la certificación resalta que el programa de simulación que se debe emplear debe cumplir con los criterios de ASHRAE 140.

Condición opcional

Opción 1 auditoria de eficiencia energética, donde se tendrá el análisis de la envolvente que debe contar con las siguientes características:



Tabla 3. *Envoltente caso 1: Aumento de ganancia de calor*

Medida de eficiencia	Puntos
Orientación de fachadas hacia el Este u Oeste	1
No tener balcones en habitaciones	1
Ventanería con factor SHGC entre 0.55 - 0.75	1
Ventanería con factor $U < 3 \text{ W/ (m}^2 \cdot \text{K)}$	2
Relación ventana-muro 35% - 45%	1
Sellamiento alrededor de ventanas y puertas	1
Estructuras de calentamiento pasivo (vernadero adosado)	1
Aislamiento en los muros exteriores mínimo R 11	1
Aislamiento de todo el piso de la unidad residencial R9	1

Nota: la tabla representa las condiciones de envoltente para vivienda de clima frío que es caso 1 según CASA Existente tomado de “documento técnico CASA Colombia Vivienda existente”, pg 25(<https://casa.cccs.org.co/wp-content/uploads/2022/08/20220831-Documento-tecnico-CASA-Colombia-Vivienda-Existente.pdf>)

Para el caso de los electrodomésticos se recomienda que para la estufa, lavavajillas y horno cuenten con etiquetas de calificación A de RETIQ, para los calentadores de agua de acumulación o paso bien sea de gas o eléctricos y los sistemas de acondicionamiento deben contar con etiqueta tipo B de RETIQ, la estufa debe ser de inducción, que todos los electrodomésticos funcionen con energía eléctrica y que se pueda mantener el confort sin los equipos electrónicos.

Generación de energía mediante fuentes no convencionales el objetivo es la estimulación de producción de energía no convencional partir de micro fuentes como la eólica o la eléctrica, para el cumplimiento de este lineamiento se hará una auditoria de eficiencia de energética del último año y se indicaría la cantidad de energía que se puede reemplazar.



Eficiencia en materiales

El objetivo de esta categoría es el buen manejo de los residuos sólidos, mediante la implementación de diferentes estrategias para la separación y reciclaje, además de estimular el uso de materiales sostenibles y el reúso de materiales.

Gestión de residuos durante la operación como condición obligatoria a cumplir tanto para remodelación como vivienda usada, se debe disponer de los espacios para la separación de los residuos que se generan por la operación de la vivienda, como mínimo se debe tener tres contenedores que deben estar rotulados con las categorías de orgánico aprovechable, no aprovechable y de reciclable.

Como condición opcional se pueden tener las siguientes opciones

Opción 1 demostrar que se cuenta con disponibilidad y cobertura del servicio de reciclaje y compostaje.

Opción 2 donde la vivienda tiene infraestructura para el compostaje

Uso de madera responsable esta categoría es aplicable solo para remodelación donde cuenta con los lineamientos de madera legal y madera sostenible, proporcionando una lista de proveedores autorizados o pueden ser certificadas, de igual forma que la estimulación para el uso de madera sostenible en por los menos el 10% de la madera nueva, que debe contar con sello de verificación, como el sello ambiental colombiano.

Uso de pinturas y recubrimiento con bajo contenido de COV el objetivo es el uso de recubrimientos y pinturas con bajo niveles de compuestos orgánicos volátiles (COV), hay dos lineamientos el primero es de cumplimiento obligatorio si se hace el uso de recubrimientos nuevos que en ese caso se deberá demostrar que estas cuentan con bajos niveles de COV



mediante los niveles recomendados de CASA o certificación de tercera parte vigente, si cuenta con certificación se dará una calificación adicional.

Priorización de atributos múltiples de sostenibilidad es de carácter opcional y aplicable para remodelación, busca promover el uso de materiales que cuenten con sus atributos de sostenibilidad de manera clara además de sus procesos de producción.

Reúso de productos y materiales el lineamiento es de carácter opcional aplicable para remodelación, buscando la mitigación del impacto negativo por el uso de materiales nuevos, promoviendo el reúso de materiales de elementos instalados anteriormente ya sea en la misma unidad residencial o en otra, dentro de estos elementos podemos mencionar las puertas, gabinetes y carpintería empotrada entre otros.

Bienestar

Calidad mínima de aire interior condición obligatoria para el cumplimiento de este lineamiento busca evitar la contaminación cruzada, y proporciona las siguientes estrategias:

Los espacios que tengan ocupación regular deben contar con ventilación.

Los elementos como las chimeneas o estufas deben contar con aberturas fijas o de extracción mecánica.

Los baños y la zona de lavandería igualmente deben contar con sistemas de ventilación por medio de aberturas fijas o movibles o de forma mecánica.

Si la vivienda cuenta con parqueadero interior se deberá prevenir la contaminación cruzada.



Condición opcional, se presentan dos opciones la primera es la instalación de un tapete atrapa mugre en la entrada principal y la segunda es no contar con equipos o infraestructura que estimulen la combustión al interior de la vivienda.

Confort térmico en interiores en la condición obligatoria deberá cumplir con los requerimientos de confort de la ASHARE 55 del 2020, o se deberá implementar estrategias de bajo costo o costo cero para conseguir en confort térmico.

Condición opcional se toman las mismas medias de la ilustración 4 para el aumento de la ganancia de calor.

Confort auditivo la categoría es de cumplimiento opcional y busca que dentro de la vivienda los niveles de ruido no superen los 50dB en los espacios de las habitaciones, oficina, sala, comedor.

Confort visual el objetivo es la buscar el confort visual de la vivienda, para lo cual proporciona dos opciones, la primera es proporcionar iluminación natural en los espacios de ocupación frecuente, la cual debe ser de mínimo de 200 luxes entre las 10:00 am y las 3:00 pm. La segunda opción es permitir que los habitantes pueden tener acceso a la vista exterior bien sea del natural o urbano, lo cual debe hacerse por medio de componentes translucidos, desde la habitación, comedor, estudio, sala, cocina.

Espacios libres de humo de cigarrillo el lineamiento es de carácter opcional y para su cumplimiento se debe tener señalizado en las areas comunes el prohibido fumar.

Generación de espacios para la actividad física el objetivo de la categoría es la brindar espacios que estén cercanos o adentro de la vivienda, con el fin que los habitantes puedan hacer actividades físicas.



Las opciones que se brindan son dos, la primera es la evidencia de que la unidad residencial cuenta con espacios para la actividad física, la segunda es que se cuente con un espacio a menos de 500 metros caminables para el acceso a espacios para la actividad física como un parque.

Responsabilidad social el objetivo es divulgar las buenas prácticas que los habitantes pueden realizar en la vivienda durante su adecuación y operación, para el cumplimiento el propietario de la vivienda debe conocer la guía de buenas prácticas del CCCS, además de los 4 podcasts realizador igualmente por el CCCS.

5.3 Marco legal

5.3.1 CONPES 3919 de 2018 – Política Nacional de Edificaciones Sostenibles

Objetivo general “impulsar la inclusión de criterios de sostenibilidad para todos los usos y dentro de todas las etapas del ciclo de vida de las edificaciones a través de ajustes normativos, el desarrollo de mecanismos de seguimiento y la promoción de incentivos económicos, que contribuyan a mitigar los efectos negativos de la actividad edificadora sobre el ambiente, mejorar las condiciones de habitabilidad y generar oportunidades de empleo e innovación”.

5.3.2 Resolución No 549 de 2015

La Guía para el ahorro de agua y energía en edificaciones que fue desarrollada por el ministerio de vivienda en julio del 2015, la cual se dio como respuesta del decreto 1285 de junio del 2015, que llegaba para la modificación del Decreto Único Reglamentario del Sector Vivienda, Ciudad y Territorio 1077 del 2015, el decreto 1285/2015 es relevante ya que establece por primera vez lo competente a lo referente a la construcción sostenible, donde el Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio da paso para la reglamentación que en conjunción establezcan los lineamientos de construcción sostenible para edificaciones, centrándose en dos ejes el uso



eficiente de la energía y del agua, el decreto define la construcción sostenible como “ aquella que está en sincronía con el sitio, hace uso eficiente de la energía, agua y materiales de un modo eficiente y provee confort y salud a sus usuarios. Todo esto es alcanzado gracias a un proceso de diseño consiente del clima y la ecología del entorno donde se construye la edificación” CCCS (2021).

Los lineamientos de la herramienta CASA estan diseñadas para cumplir con las condiciones de la resolucion 0594 de 2015 Guia de ahorro de agua y energia en edificaciones, como en la categoria de uso eficiente de agua, por el medio del cual se busca la reduccion en el consumo de agua potable, mediante la implementacion de diferentes estrategias como los aparatos sanitarios o fuentes alternativas de agua.

6. Metodología

Enfoque de la investigación

La investigación busca que la vivienda se tenga un acercamiento a la sostenibilidad conforme a los lineamientos de las categorías de Eficiencia en agua y Eficiencia en energía, de la herramienta de certificación CASA Existente, ya que estas dos categorías son una de las de mayor peso en la puntuación, haciendo que el consumo de recursos sea de gran importancia en la valoración de sostenibilidad de las viviendas, con lo cual se buscara identificar algunas de las estrategias que se pueden implementar para conseguir un uso eficiente de los recurso energético e hídrico, para la cual se estimaran los consumos actuales de igual forma los aparatos que inciden en dichos consumos, para lo cual se tendrán estimaciones de tiempos y cantidad de veces se usó de aparatos sanitarios, al igual que las descripción de los electrodomésticos que están vinculados directamente a las especificaciones de la certificación, para los consumos se complementara la



información con los registros de facturación de las empresas prestadoras de servicio de agua y electricidad, haciendo que el enfoque de la investigación sea de tipo cuantitativo.

Tipo de investigación

La investigación es de tipo cuantitativa donde se mide el consumo energético dado en KW/hora y el consumo de agua dado en m^3 , para la cual se empleara la técnica de investigación que se dispondrá será la de estudio de caso, donde se estudiara el consumo de los aparatos sanitarios comparándolo con las lineamientos de CASA Existente para la categoría de eficiencia en agua, complementándolo con las opciones para la disminución de consumo de agua potable que se da en el funcionamiento de la vivienda, para la categoría de eficiencia en energía se tratara el consumo de energía eléctrica, adicionando la eficiencia de algunos electrodomésticos que están comprendidos dentro de los lineamientos opcionales, al igual que las opciones de generación de energía eléctrica con fuentes no convencionales.

Variables

Las variables que se pueden llegar a encontrar en la investigación en el caso de estudio en la ciudad de Bogotá, estarán vinculadas al consumo de recursos de tipo energético y de agua que se tienen en la vivienda, al igual que la eficiencia de los equipos y aparatos que emplean estos recursos, al igual que el posible cambio de estos, estimando costos y tiempo de recuperacion, también se tendrán variables para la generación de energía en la vivienda que le aporten a la sostenibilidad y por ende eficiencia de la vivienda que sería posible que se acoplaran a lo solicitado por CASA Existente, las variable de consumo energético se mide en KW/hora, para el consumo de agua mide en m^3 y el Litros.



Descripción de la población

La presente investigación se llevará a cabo en una vivienda existente de dos niveles que está ubicada en el barrio San Pedro de la localidad de Suba, la cual es de estrato dos, multifamiliar que cuanta con 8 habitantes la cual es el caso de estudio a tratar.

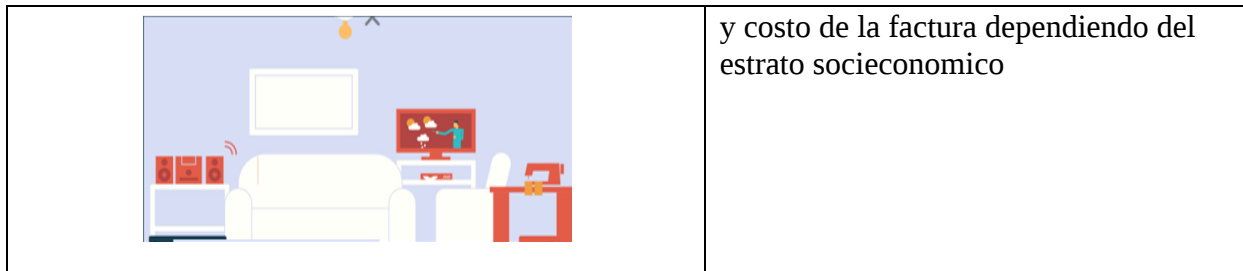
Técnicas e instrumentos

La investigación se hará un registro de los aparatos sanitarios y algunos electrodomésticos, dando sus especificaciones las cuales se tendrá a partir de observación y complementados con la consulta de las fichas técnicas de las empresas fabricantes, también se consultará la facturación de consumo de agua que es enviada periódicamente a la vivienda por el acueducto y alcantarillado de Bogotá, para la luz se consultaran la facturación registrada en una año tomado del recibo enviado por Enel-Codensa con el fin de tener un promedio de consumo de energía y agua en la vivienda, datos que serán complementados con la estimación de consumo de agua con los aparatos sanitarios teniendo tiempos de uso, consumo del aparato sanitario y cantidades de uso, para la energía se complementara con la simulación de consumo.

La investigación tendrá consulta bibliográfica de tiempos y cantidad de usos al día de los diferentes aparatos sanitarios que se tienen en una vivienda, para caso práctico de CASA existente dada por el CCCS.

Tabla 4. *Instrumentos de investigación*

INSTRUMENTOS	ESPEFICICACIONES
Matriz consumo de agua potable aparatos sanitarios	Se registraran las especificaciones de los aparatos sanitarios, junto con los tiempos y numero de descargas, para calcular los totales de consumo diarios y mensuales, tambien se calcula el ahorro minimo solicitato por CASA existente



y costo de la factura dependiendo del estrato socioeconomico

Nota: la ilustración presenta los instrumentos empleados con la respectiva descripción, los cuales fueron empleados para el desarrollo de la investigación, elaboración propia.

7. Descripción condiciones de la vivienda

Condiciones climáticas.

Tabla 5. Clasificación Climática

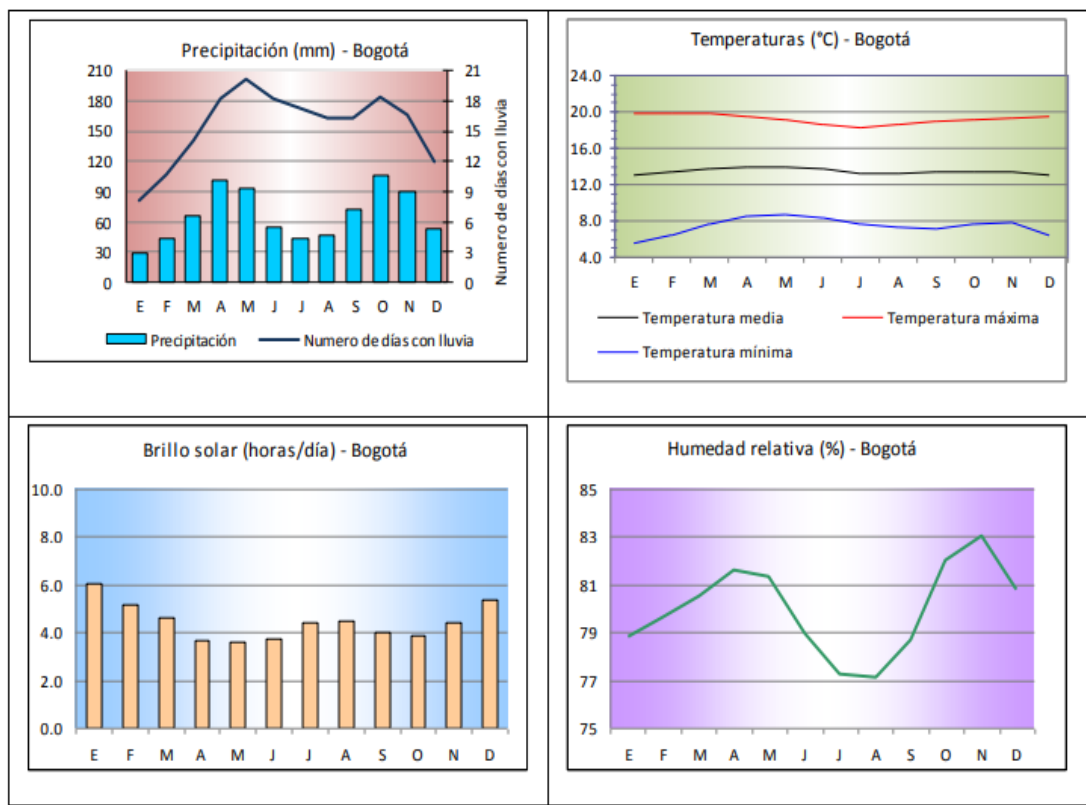
Tipo de clima	Temperatura (°C)	Altitud (msnm)	Ciudad representativa
Frío	12 - 18	2000m - 2999m	Bogotá (2625m)
Templado	18 - 24	1000m - 1999m	Medellín (1495m)
Cálido seco	> 24; HR < 75%	< 1000m	Cali (997m)
Cálido húmedo	> 24; HR > 75%		Barranquilla (18m)

Nota: la tabla presenta la clasificación climática que se tiene para Colombia, con sus respectivas ciudades representativas tomado de Anexo 1 Res. 0549 -2015- “Guía de construcción sostenible para el ahorro del agua y energía en edificaciones”, pg 6.

Bogotá es de clima frío, siendo la ciudad representativa en la clasificación climática presentada en la Resolución 0549 del 2015, donde las temperaturas y los cambios que se presentan son importantes entre la noche y el día, el IDEAM da esta clasificación climática basada en los pisos térmicos conocida como la clasificación Caldas, siendo la altura sobre el nivel del mar el parámetro diferenciador lo que da a cinco pisos térmicos el Glacial, Paramo, Frío, Templado y cálido.



Ilustración 2. Condiciones climáticas Bogotá.



Nota: la ilustración muestra las condiciones climáticas promedio mensual de la ciudad de Bogotá tomado de “Características climatológicas de ciudades principales y municipios turísticos” IDEAM (2018). (<http://www.ideam.gov.co/documents/21021/21789/1Sitios+turisticos2.pdf/cd4106e9-d608-4c29-91cc-16bee9151ddd>)

La precipitación anual en la ciudad de Bogotá varía de los 500mm a los 1000mm según lo estudiado por el IDEAM donde se recolecta un total de 30 años comprendidos de 1981 a 2010, para la medición se emplean varias estaciones, para el caso de estudio se tomará en cuenta la precipitación anual dada por la estación del dorado ya que es la más cercana a la vivienda registrando 841,2mm/año

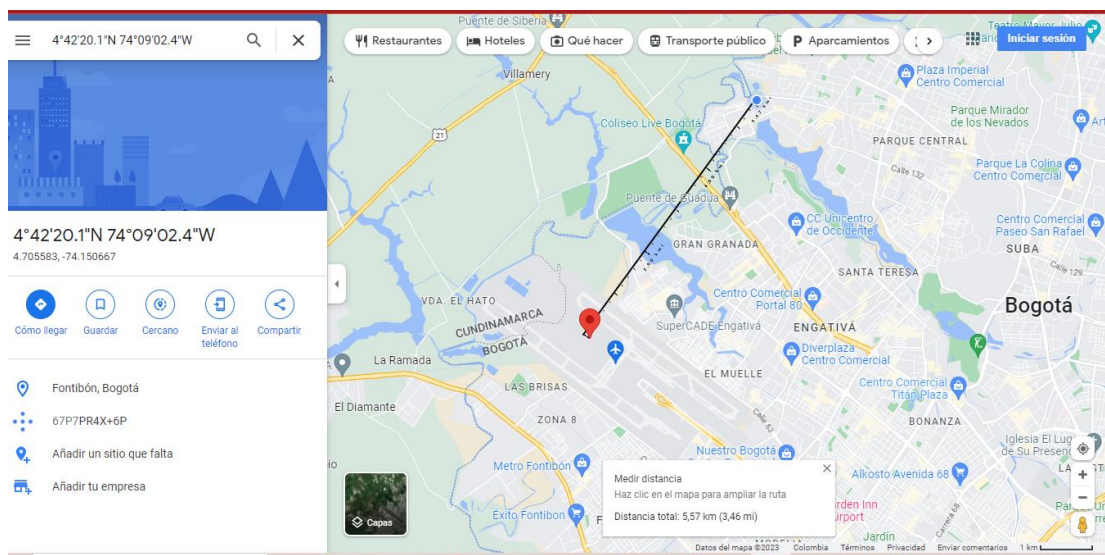


Tabla 6. Precipitación ciudad de Bogotá

C	NOMBRE	MUNICIPIO	DEPARTAMENTO	ELE	LONGITUD	LATITUD	PRECIPITACIÓN(mm)												ANUAL
							ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	
PM	Encanto El	bogota DC	Amazonas	120	73°12'34.0"W	1°44'54.0"S	210,7	230,2	303,3	341,6	333,1	293,7	250,4	229,1	183,3	197,4	256,3	236,2	2982,2
SP	Apto El Dorado	Bogota DC	Bogota DC	2547	74°9'2.4"W	4°42'20.1"N	28,4	45,0	72,8	110,7	107,7	58,7	46,2	44,7	64,4	111,2	93,3	58,2	841,2
PM	Arroyan-San Fco	Bogota DC	Bogota DC	3047	74°2'0.0"W	4°35'0.0"N	75,9	69,0	98,3	119,8	142,3	116,4	131,7	103,6	69,4	127,1	131,1	82,7	1267,4
PM	Austrailia	Bogota DC	Bogota DC	3050	74°7'55.2"W	4°23'39.3"N	22,0	42,7	68,6	106,9	167,9	155,4	155,6	114,5	91,1	118,4	86,2	39,2	1166,0
PM	Boca Grande	Bogota DC	Bogota DC	3460	74°8'0.0"W	4°20'0.0"N	27,7	56,3	85,9	136,7	179,1	166,5	197,8	146,8	106,0	110,7	100,5	53,9	1368,0

Nota: la tabla muestra la precipitación mensual y promedio anual de Bogotá tomada por diferentes estaciones climatológicas del IDEAM tomado de “Normales climatológicas 1981-2010 IDEAM 2023.(<http://www.ideam.gov.co/web/tiempo-y-clima/clima>).

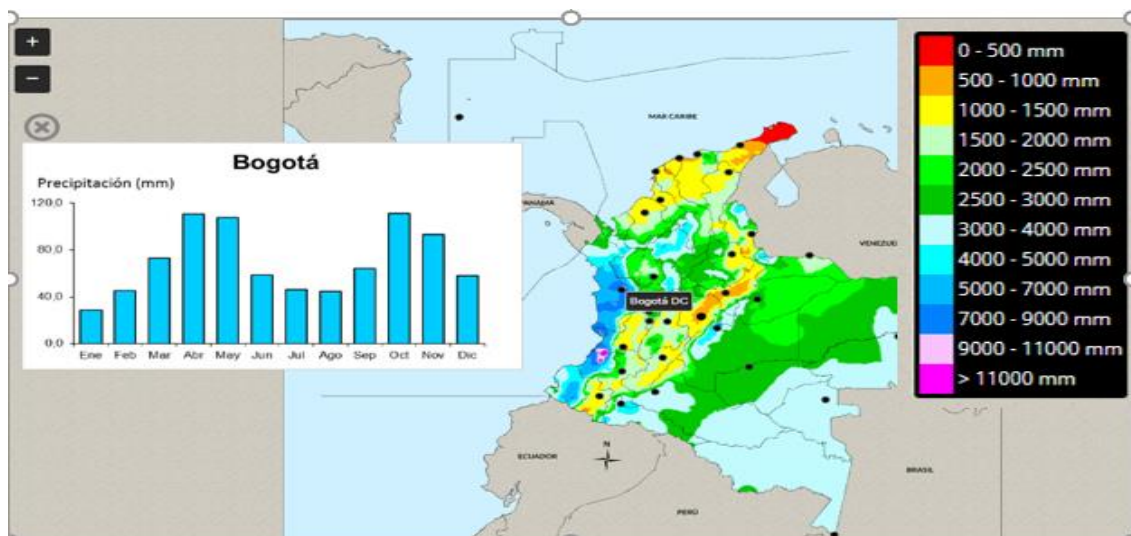
Ilustración 3. Estación climatológica del Apto El Dorado



Nota: la ilustración muestra la distancia de la estación El Dorado a la casa de estudio la cual es de 5,57km tomado de Google maps (<https://www.google.com/maps/@4.7374656,-74.1122392,15z>).



Ilustración 4. Mapa de precipitación Bogotá



Nota: la ilustración representa la precipitación anual promedio de la ciudad de Bogotá que es de 500 – 1000 mm tomado de "Atlas climatológico de Colombia" IDEAM 2023. (<http://www.ideam.gov.co/web/tiempo-y-clima/clima>)

Tabla 7. Brillo solar Bogotá

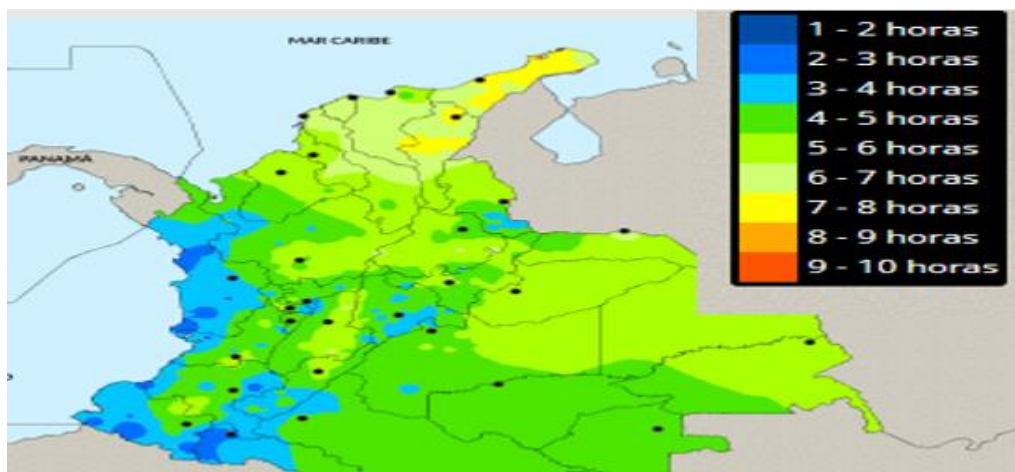
NOMBRE	MUNICIPIO	DEPARTAMENTO	ELE	LONGITUD	LATITUD	BRILLO SOLAR (Horas/día)												ANU
						EN	FE	MA	AB	MJ	JU	JUL	AG	SE	OC	NO	DI	
Apto El Dorado	Bogota DC	Bogota DC	2547	74°9'2.4"W	4°42'20.1"N	5,9	5,3	4,4	3,5	3,5	3,9	4,3	4,4	4,1	3,8	4,2	5,1	4,4
Eldorado Didactica	Bogota DC	Bogota DC	2546	74°9'0.0"W	4°42'0.0"N	5,8	5,1	4,4	3,4	3,4	3,6	4,1	4,2	4,0	3,7	4,1	5,2	4,3
Esc Col Ingeniería	Bogota DC	Bogota DC	2650	74°2'44.0"W	4°47'18.0"N	5,7	4,8	3,9	3,0	3,1	3,3	3,7	3,5	3,3	3,4	3,9	4,9	3,9
Taques Los	Bogota DC	Bogota DC	3150	74°11'27.4"W	4°11'48.0"N	5,7	4,9	3,6	2,7	2,5	2,4	2,7	3,0	3,5	3,6	3,9	4,9	3,6
Univ Nacional	Bogota DC	Bogota DC	2556	74°5'20.7"W	4°38'17.1"N	6,0	5,1	4,0	3,3	3,2	4,1	4,4	4,6	4,1	3,8	4,0	5,2	4,3
Venado Oro Vivero	Bogota DC	Bogota DC	2725	74°3'41.6"W	4°35'54.1"N	4,0	3,6	2,9	2,5	2,7	3,1	3,3	3,5	3,1	2,6	2,5	3,3	3,1

Nota: la tabla muestra el brillo solar de la ciudad de Bogotá tomada por diferentes estaciones climatológicas del IDEAM tomado de "Normales climatológicas 1981-2010 IDEAM 2023. (<http://www.ideam.gov.co/web/tiempo-y-clima/clima>).

El brillo solar es de 3-4 horas/día el valor registrado por la estación es de 4,4 Horas/día

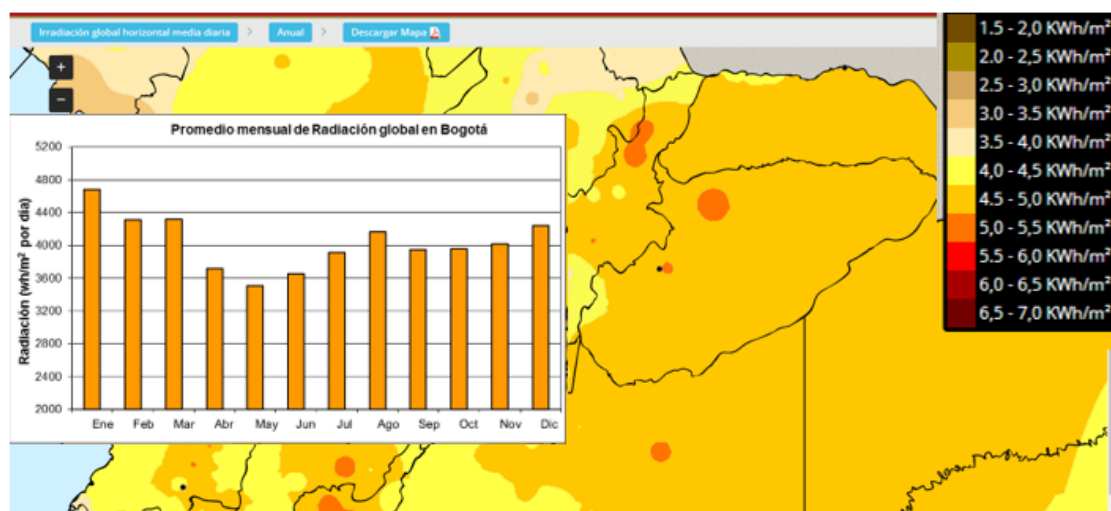


Ilustración 5. Mapa de brillo solar promedio diario



Nota: la ilustración representa el brillo solar promedio por día en Colombia tomado de "Atlas climatológico de Colombia" IDEAM 2023. (<http://www.ideam.gov.co/web/tiempo-y-clima/clima>)

Ilustración 6. Mapa radiación de Bogotá



Nota: la ilustración representa la iradicion global horizontal medio diario anual de la ciudad de Bogotá tomado de "Atlas climatológico de Colombia" IDEAM 2023. (<http://www.ideam.gov.co/web/tiempo-y-clima/clima>).

La radiación global horizontal media diaria registrada para la ciudad de Bogotá es de 4.5 a 4.0Kw/m²/día



Ilustración 7. Carta solar y rayos del sol en la fachada



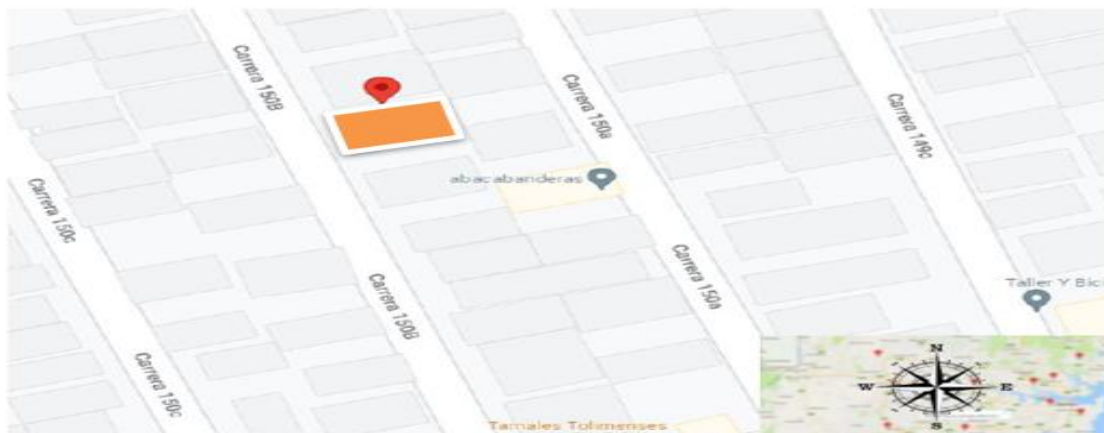
Nota: la ilustración muestra la carta solar y como los rayos del sol llegan a la casa de estudio tomado de SunEarthTools.com disponible en (https://www.sunearthtools.com/dp/tools/pos_sun.php?lang=es)

Ubicación y topografía

La ciudad capital Bogotá se encuentra a una elevación de 2.582m, las coordenadas son latitud 4,610°, longitud: -74,082, en el rango de 3 km de la ciudad se cuentan con cambios considerables de altitud que están en un rango de 646m y alcanzando un promedio de 2616msm y en este rango está compuesto por prado, en un rango de 16km a la redonda las variaciones de altitud llegan a comprender un valor máximo de 1542m donde se ve pradera y árboles en un 58 y 37% respectivamente (weatherspark, 2020).



Ilustración 8. Localización del caso de estudio



NOTA: la ilustración muestra la ubicación del caso de estudio, tomado de “Google Maps”(
<https://www.google.com/maps/place/Cra.+150B+%23138-48,+Bogot%C3%A1/@4.7469331,-74.1236375,17z/data=!3m1!4b1!4m5!3m4!1s0x8e3f848064c5938d:0xa60bad6f0d9c6360!8m2!3d4.7469278!4d-74.1214488?hl=es>).

Descripción general de la vivienda

La vivienda caso de estudio es de dos niveles con sistema estructural a porticado el cual cuenta con losa de entrepiso aligerada tipo placa fácil, la cubierta de la vivienda es de dos aguas con tejas onduladas en fibrocemento color gris y tejas onduladas en policarbonato, la fachada está construida en ladrillo prensado liviano de la fábrica Santa Fe, con ventanearía en vidrio, el piso tiene terminados baldosa cerámica, para las paredes tienen terminados en pintura, la vivienda en el primer nivel cuenta con tres alcobas, patio, sala comedor, cocina y un baño, es habitada por una familia de 4 integrantes, el segundo nivel cuenta con la misma distribución y también está habitada por una familia de 4 integrantes, según lo consultado con los habitantes la vivienda fue construida en el 2014 en el caso del primer nivel y el segundo nivel fue construido en el año 2018.

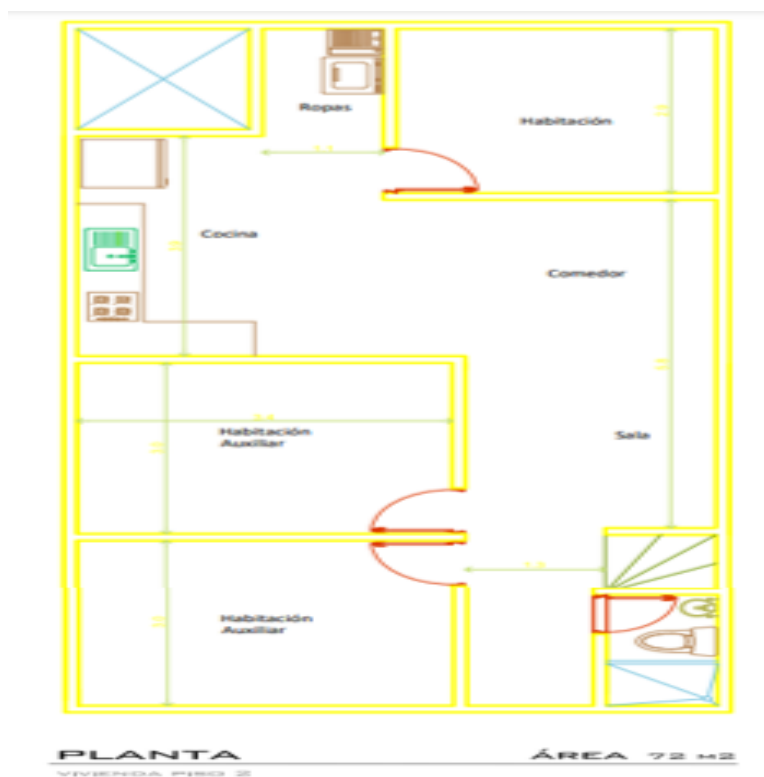


Ilustración 9. vivienda de estudio



Nota: se muestra la fachada de la vivienda que es el caso de estudio, fuente propia.

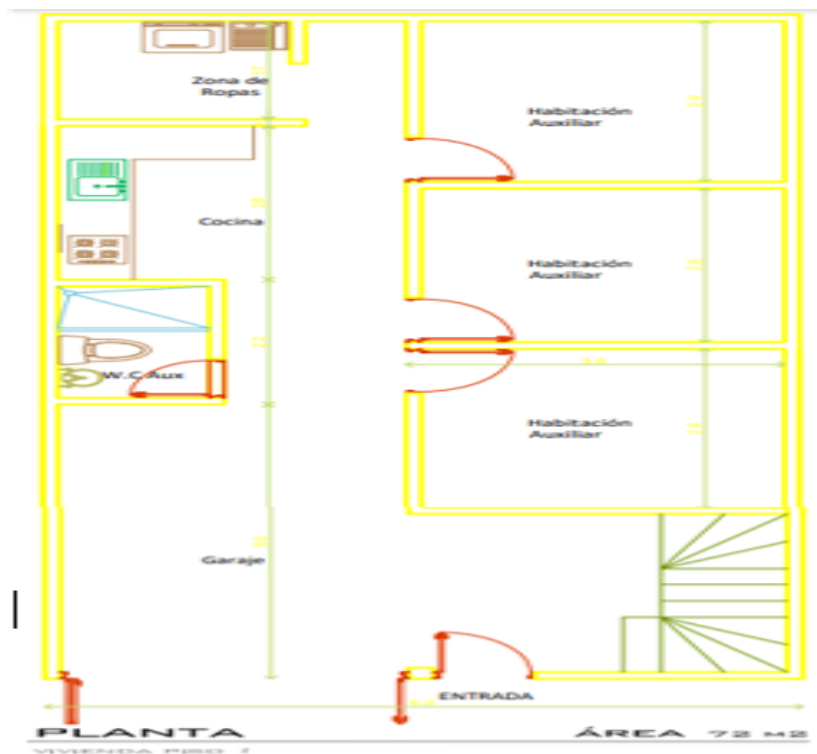
Ilustración 10. Plano piso 2



Nota: se presenta el plano del segundo nivel de la vivienda, fuente propia elaborado en AUTOCAD.



Ilustración 11. Plano piso 1



Nota: se presenta el plano del primer nivel de la vivienda, fuente propia elaborado en AUTOCAD.

Aparatos sanitarios

Tabla 8. Aparatos sanitarios de la vivienda

aparato sanitario	características
sanitarios 	El Sanitario que está instalado en la vivienda es de referencia AVANTI PLUS, compuesto por dos piezas consumo es de 4,8Lpf “Liters pe flus” o litros por descarga, cuenta con tecnología de ahorro de agua, este sanitario cumple con las características dadas por certificaciones, LEED, CASA COLOMBIA y EDGE Corona (2021).

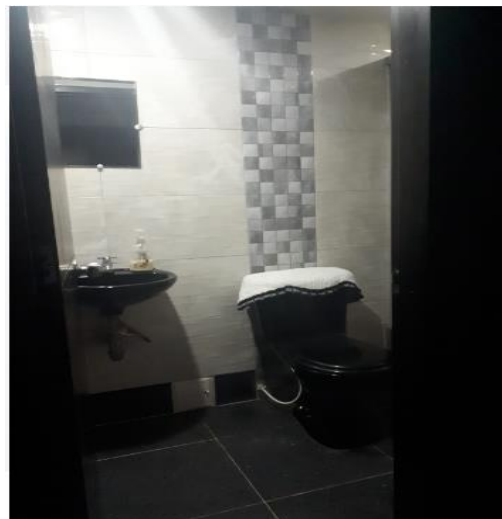


lavamanos Caudal flujo lavamanos Grival balta palanca <table><tr><th>Presión (psi)</th><th>Caudal (l/min)</th><th>Máximo</th></tr><tr><td>60</td><td>8,3</td><td>9,5</td></tr></table>	Presión (psi)	Caudal (l/min)	Máximo	60	8,3	9,5	Los lavamanos son sencillos de marca Grival balta palanca que tiene una capacidad de flujo estimada real a 60 Psi: 8,3L/min (GRIVAL 2019).
Presión (psi)	Caudal (l/min)	Máximo					
60	8,3	9,5					
regaderas	Las duchas de la vivienda cuentan con griferías convencionales que cuentan con consumo de 9,5L/minuto						
lavaplatos Ficha técnica lavaplatos <table><tr><th>Presión (psi)</th><th>Caudal Prom. (l/min)</th></tr><tr><td>60</td><td>8,3</td></tr><tr><td>80</td><td>9,5</td></tr></table>	Presión (psi)	Caudal Prom. (l/min)	60	8,3	80	9,5	los lavaplatos instalados en la vivienda cuanta con una grifería lavaplatos sencilla marca grival para uso residencial, el flujo máximo de funcionamiento es de 7L/m a 60psi, cuanta con tecnología de ahorro de agua y cumple conforme a la Norma Técnica Colombiana NTC 1644 Grival (2019).
Presión (psi)	Caudal Prom. (l/min)						
60	8,3						
80	9,5						

Nota: la tabla presenta los aparatos sanitarios instalados en la vivienda, de los cuales se hace la descripción completándola con las fichas técnicas dadas por los fabricantes, fuente elaboración propia.



Ilustración 12. Baños de la vivienda



Nota: se presenta el baños del segundo piso y del primer piso, respectivamente, elaboración propia.

Electrodomésticos

Tabla 9. electrodomésticos de la vivienda

electrodomésticos	Descripción
Nevera segundo nivel 	La nevera es marca Haceb cuenta con etiqueta de eficiencia tipo A.
Lavadora segundo nivel	La lavadora es marca Haceb de 13kg con eficiencia energía tipo A, con un consumo de 2,2 kWh/mes calculado para 14 ciclos al mes (Haceb s.f.).



	
HORNO piso 2 Estufa con hormo eléctrico 	La estufa es marca Abba y cuenta con un hormo eléctrico integrado que cuenta con etiqueta de eficiencia energética tipo D
Nevera primer nivel 	es de la compañía Centrales tiene etiqueta tipo t que se rige bajo la NTC 2078, no cuenta con la etiqueta vigente, lo que indica que la nevera es antigua.
lavadora primer nivel	es de la compañía centrales la etiqueta estima que el consumo es de 7500 kW/ año, llegando a ser 25000 KW/año el máximo de consumo energético de la lavadora, este electrodoméstico es antiguo.



Nota: la tabla presenta los electrodomésticos (nevera, lavadora y estufa) de la vivienda fuente elaboración propia.

Consumo de energía eléctrica

Tabla 10 Consumo energético caso de estudio

consumo energía eléctrica	
mes	KW/h
oct-21	123
nov-21	187
dic-21	207
ene-22	221
feb-22	188
mar-22	213
abr-22	214
may-22	227
jun-22	208
jul-22	228
ago-22	202
sep-22	207
oct-22	215
PROMEDIO	203.07

Nota: se presenta el consumo eléctrico de la vivienda en un periodo de 1 año elaboración propia con datos adaptados de la facturación de Enel Condensa.



Consumo de agua

Tabla 11. Consumo agua de la vivienda

CONSUMO DE AGUA	
PERIDO	M ³
SEP-NOV	40
NOV-ENE	49
ENE-MAR	45
MAR-MAY	42
MAY-JUL	47
JUL-SEP	44
promedio	44,5

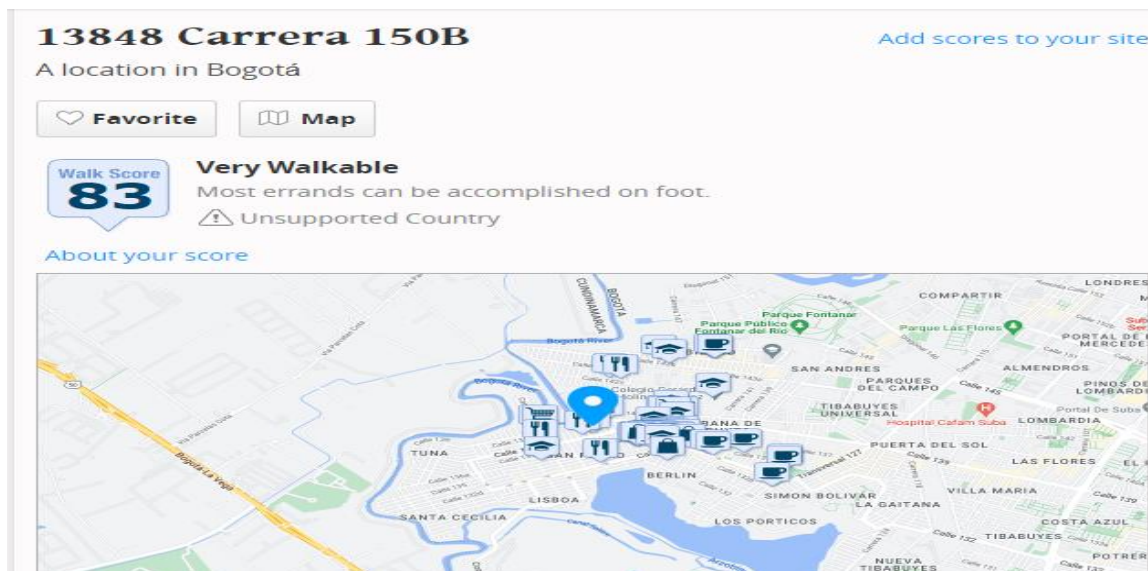
Nota: se presenta el consumo de agua para un periodo de un año en la vivienda de estudio, elaboración propia con datos tomados de la facturación del Acueducto y Alcantarillado de Bogotá.

Walk Score

Este es un puntaje con el cual se estima cuan transitable es un sitio bien sea particular como una ciudad, urbanización o puntal como una vivienda, el software que calcula el puntaje mediante la medición de la distancia en el cual se encuentran los servicios y la dificultad de las intervenciones, entre otras variables, la puntuación es de 0 a 100, donde de 0 a 24 se hace indispensable un vehículo, 25 a 49 en este rango también se requiere vehículo, 50 a 69 es transitable haciendo que algunos de los servicios se puedan hacer a pie, de 70 a 89 este puntaje es para sitios muy transitables haciendo que la mayoría de mandados puedan hacerse a pie, y el puntaje más alto 90 a 100 no requiere de vehículo para los mandados diarios (Phillyaprentals, 2022).



Ilustración 13. Walk Score de la vivienda caso de estudio.



Nota: se presenta el puntaje otorgado por Walk Score, a la vivienda que es caso de estudio tomado de “Walk Score” (<https://www.walkscore.com/score/13848-carrera-150b-bogot%C3%A1-bogot%C3%A1-colombia>).

8.0 ANÁLISIS Y RESULTADOS

Eficiencia en agua

EA1 Uso eficiente del agua en la vivienda

Cambio grifería lavamanos en el mercado se pueden encontrar griferías diseñadas para el ahorro de agua las cuales llegan a ser de consumo menor de 6L/minuto como que obliga a cumplir la norma para este tipo de aparatos.

Tabla 12. Grifería para lavaplatos con consumo inferior a 6 L/minuto



 Mono control Liquid Níquel \$ 660.000 Consumo 60PSI: 5,7L/M	 Mono control Cascade Titanio Antimicrobiano \$ 383.400 Consumo 60PSI: 5,7L/M	 Cascade Cromo \$ 179.900 Consumo 60PSI: 5,7L/M
 Aluvia palanca \$101.900 Consumo 60PSI: 5,7L/M	 Mono control Draa \$ 579.000 Consumo 60PSI: 5,8L/M	 Liquid 8 Pulgadas \$569.100 Consumo 60PSI: 5,7L/M

Nota: la tabla nuestros 6 tipos de grifería para lavaplatos que cuentan con un consumo conforme al cumplimiento de CASA EXISTENTE fuente autor con datos tomados de “CORONA 2013 (https://corona.co/productos/griferias/griferia-para-lavaplatos-draa/p/DR5015551?gclid=Cj0KCQiAutyfBhCMARIsAMgcRJSjGRmS20VNynMTmP99QAAQ6m3V4_7ow3V92RQwjoKYR1z6slR9iDMaAjCWEALw_wcB).

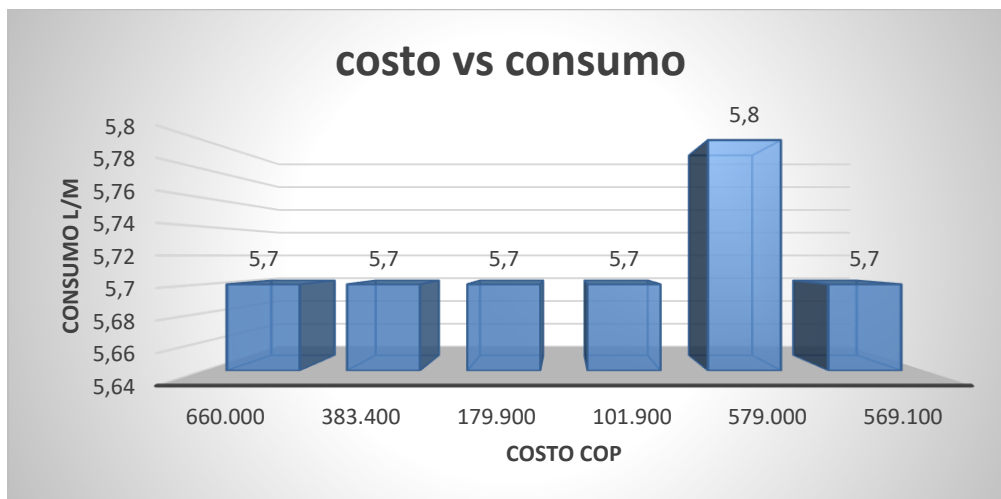
Tabla 13 Costos y consumo de grifería para lavaplatos

LAVAPLATOS		
APARATO	consumo L/m	PRECIO
Monocontrol Liquid Níquel	5,7	660.000
Mono control Cascade Titanio Antimicrobiano	5,7	383.400
Cascade Cromo	5,7	179.900
Aluvia palanca	5,7	101.900
Monocontrol Draa	5,8	579.000
Liquid 8 Pulgadas	5,7	569.100

Nota: la tabla presenta 6 tipos de grifería para lavaplatos frente al consumo y costo fuente elaboración propia.



Ilustración 14. Costo vs Consumo de grifería lavaplatos



Nota: la ilustración presenta un comparativo del costo y el consumo de las griferías consultadas para lavaplatos fuente autor.

CASA Existente da un valor de 6L/minuto para los lavamanos y lavaplatos con presión de referencia de 60PSI, en el mercado hay opciones de grifería que cuenta con tecnología de ahorro que proporciona un consumo de 5,7L/minuto lo que proporciona un ahorro mayor en el consumo de agua además de ofrecer diversos precios desde 100.000 COP y que varían según el terminado y los materiales en los que están fabricados pero de características funcionales muy similares, por lo cual para el proyecto se sugeriría que se cambiara la grifería del lavaplatos por una de referencia Cascade Cromo que tiene un costo de \$ 179.900 o por Aluvia palanca que tiene un costo de \$101.900, ambas cuentan con un tecnología ahorradora de agua teniendo un consumo de 5.7L/minuto como se puede evidenciar en la gráfica anterior



Tabla 14. Grifería para lavamanos con consumo inferior a 6 L/minuto

 Aluvia Triceta \$85.700 Consumo 60PSI 5,7L/M	 Aluvia palanca \$105.000 Consumo 60PSI 5,7L/M	 Mono control Cascade \$169.700 Consumo 60PSI 5,7L/M
 Mono control Koral \$179.400 Consumo 60PSI 5,7L/M	 Mono control Cascade \$218.600 Consumo 60PSI 5,7L/M	 Mono control Koral Media \$278.900 Consumo 60PSI 5,7L/M
 Mono control Liquid Media \$417.300 Consumo 60PSI 5,7L/M	 Liquid 8 Pulgadas \$542.100 Consumo 60PSI 5,7L/M	

Nota: la tabla muestra diferentes tipos de grifería para lavamanos que cuentan con un consumo conforme al cumplimiento de CASA EXISTENTE fuente autor con datos tomados de “CORONA 2013.

(https://corona.co/productos/griferias/griferia-para-lavaplatos-draa/p/DR5015551?gclid=Cj0KCQiAutyfBhCMARIsAMgcRJSjGRmS20VNynMTmP99QAAQ6m3V4_7ow3V92RQwjoKYR1z6slR9iDMaAjCWEALw_wcB).

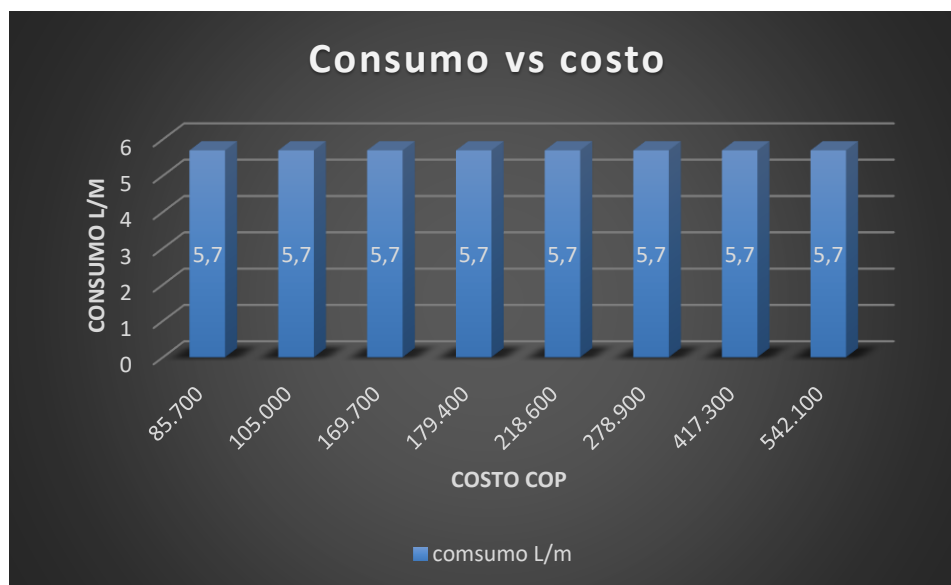


Tabla 15. Costos y consumo de grifería para lavamanos

LAVAMANOS		
APARATO	consumo L/m	PRECIO
Aluvia Triceta	5,7	85.700
Aluvia palanca	5,7	105.000
Monocontrol Cascade	5,7	169.700
Monocontrol Koral	5,7	179.400
Monocontrol Cascade	5,7	218.600
Monocontrol Koral Media	5,7	278.900
Monocontrol Liquid Media	5,7	417.300
Liquid 8 Pulgadas	5,7	542.100

Nota: la tabla muestra diferentes referencias de griferías para lavamanos fente al consumo y precio fuente autor con datos tomados de “CORONA 2013. (https://corona.co/productos/griferias/griferia-para-lavaplatos-draa/p/DR5015551?gclid=Cj0KCQiAutyfBhCMARIsAMgcRJSjGRmS20VNynMTmP99QAAQ6m3V4_7ow3V92RQwjoKYR1z6slR9iDMaAjCWEALw_wcB).

Ilustración 14. Consumo vs costo grifera lavamanos



Nota: la ilustración presenta un comparativo del costo y el consumo de las griferías consultadas para lavamanos fuente autor.

En el mercado encontramos diversas opciones de grifería para lavamanos que proporcionan un consumo menor al solicitado en CASA EXISTENTE, dichas opciones varían en precios como se puede ver en la gráfica anterior donde se consultaron 8 tipos de griferías con tecnología de ahorro de agua con costos que van desde los \$85.700 a \$542.100 y que en todos los



casos proporcionan un consumo de 5,7L/minuto con presión de referencia de 60PSI, la diferencia de presiones está relacionada directamente a los materiales y terminado de los aparatos pero no afecta en nada la eficiencia de estos, por eso se sugiere para el proyecto el uso de griferías económicas como Aluvia Triceta, Aluvia palanca, Monocontrol Cascade o Monocontrol Koral que son opciones muy apropiadas para lograr la sostenibilidad en eficiencia de agua según la certificación CASA EXISTENTE.

Grifería ducha

Para la grifería de la ducha Grival ofrece la regadera con brazo bita, que cuenta con un flujo estimado de 7,3l/m con un máximo de 80psi, con un costo de \$195.100COP (Corona), para la regadera en el mercado se encontró solo esta referencia que cumple con el consumo que nos pide la herramienta de un consumo base de 8,3 L/minuto con presión de referencia de 80 psi.

Ilustración 15 Ducha de bajo consumo



Nota: la imagen muestra la regadera Grival tomada de <https://corona.co/productos/griferias/regadera-con-brazo-vita/p/DR4025551>.

Ahorro conseguido

La cantidad de habitantes de la vivienda es de 8 habitantes en total 4 para cada nivel, en la siguiente tabla se muestra el consumo estimado de agua potable debido al uso de los aparatos sanitarios, donde en la última casilla se muestra el ahorro mínimo solicitado por CASA, el cual



para el caso de estudio seria de 5844l/mes equivalente a 5,844m³/mes, que está calculada por la ecuación:

Volumen base[L/mes]=Consumo del aparato sanitario instalado (L/descarga) *

5(descargas/día) *30(días/mes) * 20%

Tabla 16. consumo de agua y ahorro minimo solicitado por CASA

Aparato sanitario	consumo LPM-LPD	uso diario	Uso diario	total, de consumo diario LPD	consumo total mes	ahorro minimo L/mes
		Veces	tiempos minutos			
lavamanos ps2	8,3	4	1	132,8	3984	249
lavaplatos ps2	8,3	4	1	132,8	3984	249
ducha ps2	9,5	1	8	304	9120	2280
sanitario ps2	4,8	5	1	96	2880	144
lavamanos ps1	8,3	4	1	132,8	3984	249
lavaplatos ps1	8,3	4	1	132,8	3984	249
ducha ps1	9,5	1	8	304	9120	2280
sanitario ps1	4,8	5	1	96	2880	144
				total	39936	5844

Uso diario de aguas servidas se calcula de la suma de las aguas provenientes de los lavaplatos y los sanitarios

Aguas servidas = 132,8 + 96 +132,8 + 96 = 457,6 l/día

Uso de aguas grises se calculó de la suma del consumo del consumo de la ducha, el lavamanos

Aguas grises = 132,8 + 304 + 132,8 + 304 = 873,6 l/día

En la siguiente tabla se muestra el ahorro estimado que se conseguiría con el cambio de los aparatos sanitarios.



Tabla 17. Consumo de agua con los aparatos sanitarios nuevos

aparato sanitario	consumo LPM-LPD	total de consumo diario LPD	consumo total mes	Ahorro conseguido L/mes
lavamanos ps2	5,7	91,2	2736	1248
lavaplatos ps2	5,7	91,2	2736	1248
ducha ps2	7,3	233,6	7008	2112
sanitario ps2	4,8	96	2880	0
lavamanos ps1	5,7	91,2	2736	1248
lavaplatos ps1	5,7	91,2	2736	1248
ducha ps1	7,3	233,6	7008	2112
sanitario ps1	4,8	96	2880	0
			Total	9216

Nota: la tabla presenta el ahorro que se conseguiría implementado el cambio de los aparatos sanitarios, fuente elaboración propia.

El ahorro conseguido con el cambio de los aparatos sanitarios sería de 9.216 l/mes o 9,2 m³/mes, el ahorro a conseguir en el caso de estudio según CASA debería ser de 5844 l/mes o 5,8m³/mes, por lo cual se conseguiría el ahorro solicitado y además se conseguirían 3,4m³/mes de ahorro adicional al solicitado , en la tabla se evidencia que para los sanitarios no se consigue ahorro debido a que estos están conforme al consumo que pide CASA, por lo cual no se hace necesario el cambio de estos.

Tiempo de recuperación de la inversión cambio de aparatos sanitarios

Para el cálculo del tiempo de recuperación se la inversión se toma de referencia el costo por m³ para el caso de estudio que es estrato 2 de \$ 2,767 COP en febrero del 2023 según el cobro de acueducto de Bogotá.

El cambio de aparatos sanitarios se puede llevar acabo en una solo jornada de trabajo por lo cual el costo de instalación será de un día el cual se estima en 150.000 COP, para el cálculo se estimarán dos escenarios uno donde se escoja el juego de menor costo de aparatos sanitarios y el otro escenario con el juego más costoso.



Caso 1

Lavaplatos Aluvia palanca \$ 101.900 COP

Lavamanos Aluvia Triceta \$ 85.700 COP

Ducha Grival brazo Bitá \$ 195.100 COP

Costo de instalación \$ 150.000 COP

$$\text{Costo total} = 101.900 + 85.700 + 195.100 + 150.000 = 532.700$$

$$\text{Ahorro mensual} = 9,2 \text{ m}^3/\text{mes} * 2,767 \text{ COP/m}^3 = 25.456 \text{ COP/mes.}$$

$$\text{Tiempo recuperación de inversión} = 532.700 / 25.456 = 20,92 \text{ meses}$$

El tiempo en el cual se recuperaría la inversión por el cambio de los aparatos sanitarios en el primer caso sería de 21 meses, según lo estimado en el caso de estudio.

Caso 2

Lavaplatos Monocontrol Liquid Níquel \$ 660.000 COP

Lavamanos Liquid 8 Pulgadas \$ 542.100 COP

Ducha Grival brazo Bitá \$ 195.100 COP

Costo de instalación \$ 150.000 COP

$$\text{Costo total} = 660.000 + 542.100 + 195.100 + 150.000 = 1'547.200 \text{ COP}$$

$$\text{Ahorro mensual} = 9,2 \text{ m}^3/\text{mes} * 2,767 \text{ COP/m}^3 = 25.456 \text{ COP/mes.}$$

$$\text{Tiempo recuperación de inversión} = 1'547.200 / 25.456 = 60,77 \text{ meses}$$

El tiempo de recuperación para el segundo caso es de 61 meses.

Los diferentes aparatos sanitarios consultados ofrecen el consumo exigido por CASA, con gran funcionalidad, la diferencia de costos entre ellos se da por los terminados y materiales en los que están fabricados pero su funcionalidad es la misma, el tiempo en el cual se recuperaría



la inversión del cambio de los aparatos sanitarios se estima entre los 21 meses y 61 meses, dependiendo de los aparatos sanitarios elegidos para el cambio.

Tabla 18. *puntaje para aparatos sanitarios.*

Aparato sanitario	Presión de referencia (psi)	Consumo instalado	Puntaje
Sanitario	N/A	< 4.8 L/descarga	3
Lavamanos	60	< 6 L/minuto	3
Lavaplatos	60	< 6 L/minuto	3
Ducha	80	< 8.3 L/minuto	4

Nota: la tabla muestra la puntuación de CASA Existente para los aparatos sanitarios tomado de “documento técnico CASA Colombia Vivienda existente”, pg 20(<https://casa.cccs.org.co/wp-content/uploads/2022/08/20220831-Documento-tecnico-CASA-Colombia-Vivienda-Existente.pdf>).

Para este lineamiento EA1 Uso eficiente del agua de la vivienda para la condición obligatoria no se otorgan puntos, pero para el opcional se pueden conseguir 13 puntos, de los cuales haciendo los cambios sugeridos sería probable conseguir 10, ya que el consumo en lavamanos y lavaplatos es de 5,7L/minuto otorgando 6 puntos, en cuanto a la ducha es de 7,3L/minuto consiguiendo 4 puntos.

EA2 Reducción del consumo de agua potable

El objetivo que se desea alcanzar con este lineamiento es tener una mayor reducción del consumo de agua potable en la vivienda para poder disminuir la carga de los sistemas municipales, para el caso de estudio sería del acueducto de Bogotá.

Ekoducha

Sistema de recuperación de aguas grises de las duchas elaborado con BOTELLONES de 20 litros. Se fundamenta en la tecnología apropiada y la economía circular. El sistema recupera 40 Litros de agua gris, está compuesto de



una estructura de soporte de lámina de PVC, un sobre piso en Polipropileno recuperado, una lona antideslizante unida con un marco en aluminio y una rejilla de desagüe completan el sistema (EKO GROUP H₂O,p1 s.f.).

Ilustración 16. Ekoducha



Nota: presenta el sistema de Ekoducha, como este va instalado, tomado de “EKO GROUP H₂O+” (<https://ekomuroh2o.wixsite.com/ecoh2o/ekoshower-h2o>).

Este sistema de recuperación de aguas grises aporta al cumplimiento de los ODS 6 agua limpia y saneamiento, 11 ciudades y comunidades sostenibles y 13 acción por el clima, también aporta a la economía circular (EKO GROUP H₂O,s.f.), el costo del sistema es de \$550.00 COP si cuenta con bomba eléctrica, \$500.000COP con bomba manual y \$700.000 COP si es bomba eléctrica en conjunto con panel solar, el costo de instalación es de \$100,000 COP (Metro cuadrado, 2023).



Ilustración 17. Ekoducha con bomba manual



Nota: la ilustración muestra el sistema de Ekoducha adaptado al sanitario y que cuenta con bomba manual para el llenado del tanque tomado de EKO GROUP H₂O+ disponible en (<https://ekomuroh2o.wixsite.com/ecoh2o/ekoshower-h2o>).

con este sistema se lograría como mínimo una recuperación de 40 l/día, sin embargo, podría ser mayor, todo dependiendo de en qué horarios se use tanto la ducha como los sanitarios, ya que cada descarga del sanitario emplea 4,8 l que serían tomados del almacenamiento de la Ekoducha con lo cual se tendría este almacenamiento adicional haciendo mayor el aprovechamiento del agua gris proveniente de la ducha, cuando se emplee nuevamente, el agua gris sería empleada para la descarga de los sanitarios y como se tienen dos duchas en la vivienda sería un total de recuperación de aguas grises 80 l/día de los 102 l/día que se estima que consumen los sanitarios de la vivienda.

Recuperación aguas grises ducha = recuperación ducha PS1 + recuperación ducha PS2

Recuperación aguas grises ducha = 40 l/día + 40 l/día = 80 l/día.

consumo sanitarios = sanitario PS1 + sanitario PS2

consumo sanitarios = 96 l/día + 96 l/día = 192 l/día

tiempo de recuperación de inversión Ekoducha

costo Ekoducha bomba manual \$ 500.000 COP



costo de instalación \$ 1000.000 COP

costo total = 500.000 + 100.000 = 600.000 COP

ahorro minimo conseguido = 40 l/día = 1200 l/mes = 1,2 m³/mes

ahorro minimo conseguido 1,2 m³/mes * 2.767 COP/m³ = 3.320 COP/ mes

tiempo de recuperación Ekoducha = $\frac{600.000 \text{ COP}}{3.320 \text{ COP/ mes}} = 180.7 \text{ meses}$

el tiempo de recuperacion de la inversión con la menor cantidad de agua gris recuperada es de 181 mese (15 años y 1 mes).

si se aprovecha el agua para la descarga total de los sanitarios se recuperaría 2880 l/mes o 2,8m³/mes que serían tomados del agua gris proveniente de la ducha con lo cual el tiempo de recuperación seria de:

ahorro con la totalidad de descargas = 2,8m³/mes * 2.767 COP/m³ = 7.747 COP/mes

tiempo de recuperación Ekoducha = $\frac{600.000 \text{ COP}}{7.747 \text{ COP/ mes}} = 77.4 \text{ meses}$

el tiempo de recuperación de la Ekoducha haciendo la totalidad de descargas del sanitario seria de 78 meses (6 años y 6 meses).

Tiempo de recuperación de inversión Ekoducha bomba eléctrica

costo Ekoducha bomba eléctrica \$ 500.000 COP

costo de instalación \$ 1000.000 COP

costo total = 550.000 + 100.000 = 650.000 COP

ahorro conseguido con el menor aprovechamiento de recuperación de aguas grises

ahorro minimo = 40 l/día = 1200 l/mes = 1,2 m³/mes

ahorro minimo 1,2 m³/mes * 2.767 COP/m³ = 3.320 COP/ mes



recuperación de la inversión con el menor recuperación de aguas grises

$$\text{tiempo de recuperación Ekoducha bomba eléctrica} = \frac{650.000 \text{ COP}}{3.320 \text{ COP/mes}} = 195,7 \text{ meses}$$

el tiempo de recuperación de la inversión de la Ekoducha bomba manual con el total de descargas de los sanitarios con el agua recuperada de la ducha es de 196 meses (16 años y 4 meses)

ahorro conseguido con el mayor aprovechamiento de recuperación de aguas grises

aprovechando la totalidad de descargas de los sanitarios se recuperaría 2880 l/mes o 2,8m³/mes que serían tomados del agua gris proveniente de la ducha con lo cual el tiempo de recuperación sería de:

$$\text{ahorro máximo conseguido} = 2,8\text{m}^3/\text{mes} * 2.767 \text{ COP/m}^3 = 7.747 \text{ COP/mes}$$

recuperación de la inversión aprovechando el total de las descargas con agua recuperada

$$\text{tiempo de recuperación Ekoducha bomba eléctrica} = \frac{650.000 \text{ COP}}{7.747 \text{ COP/mes}} = 83,9 \text{ meses}$$

el tiempo de recuperación de la inversión para la Ekoducha con bomba eléctrica varía entre 84 meses con una recuperación óptima para la totalidad de descargas del sanitario hasta 196 meses recuperando la menor cantidad de agua gris proveniente de la ducha, para la descarga del sanitario

el tiempo de recuperación de la inversión de la Ekoducha podría disminuir si se logra conseguir un aprovechamiento del 100% de las aguas grises provenientes de la ducha ya que el potencial de recuperación es de cada una de las duchas es de 9120



l/mes ($9,1\text{m}^3/\text{mes}$), continuación se presenta la estimación del tiempo de recuperación bajo este escenario

Ahorro conseguido con Ekoducha recuperando la totalidad de las aguas grises provenientes de la ducha

$$\text{Ahorro Ekoducha} = 9,1\text{m}^3/\text{mes} * 2.767 \text{ COP}/\text{m}^3 = 25.179 \text{ COP}/\text{mes}$$

Tiempo de recuperación

$$\text{Ekoducha bomba manual} = \frac{600.000 \text{ COP}}{25.179 \text{ COP}/\text{mes}} = 23,82\text{meses}$$

$$\text{Ekoducha bomba eléctrica} = \frac{650.000 \text{ COP}}{25.179 \text{ COP}/\text{mes}} = 25,81\text{meses}$$

El tiempo en el cual se recuperaría la inversión de la Ekoducha manual sería de 24 meses (2 años) y en el caso de la Ekoducha con bomba eléctrica sería de 26 meses (2 años y 2 meses)

El tiempo de recuperación de la inversión de la Ekoducha calculado con el cambio de griferías donde el consumo se estima en $7008 \text{ l}/\text{mes}$ ($7\text{m}^3/\text{mes}$).

Ahorro conseguido con el cambio de grifería

Ahorro Ekoducha con cambio grifería

$$\text{Ahorro Ekoducha} = 7\text{m}^3/\text{mes} * 2.767 \text{ COP}/\text{m}^3 = 19.369 \text{ COP}/\text{mes}$$

Tiempo de recuperación

$$\text{Ekoducha bomba manual} = \frac{600.000 \text{ COP}}{19.369 \text{ COP}/\text{mes}} = 30,97\text{meses}$$

$$\text{Ekoducha bomba eléctrica} = \frac{650.000 \text{ COP}}{19.369 \text{ COP}/\text{mes}} = 33,55\text{meses}$$



Tabla 19. *tiempo de recuperación de la inversión Ekoducha*

	tiempo de recuperacion de la inversión Ekoducha (meses)			
Ekoducha	mínimo de descargas	máximo de descargas	aprovechamiento total de agua gris de la ducha	aprovechamiento total de agua gris de la ducha con grifería cambiada
bomba manual	181	78	24	31
bomba eléctrica	196	84	26	34

Nota: elaboración propia

En la tabla anterior se puede comparar el tiempo de recuperacion que se tendría para la Ekoducha bajo la metodología escogida, para llegar a reducir este tiempo se puede llegar a emplear la totalidad de descargas de los sanitarios con el agua recuperada de la ducha, con lo cual se estaría consiguiendo algo adicional de gran relevancia como es lograr que los sanitarios funcionen en su totalidad con agua gris ahorrando un 100% de agua potable en su funcionamiento, el reto que se tiene para lograrlo es poder coordinar los horarios en los cuales se hace uso de las duchas y de los sanitarios ya que la Ekoducha es un sistema ingenioso pero cuenta con un limitante que es la capacidad de almacenamiento ya que por los espacios que hay en las duchas es pequeño el sistema está diseñado para contener 40 l y el sanitario necesita 96 l por día con 20 descargas por día cada una de 4.8 l, capacidad que se liberaría del contenedor de la Ekoducha para recuperar el agua proveniente de la siguiente vez que se use la ducha, además es posible lograr un aprovechamiento total para los sanitarios ya que el potencial de recolección de la ducha es de 304 l/día(grifería actual) o 233,6 l/día (grifería cambiada).



En el escenario de recuperación total de las aguas grises el tiempo de recuperación es mucho más corto, logrando no solo que el beneficio económico sea mayor sino también el uso del agua sea mucho más eficiente, pero se tiene la limitante de almacenamiento de la Ekoducha no se lograría recuperar los 58.4 l que se generan por cada uso que generan 233,6 l por día, por lo cual se debería considerar el tener una capacidad de almacenamiento mayor además se hace necesario el emplear la mayoría o totalidad del agua gris recuperada para liberar la capacidad de almacenamiento.

Ekomuro

Es un sistema diseñado para la recolección de agua lluvia, el cual está fabricado con botellas PET de 3L en el cual se emplean un total de 54 botellas para una capacidad de almacenamiento de 162 litros, el sistema estará cubierto de la luz solar para evitar que se generen microorganismos indeseados, el sistema cuenta con un filtro y un válvula de limpieza, Ekomuro genera un impacto positivo en los ODS, 6 Acceso al agua y saneamiento, 11 ciudades sostenibles y 13 Acción por el clima (Ekogrouph2o, s.f.).

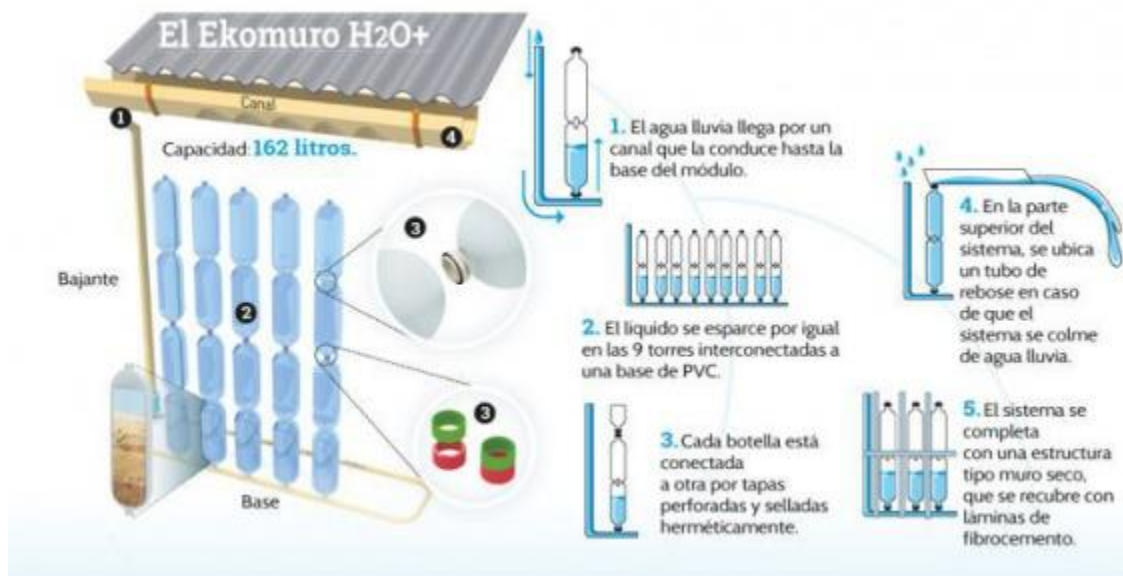
Ilustración 18. Ekomuro de 162 L



Nota: la Ilustración muestra el sistema de recolección de aguas lluvias que está instalado en una pared tomado de Ekomuro disponible en <https://ekomuroh2o.wixsite.com/ecoh2o>



Ilustración 19. funcionamiento Ekomuro



Nota: se muestra como es el funcionamiento del Ekomuro junto con los elementos que lo componen tomado de Ekomuro disponible en <https://ekomuroh2o.wixsite.com/ecoh2o>.

Ilustración 20. Materiales Ekomuro

MATERIALES				
54 tapitas de refresco (3L)	Pegamento de caucho	Cinta de teflón	55 botellas PET de 3L	3m. lineales de manguera de caucho de 1/4"
2 Conexiones T de PVC de 1/2"	11 Conexiones T de PVC de 1"	1 Conexión T de PVC de 3/4" x 1/2"	0.2m lineales de malla inoxidable	60 cinchos de 25cm cada uno
0.7m lineales de tubo PVC de 4"	9 O-Ring de 2.5mm x 22mm	1 unión sanitaria de PVC de 2"	2m lineales de tubo PVC de 1"	2.5m lineales de tubo PVC de 1/2"
2 codos de PVC de 1/2"	4 codos de PVC de 1"	1 buje PVC de 1" x 3/4"	1 Conexión T de PVC de 3/4" x 1/2"	0.3m lineales de tubo PVC de 3/4"
Pegamento soldadura PVC	Limpiador PVC	Lija #60 grano medio	1 válvula de esfera PVC de 1/2"	1 válvula de esfera PVC de 3/4"
			1 tapón PVC de 1"	2 semicodos de PVC de 3/4"

Nota: se muestra los materiales necesarios para la fabricación del Ekomuro, tomado de Cultura UNAM disponible en <https://www.youtube.com/watch?v=aoqYvAUS2Wk>.



Este sistema cuenta con un filtro de carbón activado y arena, que se complementa con un filtro de potabilización tipo SAWYER MINI, que mediante una fibra hueca se logra una filtración de 0,01 micrones con lo cual se busca con certeza que el agua filtrada no contenga ninguna bacteria, además de ser lavables por lo cual no se requiere ser reemplazado (SAWYER, 2023).

Tabla 20. Remoción de filtros SAWYER

Enfermedades Transmitidas por el Agua		Requisito de la EPA	Supera el Requisito de la EPA	Tasa de Eliminación
purificador filtro	Las bacterias que causan: El Colera, El botulismo (Clostridium botulinum), Tifoidea (Pacientes con enfermedad diarreica Typhi), Disentería Amébrica, Amebiasis, E. Coli, Bacterias Coliformes, Streptococo, Salmonella	99.9999% Registro 6	SI	99.99999% Registro 7
	Protozoarios (quistes): Giardia, Cryptosporidium, Cyclospora.	99.9% Registro 3	SI	99.9999% Registro 6
	Virus: Hepatitis A (HAV), Poliovirus, Norwalk, Rotavirus, Adenovirus, Hepatitis E (HEV), Coxsackievirus, Echovirus, Reovirus, Atrovirus, Virus de Corona (SARS).	99.99% Registro 4	SI	99.9997% Registro 5.5

Nota: la tabla muestra lo que el filtro de agua SAWYER remueve tomado de SAWYER COLOMBIA disponible en <https://www.sawyer.com.co/tecnologia.html>.

Ilustración 21. Filtro SAWYER



Nota: la ilustración muestra la membrana de fibra hueca que compone el filtro junto con una imagen de este tomado de SAWYER COLOMBIA tomado de <https://www.sawyer.com.co/sp128.html6T5TGRF>.



El costo del sistema Ekomuro es de \$350.000 COP, el filtro tiene un costo de \$ 163.350 COP, el costo del sistema es de aproximadamente \$ 513.350 COP y proporcionaría un potencial de recolección de aguas lluvias de 54509 l/año como se muestra en la ecuación de ARWHP.

Recolección de agua lluvia

En la Ecuación 1 se calcula el potencial de recolección anual de aguas lluvias, para el cual se empleó el coeficiente de escorrentía de las tejas de hojas de metal corrugado.

Ecuación potencial de recolección anual de aguas lluvias (ARWHP)

$$\begin{array}{ccccccc} \text{Volumen de} & & \text{Precipitación} & & \text{Área} & & \text{Coeficiente} \\ \text{captura de agua} & = & \text{anual} & * & \text{Captación (m}^2\text{)} & * & \text{Escorrentía} \\ & & \text{de lluvia (m}^3\text{)} & & \text{(m}^2\text{/año)} & & \end{array}$$

Fuente: Anexo 1 Resolución 549, p75, 2016

Para la medición de la precipitación de la lluvia se hace en mm que es la altura que alcanza en un espacio de 1m² por lo cual se tiene la equivalencia que 1mm = 1 litro por cada m², o se puede expresar como 1mm = 1 l/m²

$$841,2 \text{ mm} = 841,2 \text{ l/m}^2 = 0,8412 \text{ m}^3$$

$$\text{ARWHP} = 0,8412 \text{ m}^3/\text{año} * 72 \text{ m}^2 * 0,90 = 54,5 \text{ m}^3/\text{año}$$

$$\text{ARWHP} = 54509 \text{ l/año}$$

tiempo de recuperación de inversión Ekomuro

costo Ekomuro \$350.000 COP.

Costo de instalación \$100.000 COP

Costo filtro SAWYER \$163.350

$$\text{Total de inversión} = 350.000 + 100.000 + 163.350 = 613.350 \text{ COP}$$

$$\text{Ahorro mensual Ekomuro} = \frac{\text{ARWHP}}{12 \text{ meses}} * \text{costo m}^3 \text{ agua} = 4,54 * 2,767 = 12,566$$



Tiempo de recuperación Ekomuro = $613.350 / 12,566 = 48,8$ meses.

La inversión de la instalación del Ekomuro para el caso de estudio tendría un tiempo de recuperación de la inversión de 49 meses (4 años y 1 mes).

Con la implementación de este sistema calculado bajo la metodología de CASA se aprovecharían 4542.4 l/mes que representaría un 11,4% del consumo de agua potable que se calcula que se emplea en la vivienda.

La puntuación para este lineamiento es de 4 puntos y para otorgarlos se pide un volumen de aprovechamiento mínimo el cual se establece con la ecuación con la cual se calculó el ahorro mínimo en la matriz de los aparatos sanitarios.

Tabla 21. *Ahorro conseguido implementado las estrategias para la eficiencia en agua*

volumen aprovechamiento L/mes		ahorro base L/mes		Consumo total L/mes	
		aparatos actuales	aparatos cambiados	aparatos actuales	aparatos cambiados
estrategia	aprovechamiento	5844	1410	39936	30720
Ekomuro	4540	78%	322%	11%	15%
Ekoducha	2400	41%	170%	6%	8%
cambio aparatos sanitarios	9216	158%	0%	23%	30%
total	16156	276%	492%	17%	23%

Nota: se presenta el consumo que se conseguiría si se implementan las estrategias antes planteadas frente al ahorro mínimo que solicita CASA Colombia para vivienda Existente, elaboración propia.

Para el cálculo se plantean dos escenarios uno con los aparatos actuales y otro con los aparatos ya cambiados, en los cuales Implementando las estrategias de aprovechamiento de las aguas grises y de las aguas lluvias se conseguiría ahorrar el volumen base solicitado por CASA Existente e incluso se lograría que el ahorro fuera



mayor, consiguiendo no solo los 4 puntos sino un aporte significativo a la sostenibilidad.

Tabla 22. *posible puntuación en la categoría de eficacia en agua.*

PUNTAJE		
ID	totales	conseguidos
EA1 Uso eficiente del agua la vivienda	13	11
EA2 Reducción del consumo del agua potable	4	4
EA3 Consumo de agua en el paisajismo	2	no aplica para el caso de estudio

Nota: presenta la posible puntuación con la implementación de las estrategias para la eficiencia en agua, elaboración propia.

Eficiencia energética

EE1 Uso Eficiente de la Energía

Condición opcional

Electrodomésticos y otros usos:

RETIQ

El Ministerio de minas y energía para el 18 de septiembre del año 2015 mediante la Resolución 41012 Expidió el Reglamento Técnico de Etiquetado (RETIQ) para los equipos que hagan uso de energía eléctrica y gas, con el propósito de contribuir al uso racional y eficiente de la energía (URE) establecido por la ley 697 de 2011 donde se promueve el uso de energías alternativas junto con otras disposiciones.



Ilustración 22. Etiqueta de eficiencia energética



Nota: la ilustración representa la información que se contiene en la etiqueta de eficiencia energética y la interpretación de esta. Tomado de "Cartilla etiquetado UPME" MINMINAS (2016). (<https://www.minenergia.gov.co/documents/3878/CartillaEtiquetadoEnergetico02-08-2016.pdf>).

Ilustración 23. Clasificación energética.



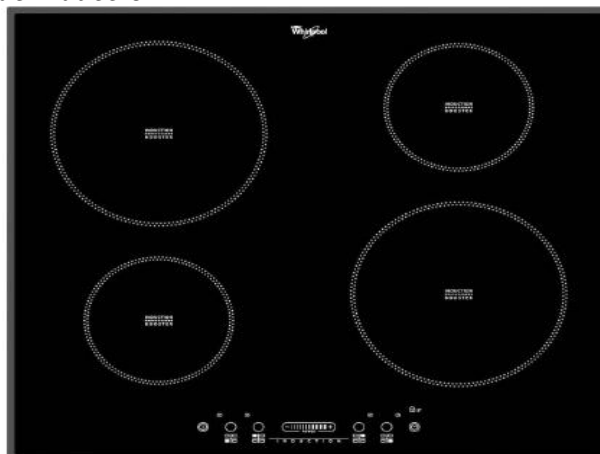
Nota: la ilustración representa la clasificación energética conforme a la RETIQ. Tomado de "Cartilla etiquetado UPME" MINMINAS (2016). (<https://www.minenergia.gov.co/documents/3878/CartillaEtiquetadoEnergetico02-08-2016.pdf>).

La estufa con horno del segundo piso es clasificación D por lo cual se recomendaría hacer el cambio por una de clasificación A como lo solicita CASA, las



lavadoras y la nevera del segundo piso cuentan con etiqueta A y contando con una alta eficiencia, estos electrodomésticos no están acobijados en la puntuación, como recomendación complementaria a lo solicitado por CASA en este postulado se debería considerar el cambio de la nevera y lavadora del primer nivel ya que son elementos antiguos que no cuentan con la etiqueta RETIQ, lo ideal sería contar con unos de eficiencia mayor, para este lineamiento opcional se dan puntos adicionales si las estufas son de inducción, que tienen costos 1'600.000cop en adelante (Electrolux, 2023).

Ilustración 24. Estufa de inducción



Nota: la ilustración muestra una estufa de inducción de cuatro puestos tomado de ALKOSTO (<https://www.alkosto.com/cubierta-whirlpool-58cms-4-puestos-electrica-acm806ba-https://acortar.link/SY69PE>)

EE2 Generación de electricidad mediante fuentes no convencionales

La Ley 1715 (2014) define:

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

Fuentes no Convencionales de Energía Renovable (FNCE) Se consideran FNCER la biomasa, los pequeños aprovechamientos hidroeléctricos, la eólica, la geotérmica, la solar y los mares.



Energía eólica energía obtenida a partir de aquella fuente no convencional de energía renovable que consiste en el movimiento de las masas de aire.

Energía geotérmica. Energía obtenida a partir de aquella fuente no convencional de energía renovable que consiste en el calor que yace del subsuelo terrestre.

Energía solar. Energía obtenida a partir de aquella fuente no convencional de energía renovable que consiste de la radiación electromagnética proveniente del sol.

Energía de pequeños aprovechamientos hidroeléctricos. Energía obtenida a partir de aquella fuente no convencional de energía renovable que se basa en los cuerpos de agua a pequeña escala. (pg.3)

De estas fuentes de energía las que se pueden tener en la vivienda son la energía eólica y la energía solar, ya que por limitaciones técnicas es imposible el poder llegar a tener los otros tipos de fuentes de energía, el sistema Wind Tree que es un sistema que por medio de un aerogenerador vertical que aprovecha el viento generando tensión y corriente alterna(AC), para uso residencial el sistema Wind Tree no es factible económicamente ya que se estima en un escenario optimista un retorno de la inversión superior a las 10 años, que no es el caso particular de la localidad de suba ya que la evaluación del viento es no optimo (Olaya, 2019) por lo cual en el caso de estudio no sería viable la implementación de esta fuente de generación de energía eólica.



Tabla 23. *Evaluación de velocidad del viento en las estaciones de Bogotá*

	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	ponderado
Carvajal									Optimó
CAR (centro de alto rendimiento)									No Optimó
Fontibon									De mayor estudio
Guaymaral									No Optimó
Las Ferias									No Optimó
Min.Ambiente									No Optimó
Puente Aranda									Optimó
San Cristobal									No Optimó
Suba									No Optimó
Tunal									No Optimó
Usaquen									No Optimó
Kennedy									Optimó

Nota: la tabla muestra la evaluación del viento clasificándolo en optimo o no, con los datos registrados en las estaciones climatológicas de Bogotá tomado de (https://repositorio.unbosque.edu.co/bitstream/handle/20.500.12495/2713/Garcia_Olaya_David_Felipe_2019.pdf?sequence=5&isAllowed=y).

Según OLIVEROS (2017) una de las grandes ventajas de la implementación de la energía solar fotovoltaica es que al ser un sistema autosustentable en el tiempo, hace que la inversión inicial se vea retribuida a mediano y largo plazo, por lo que sería posible contar con un sistema fotovoltaico en las viviendas de Bogotá debido a dos factores, uno de ellos que hay empresas que ofrecen ese servicio en la ciudad y el otro es que ofrecen planes de financiamiento, llego a estos resultados tomando el promedio de consumo de una casa en Bogotá de 152KW/mes, que es un escenario similar al caso de estudio presente en la investigación, basado en esto la mejor opción para la generación de energía con fuentes no convencionales es la energía solar, además según (CORONADO RAMOS y CASTRO RODRIGUEZ (2018)) la adquisición de los componentes que componen el sistema solar fotovoltaico es de



facail acceso ademas que el desarrollo investigativo del mismo hace que sea posible el uso de este tipo de fuentes energia renovables.

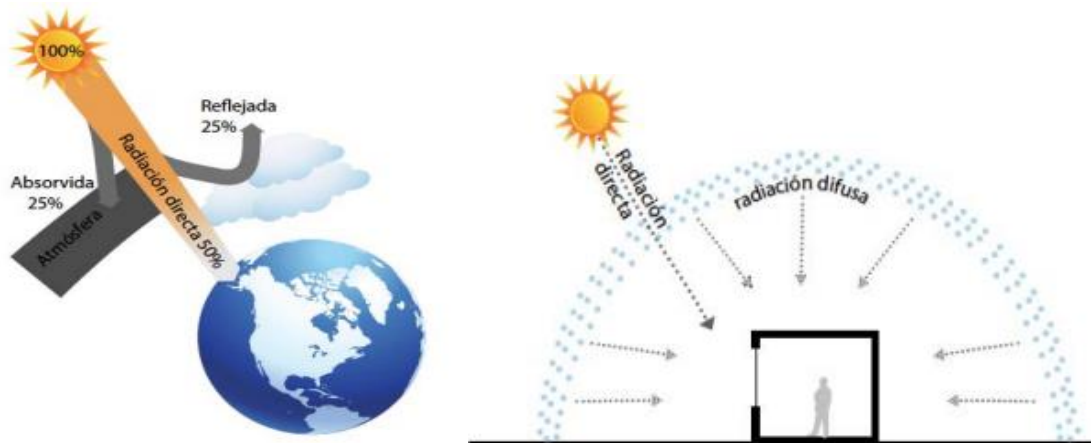
por otra parte ((Maldonado Alarcón, Galván Salas, & Suarez Velandia, 2022))concluyen que tanto la energia electrica como la solar son factibles de emplear en las viviendas dependiendo de variables como el costo de KWh, clima y consumo, ademas que actualmente no hay limitantes tecnicos para implementar sistemas de energia fotovoltaica ya que hay varidas soluciones pero donde se tendria que entrar a un estudio de costos.

Radiación solar

Es el conjunto de radiaciones electromagnéticas que son emitidas por el sol, las radiación se reparte en niveles desde el infrarrojo hasta el ultravioleta, de los cuales no todos alcanzan a llegar a superficie terrestre debido a que algunos de estos son absorbidos por los gases de la atmosfera, la irradiancia es la magnitud que se emplea para la medición de la radiación solar que llega a la tierra, esta mida la potencia alcanzada por unidad de superficie (W/m^2) García (2018), la radicion directa es aquella que llega a la superficie terrestre sin haber tenido algun cambio de direccion que es estima al 50%, encuanto al restante de energia solar el 25% se absorbe en la atmosfera y el otro 25% es refelajada, la radiacion que es reflejada por las nubes y el cielo se denomina radiacion difusa (Zanbrano 2013,como se sita en Franco 2014).



Ilustración 25. Radiación solar



Nota: representa la radiación solar que se presenta en la tierra (Zambrano 2013, como se sita en Franco 2014)

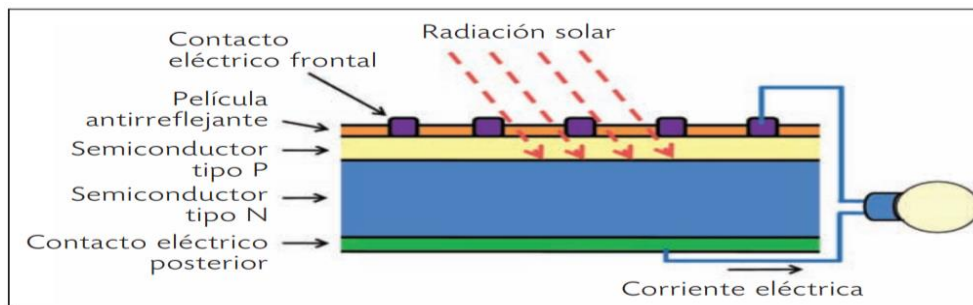
https://upcommons.upc.edu/bitstream/handle/2099.1/24081/RicardoFranco_TFM.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Energía solar fotovoltaica

mediante el efecto fotovoltaico la radiación solar se transforma en electricidad directamente sin pasar por un proceso térmico, dicho efecto surge de la propiedad de algunos materiales que al contacto con la luz producen electricidad, en el siglo XX se descubrió que el silicio tiene la capacidad de producir el efecto fotovoltaico de manera eficiente, siendo empleado primeramente en los satélites para suministrarles energía, para lograr el efecto se emplean materiales semiconductores de diferentes características donde uno de ellos debe ceder electrones fácilmente y el otro debe tener la capacidad de aceptarlos, las celdas fotovoltaicas generan baja potencia, para conseguir un mayor voltaje o corriente se les une entre sí que por lo general se consiguen de 12 o 24 voltios, a el conjunto de celdas se le denomina panel o modulo fotovoltaico Arancibia Bulnes & Best y Brown (2010)



Ilustración 26. Celda fotovoltaica.



Nota: la figura representa la estructura básica de una celda fotovoltaica tomado de Energía solar Arancibia Bulnes & Best y Brown (2010). (https://www.revistaciencia.amc.edu.mx/images/revista/61_2/PDF/EnergiaSol.pdf).

Componentes de una instalación fotovoltaica

Celdas solares monocristalinas

están fabricadas con bloques de silicio que cuentan con forma de cilindro lo cual se hace con el objetivo de conseguir un rendimiento mayor y poder reducir los costes de producción se cortan los cuatro lados, produciendo una forma característica de esquinas redondeadas (Smartbitt)

García (2018) define las celdas policristalina y de película delgada como

Celdas policristalinas

el proceso de producción de estas celdas consiste en silicio derretido en un molde, lo que le da forma de un mosaico de varios cristales de silicio.

Celdas solares de película delgada

Este tipo de paneles son de menor dimensión que los paneles anteriormente dichos, por lo cual tiene menos cantidad de silicio en su proceso de producción.



Ilustración 27. Celdas solares



Nota: se presentan los tres diferentes paneles, monocristalinos, policristalinos y de película delgada tomado de Aprovechamiento de Energía Solar En Casa Habitación García (2018) (<https://tesis.ipn.mx/jspui/bitstream/123456789/25442/1/Aprovechamiento%20de%20la%20energ%C3%ADa%20solar%20en%20casa%20habitaci%C3%B3n.pdf>).

Mediante un simulador de consumo de la Empresa de Energía del Quindío S.A (EDEQ), se calculó el consumo de energía eléctrica de los diferentes aparatos eléctricos que se encuentran en los espacios que hay en una vivienda, el simulador cuenta con una interfaz mostrando los electrodomésticos y al darles clic se despliega una interfaz adicional en la cual se asigna las unidades que hay del electrodoméstico, la cantidad de tiempo usado diariamente y la cantidad de días que se usa al mes, con lo cual hace el cálculo que se muestra en una tabla que da el total de KWh usados en la vivienda y el costo para un estrato 2 que se eligió previamente.



Ilustración 28. Simulación de consumo de la sala comedor



Equipo de sonido (120)
¿Cuántos Equipos de sonido hay en tu casa?

¿Cuánto tiempo durante el día utilizas el Equipo de sonido?

¿Cuántos días al mes utilizas el Equipo de sonido?

Televisor (100)
¿Cuántos Televisores hay en tu casa?

¿Cuánto tiempo durante el día utilizas el Televisor?

¿Cuántos días al mes utilizas el Televisor?

Bombillos incandescentes (100)
¿Cuántos Bombillos incandescentes hay en tu casa?

¿Cuánto tiempo durante el día utilizas el Bombillo incandescente?

¿Cuántos días al mes utilizas el Bombillo incandescente?

Bombillos ahorradores (25)
¿Cuántos Bombillos ahorradores hay en tu casa?

¿Cuánto tiempo durante el día utilizas el Bombillo ahorrador?

¿Cuántos días al mes utilizas el Bombillo ahorrador?

Nota: la ilustración muestra la interfaz del simulador para el espacio de la sala comedor donde cuenta con diferentes electrodomésticos en los cuales se les asigna un tiempo de uso, tomado de “Simulador de consumo” disponible en: <https://www.edeq.com.co/simulador-consumo/index.html#>



Ilustración 29. *Simulador de consumo cocina*



Nevera (50)
¿Cuántas Neveras hay en tu casa?

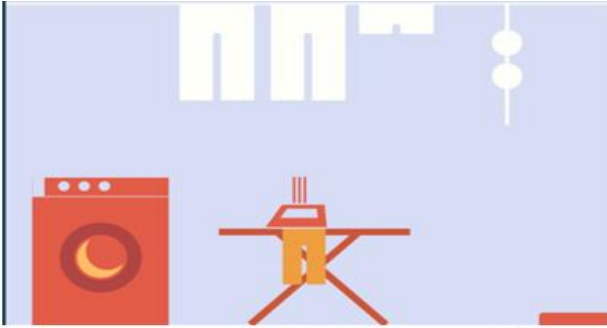
Licuada (350)
¿Cuántas Licuadoras hay en tu casa?

¿Cuánto tiempo durante el día utilizas la Licuadora?

¿Cuántos días al mes utilizas la Licuadora?

Nota: la ilustración muestra la interfaz del simulador para el espacio de la cocina donde cuenta con diferentes electrodomésticos en los cuales se les asigna un tiempo de uso, tomado de “Simulador de consumo” disponible en: <https://www.edeq.com.co/simulador-consumo/index.html#>

Ilustración 30. *Simulador de zona de lavado*



Plancha (1200)
¿Cuántas Planchas hay en tu casa?

¿Cuánto tiempo durante el día utilizas la Plancha?

¿Cuántos días al mes utilizas la Plancha?

Lavadora (700)
¿Cuántas Lavadoras hay en tu casa?

¿Cuánto tiempo durante el día utilizas la Lavadora?

¿Cuántos días al mes utilizas la Lavadora?

Nota: la ilustración muestra la interfaz del simulador para el espacio de zona de lavado donde cuenta con diferentes electrodomésticos en los cuales se les asigna un tiempo de uso, tomado de “Simulador de consumo” disponible en: <https://www.edeq.com.co/simulador-consumo/index.html#>



Ilustración 31. *Simulador de consumo de las habitaciones*



Nota: la ilustración muestra la interfaz del simulador para el espacio de las habitaciones donde cuenta con diferentes electrodomesticos en los cuales se les asigna un tiempo de uso, tomado de “Simulador de consumo” disponible en: <https://www.edeq.com.co/simulador-consumo/index.html#>

Ilustración 32. *Simulador de consumo baño*



Nota: la ilustración muestra la interfaz del simulador para el espacio del baño donde cuenta con diferentes electrodomésticos en los cuales se les asigna un tiempo de uso, tomado de “Simulador de consumo” disponible en: <https://www.edeq.com.co/simulador-consumo/index.html#>



Tabla 24. Simulación de consumo energía eléctrica

Electrodoméstico	Cantidad de electrodomésticos del mismo tipo	Tiempo de uso al mes en horas	Energía consumida al mes kWh	Valor de la energía
Bombillos ahorradores	14	1680	42.00	\$8933.83
Equipo de sonido	1	30	3.60	\$765.76
Televisor	5	300	30.00	\$6381.31
Computador	2	104	8.32	\$1769.75
Lavadora	2	8	5.60	\$1191.18
Nevera	2	-	100.00	\$21271.02
Licuadora	2	10.00000002	3.50	\$744.49
Estufa eléctrica	2	45	54.00	\$11486.35
Secador de cabello	1	0.666666668	0.33	\$70.90
Plancha	2	5.333333328	6.40	\$1361.35
Total Factura:			253.75	\$53975.93

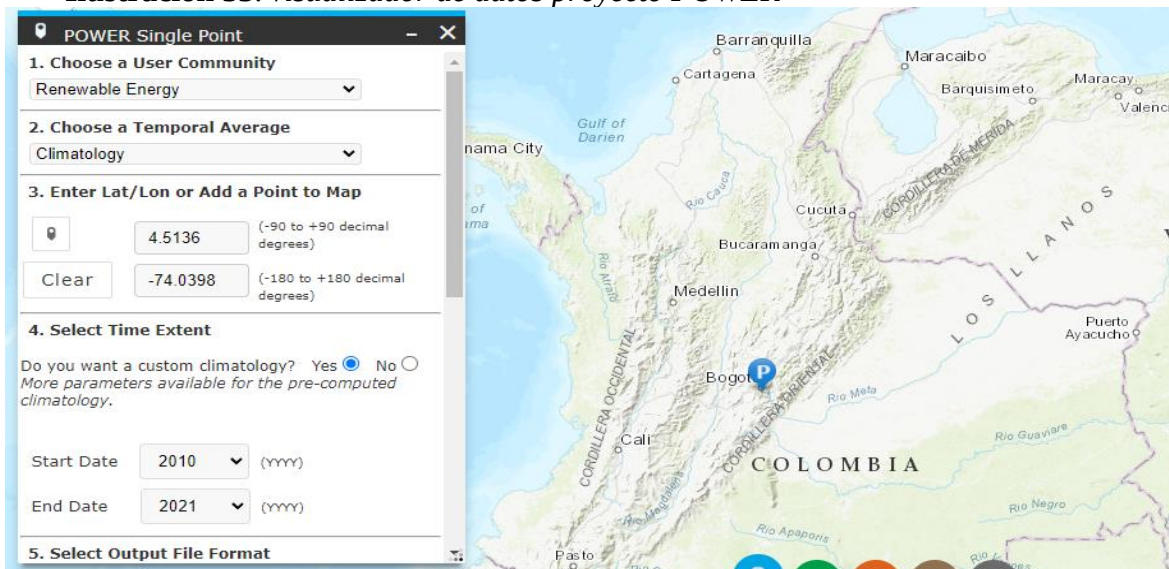
Nota: la tabla muestra el consumo eléctrico estimado del caso de estudio en el cual se presentan los electrodomésticos, la cantidad de horas de uso al mes y la energía consumida de cada uno de ellos y la total de la vivienda tomado de “Simulador de consumo” disponible en: <https://www.edeq.com.co/simulador-consumo/index.html#>

Radiación difusa tomada de la NASA

El proyecto POWER de la NASA, cuenta con una página en la cual se pueden consultar datos meteorológicos y solares, de la investigación de la NASA, a fin de brindar apoyo para las energías renovables, la eficiencia en edificios al igual que las necesidades agrícolas (NASA Prediction Of Worldwide Energy Resources s.f.), por medio del visor de acceso a datos se consulta la radiación difusa promedio registrada para Bogotá entre 2011 y 2021.



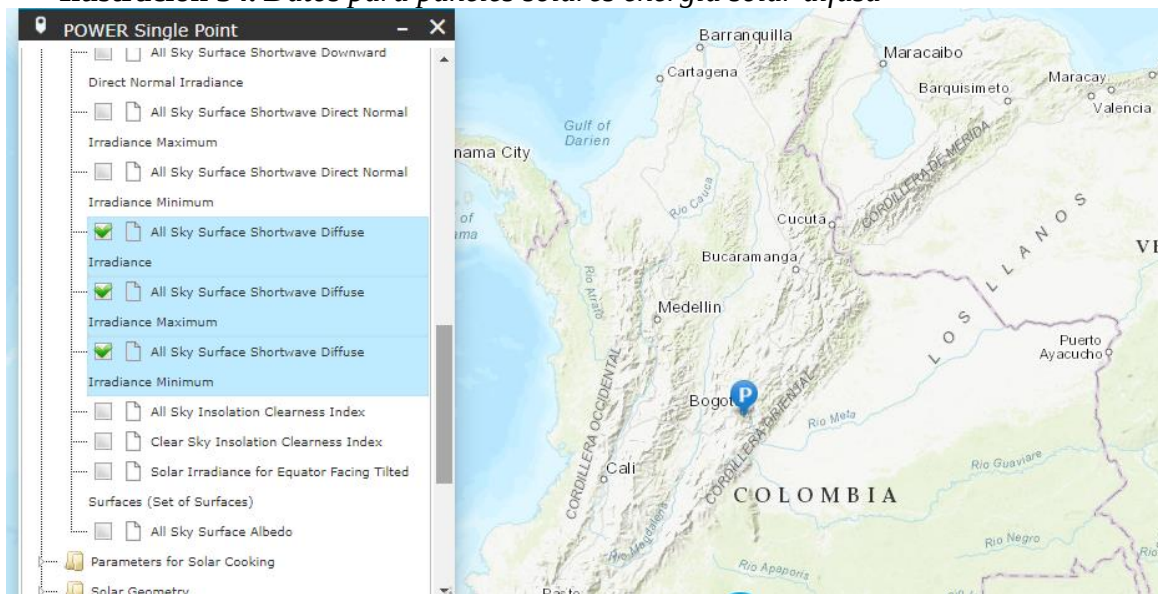
Ilustración 33. visualizador de datos proyecto POWER



Nota: la ilustración muestra el visualizador de datos THE PROJECT POWER, en el cual se asignan la información del lugar y periodo que se desea consultar tomado de “The POWER Project” disponible en

<https://power.larc.nasa.gov/>

Ilustración 34. Datos para paneles solares energía solar difusa



Nota: la ilustración muestra los datos a consultar para los paneles solares que para el caso de estudio serán sobre la energía solar difusa tomado de “The POWER Project” disponible en <https://power.larc.nasa.gov/>



Tabla 25. Energía solar difusa promedio registrada para Bogotá (2011-2021)

```

POWER_Point_Monthly_Climatology_2010_2021_004d5574N_074d0837W_LST: Bloc de notas
Archivo Edición Formato Ver Ayuda
IN HEADER-
/POWER CERES/MERRA2 Native Resolution Climatology Climatologies
ear Meteorological and Solar Monthly & Annual Climatologies (January 2010 - December 2021)
tion: Latitude 4.5574 Longitude -74.0837
ation from MERRA-2: Average for 0.5 x 0.625 degree lat/lon region = 1790.38 meters
value for missing source data that cannot be computed or is outside of the sources availability range: -999
meter(s):
CY_SFC_SW_DIFF SRB V4/CERES SYN1deg All Sky Surface Shortwave Diffuse Irradiance (kW-hr/m^2/day)
CY_SFC_SW_DIFF_MAX SRB V4/CERES SYN1deg All Sky Surface Shortwave Diffuse Irradiance Maximum (kW-hr/m^2/day)
CY_SFC_SW_DIFF_MIN SRB V4/CERES SYN1deg All Sky Surface Shortwave Diffuse Irradiance Minimum (kW-hr/m^2/day)
HEADER-
METER
CY_SFC_SW_DIFF JAN FEB MAR APR MAY JUN JUL AUG SEP OCT NOV DEC ANN
CY_SFC_SW_DIFF_MAX 2.24 2.46 2.58 2.56 2.66 2.60 2.53 2.53 2.61 2.56 2.48 2.30 2.51
CY_SFC_SW_DIFF_MIN 3.87 3.74 3.77 3.68 3.50 3.60 3.73 3.47 3.71 3.56 3.68 3.41 3.87
CY_SFC_SW_DIFF_MIN 0.89 1.38 1.37 1.24 1.23 1.47 1.70 1.22 1.07 1.68 1.66 1.20 0.89

```

Nota: la tabla muestra los datos de la energía difusa promedio para la ciudad de Bogotá arrojados por el visualizador de la NASA tomado de “The POWER Project” disponible en <https://power.larc.nasa.gov/>

La energía solar difusa promedio registrada por la NASA es de 2.51KWh/m²/ día.

Comercialmente se encuentran paneles alemanes o japoneses con una eficiencia de 70%, también

se encuentran paneles con una eficiencia de 30% al 40%, en cuanto al área que ocupa un panel

solar es aproximadamente 1m²

Para poder calcular la eficiencia real del panel solar se multiplica la radiación difusa diaria por el porcentaje de eficiencia del panel.

$$\text{Eficiencia real panel solar} = 2.51 * 0.70 = 1.75 \text{ KW/h/m}^2$$

La energía consumida mensualmente según la simulada como se muestra en la tabla de simulación de consumo de energía es de 253.75 KWh/ mes, con un consumo diario de 8.45 KWh.

La cantidad de área disponible para la instalación de los paneles solares se calcula de la división del consumo diario con la eficiencia real de los paneles

$$\text{Área de instalación} = 9 / 1.75 = 5.14\text{m}^2$$

Con lo cual se necesitarían un total de 6 m², se deberían instalar 6 paneles.



Según el consumo registrado en la factura de energía del caso de estudio el consumo promedio mensual es de 203.7 KW/h/mes lo que daría un consumo diario de 6.79KW/h/día, La cantidad de área disponible para la instalación de los paneles solares se calcula de la división del consumo diario con la eficiencia real de los paneles

$$\text{Área de instalación consumo facturación} = 7/1.75 = 4\text{m}^2$$

Por lo cual se necesitarían 4 paneles para cubrir los 4m².

La cantidad de paneles se calcula también según la potencia de los mismos donde se divide el consumo energético entre la energía producida que se obtiene de la multiplicación de la potencia por la cantidad de horas de brillo solar.

$$\text{Cantidad de paneles} = \frac{\text{energía consumida día}}{\text{potencia panel} * \text{horas de brillo solar}}$$

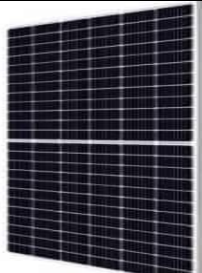
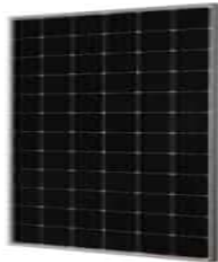
Tabla 26. Cantidad de paneles conforme a potencia de salida

consumo mensual KW/h/mes		consumo diario KW/h/día		
simulación	253,75	8,5		
facturación	203,7	6,79		
PANEL				
potencia panel	brillo solar horas/día	energía producida	cantidad de paneles	
W	Bogotá	KW/día	simulación	facturación
545	4,4	2,40	4	3
450		1,98	5	4
380		1,67	6	5
340		1,50	6	5
210		0,92	10	8
150		0,66	13	11

Nota: la tabla presenta el cálculo de la cantidad de paneles solares necesarios instalar para conseguir producir el consumo de la casa de estudio, se toma el consumo registrado en la factura y el simulado.



Tabla 27. Referencias de paneles solares consultados

 Panel Solar 545W 24V Monocrystalino JA SOLAR	 Panel Solar 445W 24V Monocrystalino PERC Canadian Solar	 Panel Solar 380W 24V Monocrystalino PERC JA Solar
 Panel Solar 340W 24V Policristalino ERA	 Panel Solar 210W 12V Monocrystalino Restar Solar	 Panel Solar 150W 12V Policristalino Eco Green

Nota: la tabla presenta la referencia de los paneles comerciales con los cuales se hizo el calculo para la cantidad de unidades que son necesarios instalar en la vivienda, fuente elaboración propia con datos tomados de AutoSolar(https://autosolar.co/kits-solares?utm_source=Google&utm_medium=cpc&utm_campaign=busqueda-paneles-solares&utm_content=paneles-solares&gclid=CjwKCAjw586hBhBrEiwAQYEnHeXchKlCW25_ERhZnUgRxBgHAm7AEkAn8nEz5jtWkNcawRPpxy2qOxoCsjAQAvD_BwE&gclidsrc=aw.ds).

Costo de sistema de implementación del sistema solar fotovoltaico

Para el costo de la implementación del sistema solar se consultó a la empresa emergente que provee servicios relacionados a la implementación de energías renovables, dentro de los servicios se encuentra el diseño, la logística de importación e instalación de energía solar, hidráulica y eólica.



Ilustración 35. Sistema fotovoltaico de Emergente

Capacidad (kWp)	Número de Paneles	Área de Techo Necesaria (m ²)	TIR
1.84	4	10	7.14%

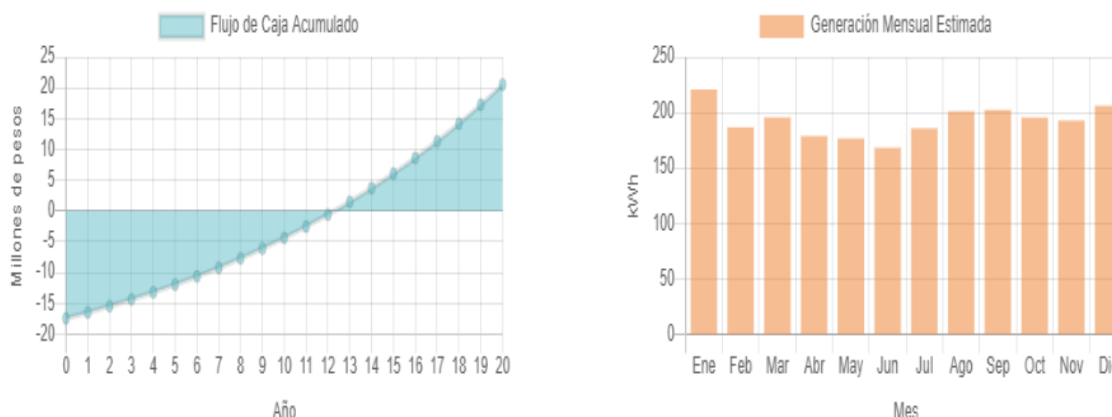
Valor Proyecto Aproximado (COP)	Generación Anual Aproximada (kWh)	Ahorro Anual Aproximado (COP)	Periodo de retorno a la inversión
\$17244000	2310	\$1356000	Entre 12 y 13 años



Nota: la ilustración presenta la descripción, tiempo de retorno de la inversión y la huella de carbono que se mitiga con el sistema fotovoltaico de la empresa emergente tomado de: https://www.emergente.com.co/cotiza-tu-proyecto-solar/?utm_source=blog_paneles&utm_medium=banner&utm_campaign=cotizador

El valor estimado del sistema es de \$17'244.000 COP, emergente proyecta que la recuperación de la inversión sería entre 12 y 13 años con una producción de 190KWh/mes y financiado con un interés de 1,57% interés vencido, el sistema que emplea la empresa son de 4 paneles el mismo número de paneles de 545W que se proyectaban según los cálculos antes realizados.

Tabla 28. Retorno de la inversión del sistema fotovoltaico de Emergente



Nota: la tabla presenta el tiempo de retorno de la inversión del sistema fotovoltaico de la empresa emergente, tomado de: https://www.emergente.com.co/cotiza-tu-proyecto-solar/?utm_source=blog_paneles&utm_medium=banner&utm_campaign=cotizador



Se cotizo el sistema en Solartex que cuenta con un kit diseñado para entregar \$6500W que serían 195KWh/mes para lo cual emplea 5 paneles, en la cotización no se incluyen costos de envío, instalación ni soportes en aluminio para los paneles estos últimos son de carácter opcional, opcional.

Tabla 29. Sistema fotovoltaico Solartex

Un	Detalle de los Productos	PDF	Disp	IVA	Valor Unit	Valor Neto
1	Kit Cable Fotovoltaico 20mts 6mm conector en 1 extremo	PDF	✓	19%	\$ 223.000	\$ 223.000
1	DPS 2P 600V 20-40Ka FEEO con RETIE	PDF	✓	19%	\$ 149.500	\$ 149.500
2	Caja Fusible tipo Riel con Fusible 15A 1000V DC		✓	19%	\$ 69.300	\$ 138.600
1	Medidor Bidireccional Iskra MT-174-D2 Bifásico / Directa	PDF	✓	19%	\$ 748.000	\$ 748.000
1	Breaker FEEO 250VDC 16A con RETIE	PDF	✓	19%	\$ 69.000	\$ 69.000
5	Panel Solar 325W TP660M Monoperc Talesun		✓	0%	\$ 456.000	\$ 2.280.000
1	Inversor Growatt 1500W MIC 1500TL-X MPPT	PDF	✓	0%	\$ 1.640.000	\$ 1.640.000
					NETO	\$ 5.248.100
					IVA	\$ 252.339
					TOTAL	\$ 5.500.439

Nota: la tabla muestra los componentes del sistema fotovoltaico de Solartex tomado de: <https://www.solartex.co/wp-content/uploads/2021/09/kit-solar-fotovoltaico-grid-tie-6500-watts-x-dia.pdf>

Tabla 30. Costo del sistema Solartex de 6500W/día

costo sistema de 6500W/día SOLARTEX	
costo kit	\$ 5.500.439
envío Medellín - Bogotá	\$ 1.190.400
mano de obra especializada	\$ 980.840
mano de semi calificada	\$ 203.400
total	\$ 7.875.079

Nota: elaboración propia.

La cotización en la empresa Autosolar cuenta con un kit solar para ser conectado a la red y el cual emplearía 4 paneles de 545W 24V, estimando una producción diaria de 8,7KWh generando 261KWh al mes, el costo del kit es de \$ 10.771.632 COP, dentro de la cotización no se incluye el costo de instalación ni de envío.



Tabla 31. *Costo del sistema fotovoltaico de Autosolar.*

costo sistema de 8700W/día Autosolar	
costo kit	\$ 10.771.632,00
envió Chía – Bogotá	\$ 573.400
mano de obra especializada	\$ 980.840
mano de semi calificada	\$ 203.400
total	\$ 12.529.272

Nota: elaboración propia.

Para el cálculo de los costos de envío se consultó a Coordinadora en la sección de calculadora de envío, para los cálculos de mano de obra de instalación se estimaron dos días de trabajo con dos personas 1 con capacitación técnica certificada y otra persona sirviendo de apoyo los costos de mano de obra son tomados de (Atlassian, 2023).

Tiempo de recuperacion de la inversión

Tabla 32. *Tiempo recuperacion de la inversión*

tiempo de recuperacion de la inversión					
KIT	costo	costo KWH	KWh/mes	meses	años
Emergente	\$ 17.244.000	\$ 742,73	190	122	10,18
Solartex	\$ 7.875.079		195	54	4,53
Autosolar	\$ 12.529.272		262	64	5,37

Nota: elaboración propia.

El costo de la implementación de energía solar fotovoltaica varia de costos que están vinculados a la marca de los pañales, cantidad de paneles, tipo de conexión entre otros, lo que hace que el tiempo de recuperacion de la inversión sea variada en los tres casos de cotización se observó que la recuperacion de la inversión seria a mediano y largo plazo comprendido entre 5 y 10 años aproximadamente, este cálculo sirve como inicio para empezar a estudiar la viabilidad de la instalación de los paneles.



Tabla 33. Puntuación EE2 Generación de electricidad mediante fuentes no convencionales

Porcentaje de energía que se reemplaza	Puntos
10%	1
30%	2
50%	3
80%	4

Nota: la tabla presenta la puntuación que es posible conseguir en el lineamiento no obligatorio de generación de fuentes no convencionales tomado de “documento tecnico CASA Colombia Vivienda existente”, pg 26 (<https://casa.cccs.org.co/wp-content/uploads/2022/08/20220831-Documento-tecnico-CASA-Colombia-Vivienda-Existente.pdf>).

Para este lineamiento se otorgan un total de 4 puntos dependiendo del total de energía que se logre reemplazar, para el caso de estudio se hizo el análisis para la totalidad del consumo de energía eléctrica en la vivienda, por lo cual si se implementan la estrategia se conseguiría lograr conseguir más del 80% de energía reemplazada, siendo factible obtener los 4 puntos.

Puntuación total

Tabla 34. Diferentes puntuaciones para las categorías

vivienda usada				Puntajes indicados en el documento técnico			
eficiencia en agua	26	uso eficiente del agua en la vivienda	Obligatorio	7	pg19 24pts	pg19 0pts	pg20 5pts
			opcional	13		pg20 13pts	pg2013pts
		reducción del consumo de agua potable	opcional	4		pg21 4pts	pg21 4pts
		consumo de agua paisajismo	opcional	0		pg22 2pts	0
		totales parcial			24	24	19
eficiencia en energía	35	uso eficiente de la energía	Obligatorio	7	pg23 32pts	pg23 0pts	-
			opcional	22		pg23 22pts	-
		generación de energía mediante fuentes no convencionales	opcional	6		pg27 4pts	-
		totales parcial			35	32	26
totales conjuntos				59	56	45	48

Nota: Elaboración propia



Tabla 35. Posible puntuación

	ID	totales	conseguidos
Eficiencia Agua	EA1 Uso eficiente del agua la vivienda (obligatorio)	5	5
	EA1 Uso eficiente del agua la vivienda	13	11
	EA2 Reducción del consumo del agua potable	4	4
	EE1 envolvente	10	N/A
	EE1 Electrodomésticos	10	8
Eficiencia Energía	EE2 generación de electricidad mediante fuentes no convencionales	4	4
	total	46	32

Nota: elaboración propia.

La puntuación dada para cada lineamiento no es totalmente clara ya que se tiene diferentes valores en las páginas del documento técnico para la versión de CASA Colombia para Vivienda Existente como se registra en la tabla 34, se adoptó la puntuación según las indicaciones más apropiadas conforme a las estrategias plateadas para la cual de los posibles puntos que son 36 sin tomar en cuenta el envolvente sería posible conseguir 32.

Tabla 36. Costos de estrategias

ESTRATIA	COSTO			CANTIDAD
	MINIMO	CANTIDAD	MAXIMO	
cambio aparatos sanitarios	\$ 532.700	2	\$1.547.200	2
Ekoducha	\$ 600.000	2	\$ 650.000	2
Ekomuro	\$ 613.350	1	\$ 613.350	1
estufa de inducción	\$ 1.600.000	2	\$1.600.000	2
sistema fotovoltaico	\$ 7.875.079	1	\$17.244.000	1
TOTAL	\$ 13.953.829	-	\$ 25.451.750	-

Nota: elaboración propia.

Para el caso de los costos se plantearon dos escenarios uno de ellos implementando las medidas más económicas y el otro con las medidas de mayor costo con el fin de tener un



rango de costos de la implementación de las estrategias, con esto se hace notorio que la alternativa de mayor peso en los costos es la generación de energía mediante el sistema de paneles fotovoltaicos.

9.0 Conclusión.

En la descripción se observó que la vivienda está ubicada en la ciudad de Bogotá la cual cuenta con un potencial de aprovechamiento de energía solar con un brillo solar promedio anual de 4,4 horas/ día, siendo los meses de diciembre, enero y febrero superiores superando las 5 horas/día promedio de brillo solar, que complementado con la ubicación del proyecto que está en el noroccidente de la ciudad posibilita el aprovechamiento de la energía solar, también al contar con una precipitación promedio superior a las 54m³ anuales hace que sea de consideración el aprovechamiento del agua lluvia para la disminución del uso agua potable, dentro de la vivienda se observó que al ser una construcción menor a 10 años, los aparatos sanitarios son de bajo consumo incluso los sanitarios cumplen con el consumo solicitado por CASA Existente sin embargo el resto de los aparatos sanitarios pueden llegar a ser de menor consumo, en los electrodomésticos contemplados se vio que los del segundo nivel son eficientes, en cuanto a la nevera y lavadora del primer piso sería recomendable cambiarlas ya que estos equipos no están categorizados según el etiquetado RETIQ que contempla CASA Colombia y que rige actualmente en el país, por otra parte el sector donde está ubicada la vivienda hace que sea transitable permitiendo que la gran parte de los mandados que requieren hacer diariamente los



habitantes de la vivienda, puedan ser realizados sin la necesidad de emplear algún tipo de vehículo.

La metodología de CASA Existente permite ser implementada fácilmente como en el caso de los aparatos sanitarios que están disponibles en el mercado al alcance de cualquier persona, además la metodología presenta una amplia implementación dando libertad de estrategias a fin de conseguir el cumplimiento de los lineamientos que están dentro de las posibilidades comerciales y condiciones actuales de la vivienda, además de estar alineadas a las políticas de sostenibilidad del país como la resolución 549 del 2015, la certificación CASA Existente da mayor peso a la eficiencia en energía dando 35 puntos y en caso de la eficiencia en agua otorga 26 puntos, aunque estos puntos no son definidos consistentemente debido a que en el documento técnico se dan diferentes valores en las tablas que se encuentran para cada lineamiento, haciendo que la interpretación y estimación de la puntuación puedan ser diferentes.

Aplicando la metodología de CASA Existente la vivienda presenta un potencial para la eficiencia en el uso de agua principalmente desde dos puntos, la disminución de uso de agua potable y el uso eficiente del agua potable, los cuales pueden ser conseguidos con el cambio de los aparatos sanitarios y el uso de fuentes de aguas grises y lluvia, siendo alternativas óptimas la Ekoducha y el Ekomuro que también están pensados en aportar a los ODS, además de ser alternativas de fácil implementación y bajo costo, en cambio en la categoría de eficiencia en energía se observó que de las fuentes de energía no convencionales que es potencialmente aprovechable en la vivienda es la energía solar por medio de los paneles fotovoltaicos, sin embargo la implementación de este sistema es de inversión alta contando con



tiempo de recuperación en el menor de los casos superior a 6 años sin contar con los costos de mantenimiento y deterioro de los elementos del sistema, además de ser la alternativa de mayor peso en costo en la implementación de las alternativas de sostenibilidad planteadas.

El costo de la implementación de las estrategias propuestas varía entre un total de \$ \$ 13.953.829 COP y \$ 25.451.750COP, donde la estrategia de mayor costo y de mayor requerimiento técnico es la energía solar por otro lado una de las de menor costo y fácil implementación es el cambio de los aparatos sanitarios además de ser la de mayor aporte a la eficiencia en el uso de agua, con el sistema de Ekoducha es posible llegar a conseguir que los sanitarios no requieran de agua potable para las descargas con la limitación de que esto está directamente vinculado a la capacidad de almacenamiento de la Ekoducha y los hábitos de los habitantes de la vivienda, con el fin de llegar a conseguir un mayor aprovechamiento de este sistema se recomienda estudiar opciones para aumentar la capacidad de almacenamiento del sistema conforme al espacio disponible en la ducha además de la limpieza del mismo buscando que no se genere contaminación y posibles malos olores o bacterias; Con la implementación de las estrategias es posible llegar a conseguir 32 puntos de los 46 que pueden ser conseguidos en las categorías de estudio.

Las estrategias planteadas pueden ser replicadas en las viviendas que cuenten con condiciones similares, las estrategias para la categoría de eficiencia en agua son de fácil implementación y de bajo costo, que en su mayoría se recupera a mediano y corto plazo aportando que el consumo de agua potable con el aprovechamiento de las aguas grises y lluvia, en estas estrategias de eficiencia en agua la Ekoducha es la que



más varia en tiempo de recuperación de la inversión ya que depende del aprovechamiento que se le puede dar debido a su capacidad de almacenamiento, por otro lado las estrategias de eficiencia en energía requieren de una mayor inversión adicionalmente a eso se debe hacer un estudio específico para cada vivienda ya que hay muchos factores que tomar en cuenta para poder implementar el aprovechamiento de energía solar además de consultar líneas de financiamiento para este tipo de proyectos.

Se recomienda como primer paso para el acercamiento de las viviendas a la sostenibilidad el cambio de los aparatos sanitarios por unos de bajo consumo que en conjunto con la disminución de los tiempo de uso genera un ahorro importante del agua que se verá reflejado en el costo de la facturación haciendo que el beneficio económico se vea inmediatamente en la facturación posterior, también una de las estrategias que pueden ser implementadas de manera inmediata es el Ekomuro ya que su fabricación es fácil pudiendo ser realizada por los propios habitantes ya que no requiere herramientas ni materias especiales, al igual que su instalación es fácil, la Ekoducha también es de fácil implementación pero a diferencia del Ekomuro este si debiera ser comprado en la empresa distribuidora con la ventaja que no requiere de remodelación para su instalación, estas estrategias aportan un gran valor al uso de un recurso indispensable para la vida como lo es el agua potable adicional a que da un aporte económico a los habitantes de las viviendas lo cual llevaría a que dichas estrategias fueran recomendables de implementar en las viviendas de características iguales o similares, por el lado del sistema fotovoltaico se recomienda la consulta con empresas especializadas para determinar el costo de instalación y requerimientos



técnicos del proyecto ya que la inversión de costo considerable además de presentar un tiempo de recuperación largo y posiblemente se requiera de financiamiento para la implementación.

10.0 REFERENCIAS

Arancibia Bulnes, C., & Best Y Brown, R. (2010). *Energía Del Sol*. Obtenido De

https://www.revistaciencia.amc.edu.mx/images/revista/61_2/pdf/energiasol.pdf

Arévalo, K. Y. (2018). *Análisis De Los Diferentes Sistemas De Certificación En Construcción*

Sostenible A Nivel Mundial Y Sus Perspectivas De Aplicación Y Cumplimiento En

Colombia. Bogotá : Universidad Militar Nueva Granada .

Atlassian. (2023). Obtenido De

<https://dlca.logcluster.org/display/public/DLCA/3.3+Colombia+Costo+De+Mano+De+Obra>

CCCS. (2021). *Consejo Colombiano De Construcción Sostenible*. Obtenido De

<https://www.cccs.org.co/wp/capacitacion/talleres-de-preparacion-leed/>

CCCS. (2021). *Las Acciones Conscientes, Empiezan Por CASA*. Obtenido De

<https://casa.cccs.org.co/>

Corona. (S.F.). Baños Corona Sanitarios. *Sanitario Avanti Plus Ficha Técnica*. Obtenido De

Sanitario Avanti Plus Ficha Técnica.

Coronado Ramos, J. S., & Castro Rodríguez, C. Y. (2018). *Viabilidad De La Energía Solar Para*

Una Casa En La Localidad 19 De La Ciudad De Bogotá. Obtenido De

<https://repository.udistrital.edu.co/bitstream/handle/11349/15618/VIABILIDAD%20>



DE%20LA%20ENERG%C3%8da%20SOLAR%20PARA%20UNA%20CASA%20EN
%20LA%20LOCALIDAD%2019%20DE%20LA%20CIUDAD%20DE%20BOGOT%C
3%81.Pdf?Sequence=1&Isallowed=Y

EDGE. (2018). *Edificios Verdes Para Un Planeta Mas Inteligente* . Obtenido De

https://edgebuildings.com/wp-content/uploads/2018/11/2018-11-08C_EDGE-Brochure_Spanish-IN-SPANISH.Pdf

EDGE. (2020). *Edgebuildings*. Obtenido De <https://edgebuildings.com/certify/?lang=es>

Ekogrouph2o. (S.F.). <https://www.ekogrouph2o.com/>. Recuperado El Noviembre De 2022, De <https://www.ekogrouph2o.com/>

Electrolux. (2023). *Exito* . Obtenido De [https://www.exito.com/estufa-empotrable-de-](https://www.exito.com/estufa-empotrable-de-induccion-4-zonas-electrolux-etii60f7eob-123690050/p?idsku=123670124&gclid=Eaiaiqobchmi1tgqnif9_Qivscmucr0hpqlqeaqyaiabeglpo_D_Bwe&gclsrc=Aw.Ds)

[Induccion-4-Zonas-Electrolux-Etii60f7eob-123690050/P?idsku=123670124&Gclid=Eaiaiqobchmi1tgqnif9_Qivscmucr0hpqlqeaqyaiabeglpo_D_Bwe&Gclsrc=Aw.Ds](https://www.exito.com/estufa-empotrable-de-induccion-4-zonas-electrolux-etii60f7eob-123690050/p?idsku=123670124&gclid=Eaiaiqobchmi1tgqnif9_Qivscmucr0hpqlqeaqyaiabeglpo_D_Bwe&gclsrc=Aw.Ds)

FLOREZ REYES, B. R., & GRANADOS TORO, O. A. (2016). ELABORACIÓN DE UN SISTEMA PARA LA REUTILIZACIÓN DEL AGUA RESIDUAL DE LA LAVADORA, ADAPTABLE AL PROCESO CONSTRUCTIVO DE UNA BATERIA DE LAVADO.

Franco, R. (2014). *ACCESO SOLAR: Estudio Comparativo De Acceso Solar Por El Método*

Descriptivo Entre Las Ciudades: Jerusalén, Israel (31,8° Norte) Y Bogotá, Colombia (4,5° Norte). Obtenido De

[https://upcommons.upc.edu/bitstream/handle/2099.1/24081/Ricardofranco_TFM.Pdf?](https://upcommons.upc.edu/bitstream/handle/2099.1/24081/Ricardofranco_TFM.Pdf?Sequence=1&Isallowed=Y)
[Sequence=1&Isallowed=Y](https://upcommons.upc.edu/bitstream/handle/2099.1/24081/Ricardofranco_TFM.Pdf?Sequence=1&Isallowed=Y)



García, M. A. (2018). *Instituto Politécnico Nacional*. Obtenido De Aprovechamiento De Energía

Solar En Casa Habitación :

<https://Tesis.Ipn.Mx/Jspui/Bitstream/123456789/25442/1/Aprovechamiento%20de%20la%20energ%C3%Ada%20solar%20en%20casa%20habitaci%C3%B3n.Pdf>

GARZÓN, C. A. (2018). *ANÁLISIS DE DIFERENTES CLASES DE VIDRIO, PARA LA ELABORACIÓN DE UNA HERRAMIENTA GRÁFICA QUE CONSIDERE SUS*

CARACTERÍSTICAS TÉRMICAS, FÍSICAS Y ÓPTICAS. Recuperado El 2023, De

<https://Repository.Ucatolica.Edu.Co/Server/Api/Core/Bitstreams/7fa13535-B83e-449d-95c0-6029c6dcc3b1/Content>

GRIVAL. (2019). *Ficha Tecnica Lavamanos Balta Palanca* . Recuperado El 2022, De

Bwfdgvyfgrvy3vtzw50c3w1mdkznzd8yxbwbglijxrbp24vcgrmfghmyi9ozmmvotaymdc
0ndy5ntgzoc80mteyntawmdetu1vcq0otr0yttfznluxmvi1jtkqtuexoq0etqkfmveetrlqucgrmf
dkwzmriywfhmtyznde2ntdinjjnzvlmmezm2uxzwriztc4n2finjgynjqyogyxzdg3yweyyjk4z
trkzmq2mze

Grival. (S.F.). *Griferia Lavaplatos Sencillo Residencial Nogal*.

Haceb. (S.F.). *Etiqueta Lavadora Haceb 13kg*. Recuperado El 2022, De

https://Apps.Haceb.Com/DI/Etiquetas_Retiq/3019628_RETIQ.Pdf?_Gl=1*1t6fyuj*_Gcl_Aw*R0nmlje2njgynjmwmyuq2ows0nraufwyjjiqmhewufssxnbq2hiqzl2bepmd0natjfub2zebgpmulzkz0i2avfrtdgwcjzvzbsnfnpyk5odxzgwtbq0lwa2jvogfbcegxrufmd193y0i

IDEAM. (S.F.). *Características Climatológicas De Ciudades Principales Y Municipios*

Turisticos. Obtenido De

<http://Www.Ideam.Gov.Co/Documents/21021/418894/Caracter%C3%Adsticas+De+Ciu>



UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS
PRIMER CLAUSTRO UNIVERSITARIO DE COLOMBIA

EDUCACIÓN ABIERTA Y A DISTANCIA

VIGILADA MINEDUCACIÓN - SNIES 1704



dades+Principales+Y+Municipios+Tur%C3%Adsticos.Pdf/C3ca90c8-1072-434a-A235-91baee8c73fc

Maldonado Alarcón, S. D., Galván Salas, W. A., & Suarez Velandia, G. A. (2022). *Estudio Comparativo Entre Energía eléctrica Y Energíasolar En Viviendas Unifamiliares*.

Obtenido De [Https://Formacionestrategica.Com/Index.Php/Foes/Article/View/78/50](https://Formacionestrategica.Com/Index.Php/Foes/Article/View/78/50)

Metro Cuadrado. (Febrero De 2023). *Metrocuadrado.Com*. Recuperado El Febrero De 2023, De

[Https://Www.Metrocuadrado.Com/Noticias/Actualidad/Ekoduchas-Una-Opcion-Para-](https://Www.Metrocuadrado.Com/Noticias/Actualidad/Ekoduchas-Una-Opcion-Para-Ahorrar-Agua-En-El-Hogar-3389/)

[Ahorrar-Agua-En-El-Hogar-3389/](https://Www.Metrocuadrado.Com/Noticias/Actualidad/Ekoduchas-Una-Opcion-Para-Ahorrar-Agua-En-El-Hogar-3389/)

Minambiente. (2008). *MINISTERIO DE AMBIENTE Y DESAROLLO SOSTENIBLE* . Obtenido

De [Https://Www.Minambiente.Gov.Co/Asuntos-Ambientales-Sectorial-Y-](https://Www.Minambiente.Gov.Co/Asuntos-Ambientales-Sectorial-Y-Urbana/Politica-De-Gestion-Ambiental-Urbana/)

[Urbana/Politica-De-Gestion-Ambiental-Urbana/](https://Www.Minambiente.Gov.Co/Asuntos-Ambientales-Sectorial-Y-Urbana/Politica-De-Gestion-Ambiental-Urbana/)

Ministerio De Ambiente Y Desarrollo Sostenible . (2022). *Uso Eficiente Y Ahorro Del Agua* .

Obtenido De [Https://Www.Minambiente.Gov.Co/Gestion-Integral-Del-Recurso-](https://Www.Minambiente.Gov.Co/Gestion-Integral-Del-Recurso-Hidrico/Uso-Eficiente-Y-Ahorro-Del-Agua/)

[Hidrico/Uso-Eficiente-Y-Ahorro-Del-Agua/](https://Www.Minambiente.Gov.Co/Gestion-Integral-Del-Recurso-Hidrico/Uso-Eficiente-Y-Ahorro-Del-Agua/)

Ministerio De Vivienda, Ciudad Y Territorio. (2015). *Resolucion 549 Anexo No. 1 Guia De*

Construccion Sostenible Para El Ahorro De Agua Y Enegia En Edificaciones.

MINMINAS. (2016). *Cartilla Etiquetado UPME*. Obtenido De

[Https://Www.Minenergia.Gov.Co/Documents/3878/Cartillaetiquetadoenergetico02-08-](https://Www.Minenergia.Gov.Co/Documents/3878/Cartillaetiquetadoenergetico02-08-2016.Pdf)

[2016.Pdf](https://Www.Minenergia.Gov.Co/Documents/3878/Cartillaetiquetadoenergetico02-08-2016.Pdf)

MONROY, J. M. (2014). *CONSTRUCCIÓN SOSTENIBLE, UNA ALTERNATIVA PARA LA*

EDIFICACIÓN DE VIVIENDAS DE INTERES SOCIAL Y PRIORITARIO.

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE COLOMBIA: BOGOTÁ.



NASA. (S.F.). *The POWER Project*. Recuperado El Marzo De 2023, De

[Https://Power.Larc.Nasa.Gov/](https://Power.Larc.Nasa.Gov/)

Olaya, D. F. (2019). *Evaluación De Pre-Factibilidad Del Sistema Wind Tree De Producción De Energía Eólica En La Ciudad De Bogotá*. Obtenido De

[Https://Repositorio.Unbosque.Edu.Co/Bitstream/Handle/20.500.12495/2713/Garcia_Olaya_David_Felipe_2019.Pdf?Sequence=5&Isallowed=Y](https://Repositorio.Unbosque.Edu.Co/Bitstream/Handle/20.500.12495/2713/Garcia_Olaya_David_Felipe_2019.Pdf?Sequence=5&Isallowed=Y)

OLIVARES SANTIAGO, M. (1994). *Los Vidrios De Baja Emisividad*. Obtenido De

[Https://Webcache.Googleusercontent.Com/Search?Q=Cache:1ytiahjvwsej:Https://Materconstrucc.Revistas.Csic.Es/Index.Php/Materconstrucc/Article/Download/573/621/688&Cd=13&Hl=Es&Ct=Clnk&Gl=Co](https://Webcache.Googleusercontent.Com/Search?Q=Cache:1ytiahjvwsej:Https://Materconstrucc.Revistas.Csic.Es/Index.Php/Materconstrucc/Article/Download/573/621/688&Cd=13&Hl=Es&Ct=Clnk&Gl=Co)

OLIVEROS, M. Á. (2017). *ANÁLISIS EN LA EJECUCIÓN DE UN SISTEMA DE ENERGÍA SOLAR FOTOVOLTAICO EN UNA VIVIENDA DE LA CIUDAD DE BOGOTÁ*.

Obtenido De

[Https://Repository.Usta.Edu.Co/Bitstream/Handle/11634/3207/2017ardilamiguel.Pdf?Sequence=1&Isallowed=Y](https://Repository.Usta.Edu.Co/Bitstream/Handle/11634/3207/2017ardilamiguel.Pdf?Sequence=1&Isallowed=Y)

ONVENTANAS. (S.F.). *ONVENTANAS Energy Saver Windows*. Recuperado El Marzo De

2023, De [Https://Www.Onventanas.Com/Vidrios-Bajo-Emisivo/](https://Www.Onventanas.Com/Vidrios-Bajo-Emisivo/)

Phillyaptrentals. (2022). *Fidelity Management* . Recuperado El Noviembre De 2022, De

[Https://Www.Phillyaptrentals.Com/Es/Blog/Walkability-A-Run-Down-On-Walking-Through-Your-Neighborhood/](https://Www.Phillyaptrentals.Com/Es/Blog/Walkability-A-Run-Down-On-Walking-Through-Your-Neighborhood/)

PULIDO PÉREZ, J., & YEPES PINILLA , L. M. (2013). *CERTIFICACIÓN LEED EN VIVIENDAS DE INTERÉS SOCIAL: APLICADA ALBARRIO YOMASA - BOGOTÁ*.

Bogotá: Universidad Catolica .



Ramírez, J. L. (28 De Octubre De 2019). *Observatorio De Desarrollo Economico*. Obtenido De
Localidad De Suba: [Https://Observatorio.Desarrolloeconomico.Gov.Co/Dinamica-
Economica/La-Localidad-De-Suba-Concentra-La-Mayor-Poblacion-Con-Mas-De-12-
Millones-De](https://Observatorio.Desarrolloeconomico.Gov.Co/Dinamica-Economica/La-Localidad-De-Suba-Concentra-La-Mayor-Poblacion-Con-Mas-De-12-Millones-De)

Rodriguez, B. (2019). *Viviendas Sostenibles . CÁTEDRA DE COOPERACIÓN AL
DESARROLLO DE LA UNIVERSIDAD DE ZARAGOZA.*

ROSAS, J. A. (2019). *MEJORAMIENTO DEL SISTEMA RECOLECTOR DE AGUAS LLUVIAS
EKOMURO H2O*. Obtenido De
[Https://Repository.Ugc.Edu.Co/Bitstream/Handle/11396/5576/1.%20trabajo%20de%20g
rado.Pdf?Sequence=1&Isallowed=Y](https://Repository.Ugc.Edu.Co/Bitstream/Handle/11396/5576/1.%20trabajo%20de%20grado.Pdf?Sequence=1&Isallowed=Y)

SAWYER. (2023). *SAWYER COLOMBIA*. Obtenido De
[Https://Www.Sawyer.Com.Co/Tecnologia.Html](https://Www.Sawyer.Com.Co/Tecnologia.Html)

Smartbitt. (S.F.). *Energiasolar*. Obtenido De
[Http://Energiasolar.Smartbitt.Com/Downloads/Panel_Monocristalino.Pdf](http://Energiasolar.Smartbitt.Com/Downloads/Panel_Monocristalino.Pdf)

Valencia, D. E. (2018). *La Vivienda Sostenible, Desde Un Enfoque Teórico Y De Política
Pública En Colombia. Revista Ingenierías Universidad De Medellín*, 39-56.

Walkscore. (2022). *Walk Score*. Recuperado El Noviembre De 2022, De
[Https://Www.Walkscore.Com/Score/13848-Carrera-150b-Bogot%C3%A1-
Bogot%C3%A1-Colombia](https://Www.Walkscore.Com/Score/13848-Carrera-150b-Bogot%C3%A1-Bogot%C3%A1-Colombia)

Weatherspark. (2020). *El Clima Y El Tiempo Promedio En Todo El Año En Bogotá*. Obtenido De
[Https://Es.Weatherspark.Com/Y/23324/Clima-Promedio-En-Bogot%C3%A1-Colombia-
Durante-Todo-El-A%C3%B1o#Figures-Solarenergy](https://Es.Weatherspark.Com/Y/23324/Clima-Promedio-En-Bogot%C3%A1-Colombia-Durante-Todo-El-A%C3%B1o#Figures-Solarenergy)