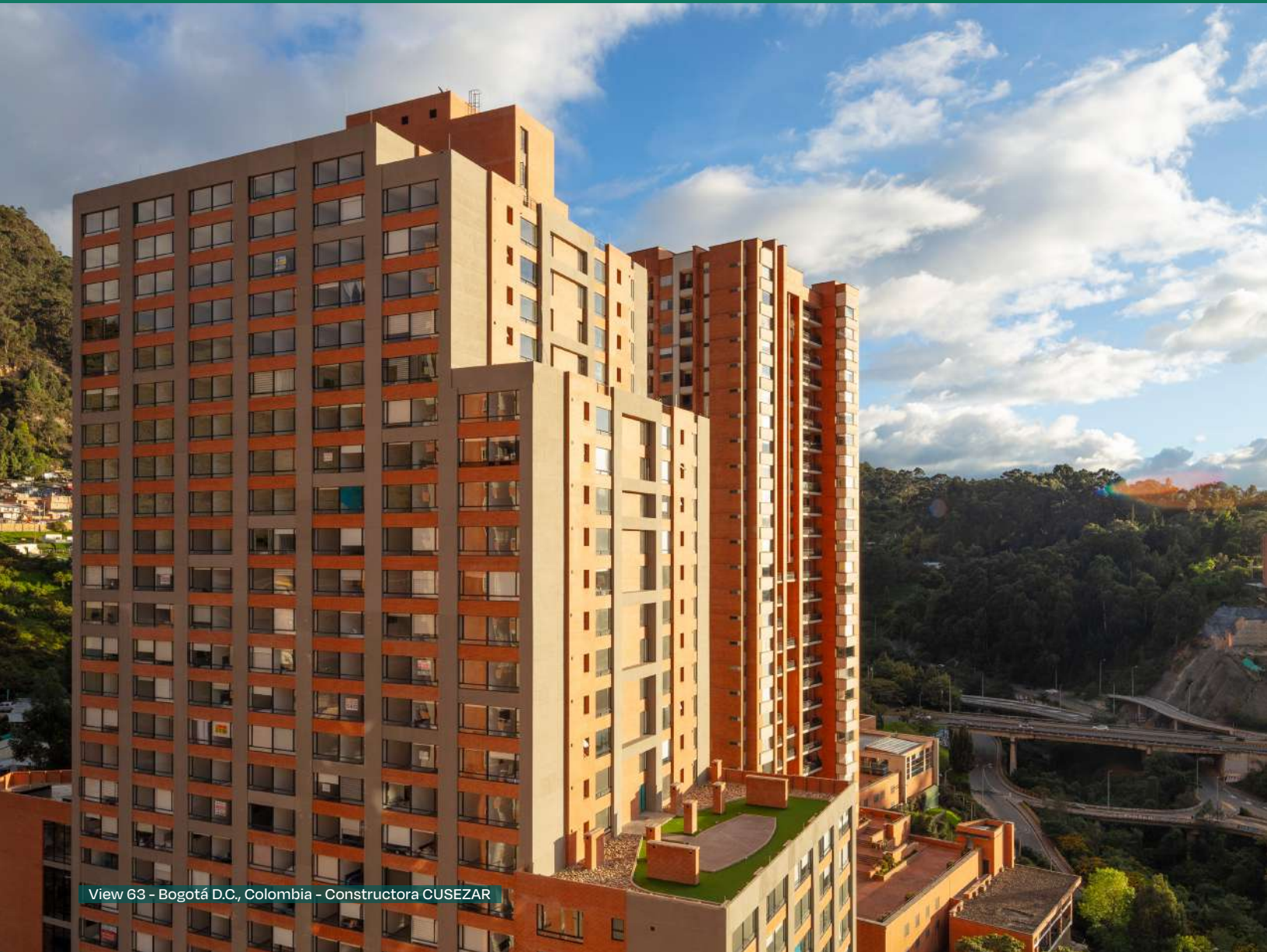


VIS 4.0: ESTRATEGIAS PARA LA VIVIENDA DE INTERÉS SOCIAL SOSTENIBLE EN COLOMBIA 2024



View 63 - Bogotá D.C., Colombia - Constructora CUSEZAR



Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

Embajada de Suiza en Colombia

Documento técnico



VIS 4.0: Estrategias para la Vivienda de Interés Social sostenible en Colombia

BOGOTÁ, SEPTIEMBRE DE 2024



Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

Embajada de Suiza en Colombia

El documento **VIS 4.0: Estrategias para la Vivienda de Interés Social sostenible en Colombia**, fue elaborado en el marco de la Mesa de Construcción Sostenible Colombia-Suiza, por Camacol y expertos en el tema, con el apoyo del Programa Colombia + Competitiva, facilitado por la Fundación Suiza de Cooperación para el Desarrollo Técnico-SwissContact y financiado por la Cooperación Económica y Desarrollo del Gobierno suizo (SECO).

CAMACOL

Guillermo Herrera Castaño
Presidente Ejecutivo de Camacol

Embajada Suiza en Colombia

S.E. Eric Mayoraz
Embajador

Cooperación Económica y Desarrollo (SECO)

Julien Robert
Jefe de la Cooperación Económica y Desarrollo

Fundación Suiza de cooperación para el desarrollo técnico-Swisscontact

Saúl Díaz Ortiz
Director LATAM y director encargado de Swisscontact Colombia.

Programa Colombia + Competitiva

Claudia Sepúlveda
Subdirectora Swisscontact Colombia y Coordinadora General del programa

DIRECCIÓN EDITORIAL

Guillermo Herrera Castaño
Presidente Ejecutivo de Camacol

COORDINACIÓN EDITORIAL

Katherine Bobadilla Cruz
Directora de Productividad y Sostenibilidad de Camacol
Daniela Márquez Torres
Coordinadora Mesa de Construcción Sostenible Colombia Suiza
Jorge Alberto Torres Vallejo
Director Económico

COMITÉ EDITORIAL

Cámara Colombiana de la Construcción – CAMACOL
Green Loop

AGRADECIMIENTOS ESPECIALES

Embajada de Suiza en Colombia
Swisscontact
Programa Colombia + Competitiva
Marval
Cusezar
Build Change

INVESTIGACIÓN Y REDACCIÓN

Camacol

Katherine Bobadilla Cruz
Daniela Márquez Torres
NiKolas Buitrago
Lorena Royo Rodríguez
Juan Pablo Espinel
Angie Gómez

Green Loop

Esteban Martínez Lozada
Esteban David Loaiza
Juanita Escobar García
María Paula Patarroyo Henao
María José Ramírez Torres
Arturo Galvis Rojas
David Guzmán Pineda

Grupo Sofonías

Javier Gil
Francis Benavides
Hernan Roitman

MAYOR INFORMACIÓN

Cámara Colombiana de la Construcción

El contenido de la presente publicación se encuentra protegido por las normas internacionales y nacionales vigentes sobre propiedad intelectual, por tanto su utilización, reproducción, comunicación pública, transformación, distribución, préstamo público e importación, total o parcial, en todo o en parte, en formato impreso, digital, o cualquier formato conocido o por conocer, se encuentran prohibidos, y solo serán lícitos en la medida en que se cuente con la autorización previa y expresa por escrito de los autores. Camacol no garantiza la precisión, confiabilidad o integridad del contenido incluido en este trabajo, ni de las conclusiones o juicios descritos en este documento, y no aceptan responsabilidad alguna por omisiones o errores (incluidos, entre otros, errores tipográficos y errores técnicos) en el contenido en absoluto o por confianza al respecto.

PRÓLOGO



La construcción es una industria clave para la economía colombiana. Su rol es central en la generación de empleo y valor a nivel nacional. De acuerdo con la información del Departamento Administrativo Nacional de Estadística DANE, entre el 2022 y el 2024 la construcción ocupó en promedio 1,6 millones de trabajadores. De este total, cerca del 70% fueron ocupados por el segmento de vivienda.

En términos de generación de valor, en 2022 el sector de las edificaciones registró una producción equivalente a \$83 billones, de los cuales \$53 billones fueron consumo intermedio, es decir, demanda por bienes de otros sectores económicos. Respecto al valor social, la construcción de vivienda aporta a la disminución del déficit habitacional y contribuye en la mejora del 33% de las dimensiones con las que se contabiliza la pobreza multidimensional. Promover un crecimiento sostenido y sostenible de la vivienda, es entonces fundamental para impulsar el desarrollo de una sociedad.

Ahora bien, sabemos que, durante las diferentes fases de su ciclo de vida, las viviendas consumen cantidades importantes de energía, agua y materiales. A su vez, los diferentes procesos vinculados a su construcción y operación generan emisiones de gases de efecto invernadero y otros impactos ambientales, que hacen necesaria la adopción de prácticas sostenibles que permitan un equilibrio entre los beneficios y los costos, en todos los ámbitos, de la construcción formal.

Con esto en mente, en el último año, Camacol ha venido trabajando de manera conjunta con la Cooperación Suiza a través del programa Colombia + Competitiva, para ofrecer un marco exhaustivo de estrategias sostenibles para la construcción de VIS y una serie de acciones que van desde la planificación y diseño inteligente, hasta la operación y mantenimiento de viviendas que incorporan tecnologías de eficiencia energética y gestión de residuos.

Este esfuerzo se ha consolidado en la construcción de la propuesta VIS 4.0, una caja de herramientas que ponemos a disposición de los desarrolladores de Vivienda de Interés Social (VIS), proporcionando una guía integral para la implementación de estrategias sostenibles en sus proyectos. La intención es que VIS 4.0 permita alinear elementos como la estrategia para el diseño sostenible, la guía para la implementación de tecnologías verdes, el compendio de estrategias sostenibles, así como casos de estudio y prototipos exitosos en materia de reducción de emisión de gases de efecto invernadero y eficiencia en el uso de los recursos.

La publicación de VIS 4.0 se enmarca en el desarrollo de la estrategia Camacol Verde, que engloba las diferentes iniciativas en materia de sostenibilidad que se viene promoviendo desde el sector de la construcción y que se ha planteado como macro meta la construcción de cerca de 428 mil viviendas sostenibles entre 2024 y 2030. Esta meta solo será posible a través de la generación de incentivos y de un programa integral promovido por el sector privado para impulsar la construcción y desarrollo sostenible de la vivienda.

Las Estrategias VIS 4.0 no solo son un compendio de buenas prácticas, sino también un llamado a la acción para todos los actores del sector de la construcción. La sostenibilidad es una necesidad urgente y las metas solo son alcanzables en la medida que todos los actores del sector se comprometan con esta visión. Este compromiso no solo mejorará la calidad de vida de los habitantes, sino que también contribuirá significativamente a impulsar la economía, generar inclusión social y proteger los recursos naturales.

Esperamos que las Estrategias VIS 4.0 se consoliden como un recurso valioso para los desarrolladores de VIS en Colombia, permitiéndoles construir viviendas que no solo cumplen con los más altos estándares de sostenibilidad, sino que también mejoran la calidad de vida de sus ocupantes y contribuyen a un futuro más verde y equitativo para el país.

Guillermo Herrera Castaño
Presidente ejecutivo de Camacol

PRÓLOGO



La incorporación de energías renovables, el uso de materiales de construcción sostenible, la eficiencia energética y la incorporación de tecnología de vanguardia, son factores que han contribuido desde décadas a la apuesta por la construcción sostenible en Suiza y la competitividad de este sector. El usuario final, tanto de nuevas edificaciones como de edificaciones objeto de renovación, está en el corazón de todos estos esfuerzos.

Las certificaciones en Suiza, como Minenergie, respaldadas por la Confederación y los cantones, apuntan a que se garantice en las edificaciones confort, eficiencia y conservación del valor desde 1998. Esto sumado a la consciencia del usuario final ha permitido que el sector construcción en Suiza, siga evolucionando, siendo cada vez más competitivo y alineado a los esfuerzos por avanzar hacia la meta de carbono neutralidad.

Destacamos que Colombia esté avanzando también hacia este mismo horizonte, incorporando cada vez más la sostenibilidad en las edificaciones y resaltamos que las certificaciones voluntarias y el compromiso del sector estén siendo motores de esta dinámica. Celebramos el aumento en los últimos seis años de las viviendas certificadas en Colombia, con certificados como EDGE, y que el 72% pertenezca a la categoría de Vivienda de Interés Social. Es una cifra relevante y nos alegra que contribuciones, como el análisis contenido en esta publicación, sumen a que la sostenibilidad siga profundizándose en el sector construcción en clave de ofrecer vivienda de calidad a los colombianos.

En 2021, en alianza con Camacol, conformamos la Mesa de Construcción Sostenible Suiza-Colombia, con el objetivo de poner al servicio del desarrollo de la agenda de construcción sostenible en Colombia años de experiencia de ambas naciones en el impulso de proyectos en este campo. Desde la cooperación suiza hemos venido aportando a la construcción sostenible en Colombia a través de diferentes proyectos de cooperación. Lo que se ha venido impulsando desde la Mesa hace parte de estos esfuerzos y es un aporte materializando en el desarrollo de tres iniciativas concretas, una de ellas siendo el producto de esta publicación: un manual de buenas prácticas para la vivienda social sostenible en Colombia basado en evidencia. Esperamos que sea de alto valor para el sector.

Julien Robert
Director de la Cooperación Económica y Desarrollo (SECO) Embajada de Suiza en Colombia

AGRADECIMIENTOS

La Cámara Colombiana de la Construcción a través de su línea estratégica CAMACOL VERDE y La Mesa de Construcción Sostenible Colombia Suiza extiende el agradecimiento a los miembros del comité editorial, las empresas participantes y sus equipos de trabajo, quienes hicieron posible el ejercicio de recolección de información, redacción y validación de contenidos y a cada uno de los actores que participaron en el proceso de construcción de este documento.

Esta publicación se hace en el marco de la Mesa de Construcción Sostenible Colombia Suiza, liderada por CAMACOL y la Embajada de Suiza en Colombia. La Mesa cuenta con un apoyo estratégico del Programa Colombia+ Competitiva, que promueve la competitividad en el país, el cual es apoyado por la Cooperación Económica y Desarrollo (SECO) y facilitado por la Fundación Suiza de Cooperación para el Desarrollo Técnico – Swisscontact. Este documento da cuenta de los principales resultados del proceso de investigación realizado en los últimos 2 años, compilando los resultados que generan un enfoque claro de las acciones prioritarias para incrementar las prácticas de sostenibilidad en la cadena de valor de la Construcción en Colombia.

CONTENIDO

01

GENERALIDADES Y PRINCIPIOS

En este primer capítulo, se presenta una introducción al proyecto, detallando qué es VIS 4.0, sus objetivos y metas. Se ofrecen definiciones clave para entender el contexto y se identifica el público objetivo al que está dirigido el documento. Además, se describe el ámbito de aplicación, señalando las temáticas que se tratarán en los capítulos consecutivos. También se incluyen antecedentes de publicaciones existentes para proporcionar un marco de referencia contextual sobre la evolución de las prácticas de vivienda social sostenible en Colombia.

02

VIVIENDA DE INTERÉS SOCIAL SOSTENIBLE

Ofrece una visión detallada del contexto colombiano en relación con la vivienda de interés social sostenible, caracterizando las diferentes zonas climáticas y tipologías de vivienda presentes en el país. Se establece una línea base para comprender la necesidad de que las viviendas operen bajo criterios de sostenibilidad y se explora la vivienda sostenible en sus tres dimensiones: social, económica y ambiental. Además, se presentan los parámetros esenciales para la gestión integral sostenible de la vivienda, proporcionando un marco técnico y práctico para su implementación efectiva.

03

COMPENDIO DE ESTRATEGIAS

Este capítulo contiene el compendio de estrategias, explicando su propósito y las recomendaciones específicas para la implementación de prácticas sostenibles en viviendas de interés social. Se detallan las definiciones y beneficios de cada estrategia, proporcionando una guía clara sobre cómo utilizar el compendio paso a paso. Finalmente, se presenta el compendio con las diferentes condicionantes, como orientación y clasificación climática, facilitando su comprensión y aplicación práctica.

04

TIPOLOGÍA IDEAL Y CASOS DE ESTUDIO

Se presentan los prototipos VIS ideales en términos de sostenibilidad, representando las mejores condiciones posibles según las modelaciones e investigaciones realizadas previamente. Además, se exponen casos de estudio medidos y evaluados, donde se han aplicado las mejores estrategias posibles y se comparan sus resultados con la línea base propuesta.

05

RECOMENDACIONES Y CONCLUSIONES

Se describen las principales conclusiones del proyecto en un marco actual y futuro, teniendo en cuenta tanto los objetivos de nuestro país para la sostenibilidad a mediano y largo plazo, como la hoja de ruta de descarbonización a 2030. Finalmente, se ofrecen recomendaciones a tener en cuenta para continuar no solamente en el proceso de construir VIS más sostenibles, sino también para caminar hacia un país más sostenible y equitativo.

INTRODUCCIÓN

El presente documento **VIS 4.0: Estrategias para la Vivienda de Interés Social sostenible en Colombia**, es una propuesta integral que busca poner a consideración del lector los elementos necesarios para mejorar la calidad ambiental de la Vivienda de Interés Social (VIS) en Colombia. En el marco de la Mesa de Construcción Sostenible Colombia Suiza, Camacol en colaboración con un amplio equipo multidisciplinario, ha desarrollado esta herramienta con el objetivo de guiar a los actores de la construcción en la implementación de estrategias sostenibles e innovadoras, tanto en entornos urbanos como rurales y en proyectos de mejoramiento de vivienda. VIS 4.0 articula la Vivienda de Interés Social con la cuarta revolución industrial, incorporando diseño inteligente, eficiencia energética y una mayor conciencia ambiental.

Este proyecto se enfoca en tres ámbitos de vivienda de interés social, urbana, rural y mejoramiento, adaptadas a las diferentes clasificaciones climáticas del país, según la temperatura y la humedad relativa. Se presentan las mejores prácticas y enfoques que una edificación VIS debe integrar en su diseño y ejecución, abarcando aspectos cruciales como el confort térmico, la calidad del aire interior, la selección de materiales sostenibles, y la eficiencia en el uso del agua y la energía. El objetivo es proporcionar un marco que promueva el bienestar y la sostenibilidad en la construcción de viviendas de interés social.

El Prototipo de Vivienda de Interés Social Sostenible – VIS 4.0 no solo se centra en los aspectos técnicos y ambientales, sino que también considera el análisis de costos, la huella de carbono embebida de los materiales y los aspectos culturales, elementos fundamentales para el éxito de estas iniciativas. Se busca que este documento sirva como una herramienta para la toma de decisiones informadas, y sea fuente de información técnica verificada para elevar la calidad ambiental de las viviendas de interés social en Colombia, promoviendo un entorno más saludable y sostenible para todos.

El resultado de este riguroso estudio técnico es un compendio que proporciona una guía clara sobre cómo implementar estrategias de sostenibilidad de manera efectiva, permitiendo priorizar acciones y alcanzar resultados óptimos para cada tipo de vivienda y clima. Este tipo de análisis no solo es un esfuerzo técnico sin precedentes en nuestro país, sino que también establece un nuevo estándar en la evaluación y mejora de la sostenibilidad en proyectos de vivienda de interés social en Colombia.

Se extiende una invitación a todos los actores del sector de la construcción a utilizar esta publicación como una guía práctica y vincularse en esta misión de transformar la vivienda social en Colombia. A través de la colaboración y el compromiso con los principios de sostenibilidad e innovación, podemos crear comunidades más resilientes, equitativas y respetuosas con el medio ambiente.

En su conjunto, el proyecto VIS 4.0 marca un avance significativo hacia la realización de viviendas más conscientes y sostenibles en Colombia, alineadas con los objetivos globales de desarrollo sostenible y reafirmando el compromiso del país con la protección del medio ambiente y la mejora de la calidad de vida de sus habitantes.

GENERALIDADES Y PRINCIPIOS

¿Qué es VIS 4.0?

Objetivo

Definiciones

Ámbito de aplicación

01





Portohayuelos - Bogotá D.C - Constructora CAPITAL

VIS 4.0 es una innovadora propuesta que marca una evolución en la producción de Vivienda de Interés Social (VIS) en Colombia. Este enfoque incorpora estrategias de sostenibilidad, mejores prácticas de construcción y una cuidadosa selección de materiales, con el objetivo de optimizar el desempeño ambiental y energético de los espacios habitacionales. Además, busca mejorar la calidad de vida de sus habitantes. VIS 4.0 abarca tres segmentos: vivienda urbana, vivienda rural y mejoramientos habitacionales, adaptándose a las diversas clasificaciones climáticas del país.

VIS es la sigla de "Vivienda de Interés Social"

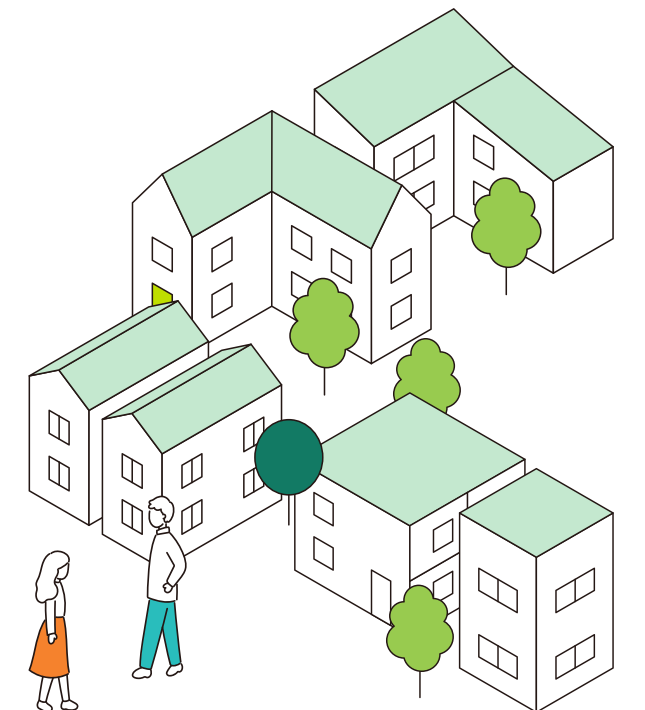
4.0 hace referencia a una dimensión adicional en el diseño y construcción de vivienda que emerge de la sostenibilidad, la transformación digital e innovación.



Figura 1. Concepto Vis 4.0 (Elaboración propia, 2024)

La presente propuesta de **Estrategias para Vivienda de Interés Social Sostenible – VIS 4.0**, hacen parte de un instrumento para guiar y presentar a los actores de la construcción las principales estrategias y recomendaciones orientadas al desarrollo sostenible y la evolución de las prácticas de la industria de la construcción, con enfoque en la vivienda tipo VIS. Los lineamientos y conclusiones acá expuestos, son el resultado de un análisis exhaustivo de unos prototipos base desarrollados, y la selección cuidadosa de parámetros y estrategias de mejora clave para los 3 diferentes ámbitos de viviendas de interés social descritos, en los 4 diferentes climas clasificados en Colombia según la temperatura y la humedad relativa.

Mediante el uso de esta herramienta, se entenderán los aspectos y enfoques con mejores resultados que una VIS, en los contextos mencionados, debe integrar en su diseño y ejecución. Estos aspectos están asociados al bienestar, incluyendo el confort térmico, la calidad del aire interior, la selección de materiales e insumos sostenibles, así como la eficiencia en el uso del agua y la energía.



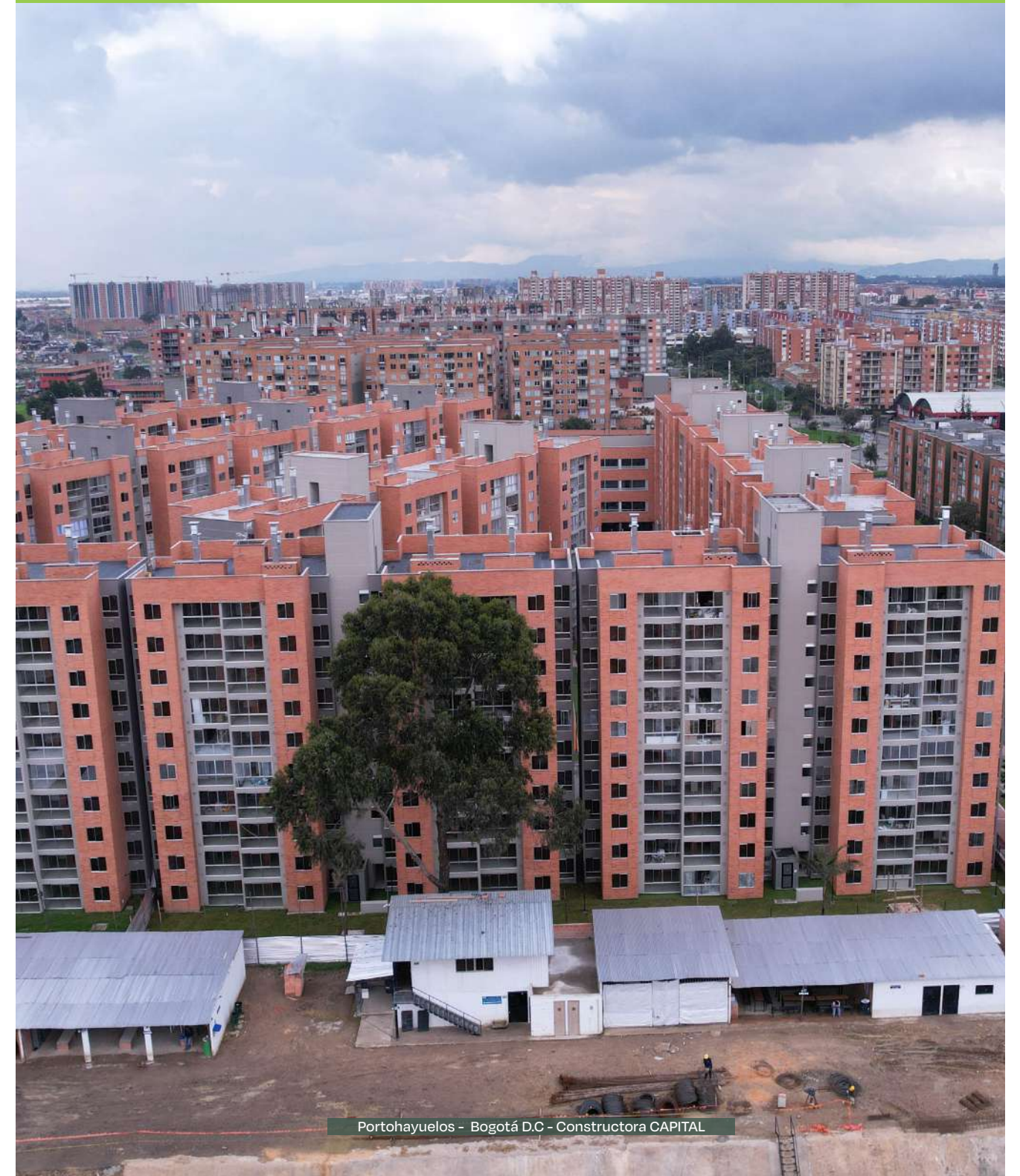
OBJETIVO



Bávaro - Barranquilla, Atlántico - Constructora CONALTURA

VIS 4.0 - Estrategias para Vivienda de Interés Social Sostenible propone mejorar la calidad ambiental de las viviendas destinadas a interés social en Colombia, esto a través de la incorporación de estándares y principios de sostenibilidad, en los contextos mencionados. Para ello, todas las estrategias consideradas en este documento han sido evaluadas desde una perspectiva técnica, y algunas también desde un enfoque experimental. Además, se ha asegurado que su adopción sea costo-eficiente. Se ha dado especial importancia al impacto del carbono embebido en la selección de materiales de construcción, cuantificándolo en cada análisis. Como resultado, se han diseñado recomendaciones para su reducción, integrando también aspectos culturales como elementos clave para su implementación. El objetivo de este documento es proporcionar la información necesaria para mejorar la calidad ambiental de las viviendas de interés social en el país, elevando a su vez el bienestar de sus ocupantes.

DEFINICIONES



Portohayuelos - Bogotá D.C - Constructora CAPITAL

En el desarrollo de proyectos de vivienda sostenible, es fundamental considerar una serie de principios y estrategias que garanticen no solo la eficiencia energética y la reducción de la huella de carbono, así como el bienestar de los ocupantes y la optimización del uso de recursos. A continuación, se presentan algunas definiciones clave que constituyen la base de los conceptos mencionados a lo largo del presente documento:

Bienestar

En esta propuesta, el concepto de Bienestar incorpora aspectos relacionados con el confort térmico y la calidad del aire dentro de las viviendas. En ambos casos, los lineamientos sugeridos se establecen en función de la ubicación, clima y orientación del proyecto.



Carbono embebido

El carbono embebido se refiere a la cantidad total de emisiones de dióxido de carbono (CO²) generadas durante la fabricación, transporte y construcción de los materiales utilizados en una edificación.



Carbono operacional

El carbono operacional corresponde a las emisiones de dióxido de carbono (CO²) producidas a lo largo de la vida útil de una edificación, derivadas del consumo de energía necesario para mantener condiciones de habitabilidad, como calefacción, refrigeración, iluminación y otros servicios operativos.



Confort térmico

Se refiere a la sensación de bienestar que el ser humano experimenta en un ambiente cuando la temperatura, humedad y movimiento del aire son adecuados en el desarrollo de diferentes actividades.

Eficiencia energética

La eficiencia energética se define como la optimización del consumo energético para alcanzar un nivel determinado de servicio o confort. Esto implica la reducción de las pérdidas energéticas en todos los procesos, desde la generación hasta el consumo final. Se logra mediante la implementación de tecnologías y prácticas que maximizan la utilización de la energía, como el aislamiento térmico, la cogeneración, la optimización de procesos industriales y la utilización de fuentes de energía renovables.

Emisiones de GEI

Las emisiones de Gases de Efecto Invernadero (GEI) son aquellas liberaciones de gases a la atmósfera que contribuyen al calentamiento global y al cambio climático. En el sector de la construcción, estas emisiones provienen principalmente del carbono embebido y del carbono operacional.

Habitabilidad

Se refiere a las condiciones y características de una vivienda que aseguran un entorno seguro, saludable y confortable para sus ocupantes, incluyendo aspectos como ventilación, iluminación, temperatura y accesibilidad.

Medidas pasivas

Son aquellas que se incorporan en el diseño arquitectónico de las edificaciones y propenden por el aprovechamiento de las condiciones ambientales del entorno, maximizando las fuentes de control térmico, ventilación y reducción energética para crear condiciones de confort para sus ocupantes. Las medidas pasivas no involucran sistemas mecánicos o eléctricos. Estas medidas consideran el clima, localización, paisaje, orientación, forma, protección solar, selección de materiales, masa térmica, aislamiento, diseño interior y la ubicación de las aperturas para el manejo del acceso solar, luz natural y ventilación.

Materialidad

La elección de materiales y sistemas constructivos tiene un impacto directo en la cantidad de carbono embebido en una edificación, convirtiéndose en un factor crucial para alcanzar las metas de reducción de gases de efecto invernadero (GEI) a nivel nacional. Por ello, es fundamental optar por materiales cuya producción permita un seguimiento y control riguroso de las emisiones de GEI generadas durante su fabricación. Esta propuesta evalúa y promueve diversas alternativas de materiales que, además de ser sostenibles, minimizan el impacto económico, contribuyendo así a la creación de edificaciones más eficientes y responsables con el medio ambiente.

Medidas activas

Se refieren al uso de sistemas mecánicos y/o eléctricos para crear condiciones de confort al interior de las edificaciones, tales como calderas y aire acondicionado, ventilación mecánica, iluminación eléctrica, entre otras.



ÁMBITO DE APLICACIÓN



Este documento está dirigido a todos los actores del sector de la construcción, desde individuos que desean construir o mejorar su vivienda por iniciativa propia, hasta profesionales como arquitectos, ingenieros, urbanistas, y desarrolladores inmobiliarios. También está destinada a entidades gubernamentales y organizaciones no gubernamentales involucradas en el desarrollo de viviendas de interés social en Colombia. Su ámbito de aplicación abarca tanto áreas urbanas como rurales, así como proyectos de mejoramiento de viviendas, adaptándose a las diversas clasificaciones climáticas del país.

Es esencial que todos los actores del sector de la construcción se involucren y se articulen estratégicamente, de manera que la implementación de estrategias en las VIS (Viviendas de Interés Social) beneficien a todos, con un enfoque integral en los pilares económico, social y ambiental. Esto es clave para avanzar hacia edificaciones más sostenibles y cumplir con los compromisos compartidos como país.

En este contexto, el presente documento no solo proporciona directrices técnicas, sino que también promueve la colaboración intersectorial para la implementación de soluciones innovadoras y eficientes en la construcción de viviendas. Esto es crucial para enfrentar los desafíos ambientales actuales, mejorar la calidad de vida de los habitantes, y garantizar la replicabilidad de buenas prác-

ticas en diferentes regiones del país. Además, se busca que esta guía sirva como una herramienta práctica que facilite el diseño y construcción de viviendas que no solo cumplan con las normativas vigentes, sino que también contribuyan activamente a la reducción de emisiones de GEI y al manejo responsable de los recursos.

En el Capítulo 2 se explorará en detalle el contexto colombiano de la vivienda de interés social sostenible, incluyendo su caracterización, las diferentes zonas climáticas y tipologías de vivienda, así como la importancia de operar con criterios de sostenibilidad.

El capítulo 3 describe cómo utilizar e implementar el compendio de estrategias, dando a conocer las definiciones, beneficios y un paso a paso para aplicar las mejores prácticas.

El Capítulo 4 presentará los prototipos VIS ideales en términos de sostenibilidad, junto con los casos de estudio evaluados, mostrando resultados comparables con la línea base propuesta.

Finalmente, el Capítulo 5 proporcionará recomendaciones y conclusiones, orientando sobre los próximos pasos y las mejores prácticas para continuar promoviendo la sostenibilidad en el sector de la vivienda de interés social en Colombia.

VIVIENDA DE INTERÉS SOCIAL SOSTENIBLE

Contexto en Colombia

Caracterización

Zonas climáticas en Colombia

Resolución 0549 de 2015

Tipologías de vivienda

Línea base

¿Por qué las viviendas deben operar con criterios de sostenibilidad?

Parámetros para la gestión integral sostenible de la vivienda

02



CONTEXTO COLOMBIA



Cerezo, Ciudadela Novaterra - Mosquera, Cundinamarca - Constructora CAPITAL

El cambio climático se ha convertido en una preocupación global. Fenómenos como El Niño y La Niña están ocurriendo con mayor frecuencia y con cambios importantes en su intensidad, lo cual genera un incremento en la vulnerabilidad en las edificaciones.

Durante los períodos afectados por el fenómeno de El Niño, se registran temperaturas extremadamente altas, lo que puede aumentar significativamente la necesidad de utilizar aire acondicionado. Esto genera situaciones de incomodidad térmica y pone en riesgo la estabilidad de las redes eléctricas, incrementando la probabilidad de cortes de energía. Por otro lado, el fenómeno de La Niña puede causar lluvias intensas y tormentas, elevando el riesgo de inundaciones y daños en las estructuras de las viviendas.

Según el Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio (MVCT), la Vivienda de Interés Social (2023) se define como, "En cumplimiento de lo establecido en el artículo 91 de la Ley 388 de 1997, la vivienda de interés social es aquella que se desarrolla para garantizar el derecho a la vivienda de los hogares de menores ingresos, que cumple con los estándares de calidad en diseño urbanístico, arquitectónico y de construcción sostenible, y cuyo valor no exceda de 135 salarios mínimos legales mensuales vigentes (SMLMV).(DNP,2023)". El Gobierno Nacional podrá a partir de estudios técnicos establecer valores máximos hasta por 150 SMLMV, cuando se presente alguna o varias de las siguientes condiciones:

- 1 Cuando las viviendas incorporen criterios de sostenibilidad adicionales a los mínimos que defina el Gobierno Nacional
- 2 Cuando las viviendas de acuerdo a lo definido por el CONPES 3819 de 2014 o el que lo modifique, se encuentren ubicadas en ciudades uninodales cuya población supere los trescientos mil (300.000) habitantes, o en aglomeraciones urbanas cuya población supere quinientos (500.00) habitantes.
- 3 Cuando las viviendas se encuentren en territorios de difícil acceso, o respondan a características culturales, geográficas, económicas o climáticas específicas, en las condiciones que defina el Gobierno Nacional.

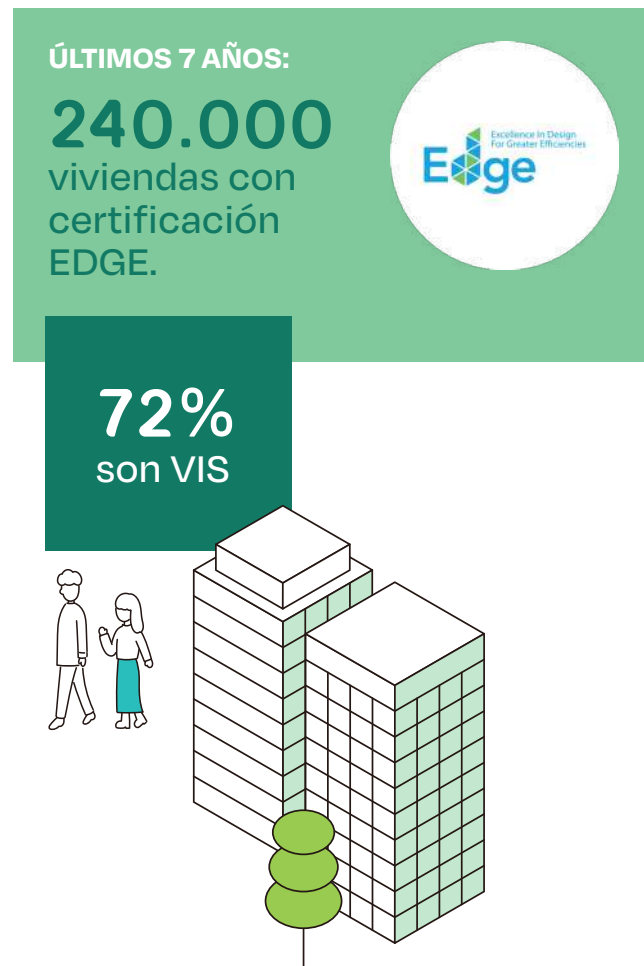
En Colombia, se han venido dando pasos muy importantes para incorporar criterios de sostenibilidad a la vivienda social. Algunos proyectos de vivienda están enfocados en usar materiales locales y métodos de construcción tradicionales que mejoran el confort térmico y la iluminación natural de las viviendas. Especialmente en los últimos 7 años los avances se han incrementado en materia de certificaciones de sostenibilidad; por ejemplo con la certificación Edge¹ a julio de 2024 se han certificado 240.000 unidades de vivienda de las cuales el 72% corresponde a vivienda de interés social. Recientemente, ha habido un aumento en los proyectos que buscan obtener la certificación LEED², lo que les da un valor adicional en un mercado inmobiliario competitivo y posiciona estas viviendas como opciones más atractivas y sostenibles.

Adicionalmente, la certificación CASA Colombia promovida por el Consejo Colombiano de Construcción Sostenible, ha sido muy relevante debido a que fue especialmente desarrollada para el contexto local. Este es un sistema³ de certificación para vivienda (VIS y No VIS), que incorpora un concepto de sostenibilidad integral, evaluando el desempeño en eficiencia energética, ahorro de agua, sostenibilidad en obra, entre otros.

¹ EDGE es un sistema de certificación para edificaciones nuevas y existentes que permite a los desarrolladores de proyectos inmobiliarios construir de manera sostenible. Promovido por la Corporación Financiera Internacional IFC, miembro del Grupo del Banco Mundial, Camacol es el socio exclusivo de los servicios de certificación EDGE en Colombia. Fuente: <https://camacol.co/productividad-sectorial/sostenibilidad/edge>

² LEED es un sistema de certificación para edificaciones sostenibles, desarrollado por el US Green Building Council, está disponible para todos los tipos de construcción, y funciona a través de un sistema de puntuación, en el que las edificaciones obtienen puntos LEED a medida que dan cumplimiento a los criterios de sostenibilidad. Fuente: <https://www.usgbc.org/leed>

³ <https://casa.cccs.org.co/>



A partir de la creación del Ministerio de Ambiente en 1993, y la ley 388 de 1997 que indica aspectos importantes del ordenamiento territorial y el urbanismo, como por ejemplo "Propender por el mejoramiento de la calidad de vida de los habitantes, la distribución equitativa de las oportunidades y los beneficios del desarrollo y la preservación del patrimonio cultural y natural", el país empezó a orientarse hacia proponer mejores condiciones de vivienda, de forma que el equilibrio entre la habitabilidad y el ambiente se convirtiera en un eje primordial, dando paso a hitos que se mencionan a continuación:

2012 Cartilla de Criterios ambientales para el diseño y construcción de Vivienda Urbana del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible.

2015 Con el fin de establecer lineamientos de construcción sostenible encaminados a reducir el consumo de recursos naturales, fomentar la sostenibilidad ambiental, social y económica de las construcciones, y generar medidas para el ahorro de agua y energía, el Gobierno Nacional expidió el Decreto 1285 de 2015, el cual incorporó lineamientos de construcción sostenible para edificaciones al Decreto Único del Sector Vivienda, Ciudad y Territorio – Decreto 1077 de 2015 (en adelante DUR).

2016 Norma técnica Colombia NTC 6112 de 2016, Sello Ambiental Colombiano. Criterios ambientales para diseño y construcción de edificaciones sostenibles.

2017 Camacol, en colaboración con IFC, introduce la Certificación EDGE en Colombia.

2018 Con la expedición del CONPES 3919 "Política nacional de edificaciones sostenibles" se ratifican los criterios de sostenibilidad a tener en cuenta en el sector de las edificaciones, donde se incluyen criterios sociales, de sostenibilidad para el territorio como localización, movilidad, gestión y resiliencia, criterios de sostenibilidad para la edificación como, eficiencia de agua, eficiencia de energía, manejo de residuos y materiales y calidad de ambiente interior.

2022 La Mesa de Construcción Sostenible Colombia Suiza, impulsada por CAMACOL (Cámara Colombiana de la Construcción) en el marco de la línea estratégica de acción gremial Camacol verde y apoyada por la Cooperación Económica de la Embajada de Suiza en Colombia, se crea en el contexto de un creciente interés y necesidad de incorporar prácticas sostenibles en el sector de la construcción en Colombia, enfocando los esfuerzos de los diferentes aliados en 3 temas fundamentales, Vivienda de interés social sostenible, Materiales con atributos de sostenibilidad y Economía Circular aplicada al sector.

La Hoja de Ruta Nacional de Edificaciones Neto Cero Carbono establece un plan concreto para reducir las emisiones de carbono del sector de la construcción, con especiales recomendaciones asociadas a las viviendas, como por ejemplo la reducción del 30% de carbono incorporado y 40 % de carbono operacional en edificaciones de uso residencial en estrato 1,2,3 y 4.

⁴ Decreto Único del Sector Vivienda, Ciudad y Territorio – Decreto 1077 de 2015



CARACTERIZACIÓN

Las metas del país en materia de vivienda son retadoras. Para 2023, Colombia acumulaba un déficit habitacional cercano a los 5 millones de hogares, de los cuales 1,2 millones requieren de una vivienda nueva para superar sus privaciones. A estos hogares se suma la necesidad de cubrir las necesidades derivadas del crecimiento vegetativo de la población. Se espera que para 2035 se formen 4,5 millones de nuevos hogares que requerirán de soluciones habitacionales.

Además, la División de Vivienda y Desarrollo Urbano (HUD) del Banco Interamericano de Desarrollo (BID) informó que, durante el período 2013-2020, entre el 19% y el 29% del espacio urbano en la región correspondía a asentamientos informales (villas, campamentos, favelas). En algunas ciudades, esta cifra llega a oscilar entre el 58% y el 70%.

Estas viviendas informales exponen a riesgos latentes a sus habitantes ocasionando impactos ambientales negativos causados por su ausencia de planeación y prácticas precarias de construcción. Esto conlleva a un mayor consumo de materiales y a la generación de más residuos de construcción y demolición. Se estima que las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) incorporadas en el carbono de las viviendas informales constituyen alrededor del 36% del total del sector residencial.

Lo anterior ha motivado a que en el desarrollo de este proyecto VIS 4.0 se hayan identificado algunas condiciones relacionadas a cada segmento de vivienda de interés social, que permiten evidenciar oportunidades de mejora y establecer rutas más sostenibles.



EN 2023:
5 Millones
de hogares en déficit habitacional

PARA 2035:
4,5 Millones
de nuevos hogares requerirán soluciones

ENTRE 2013-2020
19-29%
asentamientos informales en espacios urbanos

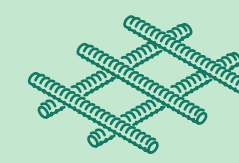


Una característica de gran relevancia para mejorar la calidad ambiental de la vivienda de interés social es la materialidad, dado que involucra el uso de diversos materiales, a continuación se hace una clasificación según su función:



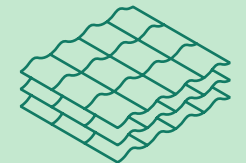
CIMENTACIÓN

Esencialmente, están relacionados con el concreto, en la mayoría de casos reforzado con acero. Aunque la cimentación no es el elemento principal que determina el confort térmico de una vivienda, su diseño y ejecución adecuados pueden contribuir a mejorar la eficiencia energética y el bienestar de los ocupantes. Por ejemplo con la inclusión de aislamiento térmico en cimentación se puede ayudar a minimizar pérdidas o ganancias de calor.



ESTRUCTURAS

Pueden estar construidas de diversos materiales, como el concreto, el metal, la madera o incluso combinaciones de estos. Cada uno de estos materiales tiene sus propias ventajas y desventajas, y su elección depende de diversos factores, como el tipo de edificio, las condiciones climáticas y las preferencias del diseñador. Aunque no tienen de manera directa una influencia como el envoltorio de la edificación, estos también pueden influir en el comportamiento térmico y energético de la edificación, y comúnmente son el elemento que aporta en mayor proporción al carbono embebido.



CERRAMIENTO

Se utilizan para crear las paredes exteriores e interiores del edificio. Estos materiales pueden ser cerámicos, concretos, metálicos o prefabricados, no solo aportan a la estética y durabilidad de la construcción, sino que también regulan el paso de calor y la ventilación. La elección adecuada de estos materiales puede optimizar la absorción y reflejo de la energía solar, así como mejorar la capacidad de aislamiento, reduciendo la necesidad de sistemas de climatización adicionales y mejorando el confort interior.

Tabla 1. Materialidad (Elaboración propia, 2024)

Para efectos del presente documento se entiende por:

VIVIENDA URBANA	VIVIENDA RURAL	VIVIENDA DE MEJORAMIENTO
Es aquella que se encuentra localizada dentro de zonas urbanas, donde se concentra una alta densidad poblacional y se cuenta con acceso a servicios públicos, infraestructura y equipamientos urbanos. Comúnmente se encuentran en proyectos multifamiliares, de 5 o más pisos y aglomerados.	Corresponde a las viviendas situadas en áreas rurales, donde la densidad poblacional es baja y la actividad económica está mayormente vinculada a la agricultura, ganadería u otras actividades agropecuarias. Este tipo de viviendas suele estar dispersa, unifamiliar, con acceso limitado a servicios públicos y una infraestructura menos desarrollada en comparación con la vivienda urbana.	Se refiere a la intervención o rehabilitación de viviendas existentes, generalmente en áreas urbanas o rurales que presentan algún tipo de deficiencia en su estructura, materiales o condiciones de habitabilidad. Estas viviendas pueden tener de 5 o más años de antigüedad.

A continuación, se muestran algunas condiciones identificadas en el diagnóstico base para las viviendas de interés social urbana, rural y de mejoramiento de vivienda:

VIS URBANA

	CONSTRUCCIÓN
La vivienda de interés social en Colombia para este segmento se caracteriza por ofrecer estructuras seguras y duraderas. Los análisis hechos, para este documento encontraron que por ejemplo la implementación de soluciones innovadoras y una mejora continua en las prácticas constructivas, minimizan posibles problemas de humedad , confort, entre otros, asegurando la integridad de las edificaciones, protegiendo así la salud y el bienestar de los residentes.	
	LOCALIZACIÓN
La ubicación de las Viviendas de Interés Social , es importante para consolidar el acceso a servicios básicos, empleo y educación . Una localización adecuada tiene un impacto directo en la calidad de vida de los ocupantes y puede contribuir a la integración social y la promoción de comunidades más inclusivas y sostenibles.	
	PLANIFICACIÓN URBANA
Encontramos necesaria una preconcepción y análisis urbano dado que contribuye significativamente a la reducción de asentamientos informales y viviendas precarias, reduciendo informalidad y vulnerabilidad de los habitantes de estas zonas.	
	MATERIALIDAD
Típicamente, los insumos principales para la construcción de VIS urbanas corresponden al concreto y acero para cimentación y estructuras, con acabados que pueden ser cerámicos, metálicos o prefabricados, y desempeñan un papel importante en la estética, la durabilidad y la eficiencia energética de la construcción.	



VIS RURAL

	VULNERABILIDAD
Diferentes características en las áreas rurales, tales como la localización del terreno, construcción sin normativa, materialidad artesanal, desplazamientos generados por condiciones de violencia, entre otros. La falta de acceso a empleo estable, servicios básicos, educación de calidad y atención médica adecuada contribuye a la vulnerabilidad económica y social de las familias rurales.	
	INEQUIDAD SOCIAL
Existe una brecha significativa entre las condiciones de vida en las áreas rurales y urbanas. Las comunidades rurales a menudo carecen de infraestructura básica, lo que genera la desigualdad en términos de acceso a servicios esenciales como el agua potable, saneamiento y electricidad. Esta desigualdad también se refleja en la calidad de las viviendas rurales al contar con sistemas estructurales mixtos, algunos materiales de baja calidad, entre otros aspectos.	
	CALIDAD AMBIENTAL
La calidad de aire y el ambiente de la VIS rural se ve afectada negativamente, por ejemplo, por el uso de leña como combustible para la cocción de alimentos, y en clima frío también sirven como fuente de calor. La mala construcción de hornillas, generan contaminación dentro de la vivienda reduciendo calidad ambiental.	
	MATERIALIDAD
El Ministerio de Vivienda Ciudad y territorio identificó en el Plan nacional de construcción y mejoramiento de vivienda social rural - PNVISR, diferentes métodos constructivos típicos de VIS rurales a partir de prototipos analizados. Un tercio de éstos utilizaba mampostería confinada, otro tercio se basaba en estructuras metálicas, y el último tercio optaba por sistemas estructurales e industriales alternativos, como sistemas tipo celular o guadua. (MVCT,2021).	

VIS DE MEJORAMIENTO



DÉFICIT HABITACIONAL

A partir de la Encuesta Nacional de Calidad de Vida, en 2023 el 28,9% de los hogares vivían en déficit habitacional. De estos, 1,21 millones (6,8%) requieren de una nueva vivienda (déficit cuantitativo) y 3,94 millones (22,1%) presentan deficiencias asociadas a la calidad de la vivienda y/o servicios públicos (déficit cualitativo).



CONDICIONES PRECARIAS

En Colombia, más de 4 millones de hogares habitan viviendas que se encuentran en condiciones inadecuadas: sus casas presentan serias deficiencias en pisos, techos, baños y cocinas, entre otras carencias de infraestructura que afectan la salud y la calidad de vida de los hogares.



CASA DIGNA, VIDA DIGNA

El gobierno colombiano tiene como estrategia principal reducir el déficit cualitativo (calidad) de vivienda y apoyar la equidad y legalidad en Colombia por medio de la realización de mejoramientos a las casas de los sectores con menor recursos, enfocándose en cocinas, baños, pisos, techos y habitaciones que permitirán bajar el hacinamiento crítico.



MATERIALIDAD

De acuerdo con el programa "Cambia mi Casa", se ha identificado que para que una vivienda aplique a ser mejorada, es porque su materialidad consta de pisos de tierra, arena o barro, paredes exteriores en materiales como madera burda, tabla, caña, esterilla; materiales de desecho o incluso ausencia de paredes.

De lo anterior se concluye que la vivienda de interés social (VIS) en Colombia se enfrenta a desafíos tanto en áreas urbanas como rurales, de diferentes tipos que impactan su calidad ambiental, y que existe un gran potencial en varios ámbitos para mejorar estos aspectos desde su planeación hasta su construcción. Que justamente dan paso para poder establecer diferentes criterios que serán evaluados a lo largo de este documento.

ZONAS CLIMÁTICAS EN COLOMBIA



Un factor clave para comprender las Estrategias para Vivienda de Interés Social Sostenible VIS 4.0 es conocer la clasificación climática del país. Colombia cuenta con una clasificación climática desarrollada por el IDEAM, que establece los diferentes tipos de clima en función de múltiples factores, incluyendo la altura sobre el nivel del mar, así como también considera otras variables: temperatura, humedad y circulación del aire. Esta clasificación fue utilizada para la formulación de la Resolución 0549 de 2015, que constituye el marco regulatorio vigente, en cuanto a los parámetros y lineamientos de construcción sostenible. En dicha resolución, se establecen los consumos máximos de agua y energía, así como metas de reducción para los cuatro climas definidos por el IDEAM.

Dado que cada clima presenta características particulares que afectan la eficiencia energética, el confort térmico y las emisiones de una vivienda, es crucial identificar las medidas específicas que se deben adoptar en cada zona climática para mejorar la calidad medioambiental de las edificaciones.

A continuación, se presentan las principales variables que definen el clima según esta clasificación y se indica la ciudad representativa para cada tipo de clima.

Tipo de clima	Temperatura (°C)	Altitud (msnm)	Ciudad representativa
Frío	12 - 18	2000m - 2999m	Bogotá (2.625m)
Templado	18 - 24	1000m - 1999m	Medellín (1.495m)
Cálido seco	> 24; HR < 75%	< 1000m	Cali (997m)
Cálido húmedo	> 24; HR > 75%	< 1000m	Barranquilla (18m)

Figura 2. Variables clasificación climática Colombia (Resolución 0549 de 2015).

El país se considera en mayor parte cálido húmedo, debido a la combinación de características como su condición tropical, topografía, corrientes oceánicas, altas lluvias y masas forestales, que permiten que se combinen las altas temperaturas con alta humedad relativa en muchas zonas del país, mientras que los climas templados y fríos corresponden a las zonas en las cordilleras, ya que su altitud y condición montañosa permiten temperaturas y humedades menores, tal como se evidencia en el mapa de clasificación del clima a continuación:

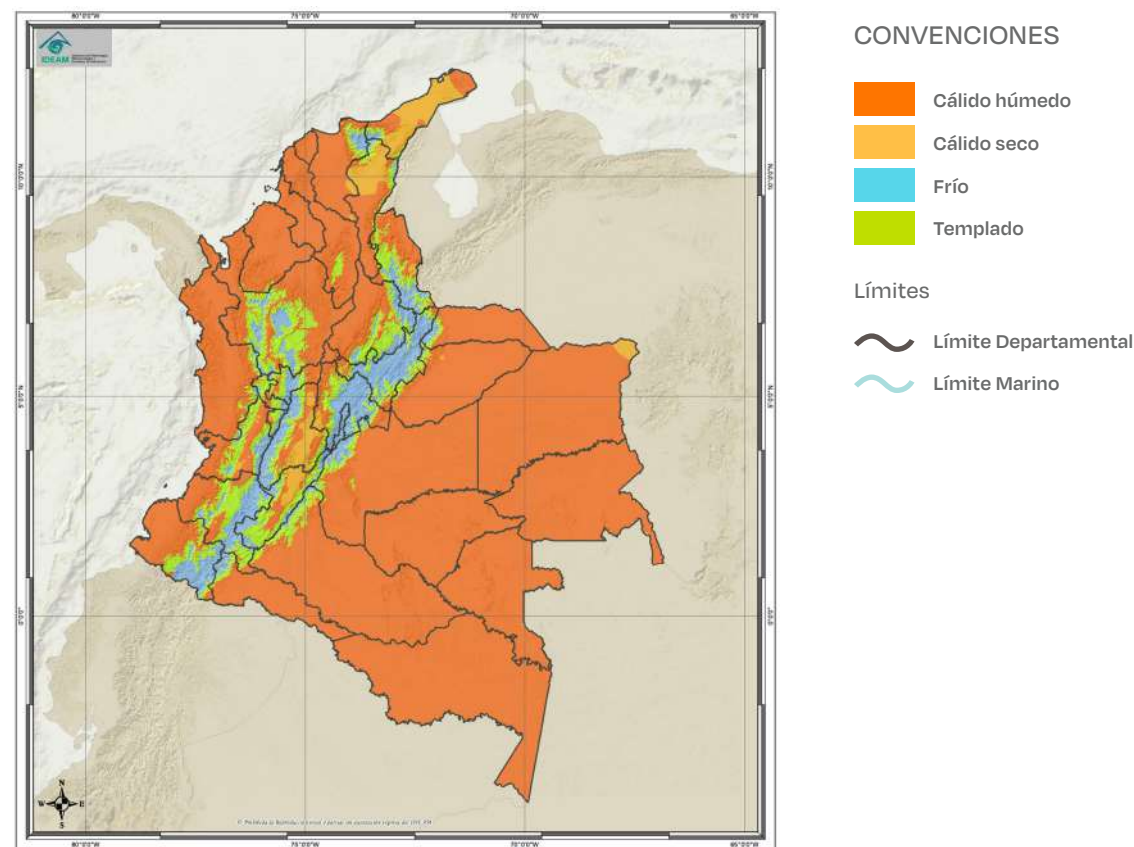


Figura 3. Clasificación del clima en Colombia según temperatura y humedad relativa. Fuente: IDEAM



La correcta orientación y localización de la edificación en el terreno, considerando la asoleación y las condiciones climáticas y ambientales, permitirá desarrollar un diseño sostenible y energéticamente eficiente. Esto no solo garantizará el confort de la vivienda, sino que también evitará costos de operación de vivienda asociado a servicios públicos, adicionales a corto plazo. Algunas recomendaciones asociadas a la clasificación climática y las determinantes de orientación pueden ser las siguientes:

RECOMENDACIONES:

<p>CLIMA FRÍO</p> <p>Topografía que genere zonas soleadas y protegidas de los vientos fríos.</p>	<p>CLIMA TEMPLADO</p> <p>Topografía que genere zonas sombreadas y protegidas de los vientos.</p>	<p>CLIMA SECO</p> <p>Topografía que genere zonas protegidas del sol.</p>	<p>CLIMA HÚMEDO</p> <p>Topografía que genere zonas sombreadas y expuestas a vientos fríos.</p>
---	---	---	---

Figura 4. Determinantes de orientación y topoclima (Elaboración propia, 2024)

RESOLUCIÓN 0549 DE 2015



La Resolución 0549 de 2015 "Por la cual se reglamente el Capítulo 1 del Título 7 de la parte 2, del Libro 2 del Decreto 1077 de 2015", fue emitida por el Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio y establece un conjunto de medidas pasivas y activas en el diseño y construcción de edificaciones que permiten aumentar la eficiencia energética y reducir su impacto ambiental.

Algunos aspectos destacados de la Resolución 0549 de 2015 incluyen:

- **Eficiencia energética:** La resolución busca aumentar la eficiencia energética de las edificaciones, promoviendo el uso de prácticas que reduzcan el consumo de energía.
- **Ahorro de agua:** También se enfoca en el ahorro de agua, estableciendo pautas y recomendaciones para el uso eficiente de este recurso en las edificaciones.
- **Diseño sostenible:** La resolución promueve el diseño sostenible, fomentando la utilización de materiales y sistemas constructivos que sean respetuosos con el medio ambiente.

Por último, se establecen los porcentajes mínimos y medidas de ahorro de agua y energía a alcanzar en las nuevas edificaciones. Estos porcentajes de ahorro corresponden a la proporción del consumo de agua y energía que se pretende disminuir en las edificaciones, mediante la adopción de estrategias activas y pasivas. La Resolución 0549 de 2015 es clave para el compendio VIS 4.0, dados los lineamientos incluidos, teniendo en cuenta que los porcentajes de ahorro descritos para las viviendas VIS y VIP son indicativos y de optativo cumplimiento, esto proporciona una base normativa esencial para el desarrollo de estrategias sostenibles en la vivienda de interés social en Colombia.

Dentro de la resolución se definen las medidas pasivas y activas así:

Medidas activas:

Son estrategias de sostenibilidad que incorporan el uso de sistemas mecánicos y/o eléctricos para crear condiciones de confort térmico al interior de las edificaciones (aire acondicionado, calefacción, ventilación mecánica, iluminación eléctrica, calderas entre otras).

Medidas pasivas:

Son estrategias implementadas dentro del diseño arquitectónico de las edificaciones que buscan reducir el consumo de energía mediante el aprovechamiento eficiente de las condiciones del entorno. Estas medidas optimizan aspectos como la ventilación, la iluminación natural, el aislamiento térmico, entre otros.

TIPOLOGÍAS DE VIVIENDA

Este documento explora tres tipologías principales de Vivienda: urbana, rural y de mejoramiento⁵, con condicionantes específicas que se detallarán como parte de la línea base. Dentro de cada tipología, se analizan sub-tipologías específicas, considerando la diversidad climática de Colombia: Frio, templado, cálido seco, cálido húmedo, definidas en la Resolución 0549 de 2015, fundamentales para desarrollar estrategias que respondan de manera óptima a las condiciones locales.

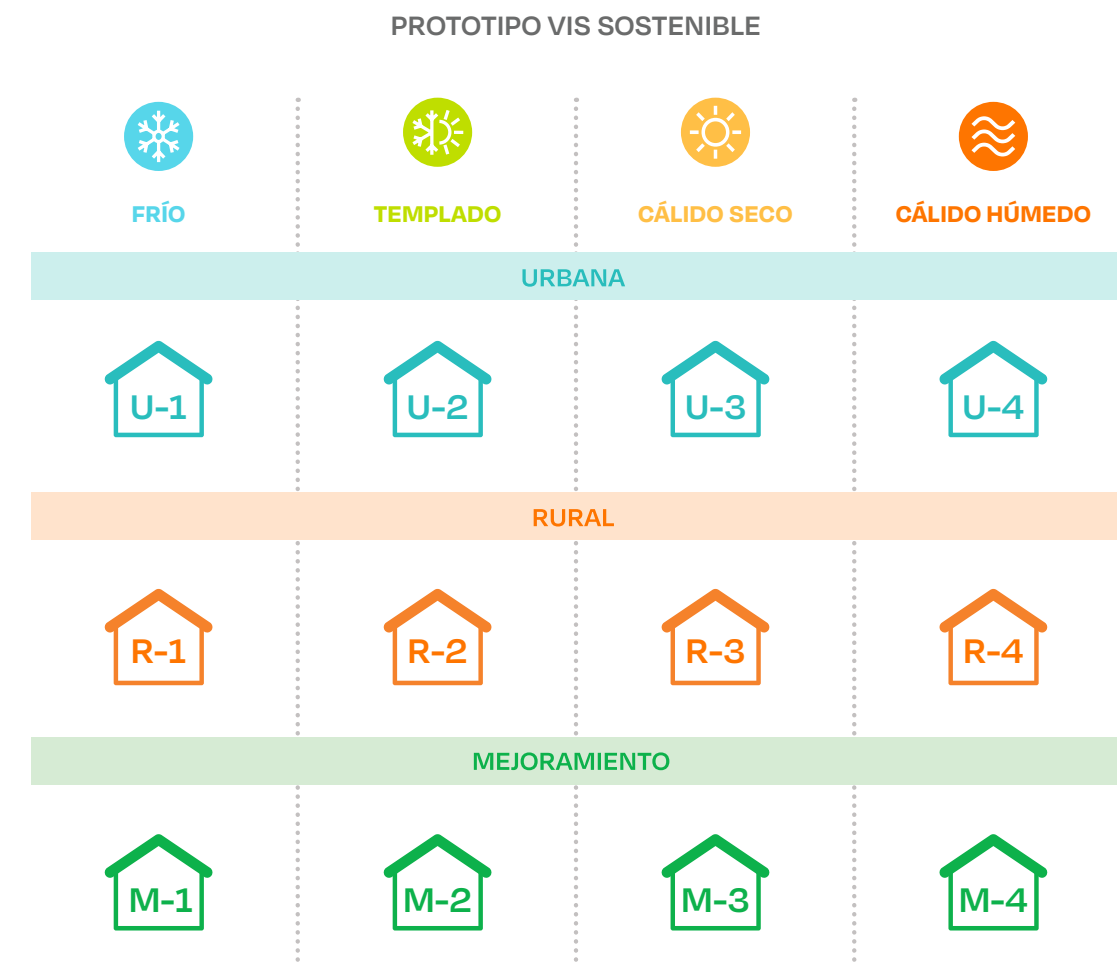


Figura 5. Variaciones VIS 4.0, clima y tipología (Elaboración propia, 2024)

Dadas las diferentes tipologías, fue necesario establecer una línea base para cada una, lo que permitió acotar el alcance de la investigación. Con estos datos, se procedió a una etapa de modelación, seguida de la identificación y aplicación de estrategias para obtener resultados con un mejor rendimiento, insumo fundamental para el desarrollo del Anexo 1 que se detalla más adelante.

⁵ Mejoramiento: son viviendas urbanas y rurales, que requieren superar necesidades estructurales o carencias básicas generales, para mejorar sus condiciones de salud habitacional y disminuir el déficit cualitativo de la vivienda. <https://isvimed.gov.co/mejoramiento-de-vivienda/>

LÍNEA BASE



El desafío de crear viviendas eficientes, de alta calidad y con un enfoque de sostenibilidad comienza con el reconocimiento de las necesidades específicas de cada habitante. Identificar estas necesidades es fundamental, para brindar soluciones que respondan efectivamente a las realidades y contextos específicos, razón por la cual se construyó una línea base para este proyecto en función de las tipologías y sub tipologías priorizadas, definida con alta rigurosidad técnica, basados en el análisis de más de **90 proyectos de vivienda**, un avance sin precedentes para Colombia en términos de la caracterización del comportamiento térmico y energético de la vivienda de interés social del país.

Para establecer una línea base específica que permita evaluar y comparar los parámetros técnicos, culturales, climáticos, normativos y financieros necesarios para medir el desempeño ambiental, energético y la huella de carbono embebida de cada una de las tipologías de la Vivienda de Interés Social (VIS), se tomó como referencia la metodología desarrollada por el Pacific Northwest National Laboratory (PNNL) de Estados Unidos para la creación de códigos energéticos nacionales. Esta metodología incluye la creación de prototipos representativos de la tipología a analizar (en este caso, la vivienda VIS), conocidos como “paquetes primarios.”

Para este propósito, se llevaron a cabo diferentes espacios de reunión y reflexión con actores de gran relevancia para la vivienda de interés social sostenible en Colombia, lo que permitió recopilar información de proyectos en todo el país. Se realizaron encuestas y entrevistas con constructoras, entre otras actividades de recolección de datos, con el objetivo de modelar los prototipos de línea base. Estos prototipos base servirán para la comparación y evaluación de estrategias de mejor rendimiento, tanto pasivas como activas, desde la fase de diseño. Dentro de los aspectos clave para el levantamiento de la línea base, se destacan las siguientes acciones:



- Para la VIS Urbana se realizó una encuesta en línea, con el objetivo de identificar las características principales de diseño en diferentes regiones del país. Las encuestas fueron compartidas en línea por Camacol. A su vez, el equipo del proyecto realizó reuniones con empresas constructoras con alta representación en el mercado para la socialización de las encuestas.

Se obtuvieron respuestas de 46 proyectos por medio de las encuestas (fuente primaria) y adicionalmente 50 proyectos en etapa de comercialización fueron analizados por el equipo del proyecto (fuente secundaria), para un total de 96 Proyectos analizados. La información secundaria obtenida contaba con datos de diseño que permitieron verificar la información recolectada en las encuestas.

- Con el objetivo de conocer la experiencia de algunos proyectos, se realizaron entrevistas semi estructuradas con diferentes integrantes de la Mesa de Construcción Sostenible Colombia Suiza. A través de este mecanismo se identificaron características especialmente de la VIS Rural, dada la carencia de datos técnicos disponibles asociados a esta tipología, en estas entrevistas se obtuvieron datos asociados a la calidad del aire, confort térmico, materialidad (comúnmente tradicionales, como la mampostería, la madera, los prefabricados, no solo por temas de costos sino también por temas culturales), entre otros aspectos relevantes.
- Para la tipología de Mejoramiento, la participación de **Build Change**, como aliado del proyecto, fue fundamental, generando aportes que permitieron establecer conclusiones relevantes para la parametrización y construcción de la línea base en términos de diseño y criterios de impacto de este tipo de viviendas.

Con la información previamente recolectada y analizada para cada tipo de VIS, se elaboraron las fichas técnicas correspondientes a la línea base para cada uno de los prototipos. Estas fichas constituyen el insumo principal para la construcción de las versiones sugeridas en cada tipología. A partir de estos prototipos, se hicieron las modelaciones e iteraciones virtuales necesarias, que incluyen análisis detallados de eficiencia energética, confort térmico, ventilación y huella de carbono embebida.



PARÁMETROS DE MODELACIÓN (METODOLOGÍA)

En el análisis de los prototipos, tanto en la línea base como en la evaluación de las estrategias incluidas en el Anexo 1 de VIS.40, se ha implementado un enfoque basado en los parámetros establecidos por la Sociedad Estadounidense de Ingenieros de Calefacción, Refrigeración y Aire Acondicionado (ASHRAE). Estos estándares, reconocidos internacionalmente, ofrecen pautas esenciales para el diseño eficiente y sostenible de sistemas de calefacción, ventilación, aire acondicionado y refrigeración (HVAC&R).

A continuación, se definen los estándares ASHRAE utilizados en este análisis:

ASHRAE 90.1 (2016):

Esta norma establece los requisitos mínimos para el diseño energéticamente eficiente de la mayoría de los emplazamientos y edificios. Ofrece, en detalle, los requisitos mínimos de eficiencia energética para el diseño y la construcción de nuevos emplazamientos y edificios y sus sistemas, así como los criterios para determinar el cumplimiento de estos requisitos. Esta es una referencia indispensable para ingenieros y otros profesionales implicados en el diseño de edificios, obras y sistemas de construcción.

ASHRAE 62.1 (2010):

Esta norma especifica los caudales mínimos de ventilación para renovación y otras medidas destinadas a proporcionar una calidad del aire interior (IAQ) aceptable para los ocupantes humanos, minimizando los efectos adversos para la salud. La norma proporciona procedimientos y métodos para cumplir los requisitos mínimos de ventilación y calidad del aire interior a ingenieros, profesionales del diseño, propietarios y autoridades jurisdiccionales en los casos en que se hayan adoptado los códigos para su aplicación.

ASHRAE 55 (2010):

Esta norma especifica las condiciones necesarias para conseguir entornos térmicos aceptables y está pensada para su uso en el diseño, operación y la puesta en servicio de edificios y otros espacios ocupados.

Para comprender los prototipos de línea base, es esencial definir los parámetros evaluados, organizados según las tipologías de vivienda. Estos elementos son clave para interpretar los prototipos y su aplicabilidad en la construcción sostenible. Los parámetros son:

Orientación crítica: Durante la estructuración de los prototipos para la línea base, se evaluaron en total 12 orientaciones cada 45°, de forma que se estableciera una mayor variedad de datos de referencia a la hora de implementar la propuesta de estrategias VIS 4.0. La orientación crítica corresponde a aquella que genera mayores consumos energéticos y menor cumplimiento térmico y de ventilación, posicionándose como el caso de condiciones menos favorables entre todos.

Consumo de energía: Corresponde a la cantidad de energía medida en kilovatios hora por metro cuadrado (kWh/m²) que es necesaria para el normal funcionamiento de la vivienda en cada orientación, para el caso específico de la línea base, la más crítica.

Consumos principales: Son las medidas que representan el mayor porcentaje de consumo energético respecto al total, convirtiéndose en los puntos clave que se deberían analizar para disminuir el consumo de energía del prototipo.

Confort térmico y ventilación: Este valor evidencia el porcentaje de tiempo en el cual el prototipo se encuentra en temperaturas de confort en el rango temporal definido, que en este caso corresponde a los horarios entre 12 am-7 am y 2pm-12am. Cabe resaltar que se eligen estos rangos temporales ya que representan los horarios de operación en los que normalmente las viviendas se encuentran ocupadas, además de abarcar cambios de temperatura nocturna y diurna.

De acuerdo a lo mencionado anteriormente, y entendiendo los lineamientos para la construcción de la línea base, así como los parámetros de la modelación, a continuación se detalla la estructuración de la línea base para la propuesta VIS 4.0, para las 3 tipología, VIS Urbana, Rural y de Mejoramiento, en cada uno se incluyen los resultados para los 4 climas, la orientación identificada, consumo de energía, resultados de confort térmico en franjas horarias específicas y los resultados en términos de ventilación:

Línea base para VIS URBANA

Luego de la caracterización definida para esta tipología en la línea base, este modelo se ha diseñado con las siguientes características: en relación con su ubicación dentro del edificio y la altura de este, en un piso intermedio dentro de un concepto multifamiliar, en relación al espacio se propone un área promedio de 45 m², la anterior ubicación implica la presencia de unidades habitacionales adyacentes, tanto en la planta superior como en la inferior. Para este caso los apartamentos vecinos se toman como elementos adiabáticos, es decir que no hay transferencias térmicas de un lado a otro, pero en cuestiones de sombra o incidencia solar si interviene sobre el prototipo analizado.

FRÍO	TEMPLADO	CÁLIDO SECO	CÁLIDO HÚMEDO
ORIENTACIÓN CRÍTICA			
0°	90°	135°	90°
CONSUMO DE ENERGÍA			
102.3 kWh/m ²	87.6 kWh/m ²	121 kWh/m ²	96.4 kWh/m ²
CONSUMOS PRINCIPALES			
Calentamiento de Agua (46.6%) Calentamiento de Espacios (22.4%)	Calentamiento de Agua (43.7%) Enfriamiento de Espacios (19.1%)	Enfriamiento de Espacios (44.7%) Calentamiento de Agua (23.7%)	Calentamiento de Agua (35.6%) Enfriamiento de Espacios (29.2%)
CONFORT TÉRMICO 12:00 AM - 7:00 AM			
0.23%	99.88%	97.57%	99.84%
CONFORT TÉRMICO 2:00 PM - 12:00 AM			
42.55%	70.36%	49.12%	100%
VENTILACIÓN 12:00 AM - 7:00 AM			
43.25%	72.02%	100%	67.83%
VENTILACIÓN 2:00 PM - 12:00 AM			
31.12%	97.48%	100%	96.22%

Figura 6. Línea Base VIS Urbano (Elaboración propia, 2024)

Línea base para VIS RURAL

Luego de la caracterización realizada para esta tipología en la línea base, este modelo se ha concebido como una vivienda de 1 sólo piso, en un contexto de campo abierto con las 4 fachadas expuestas. El área promedio del prototipo corresponde a 60 m².

FRÍO	TEMPLADO	CÁLIDO SECO	CÁLIDO HÚMEDO
ORIENTACIÓN CRÍTICA			
0°	270°	270°	270°
CONSUMO DE ENERGÍA			
98 kWh/m ²	66.6 kWh/m ²	81.6 kWh/m ²	55.6 kWh/m ²
CONSUMOS PRINCIPALES			
Calentamiento de Espacios (43.4%) Calentamiento de Agua (33%)	Calentamiento de Agua (39%) Enfriamiento de Espacios (25.3%)	Enfriamiento de Espacios (46.4%) Calentamiento de Agua (23.8%)	Calentamiento de Agua (41.8%) Enfriamiento de Espacios (19%)
CONFORT TÉRMICO 12:00 AM - 7:00 AM			
0%	99.96%	99.65%	96.2%
CONFORT TÉRMICO 2:00 PM - 12:00 AM			
31.73%	73.64%	59.97%	74.66%
VENTILACIÓN 12:00 AM - 7:00 AM			
76.52%	70.57%	99.96%	82.66%
VENTILACIÓN 2:00 PM - 12:00 AM			
44.58%	97.59%	100%	77.15%

Figura 7. Línea Base VIS Rural (Elaboración propia, 2024)

Línea base para MEJORAMIENTO DE VIVIENDA

Este segmento de vivienda se distingue por la diversidad de tipologías arquitectónicas que pueden clasificarse en esta categoría. Para este análisis, se ha limitado el modelo a la evaluación de una vivienda de dos pisos, construida entre dos estructuras adyacentes a ambos lados (izquierda y derecha). El área promedio del prototipo es de 70 m².

FRÍO	TEMPLADO	CÁLIDO SECO	CÁLIDO HÚMEDO
ORIENTACIÓN CRÍTICA			
0°	270°	90°	90°
CONSUMO DE ENERGÍA			
95.6 kWh/m ²	90.2 kWh/m ²	91.4 kWh/m ²	87.6 kWh/m ²
CONSUMOS PRINCIPALES			
Calentamiento de Espacios (37.6%) Calentamiento de Agua (36.6%)	Calentamiento de Agua (37.8%) Enfriamiento de Espacios (26%)	Enfriamiento de Espacios (47.2%) Calentamiento de Agua (23.1%)	Calentamiento de Agua (34.9%) Enfriamiento de Espacios (30.3%)
CONFORT TÉRMICO 12:00 AM - 7:00 AM			
0.04%	99.8%	95.15%	98.32%
CONFORT TÉRMICO 2:00 PM - 12:00 AM			
25.73%	62.71%	43.67%	85.26%
VENTILACIÓN 12:00 AM - 7:00 AM			
43.99%	30.25%	52%	64.62%
VENTILACIÓN 2:00 PM - 12:00 AM			
16.19%	71.62%	91.86%	80.27%

Figura 8. Línea Base VIS Mejoramiento (Elaboración propia, 2024)

Una vez se ha definido la línea base de cada una de las sub tipologías, es necesario evaluar e identificar en el contexto general, que estrategias pueden mejorar los rendimientos de la línea base, así como entender por qué las viviendas deben operar con criterios de sostenibilidad y como incorporar parámetros para la gestión integral sostenible, como se describe a continuación.

¿POR QUÉ LAS VIVIENDAS DEBEN OPERAR CON CRITERIOS DE SOSTENIBILIDAD?

Para empezar evaluaremos el concepto desde el punto de vista general para el país, según el Ministerio de Medio Ambiente y Desarrollo Sostenible (MADS), la construcción sostenible es un enfoque integral que busca equilibrar el entorno natural con los espacios construidos⁶. La meta es crear comunidades que respeten la dignidad humana y fomenten la equidad social y económica. Para lograrlo, se necesitan nuevas prácticas en diseño, construcción, y mantenimiento, todas con una perspectiva ambiental, social y económica.

Los criterios de sostenibilidad propuestos por el MADS tienen una aplicación de carácter voluntario, y han sido ampliamente divulgados ante las autoridades ambientales, entes territoriales, gremios y demás actores interesados, incluyendo al Ministerio de Vivienda Ciudad y Territorio.

La VIS sostenible conlleva diferentes beneficios, tanto en la mejora de la calidad de vida de las personas, como en su responsabilidad con el medio ambiente. Estos beneficios se pueden resumir en:

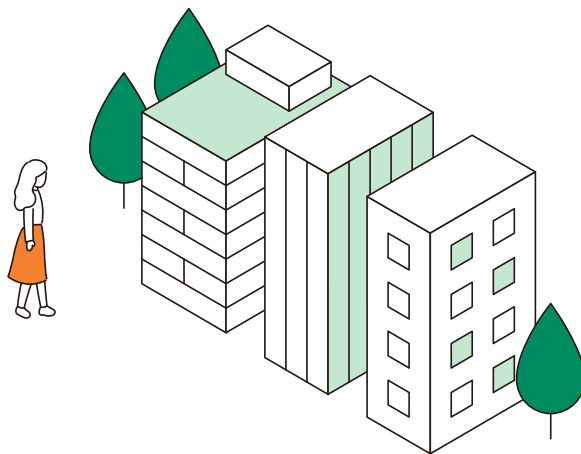


Figura 9. División de Vivienda y Desarrollo Urbano (HUD) del Banco Interamericano de Desarrollo



Si retomamos el concepto de vivienda y construcción sostenible, es fundamental considerar el objetivo principal de la sostenibilidad, que se basa en el equilibrio integral de sus tres pilares: social, ambiental y económico. Para lograr viviendas más sostenibles, es indispensable evaluar diversas estrategias que permitan alcanzar este equilibrio, como la implementación de materiales con bajo contenido de carbono, el desarrollo de barrios o comunidades sostenibles, la creación de zonificaciones adecuadas para una mejor calidad de vida y la integración de entornos más verdes, y en general un ecosistema completo que pueda incorporar todos estos criterios. Sin embargo, aplicar algunas de estas estrategias pueden resultar en un gran reto, dependiendo del contexto específico de cada proyecto.

Como se mencionó previamente, son varias las condicionantes asociadas a una vivienda sostenible, dentro de las que encontramos la planeación del proyecto, el entorno inmediato, la cercanía a equipamientos, entre otros, lo que permitirían definir de forma más sistémica el concepto de vivienda de interés social sostenible, sin embargo, para efectos de la presente investigación, VIS 4.0 realiza un análisis profundo de los criterios más relevantes en el contexto colombiano, asegurando que las medidas sean tanto pertinentes como aplicables. Esto se hace con un enfoque en objetivos de sostenibilidad y los desafíos que enfrenta nuestro país en términos de habitabilidad. Para esta estrategia, la visión de sostenibilidad se estructura en tres ejes principales: **eficiencia energética, confort térmico y carbono embebido**.

⁶ <https://www.minambiente.gov.co/asuntos-ambientales-sectorial-y-urbana/construccion-sostenible/>

Estos tres ejes se integran para cumplir con un objetivo específico en materia de sostenibilidad: lograr un equilibrio que permita a las personas habitar viviendas más eficientes y confortables, reduciendo simultáneamente el consumo de recursos y las emisiones de carbono, tanto en la construcción como en la operación de las edificaciones. Este enfoque genera un impacto positivo, no solo en la economía de los habitantes, sino también en la del país en general.

De acuerdo a lo anterior, el concepto de vivienda sostenible para VIS 4.0, se define como aquella unidad habitacional que incorpora estrategias de sostenibilidad en todo su ciclo de vida, que adicionalmente propende por un equilibrio entre la calidad de vida de sus habitantes y la accesibilidad económica para adquirir estas viviendas, priorizando una operación energéticamente eficiente, el confort térmico y la reducción de huella de carbono en su construcción y operación.

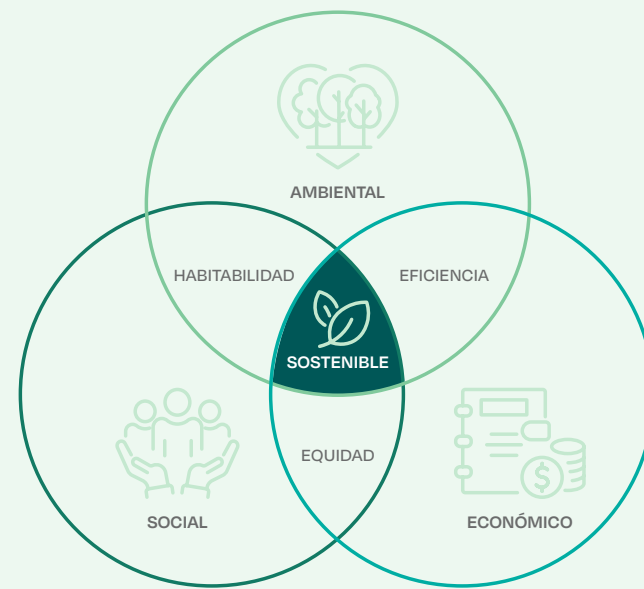


Figura 10. Dimensiones de sostenibilidad (Elaboración propia, 2024)

Pero no solo los ocupantes de estas viviendas obtienen los beneficios de habitar en edificaciones sostenibles, desde una perspectiva de política pública, la reducción de consumos tienen un impacto en los presupuestos de la nación, por ejemplo, en la Política Nacional de Edificaciones Sostenibles, publicada por el Departamento Nacional de Planeación (DNP), analizaron los beneficios para los usuarios de vivienda con criterios de sostenibilidad, calculados como los ahorros anuales en agua y energía derivados de la instalación de ecotecnologías, y obtuvo los siguientes resultados:

	ENERGÍA	AGUA	TOTAL
AHORRO USUARIOS	\$ 65.217.724.825	\$ 69.605.595.448	\$ 134.823.320.273
Ahorro usuarios por vivienda	\$ 76.727	\$ 81.889	\$ 158.616
AHORRO SUBSIDIOS	\$ 6.634.774.083	\$ 11.065.313.813	\$ 17.700.087.896
Ahorro subsidios por vivienda	\$ 7.806	\$ 13.018	\$ 20.824
AHORRO TOTAL (USUARIOS + SUBSIDIOS)	\$ 71.852.498.90	\$ 80.670.909.261	\$ 152.523.408.169
Ahorro total por vivienda	\$ 84.532	\$ 94.907	\$ 179.439

Cálculos DNP (2016) con base en Piloto Cooperación Triangular (2015)

Figura 11. Análisis de beneficios, CONPES 3919. Fuente: DNP

De acuerdo con el análisis realizado por el Departamento Nacional de Planeación, la instalación de ecotecnologías en 800.000 viviendas generaría un ahorro anual estimado en 152.000 millones de pesos corrientes de 2015, gracias a la reducción en los consumos de agua y energía. Por lo tanto, a medida que se estructure un portafolio de mecanismos de financiamiento que incentive tanto la construcción como la compra de viviendas con criterios de sostenibilidad, la inclusión de lineamientos de construcción sostenible estará vinculada a la generación de ahorros para la sociedad. Esto, a su vez, impulsará la adopción de prácticas sostenibles en otros usos y tipologías de edificaciones dentro del mercado de edificaciones sostenibles (CONPES 3919).

Se puede concluir que incorporar criterios de sostenibilidad a las viviendas ofrece múltiples ventajas, en especial se destacan las siguientes:



CUIDAMOS NUESTROS RECURSOS NATURALES

Las viviendas sostenibles usan materiales y energía de manera más eficiente. Esto significa menos desperdicio y un menor uso de recursos naturales, como el agua, la minería o la madera, que son limitados y muy valiosos.



CREAMOS COMUNIDADES MÁS FUERTES Y FELICES

Cuando nuestras viviendas y barrios son sostenibles, estamos creando lugares donde es agradable vivir. Son más verdes, más tranquilos y promueven un sentido de comunidad y bienestar.



AHORRAMOS DINERO

Aunque construir una casa sostenible puede parecer más caro al principio, a largo plazo ahorraremos dinero. ¿Cómo? Usando menos energía y agua gracias a nuevas tecnologías y procesos.



VIVIMOS EN UN AMBIENTE MÁS SALUDABLE

Las viviendas sostenibles suelen usar materiales no tóxicos y tienen mejor ventilación. Esto significa aire más limpio y menos productos químicos dañinos, lo que es mejor para nuestra salud y la de nuestras familias.



REDUCIMOS NUESTRA HUELLA DE CARBONO

Al usar menos energía, usar materiales verdes y tener mejores prácticas, disminuimos las emisiones de carbono. Esto ayuda a combatir el cambio climático, uno de los mayores desafíos que enfrenta la humanidad hoy en día.



PARÁMETROS PARA LA GESTIÓN INTEGRAL SOSTENIBLE DE LA VIVIENDA

Establecer los objetivos de sostenibilidad desde la etapa inicial de planeación es crucial, ya que define el marco del proyecto y sirve como base para la toma de decisiones más importantes. Estos objetivos deben ser formulados y acordados de manera vinculante entre los planificadores, los ejecutores y los destinatarios del proyecto. Una planificación temprana de requerimientos y objetivos permite optimizar el proyecto, definir claramente los roles de los participantes en el proceso de diseño, y formular explícitamente los objetivos del proyecto, además de facilitar la supervisión de su implementación.

La planificación preliminar tiene un impacto significativo en la calidad final de la vivienda, permitiendo identificar y abordar de manera proactiva los problemas que el equipo de diseño debe resolver. Una planificación integral es esencial para llevar a cabo un proyecto de vivienda sostenible que esté ajustado a las necesidades de los usuarios. Coordinando las tareas de los diferentes participantes desde la etapa inicial, se mejora tanto el desarrollo como el resultado final del proyecto.

El propósito del diseño integral es que todos los participantes colaboren en la elaboración de soluciones para alcanzar una estrategia de intervención sostenible. Los actores que deben estar involucrados son:

- Un equipo de diseño interdisciplinario.
- Equipo de gestión de obra: directores y jefes de obra.
- Participación del usuario.
- Participación pública.

Es fundamental contar con un equipo de gestión que verifique el cumplimiento de los objetivos de sostenibilidad y gestione sus desviaciones a lo largo de todo el proceso, incluyendo la planeación, diseño, construcción y gestión. Se debe evitar que cada etapa funcione de manera aislada, ya que esto podría impedir el cumplimiento de los objetivos de sostenibilidad establecidos.

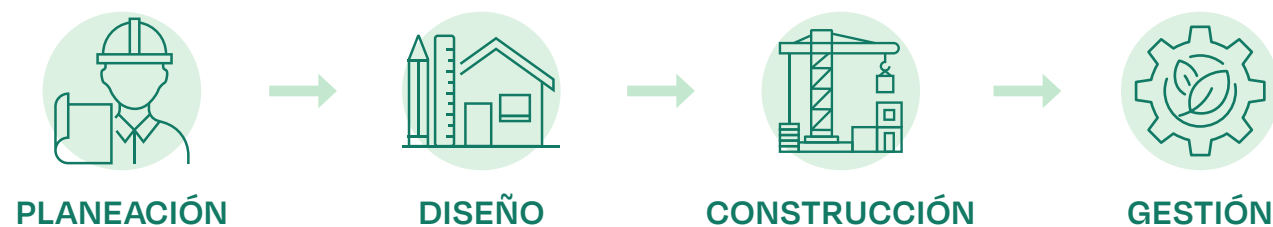


Figura 12. Gestión integral sostenible de la vivienda (Grupo Sofonías, 2024)

Como parte del diseño integral, es fundamental considerar las recomendaciones dirigidas al usuario final, especificando el grado de intervención que deben realizar para estar alineados con las estrategias de sostenibilidad planteadas. Asimismo, en temas de sostenibilidad, es indispensable proporcionar manuales de operación para los usuarios, que aseguren el uso adecuado de las estrategias definidas en las etapas iniciales del proyecto.

COMPENDIO DE ESTRATEGIAS VIS 4.0

¿Qué es el Compendio de estrategias VIS 4.0?

Estrategias recomendadas

Estrategias pasivas

Estrategias activas

Metodología - Rendimiento de las estrategias

Cómo usar el compendio

Estrategias para VIS Urbana

Estrategias para VIS Rural

Estrategias para VIS de Mejoramiento

03



¿QUÉ ES EL COMPENDIO DE ESTRATEGIAS VIS 4.0?

SE REALIZARON

1.056

Modelos energéticos independientes

88

Modelos por cada una de las 12 sub tipologías



El Compendio de Estrategias VIS 4.0 es una herramienta diseñada para facilitar la toma de decisiones en proyectos de Vivienda de Interés Social, con el objetivo de mejorar su calidad en términos de eficiencia energética y confort térmico. Este compendio fue elaborado a partir de múltiples iteraciones y modelaciones energéticas y térmicas sobre los prototipos base establecidos. Durante el desarrollo de VIS 4.0, se realizaron un total de 1.056 modelos energéticos independientes, con 88 modelos por cada una de las 12 sub tipologías desarrolladas.

A estos prototipos se les incluyeron diversas estrategias de diseño, tanto activas como pasivas, con el objetivo de optimizar su rendimiento en términos de sostenibilidad y eficiencia energética. Las estrategias incluidas en el compendio abarcan soluciones bioclimáticas, materiales sostenibles, sistemas de diseño, entre otros. Cada estrategia fue rigurosamente evaluada y validada mediante procesos de simulación y análisis, garantizando su efectividad y aplicabilidad en diversos contextos y tipologías de vivienda.

Los datos del compendio están organizados según las tipologías de Vivienda de Interés Social, considerando las diferentes zonas climáticas en Colombia y las principales orientaciones cartográficas. Esto permite que su aplica-

ción sea práctica para cualquier desarrollador, proporcionando una guía clara y detallada para la implementación de soluciones sostenibles en proyectos de vivienda de interés social.

Es importante destacar que, aunque el objetivo principal de VIS 4.0 se centra en la eficiencia energética, confort térmico y reducción de carbono incorporado, para lograr una sostenibilidad integral de la vivienda se deben considerar otras condiciones como la correcta implantación del proyecto en el lote, gestión del agua, manejo de residuos, accesibilidad, confort acústico y visual, entre otros. VIS 4.0 ha enfocado su análisis en estos tres ejes dentro de un marco de priorización estratégica, estableciendo una base sólida que puede adaptarse en el futuro para incluir otras dimensiones de sostenibilidad. Esta base responde a necesidades locales urgentes y proporciona soluciones escalables y replicables en diferentes zonas del país.

El compendio no solo ofrece recomendaciones específicas, sino que también detalla el rendimiento esperado de cada estrategia comparado con la línea base establecida, ayudando a los diseñadores y constructores a tomar decisiones informadas que mejoren las condiciones ambientales, la eficiencia energética y el confort de los espacios habitables.

ESTRATEGIAS RECOMENDADAS



Las estrategias para el análisis térmico y energético fueron seleccionadas a partir del estudio de diversas fuentes de información, como los datos disponibles en la Guía de Construcción Sostenible, anexa a la resolución 0549, que detalla las estrategias esenciales para el diseño de edificaciones sostenibles en Colombia según el clima. Además, se tuvo en cuenta información de otros documentos relevantes y se hicieron mesas de trabajo con actores clave como el Departamento Nacional de Planeación, Build Change, Universidad del Bosque, Comfama, VIVA Medellín, entre otros. Estas colaboraciones permitieron consolidar un enfoque integral y adaptado al contexto nacional, aprovechando el conocimiento y la experiencia de instituciones y organizaciones que han avanzado significativamente en este ámbito.

Paso a paso para el desarrollo de las estrategias para VIS URBANA:



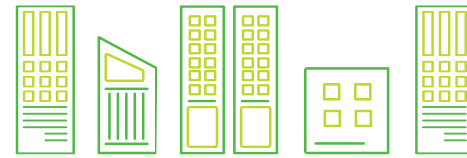
	RESOLUCIÓN 0549	Se recolectaron datos de la Guía de Construcción Sostenible, anexa a la resolución 0549, en donde se identificaron estrategias y medidas esenciales para el diseño de edificaciones sostenibles en Colombia según el clima.
	ECOURBANISMO Y CONSTRUCCIÓN	Se hizo una investigación sobre los lineamientos en Colombia para la VIS Urbana. Se encontró el Diagnóstico y el Manual de Construcción Sostenible para Bogotá, entre otros documentos y guías de gran relevancia.
	IDENTIFICACIÓN DE PROBLEMAS	Tras analizar los resultados derivados de los prototipos de la línea base, los mayores consumos están relacionados principalmente con el calentamiento de agua, el enfriamiento/calentamiento de los espacios dependiendo del clima analizado y el uso de materiales con alto aporte al carbono embebido.
	ESTRATEGIAS	Teniendo en cuenta los resultados del análisis de la línea base, la información recolectada en mesas de trabajo e investigaciones de otros documentos relevantes, se enfoca la propuesta en estrategias pasivas que puedan ser más costo-eficientes, y algunas activas que mejoran el rendimiento de la vivienda.
	MODELACIÓN	Se aplican estrategias de mejoramiento a los prototipos propuestos en la línea base para cada tipología, analizando mejoras en eficiencia energética, confort térmico, ventilación y huella de carbono embebido.
	DIAGNÓSTICO	Se presenta un diagnóstico con base en la información recolectada y los resultados de la aplicación de estrategias a los modelos del desempeño para cada una de las tipologías VIS. Este diagnóstico aborda el desempeño energético, calidad del aire, y el carbono operacional.

Paso a paso para el desarrollo de las estrategias para VIS RURAL:



	MESAS DE TRABAJO	Se realizaron reuniones con el Departamento Nacional de Planeación, Comfama, VIVA entre otros actores, con el objetivo de intercambiar información sobre estrategias de mejora para la vivienda de interés social en áreas rurales.
	RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN	Se realizó una investigación para identificar estrategias de mejora en las condiciones habitacionales de las zonas rurales. Se enfocó en recopilar información clave de instituciones y diversas entidades, priorizando los climas más críticos, frío y cálido húmedo.
	IDENTIFICACIÓN DE PROBLEMAS	Para la VIS Rural, se identificaron oportunidades de mejora en las estrategias que generan mayor consumo energético, menor rendimiento térmico e impacto de la huella de carbono. Al igual que para la VIS Urbana, se observó que el calentamiento de agua y el enfriamiento/calentamiento de los espacios dependiendo del clima analizado, tienen un impacto considerable en el comportamiento de la vivienda.
	ESTRATEGIAS	Teniendo en cuenta las oportunidades de mejora identificadas previamente en el análisis de la línea base, la información recolectada en mesas de trabajo e investigaciones de otros documentos relevantes, se enfoca la propuesta en estrategias pasivas que puedan ser más costo-eficientes, y además, es necesario incorporar algunas activas que aplicadas mejoran el rendimiento de la vivienda.
	MODELACIÓN	Se aplican estrategias del compendio a los prototipos propuestos en la línea base para cada tipología, analizando mejoras en eficiencia energética, confort térmico, ventilación y carbono incorporado.
	DIAGNÓSTICO	Se presenta un diagnóstico con base en la información recolectada y los resultados de la aplicación de estrategias a los modelos del desempeño para cada una de las tipologías VIS. Este diagnóstico aborda el desempeño energético, térmico y carbono incorporado.

Paso a paso para el desarrollo de las estrategias para VIS DE MEJORAMIENTO:



	MESA DE TRABAJO BUILD CHANGE	Se recogieron datos con los integrantes de la Mesa de Construcción Sostenible Colombia Suiza, en donde se identificaron estrategias esenciales del mejoramiento de viviendas y se recopiló información relevante sobre el carbono embebido.
	RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN	Se realizó una investigación sobre los lineamientos en Colombia relacionados con el mejoramiento de vivienda. La información relevante proporcionada por el Ministerio de Vivienda fue analizada para identificar estrategias aplicables a VIS.
	IDENTIFICACIÓN DE PROBLEMAS	Dada la multiplicidad de variaciones de esta tipología, se definió una línea base que representa el comportamiento general de las VIS de mejoramiento, y así se logró determinar un consumo energético y confort térmico representativo de la situación local de esta tipología, teniendo como resultado oportunidades de mejora similares a los prototipos anteriores.
	ESTRATEGIAS	Las mesas de trabajo con aliados especializados aportaron especialmente en la identificación de las prioridades de los usuarios de este tipo de vivienda, de forma que el planteamiento de estrategias de mejora se vuelven integrales en los pilares de sostenibilidad, contemplando aquellas relacionadas con la resolución 0549 y recomendando otras alternativas más innovadoras en términos de materialidad.
	MODELACIÓN	Se aplican estrategias del compendio a los prototipos propuestos en la línea base para cada tipología, analizando mejoras en eficiencia energética, confort térmico, ventilación y huella de carbono embebido.
	DIAGNÓSTICO	Se presenta un diagnóstico con base en la información recolectada y los resultados de la aplicación de estrategias a los modelos del desempeño para cada una de las tipologías VIS. Este diagnóstico aborda el desempeño energético, calidad del aire y confort térmico.

Teniendo en cuenta toda la información recolectada a partir de las modelaciones y siguiendo la ruta identificada en los pasos anteriores, a continuación, se presentan las estrategias priorizadas para abordar los principales desafíos detectados en el análisis de los prototipos diseñados en la línea base.

A través de la implementación de medidas específicas, como la incorporación de vidrios y cubiertas de protección solar, la consideración de la inercia térmica (propiedad de los materiales que indica su capacidad para absorber, almacenar y ceder calor), y la introducción de elementos de protección solar tanto horizontales como verticales, entre otras, se busca proporcionar soluciones sostenibles y eficaces para enfrentar las condiciones climáticas adversas y mejorar la calidad habitacional en estas viviendas de interés social. Cada una de estas estrategias contribuye significativamente a la creación de espacios habitables más confortables y sostenibles.

Para la reducción del carbono incorporado, se realizó un análisis de la huella de carbono representativa utilizando el modelo de la línea base. Este análisis permitió identificar en cada caso cuales eran los materiales o factores que más influían en el resultado final, lo que a su vez facilitó la identificación de oportunidades para reducir este valor mediante el uso de materiales diseñados con criterios y atributos de sostenibilidad. Para ello, se tomó como referencia la información proveniente de proveedores disponibles en Colombia.

Esta propuesta tiene un enfoque principalmente direccionado a implementación de estrategias pasivas, promoviendo un diseño más eficiente que responde al clima local y a las particularidades del entorno, al conocer los resultados de la línea base, se ve la necesidad de incluir algunas estrategias activas, estas con opciones más limitadas al tener un impacto directo en el incremento del costo de la edificación.



ESTRATEGIAS PASIVAS

Estas estrategias, se integran en el diseño arquitectónico de los edificios, buscan maximizar el aprovechamiento de las condiciones ambientales del entorno para optimizar el control térmico, la ventilación y la eficiencia energética, proporcionando comodidad a los ocupantes sin la necesidad de sistemas mecánicos o eléctricos.

En este tipo de estrategias del compendio se consideran diversos factores como el clima, la localización, el paisaje, la orientación, la forma, la protección solar, la selección de materiales, la masa térmica, el aislamiento, el diseño interior y la ubicación de las aperturas para gestionar la luz solar, la iluminación natural y la ventilación. A continuación, se presentan las estrategias pasivas seleccionadas y evaluadas en los prototipos definidos.

ESTRATEGIA		ESPECIFICACIONES
Vidrios de protección solar - SHGC		Coeficiente de sombra en vidrios exteriores de 0.5 con un SHGC de 0.43
<p>Vidrios de protección solar SHGC: Este tipo de vidrio permite la entrada de luz solar, pero bloquea parte de la radiación solar, y por ende, la ganancia de calor en la vivienda, aportando a tener temperaturas más confortables en climas cálidos. SHGC: Coeficiente de ganancia de calor solar (SHGC, por sus siglas en inglés). Es la fracción de radiación solar incidente que es admitida a través de una ventana. Se expresa como un número entre 0 y 1, cuánto más bajo sea, menos calor solar transmite.</p>		
Cubierta de protección solar - Valor U		Teja tipo sándwich 2"
Cubierta de protección solar - SRI		Cubierta base + Absorbancia de 0.15
<p>Cubierta de protección solar valor U y SRI: este tipo de cubierta permite tener más control sobre las temperaturas, funcionando como un elemento que refleja la radiación solar incidente en una superficie (SRI) o por el contrario, aislando el interior del exterior, lo que permite retardar la pérdida o ganancia térmica dentro de la vivienda (Valor U). Estas cubiertas se pueden combinar, pero implican el uso de materiales para techos con bajo valor U (coeficiente de transferencia térmica) y alto Índice de Reflectancia Solar (SRI). Un bajo valor U reduce la cantidad de calor que se transfiere a través de la cubierta, mejorando el aislamiento térmico. Un alto SRI refleja más radiación solar, disminuyendo la absorción de calor y manteniendo la vivienda más fresca. Esta combinación mejora la eficiencia energética y el confort térmico interior</p>		
Muro alto SRI		Muros exteriores línea base + Absorbancia de 0.15

ESTRATEGIA		ESPECIFICACIONES
Muro bajo SRI		Muros exteriores línea base + Absorbancia de 0.9
<p>Muro alto SRI y bajo SRI: Al igual que las cubiertas, los muros pueden contribuir al confort térmico de una vivienda. Un muro con alto SRI (Índice de Reflectancia Solar) es altamente reflectivo, lo que ayuda a evitar el aumento de la temperatura interior al reflejar la mayor parte del calor solar. Esto es ideal para climas cálidos. Por otro lado, un muro con bajo SRI atrapa más calor, lo que ayuda a mantener la vivienda más cálida en climas fríos. El SRI de un muro se controla principalmente a través del color de la fachada: los colores claros o blancos tienen un alto SRI y son más reflectivos, mientras que los colores oscuros tienen un bajo SRI y tienden a absorber más calor.</p>		
Inercia térmica		Muros internos 200mm Concreto Reforzado + Entrepisos o contrapisos concreto 200 mm (con afinado y acabado) según línea base
<p>Inercia térmica: Esta estrategia consiste en utilizar materiales con alta capacidad de almacenamiento térmico en la construcción de viviendas para regular la temperatura interior de manera más eficiente. En climas cálidos, estos materiales absorben el calor durante el día y lo liberan lentamente durante la noche, ayudando a mantener la vivienda más fresca y reduciendo la necesidad de sistemas de climatización artificial. En climas fríos, los mismos materiales pueden retener el calor generado durante el día, liberándolo gradualmente durante la noche para mantener la vivienda cálida, lo que también reduce la necesidad de calefacción adicional. De esta manera, la inercia térmica mejora el confort térmico en una amplia gama de condiciones climáticas.</p>		
Elementos de protección solar horizontal		Medida por orientación quebrasoles en fachada: Oriente: 2.0 m largo Occidente: 1.2 m largo
Elementos de protección solar vertical		Medida por orientación quebrasoles en fachada: Oriente: 2.0 m largo Occidente: 0.4 m largo
<p>Elementos de protección solar horizontal y vertical: En esta estrategia se utilizan dispositivos como aleros, quebrasoles, celosías y toldos para bloquear la radiación solar directa. Los elementos horizontales, como aleros y toldos, son efectivos en la protección contra el sol alto del mediodía, mientras que los elementos verticales, como celosías y persianas, protegen contra el sol bajo de la mañana y la tarde. Estos elementos reducen la ganancia de calor solar, mejoran el confort térmico y disminuyen la necesidad de enfriamiento artificial.</p>		

ESTRATEGIA		ESPECIFICACIONES
<p>Night Flush + Inercia Térmica</p>		<p>Mantener las ventanas abiertas de 7:00pm a 7:00am + Especificaciones de materiales estrategia Inercia Térmica</p>
<p>Night Flush: Esta estrategia consiste en ventilar la vivienda durante la noche abriendo rejillas y ventanas para aprovechar las temperaturas más frescas del exterior. El objetivo es disipar el calor acumulado en la vivienda durante el día, lo que mejora el confort térmico de los habitantes. Esta estrategia es especialmente eficaz en lugares donde la diferencia de temperatura entre el día y la noche es significativa, generalmente de 10°C o más.</p>		


Todas las estrategias pasivas tienen un impacto directo en el confort térmico de la vivienda y, al mismo tiempo, en la eficiencia energética. Al mejorar las condiciones de confort, como mantener temperaturas adecuadas y una ventilación óptima dentro de la vivienda, se reduce la necesidad de utilizar equipos de climatización, como aires acondicionados, ventiladores o calentadores, lo que a su vez disminuye el consumo energético. Además, estas estrategias mejoran la calidad de los espacios habitables, lo que beneficia directamente a los residentes.


Las estrategias pasivas fueron priorizadas para mejorar la calidad de la vivienda sin provocar un incremento significativo en los costos. Sin embargo, tras analizar los resultados de las modelaciones únicamente con estrategias pasivas, se determinó que era necesario incluir estrategias activas. Aunque estas últimas implican un mayor costo, también ofrecen un aporte considerable en la mejora del rendimiento y la sostenibilidad de las viviendas.



ESTRATEGIAS ACTIVAS

A diferencia de las estrategias pasivas, las estrategias activas son aquellas que contemplan el uso de sistemas mecánicos y/o eléctricos para crear condiciones de confort al interior de las edificaciones, tales como calentadores y aire acondicionado, grifería ahorradora, iluminación eléctrica, entre otras. Luego de los múltiples análisis y acorde con soluciones que estuvieran en línea con la dinámica del mercado actual en Colombia, fueron priorizadas las griferías que disminuyen el caudal de agua (específicamente duchas), y los calentadores con una mejor eficiencia con las características que se describen a continuación:

	<p>Disminución de caudal en griferías en agua caliente doméstica</p>
<p>Se contempla una tipología de ducha con un caudal de consumo máximo de 4.9 litros/min y de 4.4 l/min para grifería de cocina</p>	
<p>Grifería ahorradora: es una estrategia de gran importancia porque además del ahorro directo en el agua, un recurso vital, también significa un ahorro de energía evidenciado desde el calentamiento de agua, es decir, si hay un ahorro de caudal, es menor la cantidad de agua que se debe calentar, por ende, menos energía consumida.</p>	

	<p>Aumento de eficiencia en calentadores</p>
<p>La eficiencia de los calentadores aumenta a un 92%</p>	
<p>Eficiencia de calentadores: por lo general, los calentadores de agua poseen pérdidas de energía en tuberías o en la demora al calentar el agua, por lo que implementar equipos que sean más eficientes en sus procesos puede significar un ahorro de energía considerable.</p>	

Estas estrategias activas fueron priorizadas, especialmente por los avances disponibles del mercado colombiano, en cuanto a aparatos ahorradores de agua, así como calentadores con mejor eficiencia, lo que permite una adopción más flexible para la incorporación en las diferentes viviendas.

Adicionalmente, para comprender los resultados obtenidos en el compendio es importante tener en cuenta los siguientes conceptos:

- La Intensidad de uso de la energía (EUI):**
Expresa el consumo energético de un edificio en función de su tamaño u otras características. Es el principal indicador del rendimiento energético de un edificio y se calcula dividiendo la energía total consumida por el edificio en un año (medida en kBtu o GJ) por la superficie bruta total del edificio (medida en pies o metros cuadrados).

- La energía virtual:**
Es la energía que sería necesaria para garantizar el confort de los ocupantes, en caso de llegar a considerar que el diseño del edificio no brinda condiciones adecuadas y en algún momento se deban incorporar sistemas mecánicos al edificio con el fin de asegurar condiciones ideales. Esta energía es la que se requerirá en el futuro para lograr el confort deseado. Es importante mencionar que la inclusión de la energía virtual en los modelados energéticos se da de manera estandarizada a nivel internacional, con el fin de poder evaluar falencias en la ocupabilidad y desempeño de la vivienda.

- La energía real:**
Es la necesaria para el normal funcionamiento de la vivienda y suplir las necesidades básicas de los habitantes, sin considerar el confort de los usuarios.

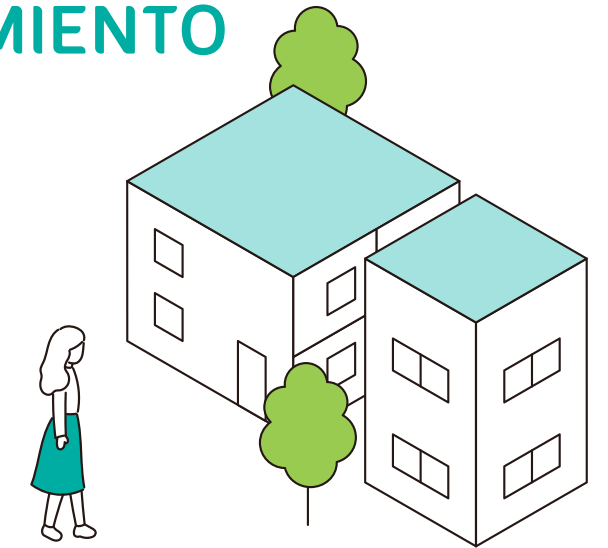
- La temperatura operativa:**
Es una medida que representa la temperatura promedio de un espacio, teniendo en cuenta tanto la temperatura del aire como la temperatura radiante media de las superficies circundantes que rodean el espacio. Esta medida es importante porque se acerca más a la sensación térmica que experimentamos las personas en un lugar determinado y se utiliza para evaluar el confort térmico de los usuarios.



En la evaluación de los modelos energéticos correspondientes a las Viviendas de Interés Social (VIS), se ha contemplado un análisis integral que abarca tanto la energía real como la energía virtual. Este enfoque posibilita la cuantificación de la cantidad de energía necesaria para adecuar las condiciones ambientales de un espacio a los estándares óptimos de confort. En el contexto de la energía virtual, se han considerado elementos como el consumo asociado al aire acondicionado, al calentador de aire y al sistema de agua caliente. Cabe señalar que, en este contexto, la distinción entre energía virtual y energía real puede variar según la interpretación del lector, quien está facultado para discernir la aplicabilidad de dichos términos en el contexto específico de su utilización.

METODOLOGÍA RENDIMIENTO DE LAS ESTRATEGIAS

Para evaluar el rendimiento de VIS 4.0, se realizó una comparación del rendimiento obtenido a partir de la iteración de cada estrategia aplicada a los prototipos VIS urbano, rural y de mejoramiento. Esta comparación se hizo en relación con el prototipo base, lo que permitió evidenciar claramente el comportamiento de cada estrategia. Se implementó una metodología comparativa sencilla de acuerdo con los valores de consumo para el criterio energético y los parámetros de temperatura y ventilación para el criterio térmico.



RENDIMIENTOS ENERGÉTICOS

Una vez obtenido el modelo para cada estrategia del compendio, se hizo la comparación de su resultado respecto a la línea base consolidada para VIS 4.0, aplicando la siguiente fórmula:

$$\% \text{ rendimiento} = 100\% - \left(\frac{C_e * 100\%}{C_{LB}} \right)$$

Donde C_e corresponde al consumo de la estrategia evaluada, y C_{LB} corresponde al consumo obtenido en la línea base, todo en unidades de KWh/m².

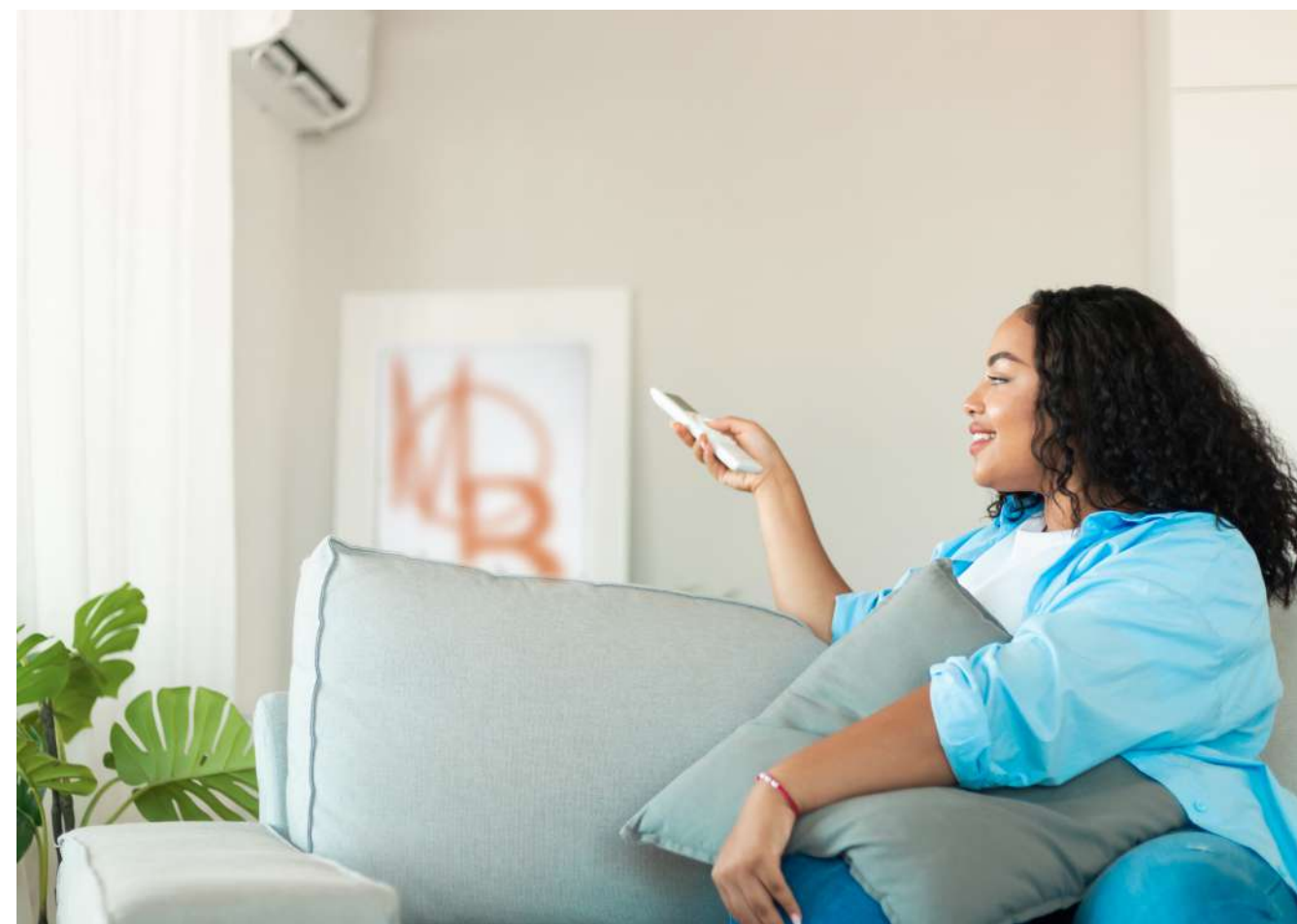
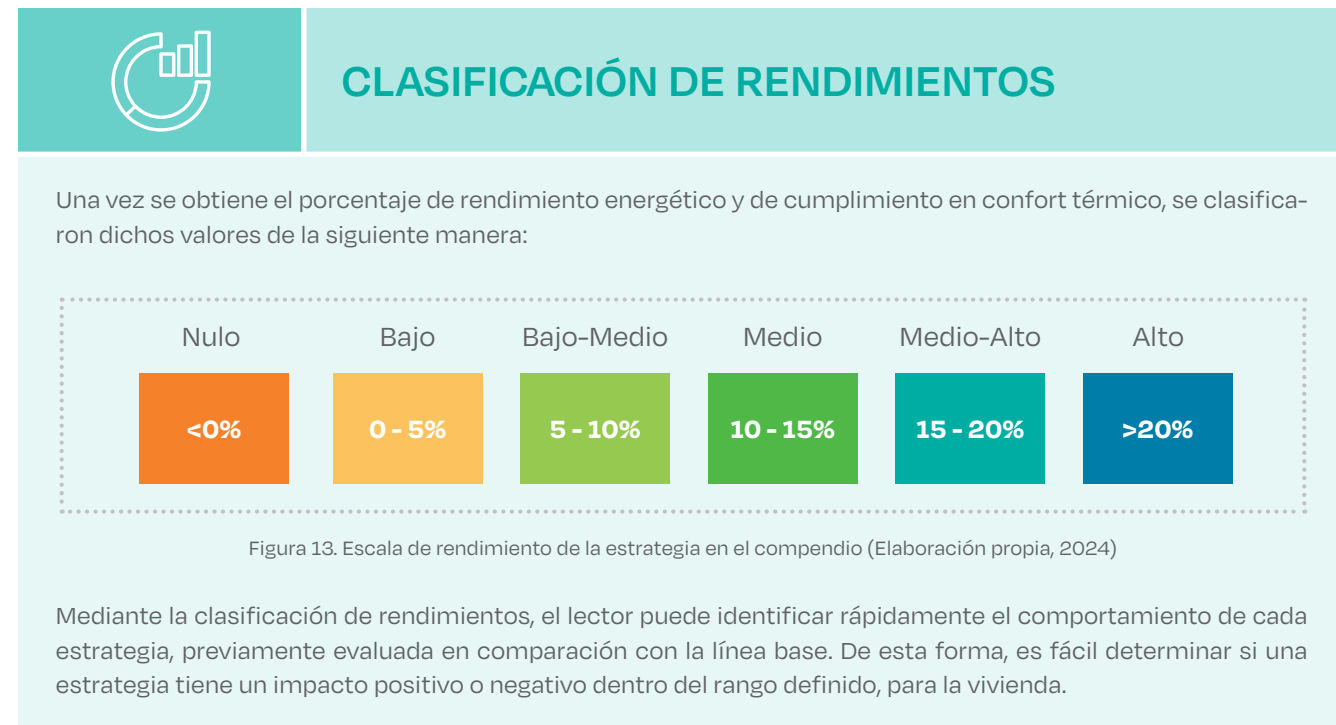


RENDIMIENTOS TÉRMICOS Y DE VENTILACIÓN

Dado que el resultado obtenido de cada estrategia evaluada en el prototipo corresponde a un porcentaje de cumplimiento en cada rango horario de operación, la comparación respecto a la línea base fue la cuantificación del porcentaje de cumplimiento de la estrategia excedente o faltante, aplicando la siguiente fórmula:

$$\% \text{ rendimiento} = - (\% \text{Cumplimiento}_{LB} - \% \text{Cumplimiento}_e)$$

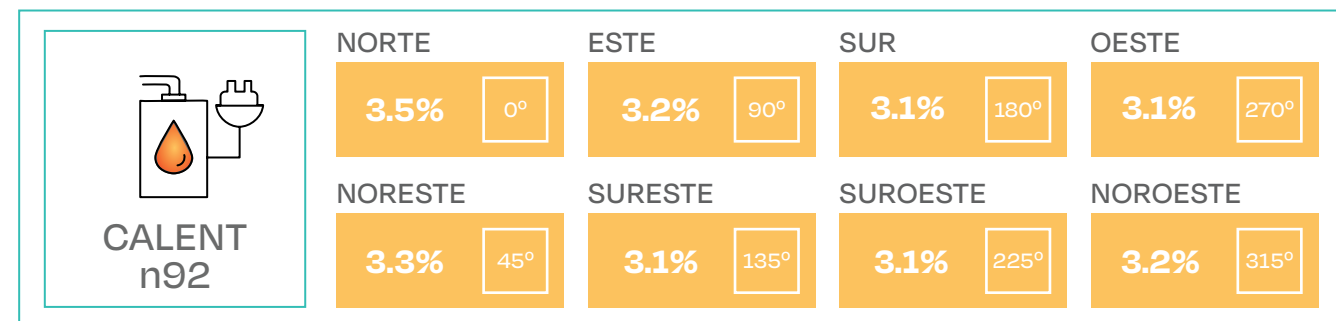
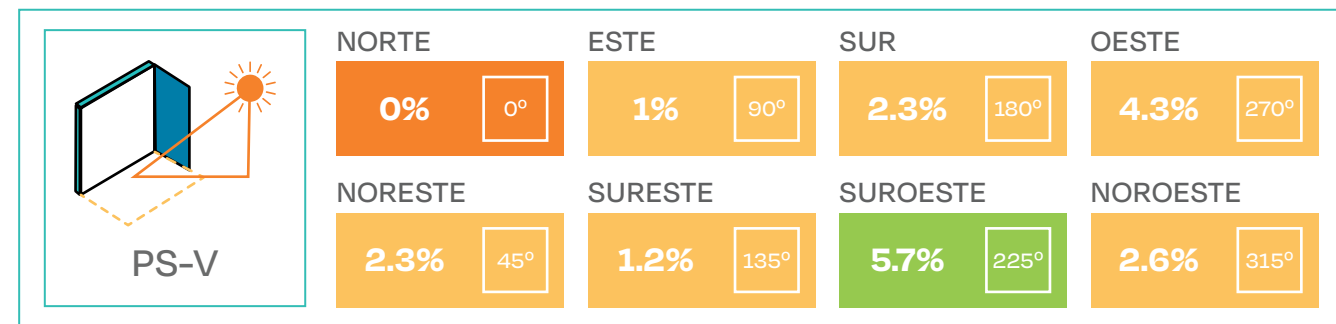
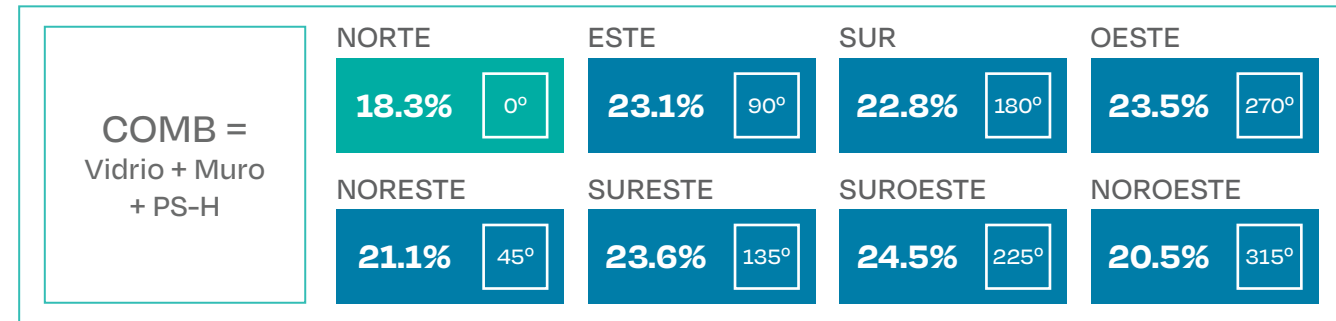
Donde **LB** corresponde a línea base y **e** corresponde a cada estrategia evaluada. Si el resultado de esta operación es un resultado positivo, significa que la estrategia aplicada está cumpliendo ese valor de más respecto a la línea base. Por el contrario, si el resultado corresponde a un valor negativo, significa que la estrategia está cumpliendo ese valor por debajo de la línea base.



Los resultados del compendio de estrategias VIS 4.0 se presentan de la siguiente manera: por un lado, se describen las estrategias y, adicionalmente, se muestra el comportamiento de cada una según su orientación. Considerando la diversidad de orientaciones posibles en una vivienda, para la evaluación del rendimiento se han contemplado 8 variaciones de orientación: 0°, 45°, 90°, 135°, 180°, 225°, 270° y 315°.

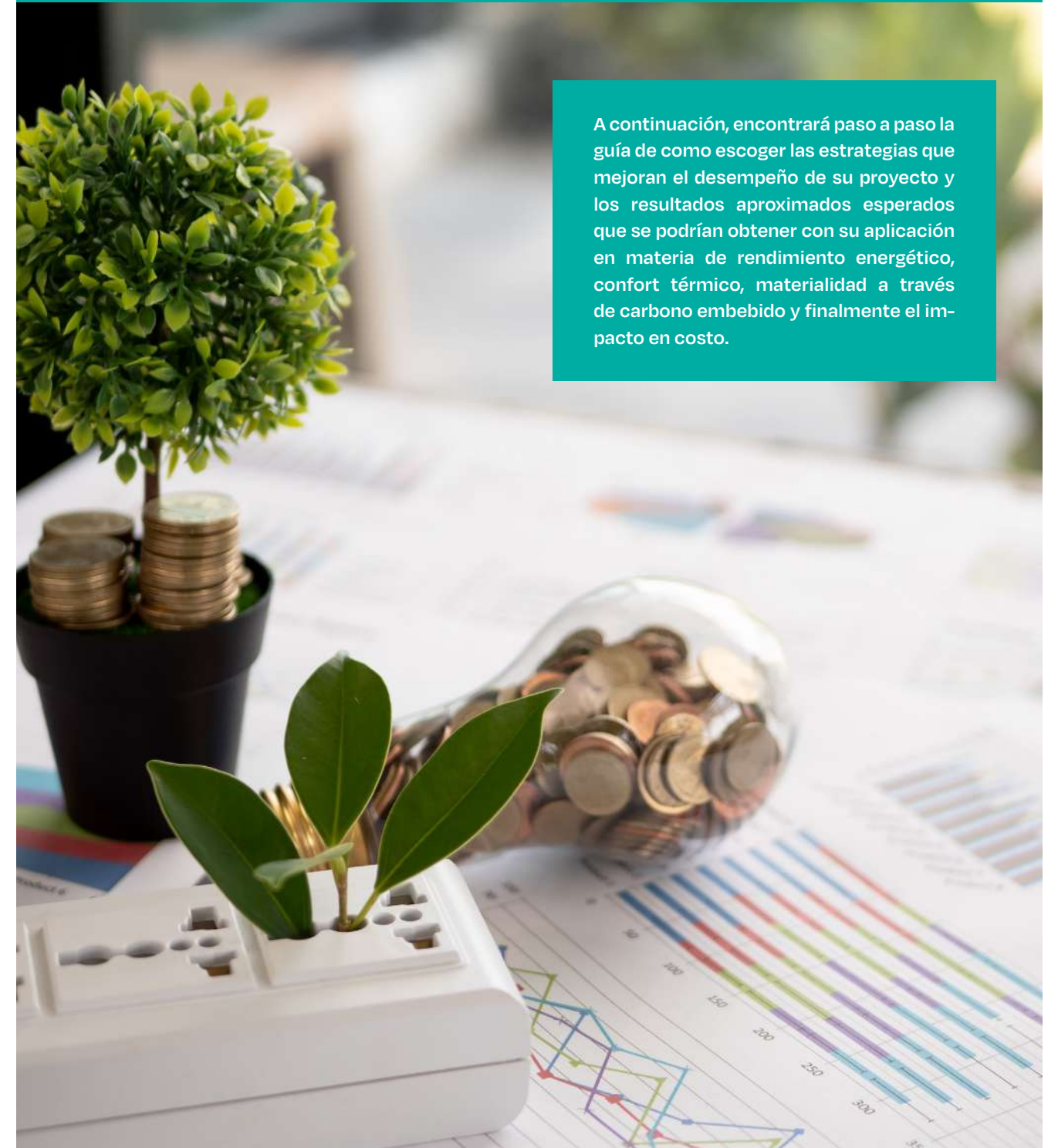
ESTRATEGIAS				
VIDRIO	MURO	INERCIA T	PS-H	CALENT n92
NIGHT FLUSH	GRIFERÍA	PS-V	COMB + GRIFERÍA + CALENT	COMB + GRIF
				COMB

RENDIMIENTO DE LAS ESTRATEGIAS CON RESPECTO A LA ORIENTACIÓN					
VIDRIO	NORTE	ESTE	SUR	OESTE	
	6.6% 0°	8% 90°	4.2% 180°	10.1% 270°	
	NORESTE	SURESTE	SUROESTE	NOROESTE	
	8% 45°	6.1% 135°	9.7% 225°	6.9% 315°	
	MURO	NORTE	ESTE	SUR	OESTE
		11.2% 0°	11% 90°	10.5% 180°	13.6% 270°
		NORESTE	SURESTE	SUROESTE	NOROESTE
		12% 45°	10.7% 135°	13.3% 225°	11% 315°
INERCIA T		NORTE	ESTE	SUR	OESTE
		0.4% 0°	0% 90°	0.3% 180°	2.2% 270°
		NORESTE	SURESTE	SUROESTE	NOROESTE
		0.1% 45°	0% 135°	3.2% 225°	0.3% 315°



CÓMO USAR EL COMPENDIO

A continuación, encontrará paso a paso la guía de como escoger las estrategias que mejoran el desempeño de su proyecto y los resultados aproximados esperados que se podrían obtener con su aplicación en materia de rendimiento energético, confort térmico, materialidad a través de carbono embebido y finalmente el impacto en costo.



01 Identificar la tipología VIS de su proyecto y el criterio que desea priorizar

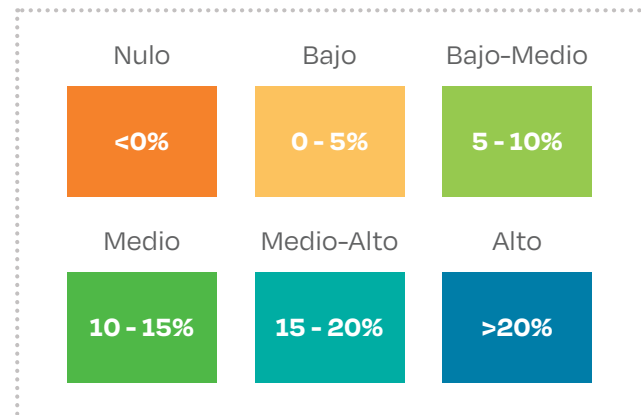
Como se ha mencionado a lo largo del documento, el análisis se enfoca en viviendas VIS urbanas, rurales y de mejoramiento para vivienda existente. Por lo tanto, para aplicar las estrategias de manera efectiva, el primer paso es identificar la tipología de vivienda que mejor se ajuste a su proyecto.

Una vez identificada la tipología, el siguiente paso es seleccionar el criterio de sostenibilidad que desea priorizar. Recuerde que el rendimiento energético y el confort térmico son los principales factores a considerar. Aunque las estrategias del Compendio de VIS 4.0 tienden a comportarse de manera similar para ambos criterios, usted puede dar prioridad a uno de ellos según los objetivos específicos de su proyecto.

Si desea elegir estrategias que representen mejoría para ambos criterios, le sugerimos basarse principalmente en el **criterio energético**, ya que la eficiencia energética reduce costos operativos, disminuye el impacto ambiental y proporciona una base sólida para integrar otras estrategias de sostenibilidad, teniendo en cuenta que las estrategias se comportan de forma similar en ambos criterios.



Los rendimientos están clasificados porcentualmente de la siguiente manera:



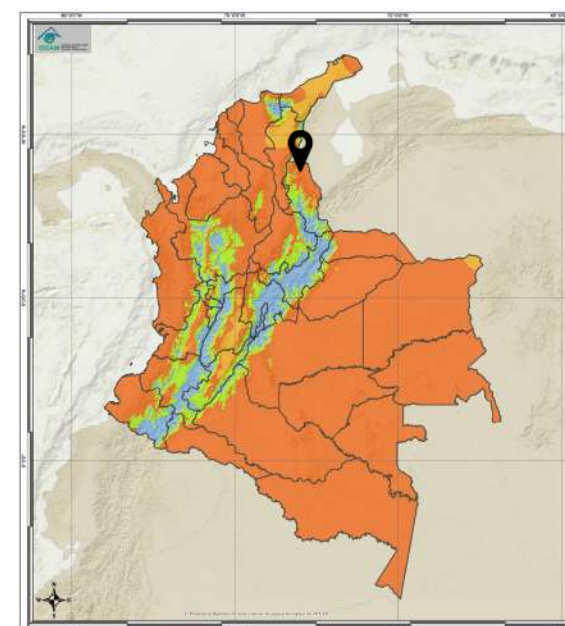
Por ejemplo, un desarrollador va iniciar un nuevo proyecto de construcción, piensa construir un **proyecto VIS de un par de torres en la zona urbana** de su municipio que cumpla con criterios de sostenibilidad para reducir el impacto ambiental que generaría este proyecto y quiere asegurar que los futuros residentes vivan en **condiciones de confort térmico** y que puedan ver reflejada una **reducción en el consumo energético** de su vivienda.

02 Identificar el clima en el que se ubica el proyecto

Teniendo en cuenta las zonas climáticas en Colombia mencionadas en el capítulo 2, es importante establecer el clima en el que se ubica su proyecto, ya que las estrategias de sostenibilidad se comportan de forma diferente dependiendo de dicha característica, y funcionan mejor en unos climas que en otros. Recuerde que los climas cálidos son similares, pero no iguales. Ambos corresponden a zonas ubicadas menores a 1000 msnm (metros sobre el nivel del mar), sin embargo, los climas cálidos secos se caracterizan por tener humedades relativas **menores** al 75%, mientras que los cálidos húmedos presentan humedades **mayores** al 75%.

Tipo de clima	Temperatura (°C)	Altitud (msnm)	Ciudad representativa
Frío	12 - 18	2000m - 2999m	Bogotá (2.625m)
Templado	18 - 24	1000m - 1999m	Medellín (1.495m)
Cálido seco	> 24; HR < 75%	< 1000m	Cali (997m)
Cálido húmedo	> 24; HR > 75%	< 1000m	Barranquilla (18m)

Figura 14. Variables clasificación climática Colombia (Resolución 0549 de 2015).



El desarrollador identifica que su municipio, Malambo Atlántico, es un lugar **muy cálido**, a un par de horas del mar caribe, por lo que consulta la **humedad relativa** y se da cuenta que es de **80%**, además, para verificar su información, se ubica en el mapa de las zonas climáticas de Colombia, y finalmente, ahora sabe que el clima donde ubicará su proyecto es **clima cálido húmedo**.

03 Identifique la orientación del proyecto

Si el proyecto es nuevo, podrá identificar la mejor orientación posible en el compendio, seleccionando aquella que ofrezca los valores más altos en rendimiento energético y/o confort térmico, según la priorización que haya establecido. Si el proyecto es existente, ubique su orientación en el compendio, teniendo en cuenta que 0° se refiere a la orientación en la que la fachada frontal apunta hacia el norte (generalmente, en dirección a Barranquilla), para este caso.



La orientación confunde al Desarrollador, por lo que con una pequeña brújula estando en el lote se ubica mirando hacia el **norte**, entonces se da cuenta que empezó a construir su proyecto con la **fachada principal orientada hacia el Este**, así que deberá tener en cuenta las estrategias que mejor funcionan para esa orientación. Si el Desarrollador no hubiera empezado a construir aún, en el compendio (Anexo 1) podría darse cuenta cual sería la orientación que mejor funciona para su tipología de VIS en su clima.

04 Identifique en las opciones de VIS de su interés las características previamente mencionadas, y seleccione las estrategias del compendio que considere pertinentes

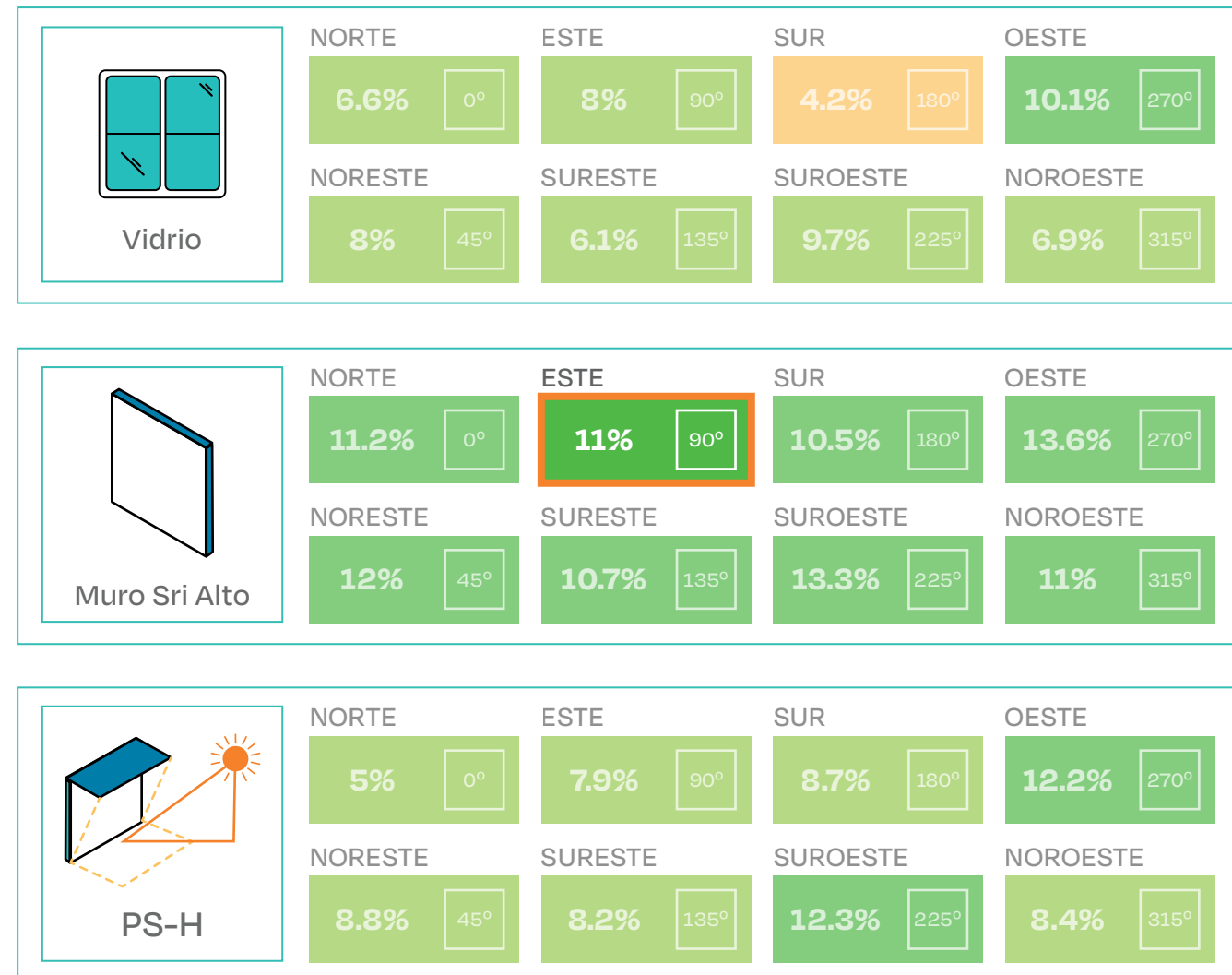
Puede ver para diferentes orientaciones, el desempeño de cada estrategia comparada con la línea base de VIS 4.0, y la sugerencia de las que mejor se comportan desde una perspectiva técnica. El rendimiento del **consumo energético** se refiere al **porcentaje de energía ahorrada** en Kilowatts hora (kWh) respecto a la línea base, mientras que el confort térmico esta dado por el **cumplimiento de la temperatura** en el horario de operación, es decir, el porcentaje en el cual la temperatura está cumpliendo en dicho horario. (Compendio completo ver Anexo 1.)

El Desarrollador finalmente tiene claras las características necesarias para usar el compendio de estrategias de este compendio; sabe que su proyecto es **VIS Urbana**, quiere mejorar el **criterio energético y térmico**, ubicado en un **clima cálido húmedo**, y ha establecido una orientación **hacia el Este**. Paso siguiente, busca en las estrategias disponibles para VIS Urbana, el criterio energético, el clima cálido húmedo y se encuentra con lo siguiente:

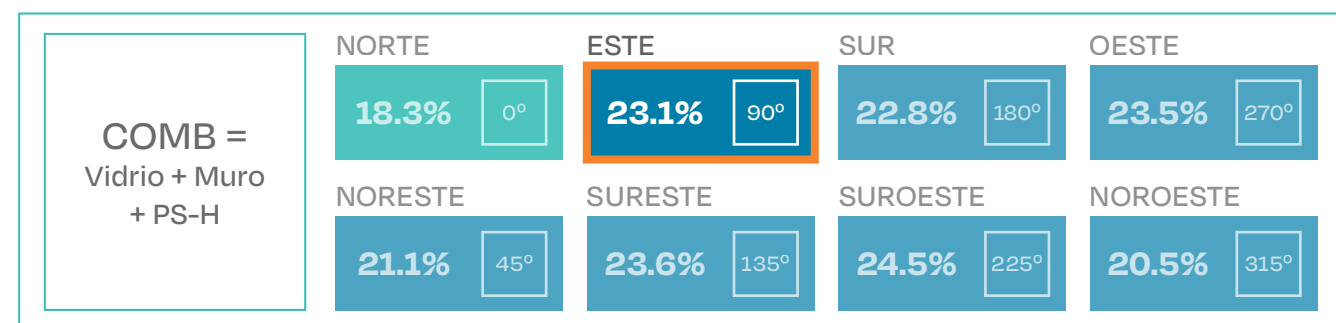
CONVENCIONES	
<p>INERCIA T Inercia térmica</p>	<p>PS-H Protección Solar Horizontal</p>
<p>PS-V Protección Solar Vertical</p>	<p>CALENT n92 Calentador eficiencia 92</p>
<p>COMB: Combinación de estrategias</p>	

Figura 15. Convenciones de estrategias (Elaboración propia, 2024)

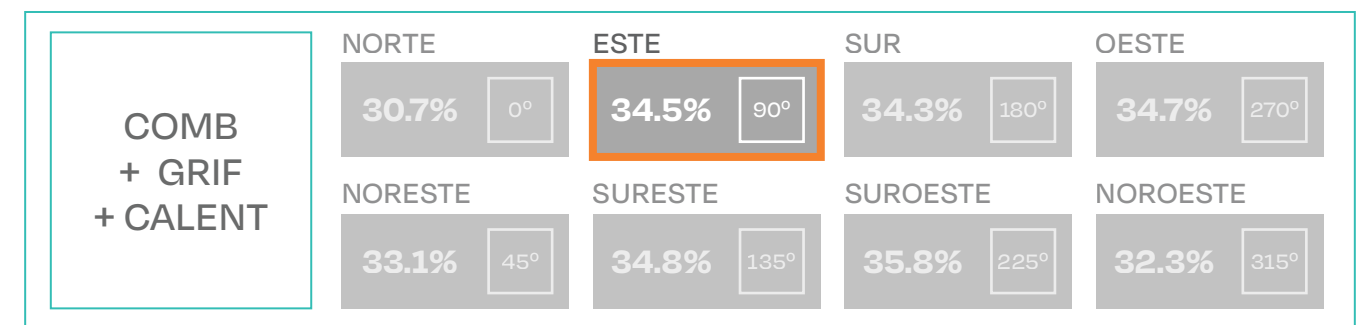
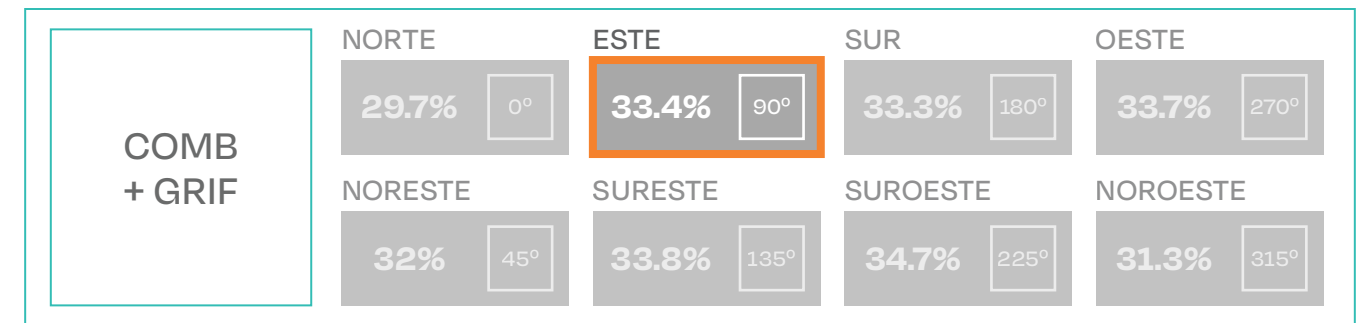
Compendio de estrategias aplicable a: CLIMA CÁLIDO HÚMEDO – ÁMBITO URBANO



Las estrategias combinadas son las que resaltan de color naranja, y representan entre sí los mejores rendimientos cuando se combinan.



Se refiere al rendimiento de las estrategias combinadas si se le suma la estrategia activa grifería, y adicionalmente calentadores.

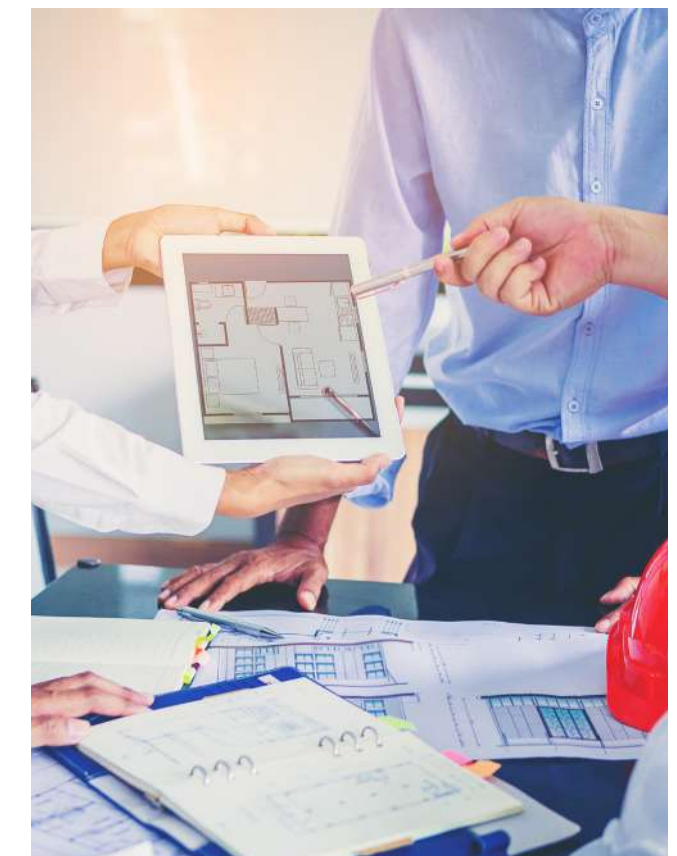


En este caso el Desarrollador se da cuenta que la vivienda obtendría ahorros estimados del consumo de energía así:

HASTA UN **34%** Si implementa estrategias combinadas junto con grifería y calentadores.

HASTA UN **23%** Si implementa estrategias pasivas combinadas en el diseño de su proyecto.

HASTA UN **11%** Si solamente implementa Muro SRI Alto.



HERRAMIENTAS PARA VIS URBANA

Para conocer las estrategias identificadas para la VIS Urbana, en el criterio energético y térmico se debe consultar el Anexo 1. Compendio de estrategias para VIS URBANA

Criterio Energético	Criterio Térmico	Materialidad sugerida
Clima Frío	Clima Frío	
Clima Templado	Clima Templado	
Clima Cálido Húmedo	Clima Cálido Húmedo	
Clima Cálido Seco	Clima Cálido Seco	

En cuanto a la materialidad y teniendo en cuenta la modelación realizada para el prototipo de la VIS Urbana, se identifica que el aporte en mayor medida de las emisiones de carbono embebido, son el concreto y el acero, representando juntos casi un 90% de las emisiones de una vivienda, en su ciclo de vida aceptado internacionalmente como 60 años, y en todas las fases de esta; desde su construcción hasta su operación y uso.

CALENTAMIENTO GLOBAL KG CO₂e - TIPOS DE RECURSOS

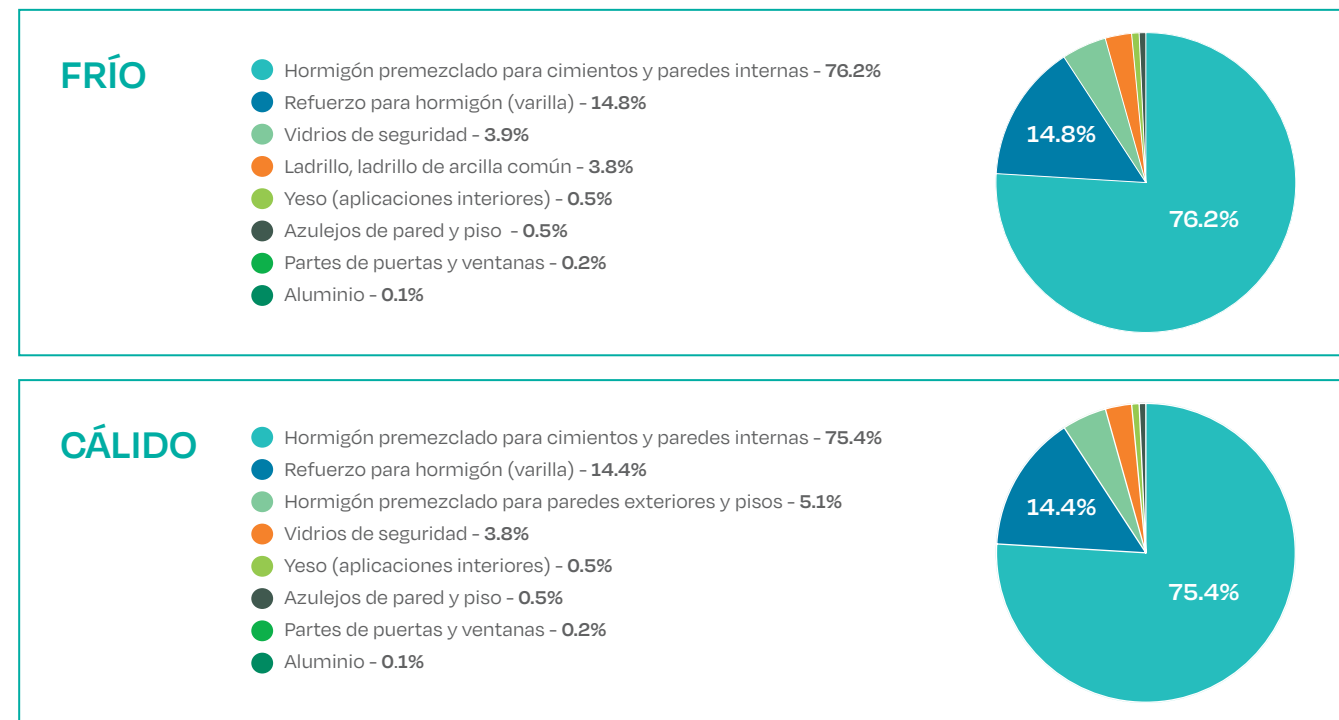


Figura 16. Contribución por material – VIS Urbana (Elaboración propia, 2024)

De acuerdo con las modelaciones realizadas, la incorporación de materiales producidos o fabricados con atributos de sostenibilidad en la Vivienda de Interés Social (VIS) urbana podría lograr reducciones de hasta un 21% en las emisiones de carbono embebido en proyectos NUEVOS de este tipo, esto contemplando características de los materiales disponibles en el mercado colombiano.

Tabla 3. Reducciones de carbono embebido en VIS Urbana

		TIPOLOGÍA URBANA	
		FRÍO	CÁLIDO
BASE	Carbon Heroes - kg CO ₂ e /m ²	320	324
	kg CO ₂ e	14,507.72	14,674.41
MEJORADO	Carbon Heroes - kg CO ₂ e /m ²	253	255
	kg CO ₂ e	11,503.45	11,562.75
REND.	Carbon Heroes	20.94%	21.3%
	kg CO ₂ e	20.71%	21.2%

Para lograr la reducción del 21% del carbono embebido en esta tipología se contemplan las siguientes condiciones.

	Materialidad recomendada	Prioridad Impacto en emisiones de carbono embebido
	Mix de concreto con 20% o más contenido de ceniza volante y/o 30% o más contenido de cemento reciclado.	
	Acero con un 97% o más de contenido reciclado.	
	Cambiar el uso del ladrillo o bloque de mampostería convencional por ladrillo recuperado o con contenidos reciclados.	
	Aluminio para ventanas y acabados con un 50% o más de contenido reciclado.	

Dados estos resultados, se hace necesario ampliar las opciones disponibles de materiales especialmente con menores emisiones en sus procesos productivos, que reduzcan el carbono embebido, si se quieren lograr las metas de reducción de carbono del país de un 30%⁷ a 2030 para edificaciones residenciales estrato 1,2, y 3.

⁷ Hoja de Ruta de Edificaciones Neto Cero Carbono

HERRAMIENTAS PARA VIS RURAL

Para conocer las estrategias identificadas para la VIS RURAL, en el criterio energético y térmico se debe consultar el Anexo 1. Compendio de estrategias para VIS RURAL.

Criterio Energético	Criterio Térmico	Materialidad sugerida
Clima Frío	Clima Frío	
Clima Templado	Clima Templado	
Clima Cálido Húmedo	Clima Cálido Húmedo	
Clima Cálido Seco	Clima Cálido Seco	

Teniendo en cuenta la modelación realizada para el prototipo de la VIS Rural, se identifica que el aporte en mayor medida de las emisiones de carbono embebido, provienen de ladrillo o bloque de arcilla tradicional, el concreto y el acero, representando juntos casi un 80% de las emisiones de una vivienda, en su ciclo de vida aceptado internacionalmente como 60 años, y en todas las fases de esta; desde su construcción hasta su operación y uso.

CALENTAMIENTO GLOBAL KG CO₂e - TIPOS DE RECURSOS

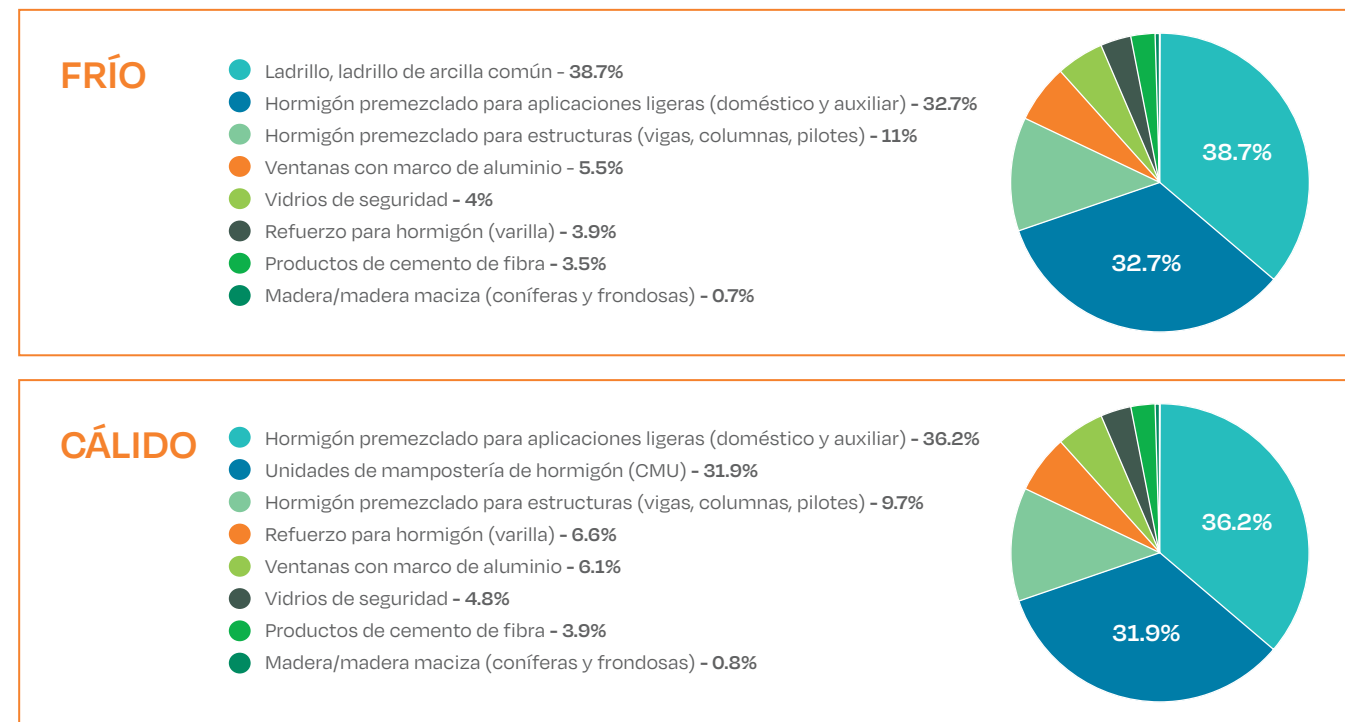


Figura 17. Contribución por material – VIS Rural (Elaboración propia, 2024)

Con la sugerencia de usar materiales sostenibles en su proyecto, se espera que haya reducciones de emisiones de carbono embebido de hasta un **28%** en climas fríos, y hasta un **17%** en climas templados y cálidos de proyectos **NUEVOS** de Viviendas de Interés Social Rurales:

Tabla 4. Reducciones de carbono embebido en VIS Rural

		TIPOLOGÍA RURAL	
		FRÍO	CÁLIDO
BASE	Carbon Heroes - kg CO ₂ e /m ²	329	297
	kg CO ₂ e	19,714.71	17,813.50
MEJORADO	Carbon Heroes - kg CO ₂ e /m ²	236	246
	kg CO ₂ e	14,169.11	14,728.67
REND.	Carbon Heroes	28.27%	17.17%
	kg CO ₂ e	28.13%	17.32%

	Materialidad recomendada	Prioridad Impacto en emisiones de carbono embebido
	Cambiar el uso del ladrillo o bloque de mampostería convencional por ladrillo recuperado o con contenidos reciclados, o producidos en hornos más eficientes y de menor emisión.	
	Mix de concreto con 20% o más contenido de ceniza volante y/o 30% o más contenido de cemento reciclado.	
	Acero con un 97% o más de contenido reciclado.	
	Aluminio para ventanas y acabados con un 50% o más de contenido reciclado.	

A diferencia de la VIS urbana, en el caso de las VIS rural, se encuentra una diferencia importante en la reducción del carbono embebido asociada al clima, especialmente para los climas cálidos, con los materiales disponibles en el mercado se lograría una reducción de hasta un 17%, lo que requiere un esfuerzo importante de todos los actores involucrados en la cadena de valor para lograr las metas establecidas asociadas a la reducción de carbono en el país.

HERRAMIENTAS PARA VIS DE MEJORAMIENTO

Para conocer las estrategias identificadas para la VIS de Mejoramiento, en el criterio energético y térmico se debe consultar el Anexo 1. Compendio de estrategias para VIS de Mejoramiento.

Criterio Energético	Criterio Térmico	Materialidad sugerida
Clima Frío	Clima Frío	
Clima Templado	Clima Templado	
Clima Cálido Húmedo	Clima Cálido Húmedo	
Clima Cálido Seco	Clima Cálido Seco	

Nota técnica: Para el caso específico de la vivienda de mejoramiento, no se presenta un análisis de reducción de su huella de carbono. Esto se debe a que una vez construida la vivienda no se puede revertir el impacto que se generó durante su ejecución, no obstante, si se recomienda que en caso de implementar alguna de las estrategias recomendadas para lograr una mejora a nivel térmico y/o energético que involucre la implementación o cambio de materiales, se sigan las recomendaciones dadas en las tipologías anteriores.

TIPOLOGÍA IDEAL Y CASOS DE ESTUDIO

Prototipos ideales

Metas

Impacto presupuestal de las estrategias

Casos de estudio

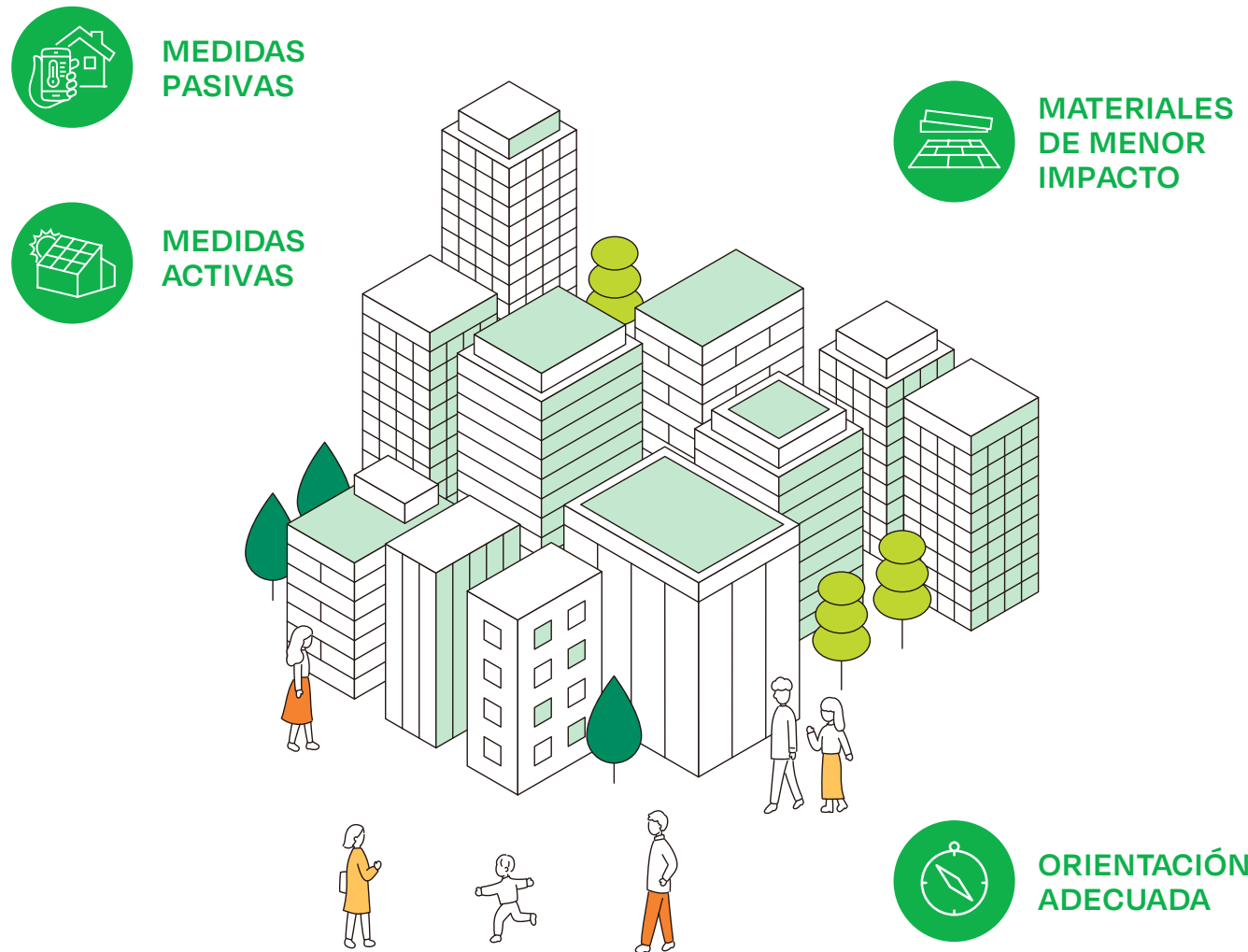
Caso de estudio 1: La Calera, Cundinamarca

Caso de estudio 2: Barranquilla, Atlántico

Caso de estudio 3: Medellín, Antioquia



PROTOTIPOS IDEALES



En el compendio de estrategias de VIS 4.0 se encuentran los resultados y rendimientos acorde a las tipologías, sub tipologías, variaciones climáticas, estrategias y las orientaciones, sin embargo, en este capítulo, se presentan los resultados de los prototipos de Vivienda de Interés Social (VIS) que han demostrado tener el mejor rendimiento energético y térmico, basados en modelaciones y análisis detallados. Estos prototipos representan las condiciones ideales que se sugieren para nuevos proyectos de vivienda, asegurando la aplicación de estrategias con mejor rendimiento con respecto a la línea base. Al integrar estrategias pasivas y activas de diseño sostenible, se busca optimizar la eficiencia energética y mejorar el confort térmico de las viviendas.

Las estrategias seleccionadas abarcan desde la orientación óptima de las viviendas hasta la implementación de estrategias pasivas y activas que mejoran el rendimiento energético y térmico, todo a partir de un contexto país, sin embargo, la incorporación de nuevas tecnologías y estrategias constructivas, así como materiales corresponde especialmente a una visión ideal dada la disponibilidad existente de este tipo de soluciones en el mercado colombiano.

A continuación se detallan los 12 prototipos ideales que, tras un análisis exhaustivo, ofrecen el mejor rendimiento en los criterios definidos para VIS 4.0:

VIS URBANA

En la tipología urbana, las variaciones que tienen el mejor rendimiento son las siguientes:

FRÍO	TEMPLADO	CÁLIDO SECO	CÁLIDO HÚMEDO
ORIENTACIÓN IDEAL			
90°	0°	225°	45°
ESTRATEGIA PASIVA CON MÁS AHORRO			
Muro SRI bajo - 3.5%	Night Flush - 21.3%	Muro SRI - 13.3%	Night Flush - 19%
ESTRATEGIAS COMBINADAS			
Solo Muro SRI bajo	Vidrio SHGC, Muro SRI, Night Flush	Vidrio SHGC, Muro SRI, PS-H	Vidrio SHGC, Muro SRI, Night Flush
AHORRO CON COMB			
3.5%	21.4%	24.5%	26.7%
AHORRO CON COMB + GRIF			
24.4%	49.4%	34.7%	48.1%
AHORRO CON COMB + GRIF + CALENT			
26%	56.7%	35.8%	50.5%
CUMPLIMIENTO TÉRMICO EXTRA - MEJOR ESTRATEGIA 2PM - 12AM			
13.95%	10.63%	9.87%	13.32%
ORIENTACIÓN IDEAL 2PM - 12AM			
13.95%	18.79%	16.53%	21.97%

Se puede observar que las orientaciones ideales varían en cada tipología, sin embargo, se destaca que la mayoría de ellas en la VIS urbana se encuentran entre el norte y el este, excepto por el clima cálido, donde el prototipo se orienta hacia el suroeste, ó 225° respecto al norte. También es destacable que los ahorros con todas las combinaciones de estrategias, es decir, el ahorro obtenido de las estrategias pasivas combinadas junto con las estrategias activas (grifería y calentadores) se encuentra por encima del 30%, alcanzando inclusive hasta el 50% en clima templado y cálido seco. Sin embargo, en clima frío dicho ahorro solo llega hasta el 26%.

VIS RURAL

En la tipología rural, las variaciones que tienen el mejor rendimiento son las siguientes:

FRÍO	TEMPLADO	CÁLIDO SECO	CÁLIDO HÚMEDO
ORIENTACIÓN IDEAL			
90°	270°	225-270°	270°
ESTRATEGIA PASIVA CON MÁS AHORRO			
Cubierta valor U - 4.8%	Vidrio SHGC - 19.1%	Cubierta SRI - 15.5%	Cubierta SRI - 14.7%
ESTRATEGIAS COMBINADAS			
Solo cubierta valor U	Vidrio SHGC, Cubierta SRI, Muro SRI	Vidrio SHGC, Cubierta SRI	Cubierta SRI, Muro SRI
AHORRO CON COMB			
4.8%	26.7%	25.1%	16.9%
AHORRO CON COMB + GRIF			
19.3%	43.5%	35.6%	34.9%
AHORRO CON COMB + GRIF + CALENT			
20.1%	43.8%	36.7%	36.8%
CUMPLIMIENTO TÉRMICO EXTRA - MEJOR ESTRATEGIA 2PM - 12AM			
2.77%	5.81%	5.95%	0.11%
ORIENTACIÓN IDEAL 2PM - 12AM			
2.77%	18.03%	6.22%	18.76%

Se observa que las orientaciones óptimas varían según la tipología de la VIS, aunque la mayoría de los prototipos rurales se orientan predominantemente hacia el sur y el oeste. Una excepción notable es el clima frío, en el que el prototipo se orienta hacia el este, es decir, a 90° respecto al norte. Además, es importante resaltar que, al combinar estrategias pasivas con estrategias activas (como grifería y calentadores), los ahorros superan el 35% en general. Sin embargo, en climas fríos, el ahorro se limita al 20%, mientras que en climas templados se alcanza un ahorro del 45%, el más alto entre todas las tipologías de VIS analizadas.

VIS DE MEJORAMIENTO

En la tipología de VIS Mejoramiento, las variaciones que tienen el mejor rendimiento son las siguientes:

FRÍO	TEMPLADO	CÁLIDO SECO	CÁLIDO HÚMEDO
ORIENTACIÓN IDEAL			
90°	270°	45°	90°
ESTRATEGIA PASIVA CON MÁS AHORRO			
Muro SRI bajo - 6%	Cubierta SRI - 40.7%	Cubierta SRI - 29.2%	Cubierta SRI - 42.4%
ESTRATEGIAS COMBINADAS			
Muro SRI bajo, Cubierta valor U	Vidrio SHGC, Cubierta SRI, Night Flush	Vidrio SHGC, Cubierta SRI, Night Flush	Muro SRI, Cubierta SRI, Night Flush
AHORRO CON COMB			
9.3%	31.8%	41.8%	33.2%
AHORRO CON COMB + GRIF			
25.7%	48%	52.3%	48.3%
AHORRO CON COMB + GRIF + CALENT			
27%	50.3%	53.9%	50.50%
CUMPLIMIENTO TÉRMICO EXTRA - MEJOR ESTRATEGIA 2PM - 12AM			
19.91%	28.33%	18.22%	6.47%
ORIENTACIÓN IDEAL 2PM - 12AM			
12.63%	35.21%	35.23%	6.06%

Si bien, un proyecto VIS de mejoramiento no puede construirse de cero con estas especificaciones, dado que la idea es mejorar proyectos existentes, se hace la selección de los prototipos ideales logrados y sus respectivos rendimientos estimados con el fin de visualizar las condiciones y estrategias más ideales a implementar en cada clima.

Se puede observar que las orientaciones ideales varían en cada tipología, sin embargo, se destaca que la mayoría de ellas en la VIS urbana se encuentran entre el norte y el este, excepto por el clima cálido, donde el prototipo se orienta hacia el suroeste, ó 225° respecto al norte. También es destacable que los ahorros con todas las combinaciones de estrategias, es decir, el ahorro obtenido de las estrategias pasivas combinadas junto con las estrategias activas (grifería y calentadores) se encuentra por encima del 30%, alcanzando el 50% en clima templado y cálido seco. Sin embargo, en clima frío dicho ahorro solo llega hasta el 26%



Luego de obtener los resultados con los mejores rendimientos, a continuación se realiza una verificación del comportamiento de los prototipos ideales con respecto a las metas planteadas inicialmente para VIS 4.0. El análisis de los resultados obtenidos en las modelaciones y evaluaciones energéticas y térmicas de los prototipos ideales de Vivienda de Interés Social (VIS) permite visualizar el grado de cumplimiento de las metas planteadas para VIS 4.0, centrándose en tres criterios: eficiencia energética, confort térmico y carbono embebido.

Como se mencionó en el capítulo 1, la visión para VIS 4.0 plantea lograr mejorías en la eficiencia energética de hasta un 30%, aumentar el confort térmico un 10% y reducir las emisiones de carbono embebido en un 30%, todo esto a partir de la implementación de las estrategias del compendio VIS 4.0 planteadas, registrando las comparaciones antes y después de dicha implementación. La mayoría de las tipologías VIS han alcanzado un cumplimiento notable en los criterios energético y térmico, donde el 75% de los 12 prototipos ideales cumplen con la meta.

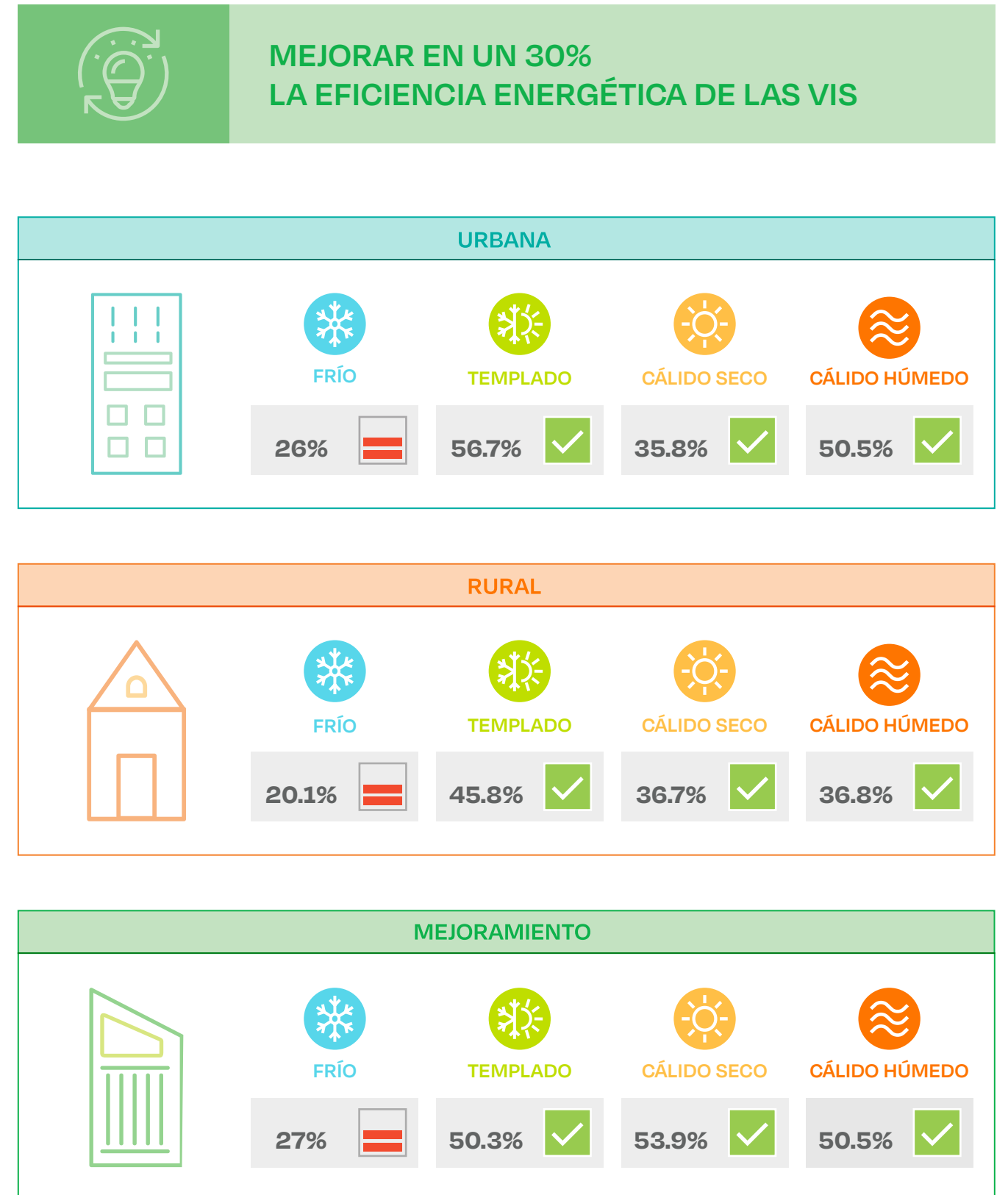


Figura 18. Resultados de tipologías ideales con respecto a las metas de VIS 4.0 (Elaboración propia, 2024)

AUMENTAR UN 10% EL CONFORT TÉRMICO EN LAS VIS

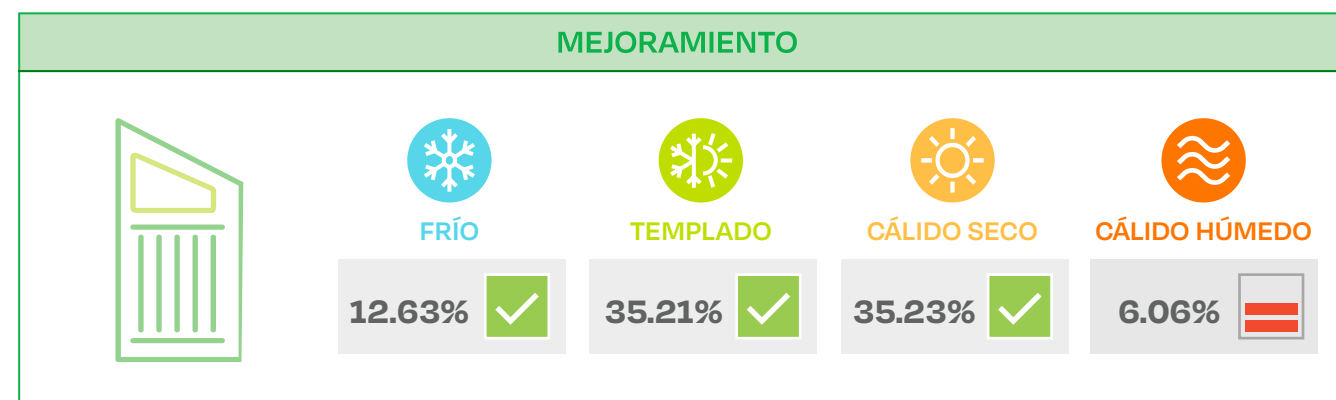
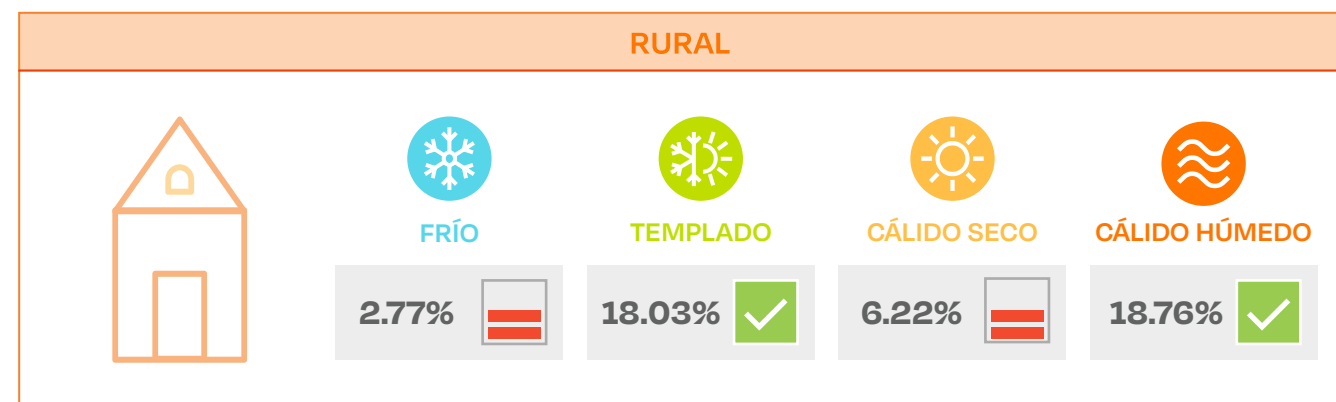
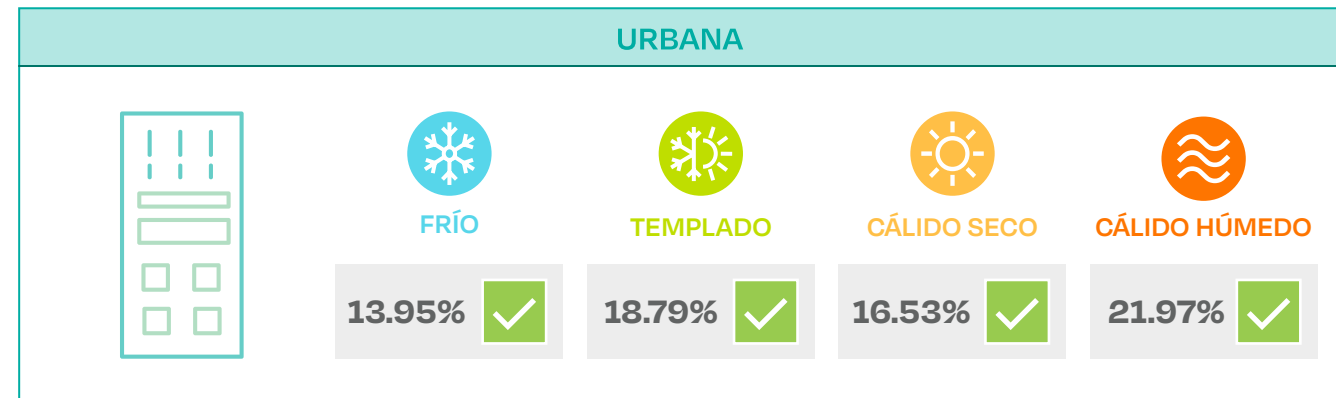


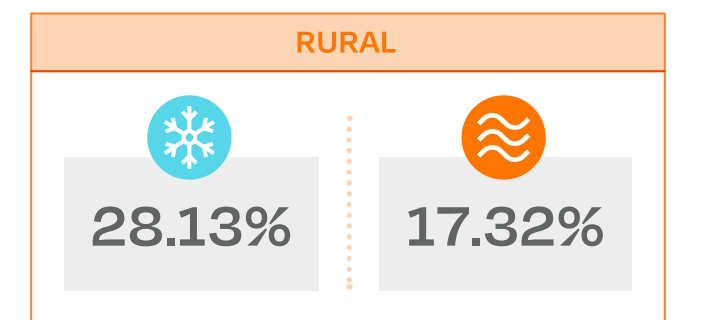
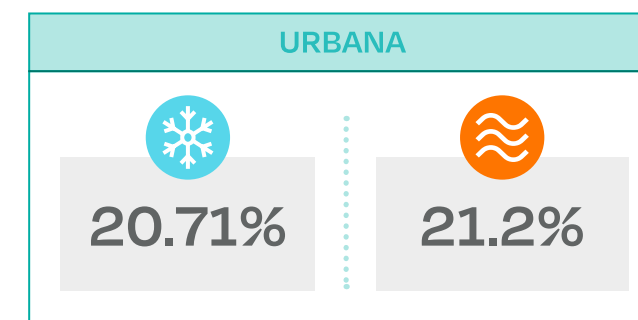
Figura 18. Resultados de tipologías ideales con respecto a las metas de VIS 4.0 (Elaboración propia, 2024)

Para el criterio energético, los climas fríos representan un desafío significativo. Aunque no se logra la meta de rendimiento establecida, los resultados muestran rendimientos por encima del 20%, acercándose en algunos casos al 30% deseado. Esto es destacable, considerando las condiciones críticas de estos climas, y refleja un esfuerzo considerable en mejorar la eficiencia energética a pesar de las dificultades inherentes.

En cuanto al criterio térmico, la VIS rural presenta un escenario crítico en dos climas específicos donde no se alcanza la meta establecida. Los porcentajes en estos casos se alejan de los objetivos, indicando la necesidad de enfoques adicionales o ajustes en las estrategias utilizadas. Contrariamente, en la VIS urbana, las condiciones son más favorables, logrando el cumplimiento de las metas en todas las tipologías y superando el 10% de rendimiento en la meta térmica. Esto demuestra que, en contextos urbanos, las estrategias implementadas son más efectivas y adaptables a las necesidades específicas de estos entornos.

En cuanto al carbono embebido, con las especificaciones planteadas se podría lograr reducir las emisiones hasta en un 28% en la tipología rural de clima frío, principalmente debido al uso de ladrillo de arcilla, al ser reemplazado con uno de menor potencial de calentamiento global, lo que reduce considerablemente las emisiones en comparación con la línea base. Sin embargo, en todas las demás tipologías, la reducción alcanzada es de aproximadamente el 20%. Esto destaca la necesidad de seguir explorando estrategias alternativas para incorporar materiales con menor impacto, no solo en viviendas de interés social (VIS), sino en cualquier tipo de edificación. Es crucial fortalecer y promover los atributos de sostenibilidad en los materiales de construcción en el mercado colombiano.

REDUCCIÓN kg CO2e



Para concluir, los resultados obtenidos reflejan tanto logros significativos como oportunidades de mejora en la eficiencia energética, el rendimiento térmico y la reducción de carbono embebido en los proyectos de Vivienda de Interés Social (VIS). En climas fríos, aunque no se alcanza la meta de rendimiento energética deseada, se observan mejoras destacables que superan el 20% y en algunos casos se acercan al 30%, este avance es notable dadas las condiciones adversas de estos climas.

En contraste, la VIS rural enfrenta desafíos críticos en términos térmicos en dos climas específicos, revelando la necesidad de ajustes adicionales en las estrategias empleadas. Por otro lado, la VIS urbana demuestra un mejor desempeño, cumpliendo con las metas térmicas establecidas y superando el 10% de rendimiento.

En cuanto a los resultados del carbono embebido, se resalta la importancia de continuar desarrollando y promoviendo materiales de construcción más sostenibles en el mercado colombiano, para mejorar no solo en el contexto de la VIS, sino en la edificación en general.

IMPACTO PRESUPUESTAL DE LAS ESTRATEGIAS

La evaluación técnica realizada se complementó con un análisis del impacto presupuestal asociado a la implementación de las estrategias consideradas, a continuación se detalla la metodología aplicada y los resultados obtenidos en cuanto al impacto presupuestal de la incorporación del compendio VIS 4.0.

METODOLOGÍA APLICADA

La estimación del impacto presupuestal derivado de la implementación de las estrategias recomendadas en el Compendio VIS 4.0 se realizó consolidando y actualizando diferentes análisis de costos relacionados con la implementación de la Resolución 0549 en proyectos VIP y VIS. A través de actividades e investigaciones asociadas a este tipo de análisis, fue posible plantear estimaciones de impacto presupuestal que son comparables y relevantes para la propuesta VIS 4.0.

Para determinar el impacto del presupuesto en diversos proyectos, se tomó una línea de acción inicial que consistió en estimar la distribución porcentual de los capítulos de un presupuesto de construcción (considerando únicamente costos directos), y a partir de precios reales del mercado obtenidos con ayuda de proveedores y bases de datos como Construdata, se estimó el impacto de las medidas. Para corroborar los resultados, se llevó a cabo la segunda línea de acción, con la cual se estimó el costo de las medidas a partir de presupuestos de proyectos reales, y de análisis presupuestales de entidades para las diferentes tipologías del territorio colombiano, específicamente Vivienda VIS, VIP y NO VIS.

De esta forma se determinó finalmente el impacto presupuestal de las medidas con respecto al costo global del proyecto, luego se calculó un promedio por clima (incluyendo clima frío, templado, cálido húmedo y cálido seco) y por tipología para encontrar el valor más cercano y acertado posible en términos de costos para las medidas que se pudieron calcular bajo este método.



RESULTADOS

En la Figura 19 se muestra el impacto presupuestal en porcentaje de la aplicación de cada una de las estrategias (activas y pasivas) en viviendas VIS unifamiliares y VIS multifamiliares que corresponden a vivienda rural y urbana respectivamente.

Es importante resaltar que para el caso de las viviendas VIS en la modalidad de mejoramiento no se lleva a cabo un análisis presupuestal, dado el limitado acceso a información y a la multiplicidad de tipologías de vivienda. Esta diversidad depende de distintos factores, como el presupuesto disponible para el mejoramiento, la cantidad de unidades habitacionales y las prioridades de intervención para el mejoramiento.

La evaluación realizada para VIS 4.0 fue adaptada por Green Loop de la metodología desarrollada por la Corporación Financiera Internacional (IFC en inglés), donde compiló los costos de diversos modelos de edificaciones, y se tuvieron diferentes consideraciones como la planificación previa, valoración de cantidades y costos, modelo financiero y herramienta costo beneficio, disponibilidad tecnología y soporte en la implementación.

De acuerdo con esto, se planteó la siguiente escala para clasificar el impacto presupuestal de las estrategias de diseño pasivas y activas evaluadas en VIS 4.0:

Muy bajo	0% - 0.49%
Bajo	0.5% - 0.99%
Medio	1% - 1.49%
Medio Alto	1.5% - 2%
Alto	Mayor a 2%

Tras analizar las estrategias en las cuatro tipologías climáticas, a continuación se presenta el impacto presupuestal de todas las iteraciones disponibles en el compendio VIS 4.0. En general, las estrategias pasivas tienen un impacto bajo, medio o muy bajo en los costos. Sin embargo, algunas estrategias, como la implementación de calentadores de agua de mayor eficiencia, pueden superar el 1.5% en términos de costo.



ESTRATEGIA	TIPOLOGÍA DE EDIFICACIÓN	CLIMA FRÍO		CLIMA TEMPLADO	
		COSTOS		COSTOS	
		Estimación Impacto presupuestal	Clasificación	Estimación Impacto presupuestal	Clasificación
Elementos de protección solar horizontal	VIS Unifamiliar	1.10%	Medio	1.06%	Medio
	VIS Multifamiliar	0.90%	Bajo	0.96%	Bajo
Elementos de protección solar vertical	VIS Unifamiliar	1.16%	Medio	1.16%	Medio
	VIS Multifamiliar	0.95%	Bajo	1.05%	Medio
Elementos de protección solar combinados	VIS Unifamiliar	1.43%	Medio	1.41%	Medio
	VIS Multifamiliar	1.17%	Medio	1.28%	Medio
Vidrios de protección solar - SHGC	VIS Unifamiliar	1.34%	Medio	1.34%	Medio
	VIS Multifamiliar	1.00%	Medio	1.00%	Medio
Cubierta de protección solar - Valor U	VIS Unifamiliar	1.21%	Medio	1.18%	Medio
	VIS Multifamiliar	0.05%	Muy Bajo	0.05%	Muy Bajo
Cubierta de protección solar - SRI	VIS Unifamiliar	0.01%	Muy Bajo	0.29%	Muy Bajo
	VIS Multifamiliar	0.01%	Muy Bajo	0.01%	Muy Bajo
Pared de protección solar - Valor U	VIS Unifamiliar	1.11%	Medio	1.04%	Medio
	VIS Multifamiliar	0.05%	Muy Bajo	0.04%	Muy Bajo
Pared de protección solar - SRI	VIS Unifamiliar	0.01%	Muy Bajo	0.01%	Muy Bajo
	VIS Multifamiliar	0.01%	Muy Bajo	0.01%	Muy Bajo
Inercia térmica	VIS Unifamiliar	0.00%	N/A	0.00%	N/A
	VIS Multifamiliar	0.00%	N/A	0.00%	N/A
Night Flush	VIS Unifamiliar	0.00%	N/A	0.00%	N/A
	VIS Multifamiliar	0.00%	N/A	0.00%	N/A
Duchas	VIS Unifamiliar	0.04%	Muy Bajo	0.04%	Muy Bajo
	VIS Multifamiliar	0.04%	Muy Bajo	0.04%	Muy Bajo
Calentadores n92	VIS Unifamiliar	1.60%	Medio Alto	1.60%	Medio Alto
	VIS Multifamiliar	1.23%	Medio	1.23%	Medio

Figura 19. Impacto presupuestal de la totalidad de las estrategias (Elaboración propia, 2024)

ESTRATEGIA	TIPOLOGÍA DE EDIFICACIÓN	CLIMA CÁLIDO SECO		CLIMA CÁLIDO HÚMEDO	
		COSTOS		COSTOS	
		Estimación Impacto presupuestal	Clasificación	Estimación Impacto presupuestal	Clasificación
Elementos de protección solar horizontal	VIS Unifamiliar	1.00%	Medio	1.07%	Medio
	VIS Multifamiliar	0.81%	Bajo	0.86%	Bajo
Elementos de protección solar vertical	VIS Unifamiliar	1.44%	Medio	1.45%	Medio
	VIS Multifamiliar	1.16%	Medio	1.16%	Medio
Elementos de protección solar combinados	VIS Unifamiliar	1.58%	Medio Alto	1.67%	Medio Alto
	VIS Multifamiliar	1.28%	Medio	1.34%	Medio
Vidrios de protección solar - SHGC	VIS Unifamiliar	1.34%	Medio	1.34%	Medio
	VIS Multifamiliar	1.00%	Medio	1.00%	Medio
Cubierta de protección solar - Valor U	VIS Unifamiliar	1.14%	Medio	1.14%	Medio
	VIS Multifamiliar	0.05%	Muy Bajo	0.05%	Muy Bajo
Cubierta de protección solar - SRI	VIS Unifamiliar	0.01%	Muy Bajo	0.01%	Muy Bajo
	VIS Multifamiliar	0.01%	Muy Bajo	0.01%	Muy Bajo
Pared de protección solar - Valor U	VIS Unifamiliar	1.03%	Medio	1.04%	Medio
	VIS Multifamiliar	0.04%	Muy Bajo	0.04%	Muy Bajo
Pared de protección solar - SRI	VIS Unifamiliar	0.01%	Muy Bajo	0.01%	Muy Bajo
	VIS Multifamiliar	0.01%	Muy Bajo	0.01%	Muy Bajo
Inercia térmica	VIS Unifamiliar	0.00%	N/A	0.00%	N/A
	VIS Multifamiliar	0.00%	N/A	0.00%	N/A
Night Flush	VIS Unifamiliar	0.00%	N/A	0.00%	N/A
	VIS Multifamiliar	0.00%	N/A	0.00%	N/A
Duchas	VIS Unifamiliar	0.04%	Muy Bajo	0.04%	Muy Bajo
	VIS Multifamiliar	0.04%	Muy Bajo	0.04%	Muy Bajo
Calentadores n92	VIS Unifamiliar	1.60%	Medio Alto	1.60%	Medio Alto
	VIS Multifamiliar	1.23%	Medio	1.23%	Medio

Figura 19. Impacto presupuestal de la totalidad de las estrategias (Elaboración propia, 2024)

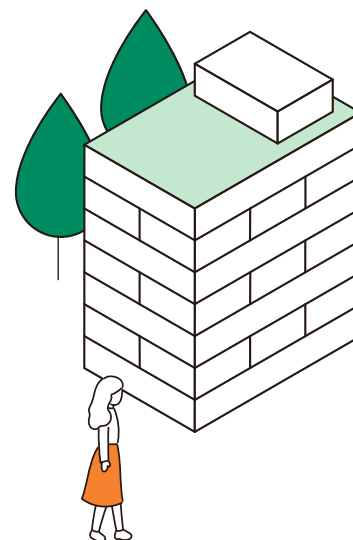
Si bien se hace un análisis para todas las estrategias propuestas, el impacto de 0% en inercia térmica y el night flush corresponde a que este no fue incluido en la evaluación, ya que la primera se relaciona principalmente con la buena selección de la materialidad a partir de un correcto entendimiento del clima, orientación y geometría del edificio, mientras que el night flush se relaciona especialmente con las buenas prácticas de operación, permitiendo abrir aperturas durante la noche para que fluya el aire, que depende específicamente del usuario de la vivienda.



Impacto presupuestal en los prototipos con mejor rendimiento.

Luego de analizar el impacto general en las estrategias y dada la numerosa cantidad de opciones que se ven en el compendio, se centró el análisis del impacto presupuestal en los prototipos que presentan un mejor rendimiento, incluyendo una evaluación para la tipología urbana y para la tipología rural, en los 8 prototipos con los mejores resultados a nivel de eficiencia energética y confort térmico.

En La Figura 20, se relaciona el impacto en las estrategias que aplican a cada uno de los climas según la tipología, por ejemplo en la tipología rural, para el clima frío con la aplicación de las estrategias pasivas que tuvieron el mejor comportamiento se tiene un impacto de 1.25% , pero al agregar la estrategia activa mejorando la eficiencia especialmente en el calentador de agua, se tendría un impacto del 2.84%.



Set de estrategias	URBANA				RURAL			
	FRIO	TEMPLADO	CÁLIDO	CÁLIDO SECO	FRIO	TEMPLADO	CÁLIDO	CÁLIDO SECO
Protección solar horizontal			0.86%					
Vidrios de protección solar - SHGC		1.00%	1.00%	1.00%		1.34%	1.34%	
Cubierta de protección solar - Valor U	0.05%				1.21%			
Cubierta de protección solar - SRI		0.01%	0.01%	0.01%		0.29%	0.01%	0.01%
Pared de Protección solar - SRI		0.01%	0.01%	0.01%		0.01%		0.01%
Pared de Protección solar - Valor U	0.05%							
Night Flush		0.00%		0.00%				
Inercia Térmica	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%
Duchas	0.04%	0.04%	0.04%	0.04%	0.04%	0.04%	0.04%	0.04%
Total estrategias + grifería	0.13%	1.06%	1.92%	1.06%	1.25%	1.67%	1.38%	0.06%
Calentador ef. 92	1.23%	1.23%	1.23%	1.23%	1.60%	1.60%	1.60%	1.60%
Total estrategias + grifería + calent.	1.36%	2.29%	3.15%	2.29%	2.84%	3.27%	2.98%	1.65%

Figura 20. - Impacto presupuestal en las estrategias de mejor comportamiento (Elaboración propia, 2024)

Al observar el impacto presupuestal con las estrategias pasivas y la grifería (Figura 21), el clima con mayor incidencia es cálido húmedo, para las dos tipologías (rural y urbana), seguido del clima templado, para la tipología urbana el clima con menor impacto con un 0.13% es frío, y para la tipología rural es cálido seco con un 0.06%.

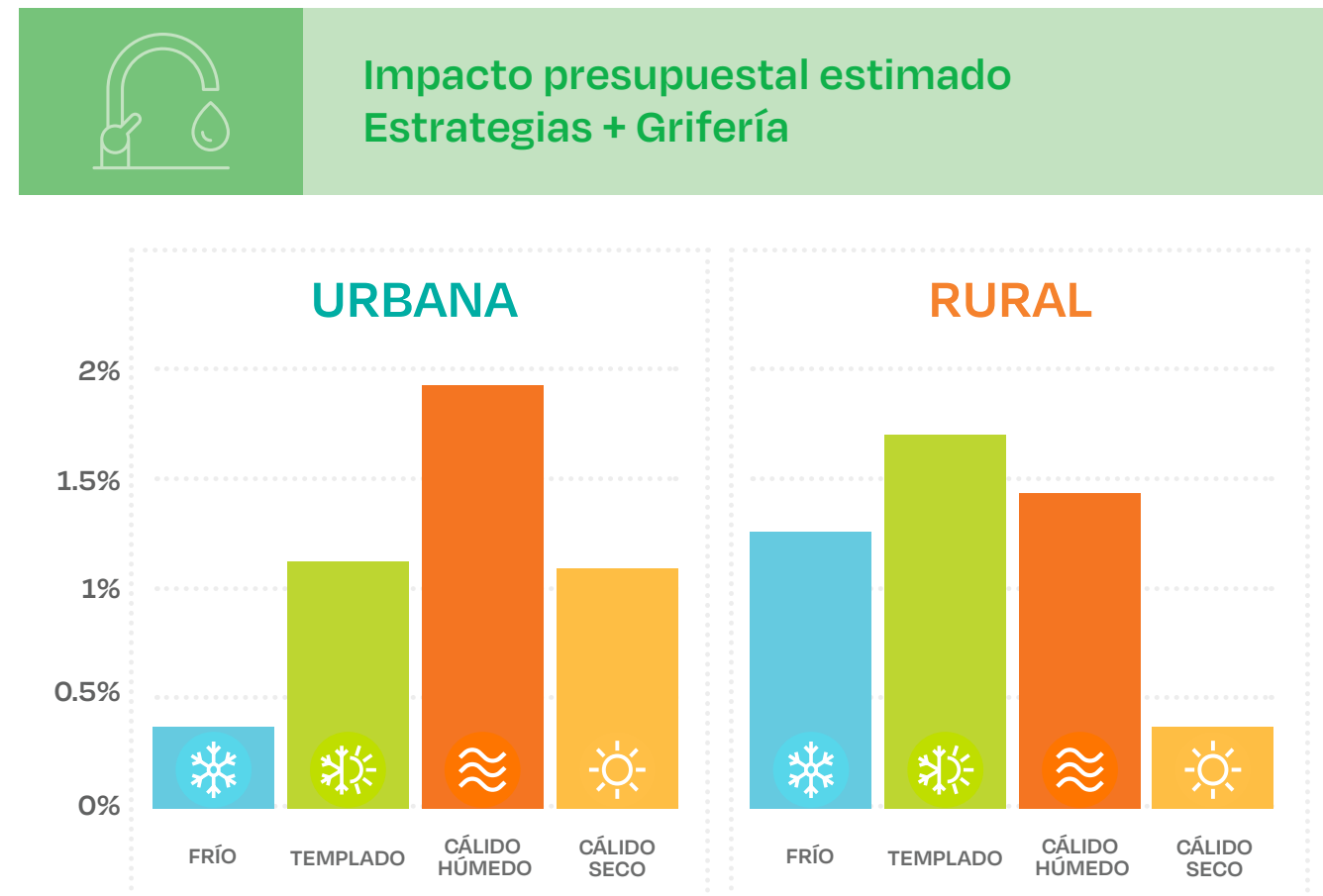


Figura 21. Impacto presupuestal estrategias pasivas y grifería (Elaboración propia, 2024)

Por lo que se puede concluir que la aplicación de estrategias del compendio VIS 4.0 sumando griferías, que suponen los mejores rendimientos energéticos y térmicos, implica un impacto en el presupuesto del costo directo cercano al 2%. Sin embargo, en climas cálidos húmedos tanto urbanos como rurales, siendo casos especiales dadas las altas temperaturas y humedades que sugieren implementar estrategias de diseño, se tienen impactos presupuestales por encima del 1.25%, lo que requiere mayor inversión para lograr alcanzar el rendimiento esperado.



Impacto presupuestal estimado Estrategias + Grifería + Calentador

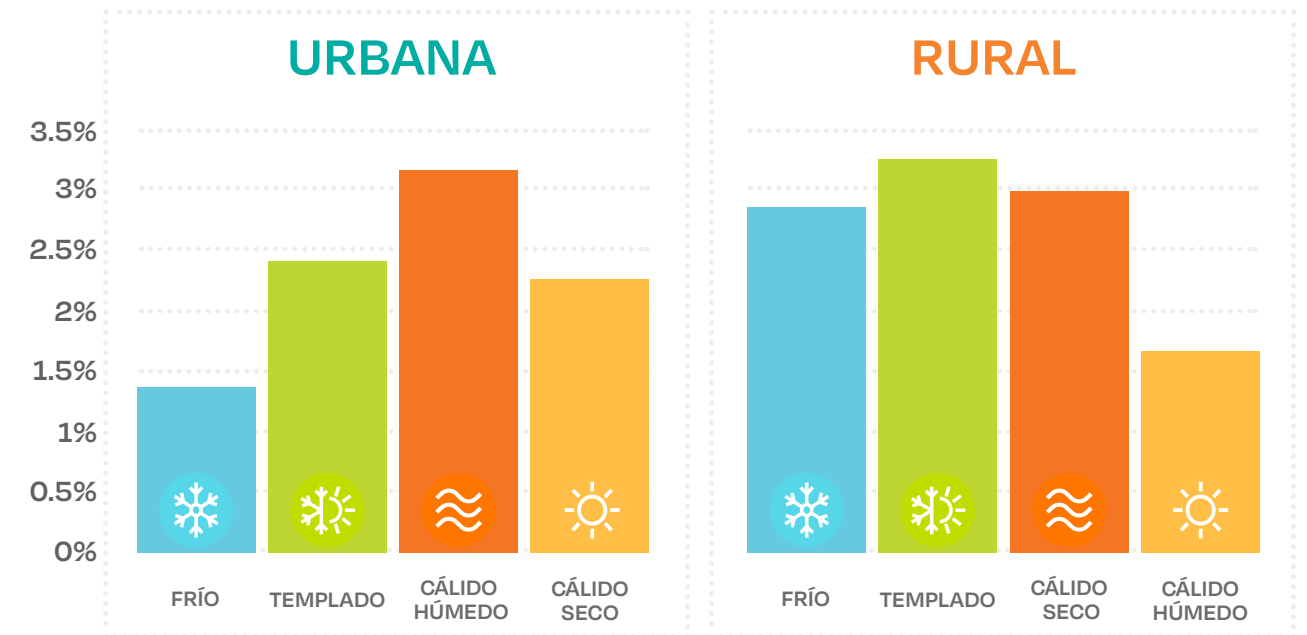


Figura 22. Impacto presupuestal estrategias pasivas y grifería + calentador (Elaboración propia, 2024)

Si se agrega al conjunto de estrategias y grifería, la implementación de calentadores, el panorama es similar para todos los climas, donde el templado rural y el cálido húmedo urbano son los que más impacto tienen, superando el 3%.

Es importante recordar que los valores indicados son aproximaciones que evidencian el orden de magnitud que podría representar para el desarrollador implementar las medidas sugeridas para lograr los rendimientos esperados. Sin embargo, este ejercicio es una aproximación a la incidencia dada la información recolectada y las estrategias priorizadas en los prototipos con mejor rendimiento. Por esta razón, se hace necesario que el desarrollador de cada proyecto evalúe el impacto presupuestal de cara a las condiciones particulares para lograr sus objetivos en pro de lograr incluir los criterios en las edificaciones.

Se concluye que el impacto en el presupuesto de implementar las estrategias del Compendio VIS 4.0 se sitúa en torno al 2% como máximo, si no se incluyen los calentadores. Estos, al ser una estrategia activa que requiere la adquisición de un equipo adicional para la vivienda, representan un costo mayor. Como resultado, el impacto presupuestal puede elevarse hasta un 3% en algunos climas, lo que se considera un impacto "medio alto". Dado su incidencia significativa, es crucial evaluar alternativas de financiación tanto para los constructores como para los habitantes, con el fin de facilitar el acceso a estas estrategias activas que tienen un impacto relevante en términos de eficiencia energética.



Impacto presupuestal Carbono Embebido

Metodología aplicada

Considerando las estrategias planteadas anteriormente para lograr una mejora en términos de emisiones o huella de carbono relacionados con la materialidad, es importante destacar que el mayor impacto está relacionado con el uso de concreto como se mencionó en el apartado de “materialidad sugerida”, en gran medida por sus emisiones de carbono individuales y por su uso en cantidades considerables para las construcciones actuales.

Por lo anterior, el análisis del impacto presupuestal del carbono embebido se enfoca principalmente en identificar el impacto que tendría realizar la transición de un concreto común (puede ser convencional o industrializado) a uno con atributos de sostenibilidad.

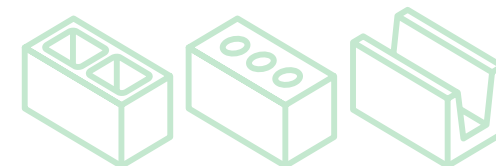
Aunque el siguiente material con mayor impacto en la huella de carbono es el acero, es necesario aclarar que este no se incluyó dentro del impacto presupuestal debido a que en el mercado colombiano de por sí es común encontrar aceros con alto contenido reciclado. Por lo tanto, el contenido reciclado del acero usado en la línea mejorada difiere solo un 5% con respecto a la línea base, lo que resulta en un impacto bajo en el costo de su implementación.

Para realizar este análisis se tuvo el apoyo de una concretera que actualmente opera en diferentes países incluyendo Colombia, por lo tanto, tiene varias sedes ubicadas en diferentes zonas del país. La concretera tiene dentro de su gama de productos concretos convencionales e industrializados, que en este caso harían referencia a la línea base propuesta y dos concretos de línea ecológica que cumplen con las características de la línea mejorada que se propone dentro del análisis de huella de carbono para VIS 4.0. Los concretos de esta línea mejorada cuentan con EPD (Declaración ambiental del producto), un insumo importante ya que dentro de este documento se muestra el potencial de calentamiento global en kilogramos de CO₂ emitidos de concreto y a partir de este dato se puede determinar la huella de carbono asociada a su uso.

Nota: Si bien los EPD son “documentos normalizados y verificados que presentan de forma transparente información creíble sobre el impacto de un producto en el medio ambiente” (Ecochain, 2024) y estos a su vez muestran información útil para el impacto en la huella de carbono, el análisis se podría realizar también con concretos que, aunque no tengan EPD, si tengan el análisis o el valor de los kilogramos de CO₂ emitidas.

Cabe mencionar que, aunque se realiza la comparación entre un concreto común y uno con atributos de sostenibilidad en términos de carbono embebido, es importante tener en cuenta otros aspectos que son de suma importancia, como por ejemplo, el tipo de sistema estructural propuesto para la vivienda VIS. Es justamente este sistema el que definirá la línea base propuesta para los proyectos urbanos y rurales (edificios o viviendas multifamiliares o unifamiliares respectivamente), y la resistencia que debe alcanzar la mezcla para cumplir con los requerimientos normativos de sismorresistencia. Siendo así, se presentan a continuación las consideraciones tenidas en cuenta para realizar el análisis:

- En las zonas urbanas, la línea base de VIS 4.0 corresponde a un apartamento intermedio de una torre, por lo que para la vivienda VIS urbana se toma como punto de partida el análisis del sistema estructural de una torre de apartamentos, la cual se construye en sistema industrializado de muros de estructurales o de cortante.
- Para el sistema industrializado, el tipo de concreto a utilizar es el “Concreto industrializado” el cual tiene como característica principal permitir el retiro de la formaleta al siguiente día después de haber fundido, generalmente después de alrededor de 18 horas, por tanto, la resistencia inicial es más alta en comparación a un concreto convencional.
- En las zonas rurales, la vivienda VIS generalmente corresponde a viviendas unifamiliares en las cuales el sistema estructural es el convencional o de pórticos resistentes a momento. Para el sistema convencional, el tipo de concreto es el “convencional” sin requerimientos especiales de resistencias iniciales, sólo a 28 días.
- Las resistencias y tipos de concreto propuestos para la línea mejorada se definen a partir de los diseños de mezcla que tienen las declaraciones ambientales del producto, en caso de presentar algún diseño que no está dentro de los EPDs existentes, la proyección de kg de CO₂ se hace a partir de una referencia inicial que si lo tenga. Teniendo en cuenta lo anterior, se busca que la resistencia sea lo más cercana a la que se tenía definida inicialmente en la línea base.



Resultados del análisis

El análisis realizado se llevó a cabo, con el fin de dar una aproximación y un punto de referencia a partir del cual se podrá obtener/analizar una estimación del aumento presupuestal en comparación con un concreto con atributos de sostenibilidad.

Para obtener el porcentaje de aumento primero se calcularon los costos del concreto en Pesos colombianos/m³ para cada línea (concreto convencional o industrial y su línea mejorada o ecológica) y de acuerdo con los resultados obtenidos se calcula la diferencia.

Es importante mencionar que los precios del concreto dependen de diferentes factores, entre ellos el proveedor, la ubicación del proyecto, el volumen, el tipo de elemento a fundir, entre otros. Sin embargo, en este caso se presentan precios base generales que sirven para el análisis comparativo entre la línea base y la mejorada. Por lo tanto, el análisis presentado es una aproximación que se puede estar condicionada por la operabilidad del proveedor.



NOTA TÉCNICA: El impacto del costo asignado a concreto, puede variar entre el 1% al 2%, al cambiar de uno convencional a uno de una línea mejorada o ecológica. Este análisis se hace a través de un comparativo de un concreto convencional, con uno que cuenta con EPD, difiere del análisis anterior donde la referencia era el costo directo del proyecto y su variación presupuestal.

Estos datos son una aproximación de acuerdo a las consideraciones mencionadas, sin embargo, el impacto debe ser analizado a detalle, de acuerdo a las especificaciones y condicionantes de cada proyecto. También se hace necesario buscar medidas financieras que puedan apoyar y promover la incorporación de materiales con mejor desempeño ambiental en los proyectos de construcción, sin afectar la estructura de costos, dada la importancia de reducir el carbono incorporado de las edificaciones.

⁹ Ecochain. (6 de Agosto de 2024). Obtenido de Environmental Product Declaration (EPD) – The complete guide: <https://ecochain.com/blog/environmental-product-declaration-epd-basics/>

CASOS DE ESTUDIO



Como complemento al estudio general, en esta sección se presenta la aplicación de las estrategias del compendio de VIS 4.0 recomendadas en diferentes contextos climáticos y tipologías de Vivienda de Interés Social (VIS) sobre 3 casos de estudio. A través de estos ejemplos, se busca proporcionar una visión clara y práctica de cómo las recomendaciones teóricas podrían orientar el diseño y traducirse en mejoras tangibles en la calidad ambiental de las viviendas. Los casos de estudio demuestran el impacto real de la aplicación de la herramienta, seleccionando las estrategias aplicables en un proyecto real para evaluar el impacto en la vida cotidiana de los usuarios, ofreciendo así, valiosas lecciones y mejores prácticas para futuros proyectos de VIS sostenible.

Para evaluar el desempeño de los prototipos seleccionados, se llevaron a cabo mediciones de diferentes parámetros que permiten determinar el comportamiento térmico y el nivel de confort de las viviendas ya construidas además de otros parámetros sociales relevantes, a través del apoyo del Grupo Sofonías por medio del Swiss Expert Network (Programa liderado por Swisscontact Colombia). Para el presente análisis se lograron 530 horas de medición en viviendas habitadas, gracias a la colaboración de Cusezar, Marval y Build Change. Estas mediciones permitieron obtener un entendimiento profundo del comportamiento de estas viviendas bajo condiciones reales, las cuales fueron usadas para calibrar un modelo térmico y energético de los tres proyectos estudiados.

Estas simulaciones suministraron una evaluación detallada de la eficiencia actual y mejorada, junto con la viabilidad de las medidas sugeridas, permitiendo así determinar los resultados efectivos y evaluar su aplicabilidad práctica en un caso real.

Durante el proceso, se realizó una caracterización y **medición** rigurosa de aspectos físicos como la **temperatura del entorno, velocidad y dirección del aire, humedad relativa, intensidad de iluminación y fotografías termográficas**, en 3 viviendas representativas para cada tipología, de la siguiente forma:

530

horas de medición
EN VIVIENDAS HABITADAS



VIS URBANA

FRÍO

Proyecto VIS de Constructora CUSEZAR

La Calera, Cundinamarca

CÁLIDO HÚMEDO

Proyecto VIS de Constructora MARVAL

Barranquilla, Atlántico

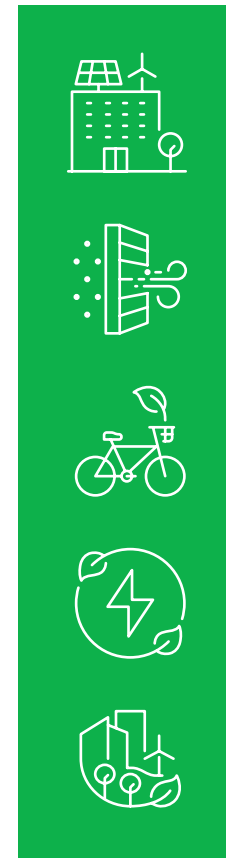
VIS de MEJORAMIENTO

TEMPLADO

Vivienda con Mejoramiento realizado por Build Change

Medellín, Antioquia

89



De los tres proyectos de viviendas a analizar, desde el ámbito social, el análisis se centró en las necesidades y expectativa de los beneficiarios de la vivienda social. Se estudiaron aspectos como la salud y el confort de los usuarios, las necesidades de accesibilidad y los hábitos de vida, entre otros.

Desde el ámbito técnico, se estudiaron aspectos como la ubicación, el tamaño de las viviendas, el diseño, los materiales, confort térmico, las instalaciones, la accesibilidad y la sostenibilidad.

Aplicación teórica de estrategias del compendio VIS 4.0:

Una vez se obtuvo toda la información y datos de mediciones, el equipo del proyecto realizó un nuevo proceso de modelación, en el que se evaluó y diseñó cada caso de estudio bajo las condiciones reales para obtener el **estimado de su consumo energético y confort térmico**, y así, posteriormente **aplicarle a cada modelo las estrategias teóricas ideales**, siguiendo la metodología de selección explicada en el compendio VIS 4.0.

En términos generales, se pudo identificar que la intensidad de uso de energía (o el consumo) en los casos de estudio es superior a la de los prototipos de línea base previamente elaborados. Esto se debe a que, para conservar el proceso de calibración, se mantuvieron distintos bloques térmicos en los apartamentos, especialmente en aquellos con dos mediciones, como en Barranquilla y La Calera, lo que incrementó la energía que corresponde al uso de equipos, sin embargo, dado que todos los consumos contemplados son **virtuales**, es decir, la energía que se **necesitaría para suplir** todas las necesidades de la vivienda, se deberían agregar más datos para una calibración energética más precisa.

CASO DE ESTUDIO 1: LA CALERA, CUNDINAMARCA



Tipología: URBANA
Sub tipología: Urbana Frio

Con el apoyo de CUSEZAR se logró analizar un proyecto de Vivienda de Interés Social (VIS) que se encuentra ubicado en el municipio de La Calera, departamento de Cundinamarca.

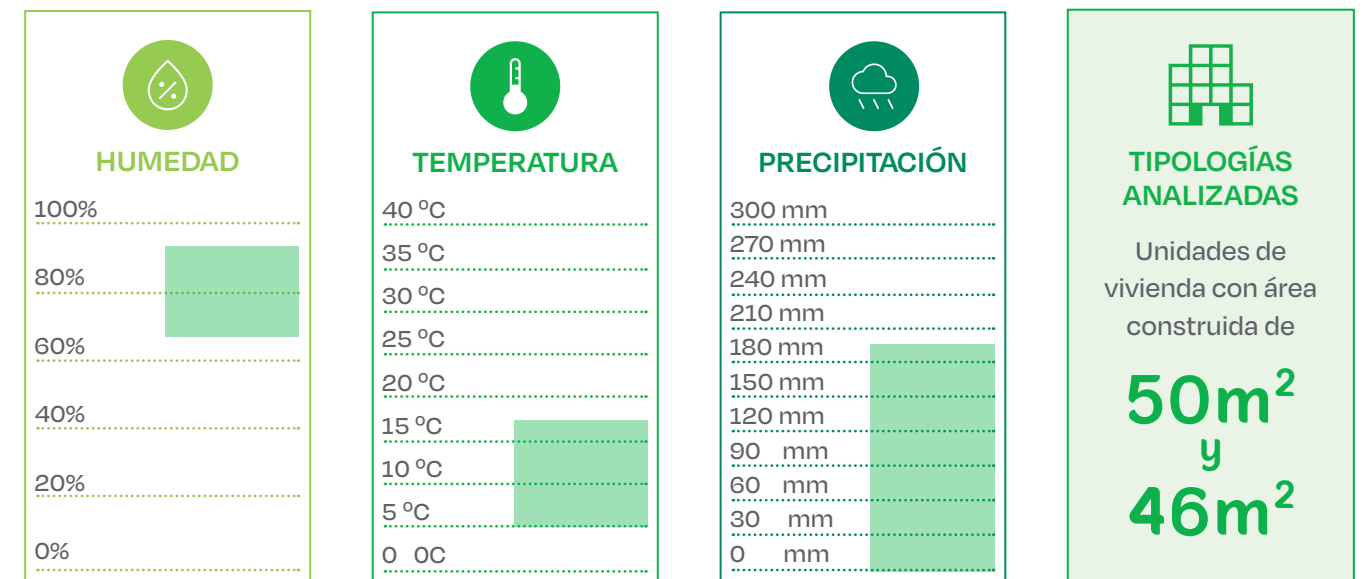
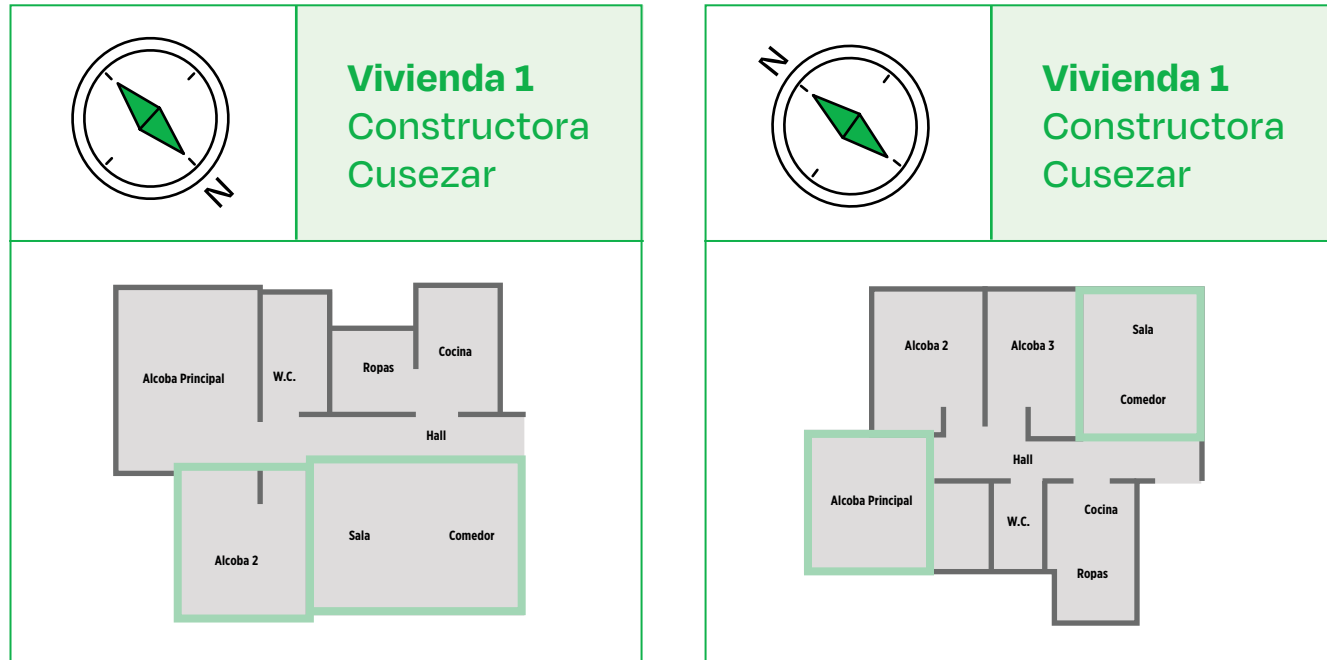


Figura 23. Caracterización climática para el caso de estudio VIS frío (Elaboración propia, 2024)

Sistema constructivo:
Sistema industrializado con muros en concreto, entresijos y cubierta de placas macizas en concreto de 10 cm de espesor.
Los apartamentos son entregados en obra gris, donde los acabados como tipo de piso y pintura son seleccionados e instalados por el propietario.

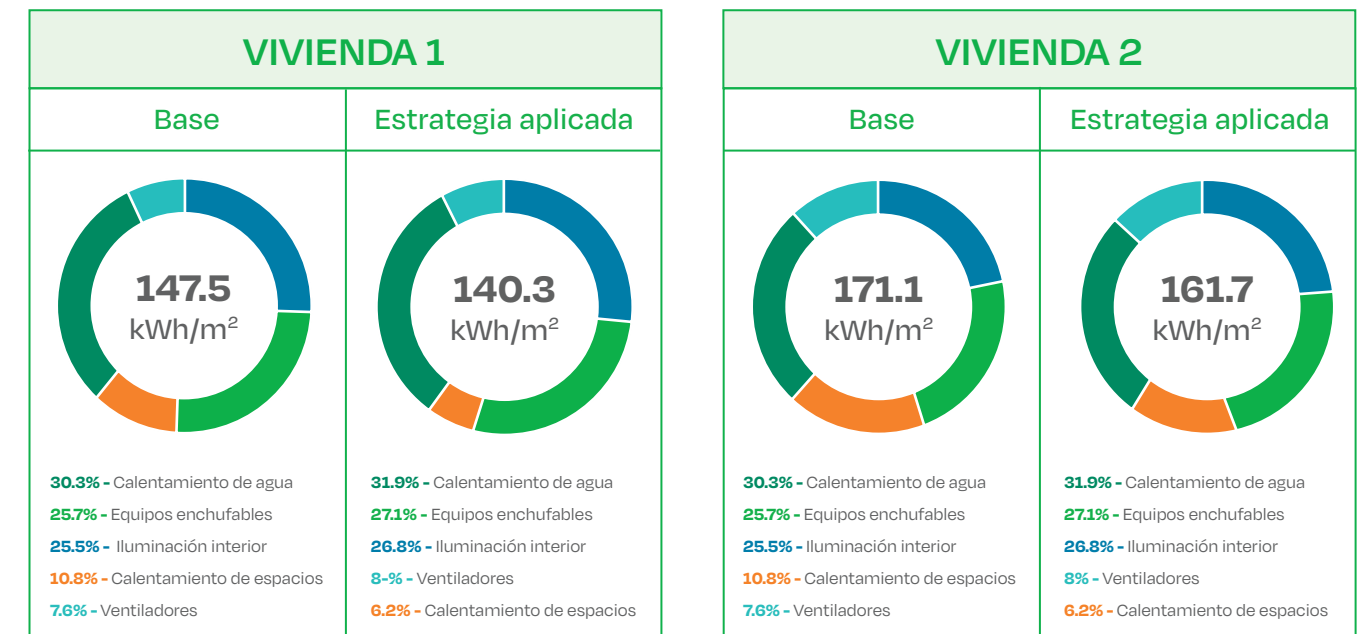
Mediciones realizadas
Se realizaron mediciones de parámetros de confort en dos viviendas del mismo proyecto. Una de las viviendas está ubicada en un piso 5, la segunda vivienda se ubicada en un piso 3. En ambos casos se tomó información tanto del comedor como de una de las habitaciones.



APLICACIÓN TEÓRICA DEL COMPENDIO VIS 4.0 AL CASO DE ESTUDIO LA CALERA

Al seleccionar las estrategias del compendio de VIS 4.0 y teniendo en cuenta que este caso de estudio se trata de una VIS Urbana en clima frío, se puede evidenciar que la estrategia de Muro SRI bajo es la que mejor funciona de las estrategias pasivas, y que la vivienda 1 está orientada hacia el nor-oeste mientras que la vivienda 2 hacia el nor-este.




RESULTADOS ENERGÉTICOS







ENTREVISTA REALIZADA A LOS HABITANTES		
	<p>Sensación Termica Percibida: Fresca</p>	<p>Conclusiones principales de los resultados de las mediciones:</p> <p>Las temperaturas interiores se mantienen en un rango más estable, pero no siempre alcanzan niveles de confort. Esto sugiere que se debería mejorar la captación de calor solar y su retención en los ambientes. Los datos muestran que las viviendas tienen pocas superficies orientadas al este y al oeste, lo que limita la entrada de radiación solar. Además, el viento, que requiere abrir ventanas, afecta las temperaturas interiores y aumenta la insatisfacción de los residentes. Se necesita un sistema de ventilación que permita una ventilación natural pero controlada en días fríos.</p> <p>Aunque ambas viviendas tienen orientaciones similares, la primera vivienda alcanzó temperaturas más altas en varios momentos. La diferencia puede deberse a que la sala de estar/comedor de la vivienda 1 tiene más vidrio para captar sol, y la habitación de la vivienda 1 tiene dos paredes orientadas favorablemente para la radiación solar, mientras que la habitación de la vivienda 2 solo tiene una pared orientada al noreste, con poca radiación. Además, la vivienda 2 experimentó mayor ingreso de aire frío, lo que redujo su temperatura interior.</p>
	<p>Área con menor confort: Sala y dormitorios principalmente en la noche</p>	
	<p>Área con mayor iluminación y ventilación: Sala, dormitorio 2</p>	
	<p>Área con menor iluminación y ventilación: Cocina, baño</p>	

Podemos observar que la reducción de consumo energético con la estrategia es del 5% aproximadamente para la vivienda 1, y del 5.5% para la vivienda 2, esto es incluso más positivo teniendo en cuenta que se esperaba una reducción del 3.5% a partir del compendio VIS 4.0.

RESULTADOS TÉRMICOS

VIVIENDA 1		Caso de estudio	Compendio aplicado al caso
	Sala	26.8%	46.1%
	Alcoba ppal	21.6%	46.1%
	Alcoba 1	27.7%	48.5%
PROMEDIO		25.4%	46.9%

VIVIENDA 2		Caso de estudio	Compendio aplicado al caso
	Sala	47.7%	64.8%
	Alcoba ppal	36.1%	51.2%
	Alcoba 1	38.7%	51.9%
	Alcoba 2	50.7%	64.9%
PROMEDIO		44.8%	60.3%

Respecto al confort térmico, se puede observar que el porcentaje de cumplimiento térmico subió de un 25% a un 46% para la vivienda 1, mientras que para la vivienda 2 se presentó un incremento de 44% a 60%, lo que quiere decir que las viviendas mejoraron su confort térmico en 21% y 15% respectivamente, evidenciando la efectividad de la implementación teórica de estrategias de mejoramiento, posicionando las viviendas en una situación de mejor confort y calidad.



La aplicación teórica del compendio VIS 4.0 a este caso de estudio en clima frío sigue demostrando que este clima es un desafío a la hora de buscar mejores condiciones de habitabilidad y sostenibilidad. Sin embargo, cabe resaltar que el aumento en la eficiencia energética y el confort térmico respaldan las modelaciones y resultados esperados, incluso superándolos un poco, ya que a partir del compendio se esperaban rendimientos energéticos y cumplimiento térmico del 3.5% y 17% respectivamente, pero se obtuvieron en el caso de estudio 5% en el ámbito energético y 21% en el térmico, mostrando mejores resultados teóricos.

CASO DE ESTUDIO 2: BARRANQUILLA, ATLÁNTICO



Tipología: URBANA
Sub tipología: Urbana Cálido húmedo

Con el apoyo de MARVAL se logró analizar un proyecto de Vivienda de Interés Social (VIS) que se encuentra ubicado en la ciudad de Barranquilla.

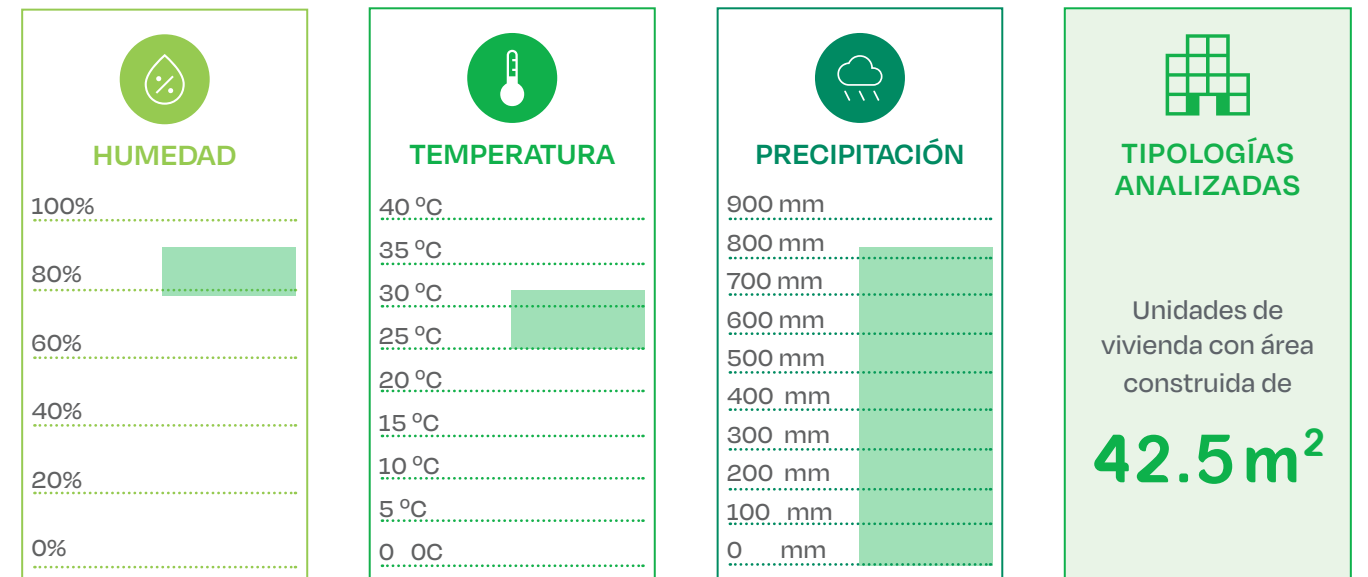
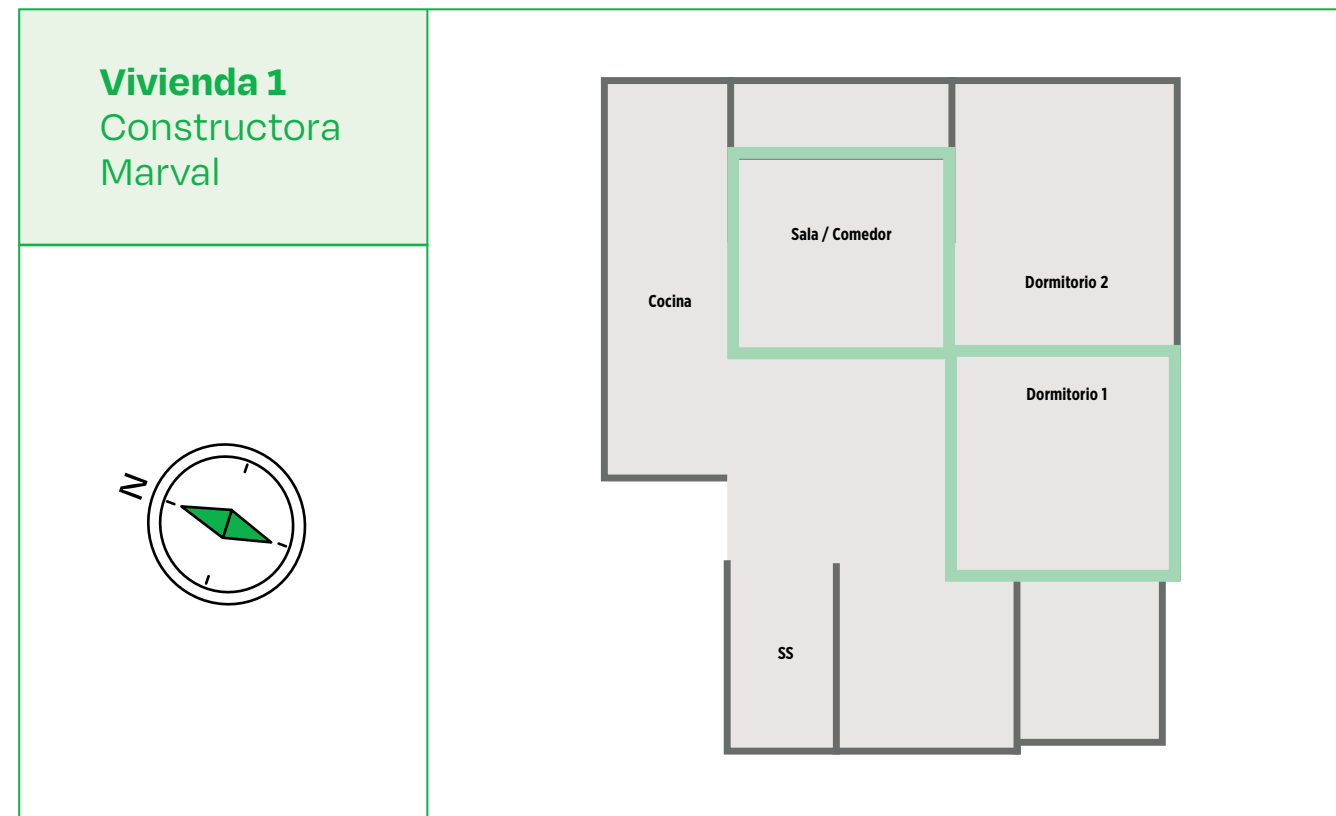


Figura 24. Caracterización climática para el caso de estudio VIS Cálido Húmedo (Elaboración propia, 2024)

Sistema constructivo
 Sistema industrializado con muros en concreto, entresijos y cubierta de placas macizas en concreto de 10cm de espesor.
 Los apartamentos son entregados en obra gris, donde los acabados como tipo de piso y pintura son seleccionados e instalados por el propietario.

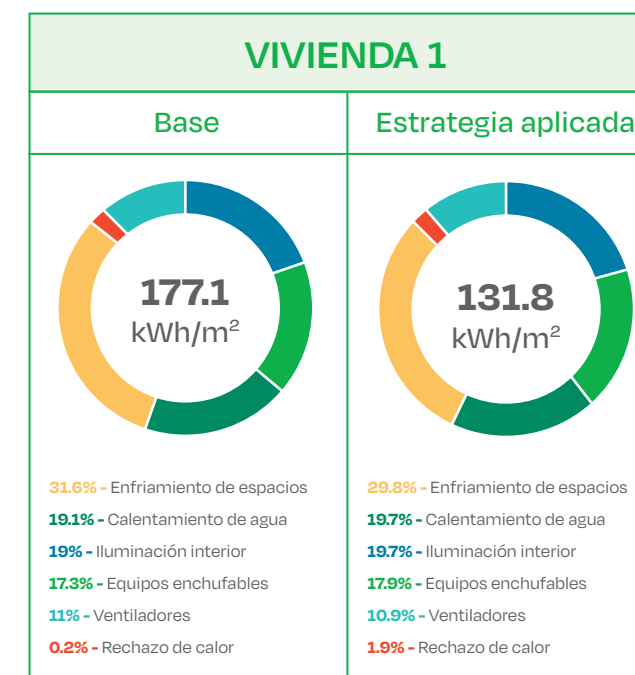
Mediciones realizadas
 Se realizaron mediciones de parámetros de confort en una vivienda del proyecto, ubicada en el segundo piso de una de las torres. Se tomó información tanto del comedor como de una de las habitaciones.



APLICACIÓN TEÓRICA DEL COMPENDIO VIS 4.0 AL CASO DE ESTUDIO BARRANQUILLA

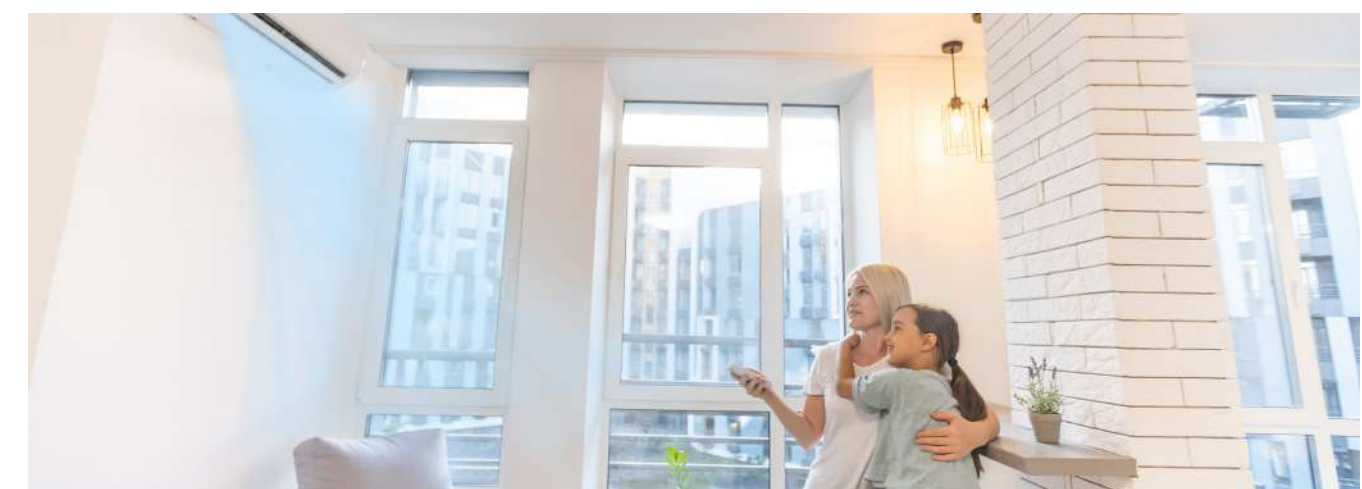
Al seleccionar las estrategias del compendio VIS 4.0, teniendo en cuenta que este caso de estudio se trata de una VIS Urbana en clima cálido húmedo, se evidencia que las estrategias combinadas, en este caso, vidrio, muro SRI alto y protección solar horizontal, son las que mejor funcionan de las estrategias pasivas, y que la vivienda está orientada hacia el Este.

RESULTADOS ENERGÉTICOS






Se puede observar que la reducción de consumo energético con la estrategia es del 25% aproximadamente para la vivienda 1, cuando se esperaba una reducción del 23.5% a partir del compendio.

ENTREVISTA REALIZADA A LOS HABITANTES		
	<p>Sensación Termica Percibida: Un poco calurosa</p>	<p>Conclusiones principales de los resultados de las mediciones:</p> <p>Se puede observar que las condiciones de temperatura y humedad en la habitación se mantienen estables, a pesar de las variaciones de temperatura en el exterior entre el día y la noche. En el comedor, en cambio, las variaciones internas reflejan más las temperaturas externas. Esto se debe probablemente a que las ventanas del comedor estuvieron abiertas durante todo el período de medición, permitiendo una buena circulación de aire y demostrando el buen funcionamiento de la ventilación cruzada desde el exterior. En la habitación principal, en cambio, había poco movimiento de aire, lo que hacía que las condiciones internas fueran más constantes y calurosas.</p> <p>Esto sugiere que la ventilación mejora significativamente el confort térmico. Es necesario mejorar estas condiciones garantizando sistemas de ventilación cruzada y utilizando materiales y sistemas que reduzcan las ganancias de calor en la vivienda.</p>
	<p>Área con menor confort: Dormitorio 1</p>	
	<p>Área con mayor iluminación y ventilación: Sala, dormitorio 2</p>	
	<p>Área con menor iluminación y ventilación: Dormitorio 1, baño</p>	



RESULTADOS TÉRMICOS

VIVIENDA 2		Caso de estudio	Compendio aplicado al caso
	Sala	64.5%	67.7%
	Alcoba ppal	65.2%	68.2%
	Alcoba 2	66.8%	69.8%
PROMEDIO		65.5%	68.6%



Respecto al confort térmico, se puede observar que el porcentaje de cumplimiento térmico subió de un 65.5% a un 68.6%, lo que quiere decir que, durante el día, solo se pudo mejorar el confort en un 3%, dados los desafíos que representa la temperatura y ventilación de la vivienda en los climas cálidos húmedos en horas de la tarde

La aplicación teórica del compendio VIS 4.0 a este caso de estudio en clima cálido húmedo evidencia que la mejoría en condiciones energéticas es significativa para tratarse de un clima en el que el consumo usado para enfriamiento de espacios es alto. Sin embargo, cabe resaltar que el aumento en la eficiencia energética respaldan las modelaciones y resultados esperados, incluso superándolo un poco, ya que a partir del compendio se esperaban rendimientos energéticos del 23.5%, pero se obtuvieron en el caso de estudio 25.5%. Por el contrario, desde el aspecto térmico se esperaba mejoría del 17%, pero la obtenida fue solo del 3%, esto debido principalmente a la temperatura del aire, además de las prácticas de los habitantes al no abrir tan frecuentemente las ventanas para permitir mejor ventilación, pero especialmente a las cualidades extremas climáticas durante el periodo de mediciones.

CASO DE ESTUDIO 3: MEDELLÍN, ANTIOQUIA

Tipología: VIS Mejoramiento

Sub tipología: VIS Mejoramiento Templado

Las viviendas analizadas con la ayuda de Build Change, se encuentran ubicadas en la comuna 8, en el barrio 13 de noviembre de Medellín. Los ahorros en la intensidad de uso de energía, o consumos de energía, son concordantes con el compendio modelado y elaborado en el capítulo previo, excepto en este caso de estudio, ya que el clima tiene leves variaciones dada la altitud en la que se encuentra en comparación con la que se encuentra la zona del valle de Aburrá; los casos de estudio en Medellín se encuentran en zona de ladera, a una altitud considerable en comparación con la zona baja y de valle del municipio.

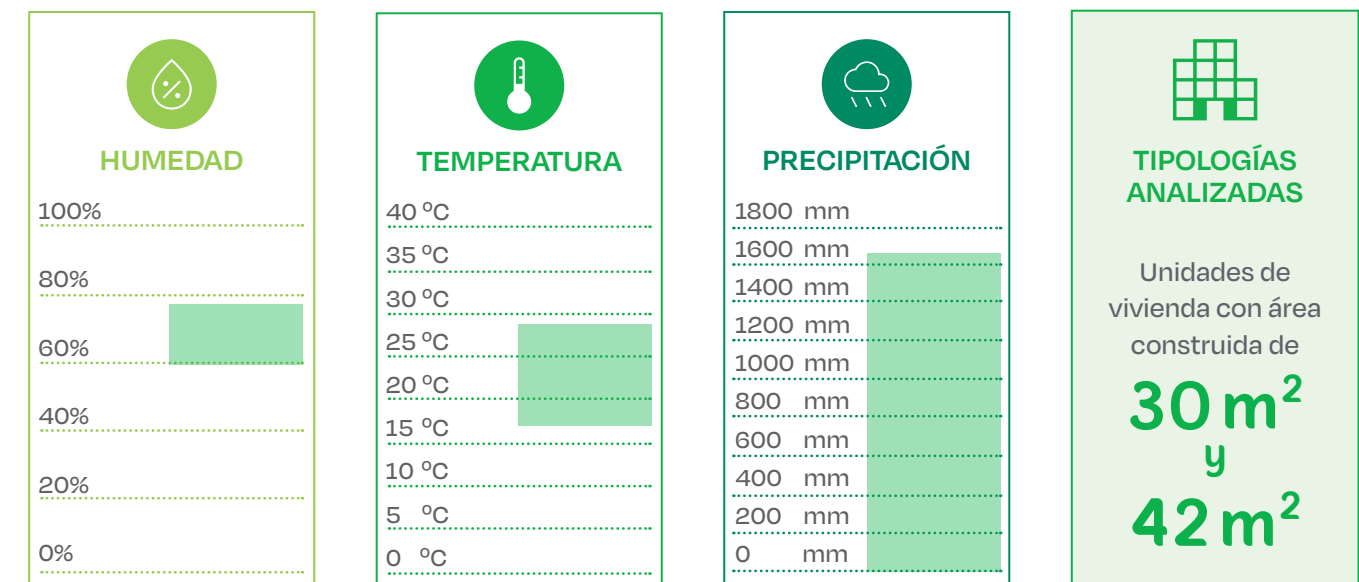


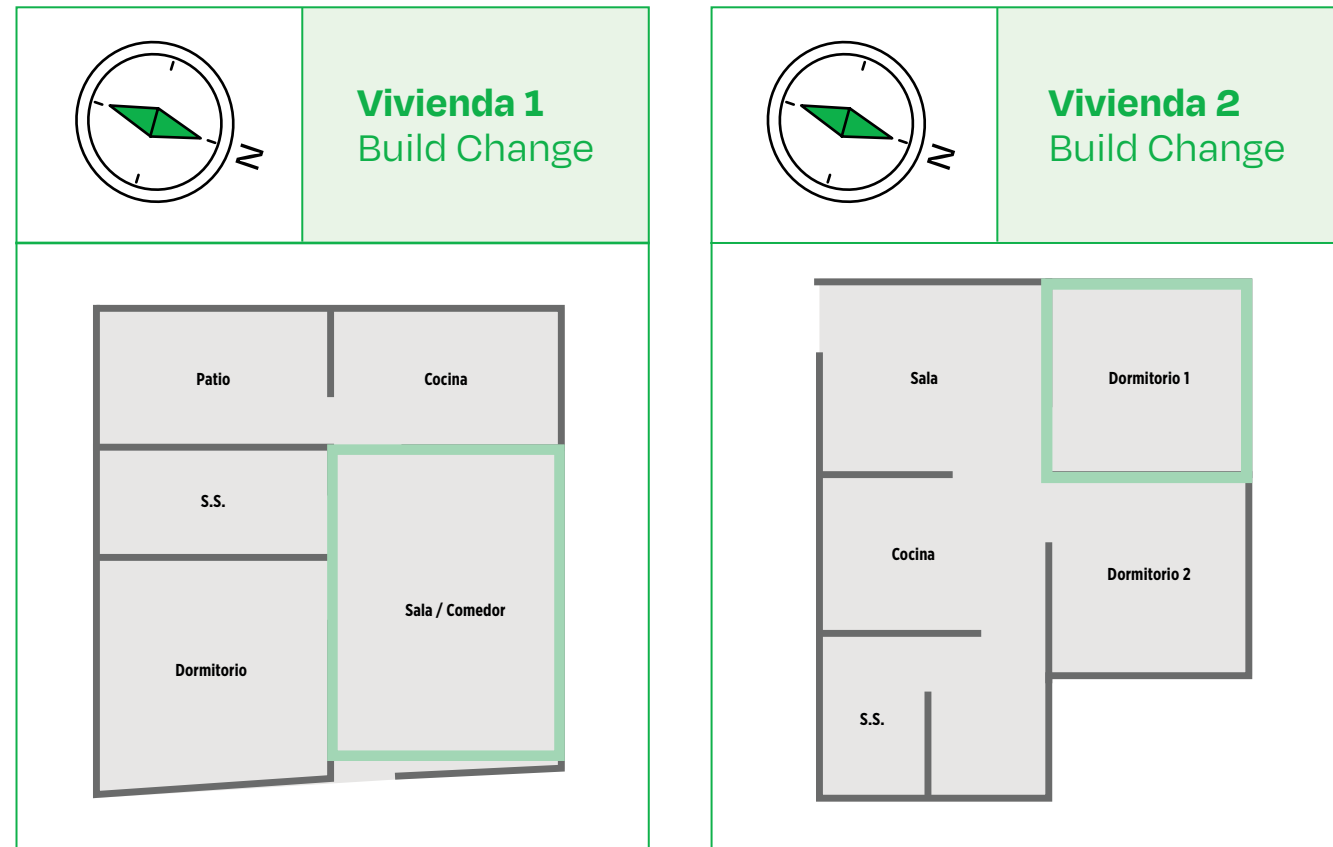
Figura 25. Caracterización climática para el caso de estudio VIS Templado, (Elaboración propia, 2024)

Sistema constructivo

Sistema tradicional con muros en mampostería, vigas de concreto y cubierta de placas macizas en concreto. La vivienda 2 se trata de un sistema tradicional con muros en mampostería, vigas de concreto y cubierta de madera y teja de arcilla.

Mediciones realizadas

Se realizaron mediciones de parámetros de confort en 2 viviendas, una con menor asoleamiento y en planta baja (Vivienda 1), y otra con mayor asoleamiento y en planta alta (Vivienda 2). Se tomó información de la sala/comedor para ambas viviendas.



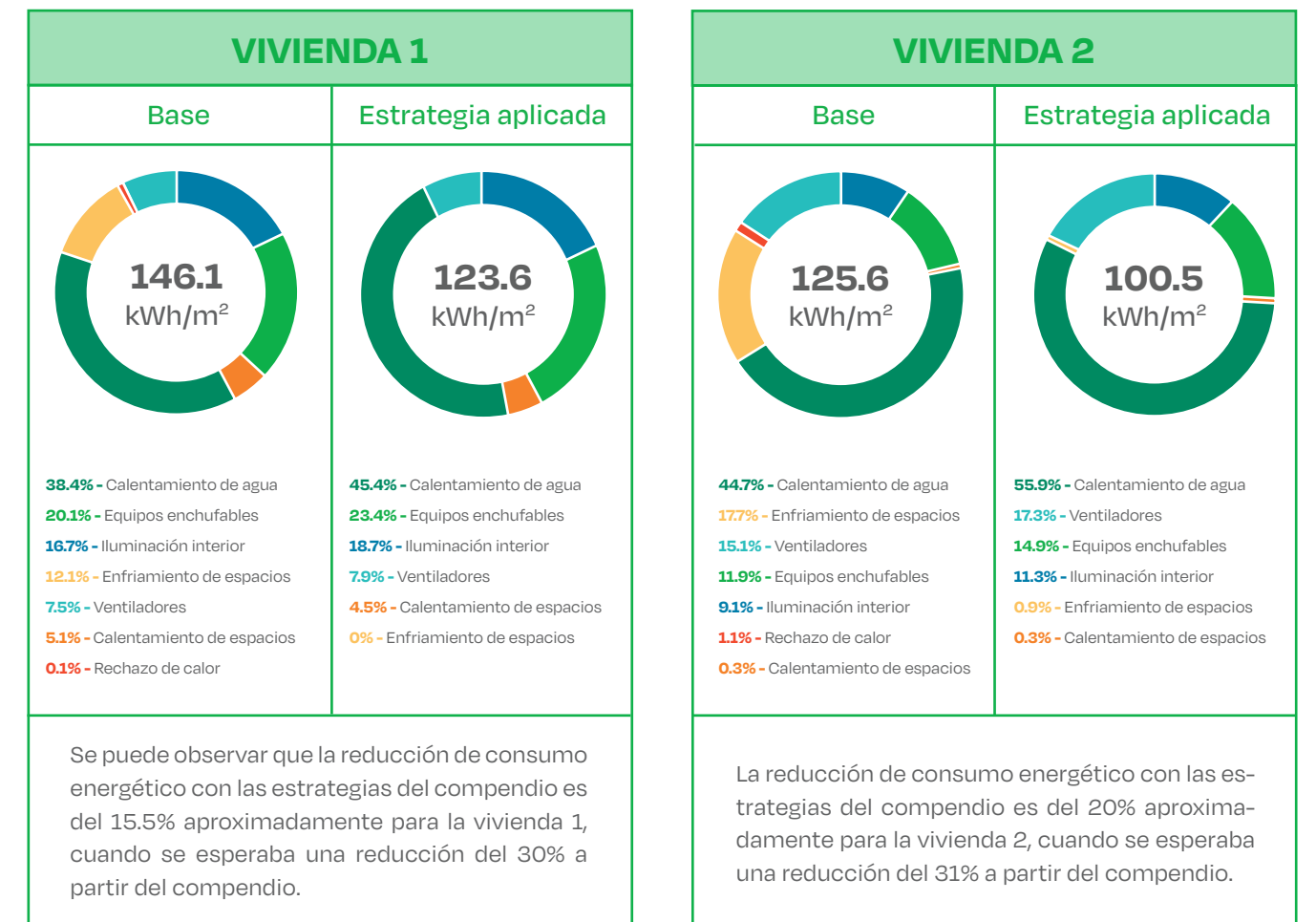
APLICACIÓN TEÓRICA DEL COMPENDIO VIS 4.0 AL CASO DE ESTUDIO MEDELLÍN

Al seleccionar las estrategias del compendio VIS 4.0, teniendo en cuenta que este caso de estudio se trata de una **VIS de Mejoramiento en clima templado**, podemos darnos cuenta de que las estrategias combinadas, en este caso, *Cubierta SRI, vidrio SHGC y night flush*, son las que mejor funcionan de las estrategias pasivas, y que la vivienda está orientada hacia el **este**.





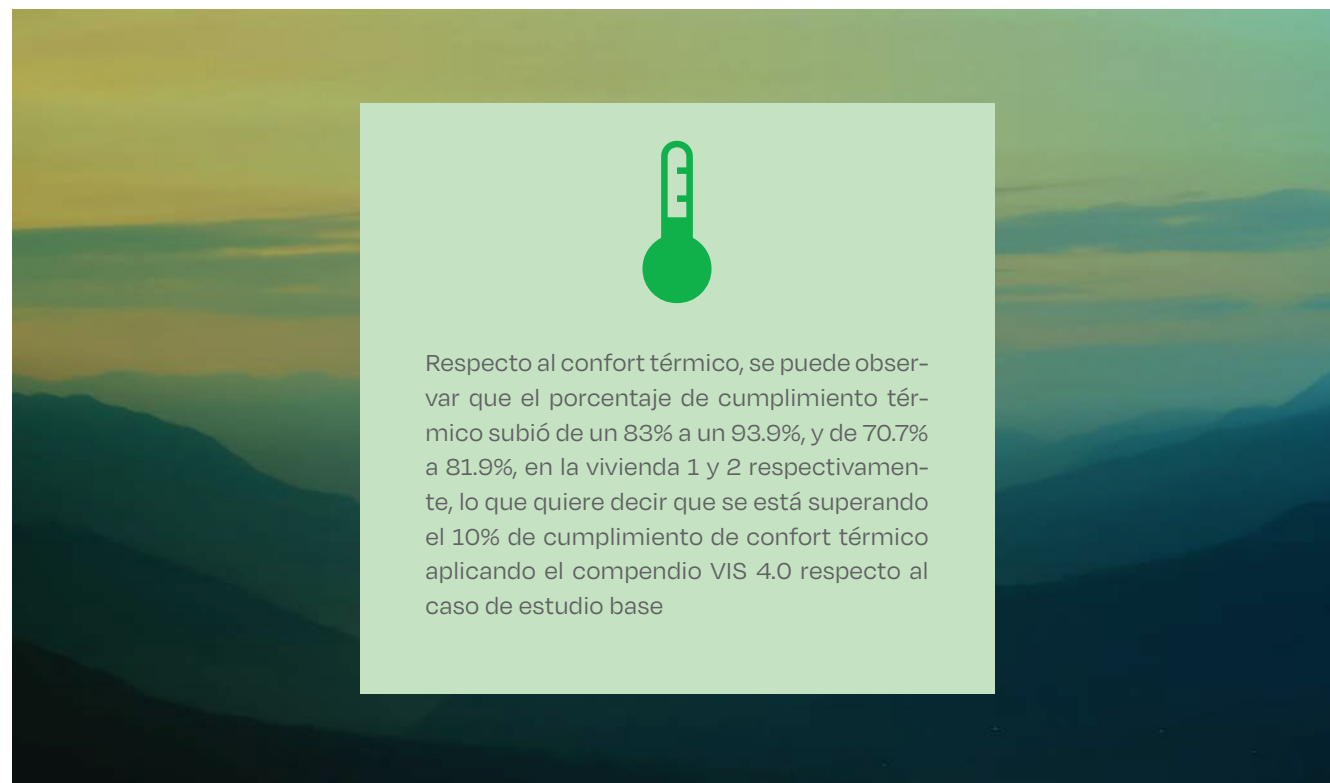
ENTREVISTA REALIZADA A LOS HABITANTES		
	Sensación Térmica Percibida: Fresca	Conclusiones principales de los resultados de las mediciones: En ambos casos, la diferencia de temperatura entre el interior y el exterior es amplia, lo que significa que las viviendas tienen, en cierta medida, la capacidad de retener las ganancias solares que se obtienen durante el día. Sin embargo, en ambas viviendas la sensación térmica estimada resultó oscilante, caracterizada principalmente como "ligeramente fresco", pero con variaciones hacia "fresco" y "neutro". Esto mismo se demuestra en el cálculo de Porcentaje de Personas Insatisfechas (PPD), ya que, cuando la sensación térmica tiende a "neutro", el porcentaje de personas insatisfechas disminuye considerablemente. Si bien estas características se repiten en ambos casos, es evidente que la Vivienda 2 con mayor asoleamiento, alcanza temperaturas interiores más altas que la Vivienda 1, y es por eso por lo que la sensación térmica se acerca más a "neutro". A pesar de esto, también se acerca más a la categoría "fresco".
	Área con menor confort: Sala y dormitorio 1	
	Área con mayor iluminación y ventilación: Sala y dormitorios	
	Área con menor iluminación y ventilación: Baño	

RESULTADOS ENERGÉTICOS



RESULTADOS TÉRMICOS

VIVIENDA 1		Caso de estudio	Compendio aplicado al caso	VIVIENDA 2		Caso de estudio	Compendio aplicado al caso
	Sala	83.1%	93.9%		Sala	70.7%	81.9%



RECOMENDACIONES Y CONCLUSIONES

Vivienda y comunidad

05



La aplicación teórica del compendio VIS 4.0 a este caso de estudio inicialmente en clima templado evidencia que los resultados de las modelaciones son sensibles a los climas, ya que recordemos, el clima de estos casos de estudio tiene leves variaciones dada la altitud en la que se encuentra en comparación con la que se encuentra la zona del valle de Aburrá, por lo que no se obtienen los rendimientos esperados del compendio. Sin embargo, los obtenidos son significativos para esta tipología de VIS, ya que representan mejoras en calidad habitacional para viviendas que tienen muchas oportunidades de mejora en sus condiciones de habitabilidad.

Como se ha constatado durante el desarrollo del documento y especialmente en el compendio de estrategias vis 4.0, este contenido facilita la comprensión de los enfoques y prácticas más efectivos que deben ser idealmente incorporados en el diseño y la ejecución de edificaciones de Vivienda de Interés Social (VIS), tanto en contextos urbanos y rurales como en viviendas que buscan mejorar sus condiciones de habitabilidad. Los enfoques presentados están estrechamente vinculados al bienestar de los usuarios y abarcan aspectos fundamentales, tales como el confort térmico, la calidad del aire interior, la selección de materiales e insumos sostenibles, así como la eficiencia en el uso del agua y la energía.

Respecto a los principales resultados y observaciones encontrados a partir de las modelaciones y elaboración del prototipo, y su posterior optimización a través de las estrategias VIS 4.0, encontramos:

- Los resultados obtenidos tras la realización de las modelaciones energéticas y la aplicación de las estrategias del compendio VIS 4.0 seleccionadas a la línea base revelaron que, mediante la combinación de estrategias pasivas (adaptadas a cada clima) y estrategias activas, se lograron ahorros energéticos significativos. En la mayoría de los casos, estos ahorros superaron el objetivo del 30% en las tipologías urbana, rural y de mejoramiento.
- En el clima frío se lograron ahorros energéticos del 20%, 26% y 27% para las tipologías rural, urbana y de mejoramiento de vivienda, respectivamente. Aunque estos resultados se encuentran ligeramente por debajo de la meta establecida para VIS 4.0 (30%), los ahorros obtenidos son significativos considerando la complejidad de las condiciones climáticas. Estos resultados destacan la necesidad de explorar e implementar estrategias pasivas o activas adicionales que, si bien podrían implicar un impacto presupuestal medio-alto, contribuirían a alcanzar estándares de sostenibilidad más elevados, demostrando un firme compromiso con la sostenibilidad en la VIS.
- En el análisis térmico, se observa que la tipología urbana mejora el confort en todos los climas, con incrementos superiores al 10%, llegando incluso a duplicar este valor en algunos casos. En la tipología de mejoramiento de vivienda, los climas templados y cálido húmedo triplican el objetivo de confort, mientras que el clima cálido seco alcanza un máximo del 6%. Finalmente, en la tipología rural, se cumple con los objetivos establecidos para los climas templado y cálido seco.



Como se mencionó anteriormente, el clima frío es un caso crítico tanto para la eficiencia energética como en el confort térmico, dado que comúnmente las viviendas bajo estas condiciones de temperatura consumen una cantidad significativa de energía en el calentamiento de agua y de espacios, buscando condiciones confort. Adicionalmente, los vientos mantienen velocidades que pueden tener mayor o menor incidencia dependiendo de la configuración de cada tipología, sin embargo, entendiendo las bajas temperaturas de esta zona, la presencia de corrientes de viento con altas velocidades influye en el enfriamiento el espacio.



Por otra parte, los climas cálidos, incluyendo en algunos casos los templados, representan un reto para mantener temperaturas adecuadas para su habitabilidad, de forma que no se consume energía en exceso en equipos de acondicionamiento. A esto, sumadas condiciones de humedad que pueden afectar la materialidad de los prototipos de vivienda y por ende de forma directa e indirecta el confort térmico de sus habitantes, se vuelve una prioridad no sólo la implementación de las estrategias del compendio VIS 4.0, sino también la integración de materiales e inclusive procesos constructivos alternativos, que planteen alternativas innovadoras, viables y eficientes a favor de la sostenibilidad.

 <p>VIS4.0</p>	<p>Los pasos por seguir, teniendo en cuenta estas brechas identificadas en los climas fríos y cálidos, deben enfocarse en soluciones integrales que combinen estrategias del compendio VIS 4.0, la selección adecuada de materiales, la implementación de buenas prácticas, y el apoyo de políticas públicas orientadas hacia la sostenibilidad.</p>
	<p>En climas fríos, es crucial fortalecer el aislamiento térmico y aprovechar la energía solar pasiva, mientras que en climas cálidos se debe priorizar la ventilación natural, la protección solar y el uso de materiales con alta capacidad de reflectancia. La integración de estrategias pasivas y activas debe estar respaldada por materiales innovadores y sostenibles, una alternativa identificada en contextos internacionales es el desarrollo de sistemas híbridos como madera-concreto, que permite combinar las propiedades térmicas de la madera con la resistencia del concreto.</p>
	<p>Las buenas prácticas en las fases de diseño y construcción, como la correcta orientación de las viviendas y la implementación de técnicas de ventilación cruzada, también juegan un papel fundamental en la mejora del confort térmico y la eficiencia energética. El desarrollo de políticas públicas que promuevan incentivos para la adopción de estrategias que tienen un impacto en costo, son de gran relevancia para no solo alcanzar las metas planteadas para VIS 4.0, sino también para el cumplimiento de las metas de mitigación del cambio climático del país.</p>
	<p>La colaboración entre todos los actores del sector, desde los fabricantes de materiales hasta los constructores y diseñadores, es esencial para lograr una mejora significativa en la calidad ambiental de las viviendas de interés social. Este enfoque integral no solo contribuirá a la reducción del consumo energético, sino que también mejorará la calidad de vida de los habitantes y reducirá el impacto ambiental, consolidando así un modelo de vivienda social más sostenible y resiliente en Colombia.</p>

En Colombia, realizar mejoras energéticas en el sector residencial de Vivienda de Interés Social (VIS) o de Vivienda de Interés Prioritario (VIP) representa un desafío considerable. Esto se debe a que la demanda energética de estas viviendas, según la línea base, es relativamente baja, principalmente porque carecen de sistemas mecánicos de acondicionamiento que generen un consumo significativo de energía. Como resultado, la principal fuente de demanda energética proviene de los electrodomésticos de uso final.

A nivel constructivo, existen oportunidades limitadas para mejorar mediante la implementación de estrategias activas, como la iluminación LED o griferías ahorradoras, actualmente incorporadas comúnmente por el mercado colombiano en las edificaciones de vivienda. Sin embargo, esta situación puede ser transformada y mejorada en el diseño de las edificaciones a través de la selección e implementación de sistemas pasivos que promuevan un mejor confort térmico para los habitantes.

Además, es posible mejorar el desempeño energético de las viviendas VIS a través de los propios habitantes, implementando programas de sustitución de electrodomésticos antiguos que, aunque funcionales, tienen un alto consumo energético. La resistencia o evasión a esta sustitución suele deberse al alto costo inicial, sin considerar los ahorros potenciales y el retorno de la inversión a mediano o largo plazo que podrían obtenerse mediante la adopción de tecnologías más eficientes. Esto plantea una oportunidad para establecer mecanismos de financiación en el país que faciliten el acceso a electrodomésticos más eficientes, lo que en última instancia mejoraría significativamente el rendimiento energético.

VIVIENDA Y COMUNIDAD



La comunidad es un aspecto inherente a ser considerado en todas las etapas de un proyecto, desde la planificación y el diseño, hasta la construcción y operación. Priorizar y velar por las comunidades conduce a mejores condiciones de sostenibilidad y habitabilidad. El impacto en áreas como el confort térmico, el consumo energético, la satisfacción con el lugar habitado y la calidad de los materiales se entrelaza de manera armoniosa, con la comunidad y sus personas como el motor que impulsa hacia un futuro más sostenible y equitativo.

comfama

Portal servicios    Iniciar sesión

Inicio / Vivienda y hábitat / En Villa Camila los vecinos se unieron para mejorar la recolección de basuras y cuidar el medio ambiente

En Villa Camila los vecinos se unieron para mejorar la recolección de basuras y cuidar el medio ambiente

09 de Diciembre 2021



Tomado de: Vivir en comunidad, Comfama 2021

Por ello, el acceso a la Vivienda de Interés Social sostenible se convierte en una prioridad. El principal desafío en este ámbito consiste en superar el déficit habitacional y proveer viviendas formales para los 4,5 millones de nuevos hogares que se formarán para el año 2035. Para enfrentar este reto, es crucial avanzar en diversas dimensiones de la política y el entorno sectorial, como el desarrollo de un programa integral de vivienda rural y la creación de grandes proyectos de renovación urbana. En este contexto, la sostenibilidad debe ser el eje central de la visión para la construcción de viviendas en Colombia (CAMACOL, 2022).

Además, es fundamental que estos objetivos se logren mediante la implementación temprana de las estrategias propuestas en el compendio VIS 4.0, así como la adopción de soluciones innovadoras y procesos más sostenibles.

Como se ha mencionado previamente, Colombia ha tenido una gran apropiación del mercado en certificaciones de construcción sostenible reconocidas nacional e internacionalmente, pero CAMACOL va aún más allá, promoviendo la implementación de iniciativas que generen un alto impacto en la cadena de valor del sector constructor. Un ejemplo de ello es la articulación de actores y la gestión del conocimiento en torno a la digitalización del sector, con el objetivo de incrementar la productividad de las empresas y la competitividad en la actividad edificadora.

Iniciativas como el BIM Forum Colombia son parte de la propuesta del gremio para aprovechar las oportunidades que ofrece la transformación de procesos mediante nue-

vas tecnologías. Existen evidencias de que la implementación de mejores prácticas puede aumentar la productividad hasta en un 15% (CAMACOL, 2021).

Es importante destacar que el mercado colombiano actual cuenta con materiales constructivos con un gran potencial para mejorar sus atributos de sostenibilidad. Esto incluye desde la incorporación de mejores métodos extractivos y de producción, hasta la adopción de tecnologías que permitan aumentar el contenido de contenido reciclado en su fabricación.

En la búsqueda de nuevas propuestas y oportunidades para mejorar las condiciones y la calidad de la vivienda social en Colombia, es fundamental adoptar una visión futura en la que se implementen diversas estrategias constructivas y de materialidad propuestas a nivel internacional, así como aquellas desarrolladas en el ámbito nacional.



“La importancia equilibrada que ha otorgado Colombia a las medidas de mitigación y adaptación implica establecer el discurso y las prioridades coincidentes con estas estrategias, como sería, por ejemplo, trabajar en temas tales como: Implementación y profundización de los ejes de reducción de emisiones, como también la inversión en I+D para tales fines, además de abordar temas como: Pavimentos Resilientes, Vivienda Social e Infraestructura en general, dadas las características y ventajas del cemento como uno de los materiales de construcciones más resilientes al cambio climático”

Tomado de: Hoja de Ruta PROCEMCO-FICEM

En el contexto de nuevas tecnologías, mejores procesos y materiales, es valioso destacar iniciativas y estrategias innovadoras como la implementación de procesos constructivos híbridos que combinan materiales como la madera, el acero y el concreto. La construcción híbrida madera-hormigón se ha convertido en una tendencia mundial en los últimos años, impulsada por la creciente demanda de sostenibilidad ambiental. Esta técnica innovadora combina las ventajas de la madera, un material renovable y con baja huella de carbono, con las propiedades estructurales del hormigón, creando estructuras más sostenibles, eficientes y resistentes. Un ejemplo

destacado de esta tendencia es el edificio Ascent, ubicado en Milwaukee, Estados Unidos, que es el edificio híbrido madera-hormigón más alto del mundo, con una altura de 86 metros y 25 pisos (Fuentes, 2024).


La construcción en madera tiene una huella de carbono significativamente menor en comparación con la construcción basada en otro tipo de materiales. Se abordan estas alternativas en fin de poner a disposición de la cadena de valor soluciones que están ganando popularidad a nivel internacional en la construcción híbrida debido a la búsqueda de sistemas estructurales más sostenibles e innovadores.






Es crucial que tanto constructores como usuarios comprendan el costo-beneficio de implementar criterios de sostenibilidad

Luego del trabajo realizado en conjunto con el Grupo Sofonías para el desarrollo del documento, el equipo experto concluye que, tras un estudio normativo y visitas a diferentes zonas climáticas del país, así como la realización de numerosas entrevistas, es evidente que en los últimos años Colombia ha desarrollado un ecosistema fuerte de construcción sostenible. Este ecosistema vincula a la academia, arquitectos ingenieros, constructoras, y empresas de materiales y tecnología, entre otros, todos comprometidos con la transformación de un sector fundamental para la economía del país. De este análisis, se destacan dos recomendaciones importantes.



CONSCIENCIA SOBRE EL COSTO-BENEFICIO DE LA SOSTENIBILIDAD


Es crucial que tanto constructores como usuarios comprendan el costo-beneficio de implementar criterios de sostenibilidad. Las entrevistas realizadas revelan que, en la Vivienda de Interés Social en Colombia, existe un potencial significativo para incluir materiales con atributos de sostenibilidad, sin embargo, la barrera principalmente asociada al desconocimiento de los beneficios, así como la percepción del mercado de un mayor costo, es uno de los mayores retos para generalizar el uso de materiales más sostenibles.




APOYO A FUTUROS PROPIETARIOS EN TEMAS DE SOSTENIBILIDAD

Es vital colaborar con organizaciones de base para educar a los futuros propietarios sobre los beneficios de habitar en una vivienda sostenible y orientarlos respecto a los subsidios gubernamentales disponibles, promoviendo y facilitando la adquisición de este tipo de viviendas.


En general, la transformación hacia un modelo de construcción sostenible en Colombia es una necesidad imperativa, no solo para mitigar los impactos ambientales del sector, sino para generar adaptabilidad y asegurar un desarrollo económico inclusivo y resiliente. La agenda de sostenibilidad sectorial ha venido evolucionando y ha consolidado una serie de fortalezas y oportunidades que pueden clasificarse en las siguientes dimensiones:

- 


• **Incentivos para la Construcción Sostenible:**

El país debe seguir avanzando en la implementación de un paquete integral de incentivos que incluya exenciones fiscales, subsidios y acceso a financiación preferencial para proyectos de vivienda sostenibles. Estos incentivos deben estar dirigidos tanto a la construcción y adquisición de nuevas viviendas como al mejoramiento de las existentes, priorizando las Viviendas de Interés Social (VIS).
- 


• **Desarrollo progresivo de criterios y certificaciones en función de las capacidades de los mercados:**

Se recomienda establecer un esquema de incentivos para proyectos pequeños y medianos, para promover la construcción de edificaciones sostenibles e iniciar procesos de certificación.
- 


• **Fomento regional a la construcción sostenible:**

Se deben implementar políticas que fomenten el crecimiento de la construcción sostenible en regiones con menor actividad edificadora. Las regiones más pequeñas, que dependen en mayor medida de las micro, pequeñas y medianas empresas (Mipymes), presentan una menor profundidad en la construcción sostenible.
- 


• **Fortalecimiento del Mercado de Materiales Sostenibles:**

La disponibilidad de materiales sostenibles es un desafío clave, especialmente en regiones alejadas de los grandes centros urbanos. Se recomienda apoyar la creación de cadenas de suministro locales para materiales sostenibles, así como incentivar la innovación en biomateriales y ecoproductos industriales y la promoción e incorporación de economía circular en la cadena de valor. Esto no solo impulsará la adopción de prácticas sostenibles en la construcción, sino que también contribuirá al desarrollo económico local.
- 

• **Desarrollo de Capacidades y Educación en Sostenibilidad:**

La capacitación continua de todos los actores de la cadena de valor es esencial para el éxito de estas políticas. Se recomienda implementar programas de formación, con un enfoque especial en las regiones donde la construcción sostenible aún no es predominante. Esto permitirá que las empresas locales se adapten más rápidamente a los estándares de sostenibilidad y puedan competir en igualdad de condiciones. Así mismo se deben implementar esquemas que permitan educar a los compradores de vivienda con el fin de cualificar la demanda y fortalecer los requerimientos de los ciudadanos en materia de sostenibilidad.
- 

• **Monitoreo y Evaluación de Impacto:**

Se recomienda establecer un sistema robusto de monitoreo y evaluación para medir el impacto de las políticas y programas de construcción sostenible. El DANE, en colaboración con otras entidades, debe desarrollar indicadores que permitan evaluar el progreso en la reducción de emisiones, el ahorro de recursos y la mejora de la calidad de vida de los habitantes de viviendas sostenibles.
- 

• **Apoyo a la Innovación y la Competitividad:**

El sector de la construcción debe ser incentivado a innovar en el desarrollo de soluciones sostenibles que no solo cumplan con las normativas nacionales, sino que también les permitan competir a nivel internacional. Para lograr estos esquemas se requiere la creación de hubs de innovación que fomenten la colaboración entre empresas, Estado, universidades y centros de investigación.



CAMACOL, la propuesta VIS 4.0 representa un avance significativo en la producción de viviendas más conscientes y sostenibles en Colombia, alineadas con los objetivos globales de desarrollo sostenible y reafirmando el compromiso del país con la protección del medio ambiente y la mejora de la calidad de vida de sus ciudadanos. Se espera que las estrategias y herramientas presentadas en este documento se implementen en proyectos de Vivienda de Interés Social y se repliquen en todo el país, mejorando así la calidad de vida y el entorno ambiental de los colombianos.

La visión de sostenibilidad de VIS 4.0 abarca a todos los actores del sector, incluyendo a las nuevas generaciones de profesionales, las políticas públicas, los desarrolladores, constructores, diseñadores y fabricantes de materiales.

La academia emerge como un actor clave en este proceso, promoviendo la investigación y el desarrollo de prácticas sostenibles. Es esencial que un esfuerzo conjunto del sector público y privado facilite la implementación de estas estrategias, asegurando que los marcos normativos, beneficios financieros, tributarios y urbanísticos, así como la oferta del mercado, estén alineados con los objetivos de sostenibilidad del país y diseñados para potencializar la construcción sostenible.

Los desarrolladores, constructores y diseñadores tienen el desafío de integrar estas estrategias desde las fases iniciales del proyecto, garantizando que cada vivienda esté optimizada para el clima y las necesidades específicas de la comunidad.

La investigación ha revelado que la implementación de estrategias de sostenibilidad en las tipologías ideales de VIS 4.0 tiene un impacto presupuestal que puede ir desde el 1,36% hasta un 3,00% del costo directo de un proyecto de vivienda, bajo la salvedad que el mayor impacto involucra a las mejores eficiencias y propuestas en las tres líneas de acción de este análisis. Para asumir este impacto presupuestal, se deben ofrecer incentivos financieros y tributarios, tales como subsidios o créditos blandos, que faciliten la adopción de tecnologías y materiales sostenibles.

Asimismo, la creación de figuras financieras especializadas, como fondos verdes o bonos de sostenibilidad, puede proporcionar un apoyo adicional a los proyectos de Vivienda de Interés Social Sostenible, asegurando que estos costos no recaigan exclusivamente en los constructores o usuarios finales.

Los fabricantes de materiales, por su parte, tienen la oportunidad de innovar en sus procesos para reducir la huella de carbono y mejorar la eficiencia de sus productos. Esto incluye la adopción de tecnologías de fabricación más limpias y la investigación en nuevos productos que ofrezcan mejores prestaciones térmicas y energéticas sin sacrificar la calidad.

Este documento reafirma el compromiso del gremio de la construcción de continuar actuando como facilitador y líder en la implementación de prácticas sostenibilidad en las edificaciones en Colombia. La colaboración entre el gobierno, la industria y la academia será fundamental para alcanzar las metas de reducción de emisiones, a la vez que se mejora la calidad de vida de los ocupantes de las viviendas.

BIBLIOGRAFÍA

CAMACOL. (25 de Mayo de 2022). VIVIENDA, CIUDAD Y HÁBITAT 2022-2026. Revista Urbana. Obtenido de <https://camacol.co/actualidad/publicaciones/revista-urbana/92/portada/vivienda-ciudad-y-habitat-2022-2026>

Ciencuadras. (13 de Octubre de 2023). Obtenido de ¿Qué es vivienda sostenible en Colombia?: <https://www.ciencuadras.com/blog/guia-para-comprar-vivienda/que-es-vivienda-sostenible-en-colombia>

Comfama. (s.f.). Obtenido de Vivir en comunidad: <https://www.comfama.com/vivienda-y-habitat/vivir-en-comunidad/>

Decreto 1247 de 2022 (2022) - Gestor normativo. Función Pública. Obtenido de [https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma.php?i=190146#:~:text=\(135%20smmlv\).-,2.,legales%20vigentes%20\(90%20smmlv\).](https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma.php?i=190146#:~:text=(135%20smmlv).-,2.,legales%20vigentes%20(90%20smmlv).)

Fuentes, C. (14 de Julio de 2024). Construcción Híbrida: Proyecto de investigación busca combinar la madera de forma masiva con el hormigón. La Tribuna. Obtenido de <https://www.latribuna.cl/fibras-que-innovan/2024/07/14/construccion-hibrida-proyecto-de-investigacion-busca-combinar-la-madera-de-forma-masiva-con-el-hormigon.html>

Landeta, A. M., Pupo, L., Hobbs, J. A., & Romano, C. (17 de Mayo de 2023). ¿Cómo incorporar la sostenibilidad en proyectos de vivienda social? Obtenido de Banco Interamericano de Desarrollo: <https://blogs.iadb.org/ciudades-sostenibles/es/como-incorporar-la-sostenibilidad-en-proyectos-de-vivienda-social/#:~:text=La%20vivienda%20social%20sostenible%20es,el%20consumo%20de%20recursos%20naturales>

Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. (s.f.). Obtenido de Construcción Sostenible: <https://www.minambiente.gov.co/asuntos-ambientales-sectorial-y-urbana/construccion-sostenible/>

Ministerio de Salud y Protección Social. (2016). Obtenido de INFORME NACIONAL DE CALIDAD DEL AGUA PARA CONSUMO HUMANO INCA: https://www.minsalud.gov.co/sites/rid/Lists/BibliotecaDigital/RIDE/VS/PP/SA/inca-2015_reducido.pdf

Ministerio de Vivienda. (2 de Junio de 2023). Obtenido de VIS y VIP: <https://www.minvivienda.gov.co/viceministerio-de-vivienda/vis-y-vip>

Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio. (2015). Anexo 1. Guía de construcción sostenible para el ahorro de agua y energía en edificaciones. En resolución 549 de 2015. Obtenido de <https://ismd.com.co/wp-content/uploads/2017/03/Resoluci%C3%B3n-549-de-2015.pdf>

Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio. (2023). Obtenido de Informe Nacional de Calidad del Agua para Consumo Humano INCA 2021: <https://www.minvivienda.gov.co/sites/default/files/documentos/informe-nacional-de-calidad-del-agua-para-consumo-humano-inca-2021.pdf>

Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio. (Julio de 2023). Cambia Mi Casa: Programa del Gobierno Nacional para mejorar la calidad de vida de 400.000 hogares, en áreas urbanas y rurales, cuyas viviendas están en condiciones habitacionales inadecuadas. Obtenido de <https://www.minvivienda.gov.co/cambia-mi-casa>

POLÍTICA NACIONAL DE EDIFICACIONES SOSTENIBLES. (23 de Marzo de 2018). Obtenido de <https://colaboracion.dnp.gov.co/CDT/Conpes/Econ%C3%B3micos/3919.pdf>

Prosperidad Social. (2019). Obtenido de Mejoramientos de Viviendas: <https://prosperidadsocial.gov.co/sgpp/infraestructura-social-y-habitat/mejoramiento-de-viviendas/>

Prosperidad Social. . (2021). Obtenido de Casa Digna, Vida Digna. : <https://prosperidadsocial.gov.co/sgpp/infraestructura-social-y-habitat/casa-digna-vida-digna-dps/>

Quinchía Botero, B. H. (2017). Los acueductos veredales de las comunidades organizadas en el área rural del municipio de El Peñol, Antioquia : un análisis a partir del Régimen de Servicios Públicos Domiciliarios en Colombia. Obtenido de <https://bibliotecadigital.usb.edu.co/entities/publication/ff79682e-6ed0-4b35-b590-8df52648a4b3>

Ramírez Muriel, A. F. (7 de Agosto de 2023). Alponente. Obtenido de Construcción Sostenible en Viviendas de Interés Social en Colombia: Definiendo los Criterios Clave: <https://alponente.com/construccion-sostenible-en-viviendas-de-interes-social-en-colombia-definiendo-los-criterios-clave/>

Re Imaginemos la vivienda rural en Bogotá. (s.f.). Bogotá: Alcaldía Mayor de Bogotá. Obtenido de https://www.habitatbogota.gov.co/sites/default/files/documentos/30122020%20CARTILLA%20RURAL%20FINAL_0.pdf

Riola-Parada, F., Tavoussia, K., Fadai, A., & Winter, W. (Julio de 2019). Elementos estructurales híbridos: vigas madera-acero y. Obtenido de https://www.researchgate.net/publication/334806687_Elementos_estructurales_hibridos_vigas_madera-acero_y_placas_nervadas_madera-acero-hormigon

Rueda Camberos, F., Arboleda Girón, W., & Pérez Gutiérrez, N. (2017). LA CALIDAD DEL AGUA DE LOS ACUEDUCTOS DE LAS ÁREAS URBANAS DEL DEPARTAMENTO DEL META, COLOMBIA. Fundación Universitaria del Área Andina.

Secretaría de Planeación de Bogotá. (2022). REGLAMENTACIÓN ECOURBANISMO Y CONSTRUCCIÓN SOSTENIBLE: DOCUMENTO DE DIAGNÓSTICO. Bogotá. Obtenido de https://www.sdp.gov.co/sites/default/files/generales/doc_diagnostico_ecourbanismo.pdf

Valencia, D. E. (2018). La vivienda sostenible, desde un enfoque teórico y de política pública en Colombia. Revista Ingenierías Universidad de Medellín, 18. Obtenido de <http://www.scielo.org.co/pdf/rium/v17n33/1692-3324-rium-17-33-39.pdf>

Vivienda social sostenible: reflexiones en red. (2023). Bogotá: Sociedad Colombiana de Arquitectos (SCA). Obtenido de <https://sociedadcolombianadearquitectos.org/home/wp-content/uploads/2023/09/Vivienda-social-sostenible-SCA-2023.pdf>

Zamora, F. (Junio de 2023). Just Crea. Obtenido de De materiales atemporales a híbridos de alta tecnología: una nueva era en arquitectura y construcción: <https://justcrea.com/articulos/arquitectura-sustentable/de-materiales-atemporales-a-hibridos-de-alta-tecnologia-una-nueva-era-en-arquitectura-y-construccion>

ANEXO 1: COMPENDIO VIS 4.0

ESTRATEGIAS para VIS Urbana
ESTRATEGIAS para VIS Rural
ESTRATEGIAS para VIS Mejoramiento



ESTRATEGIAS PARA VIS URBANA



VIS URBANA **CRITERIO ENERGÉTICO** **CLIMA FRÍO**

ESCALA DE RENDIMIENTO

Nulo	Bajo	Bajo-Medio	Medio	Medio-Alto	Alto
<0%	0 - 5%	5 - 10%	10 - 15%	15 - 20%	>20%

ORIENTACIÓN

ESTRATEGIAS	0° Norte	45° Noreste	90° Este	135° Sureste	180° Sur	225° Suroeste	270° Oeste	315° Noroeste
PS-H	1.5%	1.3%	0.6%	-4.3%	-4.0%	-1.9%	-6.2%	-4.6%
GRIFERÍA	20.1%	20.4%	21.0%	20.9%	20.4%	20.6%	20.8%	20.5%
CALENT n92	6.2%	6.3%	6.3%	6.3%	6.2%	6.2%	6.3%	6.3%
MURO SRI BAJO	3.3%	3.5%	3.5%	3.4%	3.4%	3.3%	1.5%	3.4%
M.SRI BAJO +GRIF	23.5%	23.9%	24.4%	24.3%	23.8%	23.9%	22.3%	23.9%
M.SRI BAJO +GRIF+CALENT	24.9%	25.4%	26.0%	25.8%	25.2%	25.4%	23.7%	25.4%

VIS URBANA **CRITERIO ENERGÉTICO** **CLIMA TEMPLADO**

ESCALA DE RENDIMIENTO

Nulo	Bajo	Bajo-Medio	Medio	Medio-Alto	Alto
<0%	0 - 5%	5 - 10%	10 - 15%	15 - 20%	>20%

ORIENTACIÓN








ESTRATEGIAS	0° Norte	45° Noreste	90° Este	135° Sureste	180° Sur	225° Suroeste	270° Oeste	315° Noroeste
VIDRIO SHGC	13.9%	6.7%	8.7%	8.4%	6.1%	6.8%	8.2%	6.7%
MURO SRI	17.0%	9.9%	10.5%	10.8%	10.0%	10.5%	11.2%	9.8%
INERCIA TÉRMICA	10.3%	1.1%	1.0%	1.0%	1.2%	1.0%	1.4%	1.0%
PS-H	3.4%	6.8%	7.8%	8.2%	6.9%	9.1%	9.9%	7.6%
PS-V	10.4%	1.7%	0.8%	1.2%	1.1%	2.6%	0.9%	2.6%
GRIFERÍA	28.0%	20.1%	18.8%	19.0%	20.1%	19.8%	19.1%	19.6%
CALENT n92	14.9%	6.1%	5.7%	5.8%	6.1%	6.0%	5.8%	5.9%
NIGHT FLUSH	21.3%	15.8%	20.5%	20.0%	16.1%	17.4%	19.9%	17.6%
COMBINADAS	21.4%	16.1%	20.7%	20.2%	16.2%	17.5%	20.0%	17.8%
COMB+GRIF	49.4%	36.2%	39.5%	39.2%	36.3%	37.2%	39.1%	37.5%
COMB+GRIF+CALENT	56.7%	38.4%	41.8%	41.4%	38.5%	39.5%	41.3%	39.7%

VIS URBANA  **CRITERIO ENERGÉTICO**  **CLIMA CÁLIDO HÚMEDO**

ESCALA DE RENDIMIENTO

Nulo	Bajo	Bajo-Medio	Medio	Medio-Alto	Alto
<0%	0 - 5%	5 - 10%	10 - 15%	15 - 20%	>20%

ORIENTACIÓN









ESTRATEGIAS	0° Norte	45° Noreste	90° Este	135° Sureste	180° Sur	225° Suroeste	270° Oeste	315° Noroeste
 VIDRIO SHGC	6.6%	8.0%	10.0%	6.1%	4.2%	9.7%	10.1%	6.9%
 MURO SRI	11.2%	12.0%	11.0%	10.7%	10.5%	13.3%	13.6%	11.0%
 INERCIA TÉRMICA	0.4%	0.1%	0.0%	0.0%	0.3%	3.2%	2.2%	0.3%
 PS-H	5.0%	8.8%	7.9%	8.2%	8.7%	12.3%	12.2%	8.4%
 PS-V	0.0%	2.3%	1.0%	1.2%	2.3%	5.7%	4.3%	2.6%
 GRIFERÍA	11.4%	11.0%	10.4%	10.2%	10.4%	10.2%	10.2%	10.7%
 CALENT n92	3.5%	3.3%	3.2%	3.1%	3.1%	3.1%	3.1%	3.2%
COMBINADAS	18.3%	21.1%	23.1%	23.6%	22.8%	24.5%	23.5%	20.5%
COMB+GRIF	29.7%	32.0%	33.4%	33.8%	33.3%	34.7%	33.7%	31.3%
COMB+GRIF +CALENT	30.7%	33.1%	34.5%	34.8%	34.3%	35.8%	34.7%	32.3%

VIS URBANA  **CRITERIO ENERGÉTICO**  **CLIMA CÁLIDO SECO**

ESCALA DE RENDIMIENTO

Nulo	Bajo	Bajo-Medio	Medio	Medio-Alto	Alto
<0%	0 - 5%	5 - 10%	10 - 15%	15 - 20%	>20%

ORIENTACIÓN



ESTRATEGIAS	0° Norte	45° Noreste	90° Este	135° Sureste	180° Sur	225° Suroeste	270° Oeste	315° Noroeste
 VIDRIO SHGC	6.5%	7.0%	8.2%	8.0%	6.5%	6.7%	7.5%	7.1%
 MURO SRI	16.4%	16.7%	17.1%	17.3%	17.0%	17.0%	17.1%	17.0%
 INERCIA TÉRMICA	0.1%	0.1%	0.1%	0.2%	2.3%	0.2%	0.2%	0.2%
 PS-H	5.1%	8.8%	10.6%	10.2%	6.7%	9.3%	10.0%	8.4%
 PS-V	1.2%	5.2%	2.5%	3.3%	-4.1%	1.0%	0.7%	0.9%
 GRIFERÍA	17.9%	21.4%	17.8%	18.8%	12.2%	17.1%	16.3%	16.8%
 CALENT n92	6.1%	4.8%	4.6%	4.7%	5.0%	4.9%	4.7%	4.8%
 NIGHT FLUSH	18.1%	19.0%	20.2%	20.2%	19.1%	19.1%	19.6%	19.1%
COMBINADAS	24.9%	26.7%	29.1%	29.0%	26.7%	27.4%	28.8%	27.6%
COMB+GRIF	42.9%	48.1%	47.0%	47.8%	38.9%	44.5%	45.2%	44.3%
COMB+GRIF +CALENT	45.5%	50.5%	49.1%	50.1%	40.9%	46.6%	47.3%	46.5%

VIS URBANA  **CRITERIO TÉRMICO**  **CLIMA FRÍO**

ESCALA DE RENDIMIENTO

Nulo	Bajo	Bajo-Medio	Medio	Medio-Alto	Alto
<0%	0 - 5%	5 - 10%	10 - 15%	15 - 20%	>20%

ORIENTACIÓN







ESTRATEGIAS	ORIENTACIÓN							
	0° Norte	45° Noreste	90° Este	135° Sureste	180° Sur	225° Suroeste	270° Oeste	315° Noroeste
 PS-H	3.15%	1.67%	-1.89%	-25.26%	-23.20%	-32.49%	-33.37%	-26.99%
 MURO ABSORTANCIA	18.27%	17.53%	13.95%	13.23%	16.33%	15.01%	14.63%	17.04%

VIS URBANA  **CRITERIO TÉRMICO**  **CLIMA TEMPLADO**

ESCALA DE RENDIMIENTO

Nulo	Bajo	Bajo-Medio	Medio	Medio-Alto	Alto
<0%	0 - 5%	5 - 10%	10 - 15%	15 - 20%	>20%

ORIENTACIÓN






ESTRATEGIAS	ORIENTACIÓN							
	0° Norte	45° Noreste	90° Este	135° Sureste	180° Sur	225° Suroeste	270° Oeste	315° Noroeste
 INERCIA TÉRMICA	2.35%	2.63%	3.31%	3.65%	3.04%	3.23%	3.54%	3.13%
 MURO SRI	8.52%	8.38%	9.26%	10.08%	8.84%	9.28%	9.76%	8.44%
 PS-H	0.13%	4.21%	6.46%	6.82%	4.95%	6.98%	7.15%	5.04%
 PS-V	0.9%	1.61%	1.39%	1.54%	1.17%	2.46%	1.07%	2.33%
 NIGHT FLUSH	10.63%	1.72%	8.9%	11.23%	11.67%	10.95%	9.26%	9.45%
 VIDRIO SHGC	4.16%	4.79%	6.63%	6.82%	5.01%	5.06%	5.84%	4.99%
COMBINADAS	18.79%	21.28%	25.2%	25.84%	21.75%	21.86%	22.80%	20.91%

VIS URBANA  **CRITERIO TÉRMICO**  **CLIMA CÁLIDO HÚMEDO**

ESCALA DE RENDIMIENTO

Nulo	Bajo	Bajo-Medio	Medio	Medio-Alto	Alto
<0%	0 - 5%	5 - 10%	10 - 15%	15 - 20%	>20%

ORIENTACIÓN







ESTRATEGIAS	0° Norte	45° Noreste	90° Este	135° Sureste	180° Sur	225° Suroeste	270° Oeste	315° Noroeste
 INERCIA TÉRMICA	1.92%	1.70%	1.70%	2.09%	1.78%	2.14%	1.84%	1.61%
 MURO SRI	8.58%	8.55%	8.71%	9.07%	9.12%	9.87%	9.13%	8.54%
 PS-H	2.14%	3.57%	4.36%	5.13%	4.68%	5.81%	5.37%	3.83%
 PS-V	0%	1.95%	0.71%	1.02%	0.87%	2.80%	2.50%	2.33%
 VIDRIO SHGC	5.04%	4.91%	5.43%	4.44%	2.85%	5.84%	5.67%	4.96%
COMBINADAS	13.70%	14.85%	17.12%	17.92%	16.35%	16.53%	15.62%	14.35%

VIS URBANA  **CRITERIO TÉRMICO**  **CLIMA CÁLIDO SECO**

ESCALA DE RENDIMIENTO

Nulo	Bajo	Bajo-Medio	Medio	Medio-Alto	Alto
<0%	0 - 5%	5 - 10%	10 - 15%	15 - 20%	>20%

ORIENTACIÓN

ESTRATEGIAS	0° Norte	45° Noreste	135° Sureste	180° Sur	225° Suroeste	270° Oeste	315° Noroeste
 INERCIA TÉRMICA	-0.47%	1.84%	0.79%	0.44%	0.28%	0.44%	0.87%
 MURO SRI	7.45%	16.36%	4.90%	1.95%	0.99%	1.92%	2.79%
 PS-H	0.49%	9.45%	5.17%	1.92%	0.99%	1.84%	2.63%
 PS-V	0.11%	4.71%	1.39%	0.58%	0.09%	0.06%	0.24%
 NIGHT FLUSH	20.55%	13.32%	4.30%	1.76%	0.94%	1.81%	0.49%
 VIDRIO SHGC	1.18%	7.73%	3.86%	1.54%	0.85%	1.76%	2.13%
COMBINADAS	16.58%	21.97%	5.53%	1.95%	0.99%	1.92%	2.79%

ESTRATEGIAS PARA VIS RURAL



VIS RURAL **CRITERIO ENERGÉTICO** **CLIMA FRÍO**

ESCALA DE RENDIMIENTO

Nulo	Bajo	Bajo-Medio	Medio	Medio-Alto	Alto
<0%	0 - 5%	5 - 10%	10 - 15%	15 - 20%	>20%

ORIENTACIÓN

ESTRATEGIAS	0° Norte	45° Noreste	90° Este	135° Sureste	180° Sur	225° Suroeste	270° Oeste	315° Noroeste
INERCIA TÉRMICA	3.9%	4.1%	4.3%	4.1%	4.0%	4.2%	4.4%	4.0%
CUBIERTA U	4.6%	4.7%	4.8%	4.7%	4.6%	4.8%	4.8%	4.6%
GRIFERÍA	14.3%	14.4%	14.5%	14.4%	14.4%	14.5%	14.4%	14.3%
CALENT n92	4.3%	4.3%	4.4%	4.3%	4.3%	4.3%	4.4%	4.3%
MURO SRI BAJO	-0.8%	-0.7%	-0.7%	-0.9%	-1.0%	-0.8%	-0.7%	-0.7%
CUBIERTA U + GRIF	18.9%	19.2%	19.3%	19.2%	19.0%	19.2%	19.2%	18.9%
CUBIERTA U + GRIF + CALENT	19.7%	20.0%	20.1%	20.0%	19.8%	20.0%	20.0%	19.7%













VIS RURAL **CRITERIO ENERGÉTICO** **CLIMA TEMPLADO**













ESCALA DE RENDIMIENTO

Nulo	Bajo	Bajo-Medio	Medio	Medio-Alto	Alto
<0%	0 - 5%	5 - 10%	10 - 15%	15 - 20%	>20%

ORIENTACIÓN

ESTRATEGIAS	0° Norte	45° Noreste	90° Este	135° Sureste	180° Sur	225° Suroeste	270° Oeste	315° Noroeste
VIDRIO SHGC	16.1%	19.3%	18.2%	15.9%	15.9%	18.2%	19.1%	16.6%
MURO SRI	11.8%	14.0%	14.8%	14.0%	13.2%	14.3%	15.2%	14.2%
INERCIA TÉRMICA	12.6%	14.3%	11.4%	9.2%	11.6%	12.9%	13.1%	11.6%
CUBIERTA SRI	14.4%	15.4%	15.8%	15.6%	14.8%	15.8%	16.1%	16.1%
CUBIERTA U	2.5%	2.0%	2.0%	2.0%	2.2%	2.3%	2.1%	3.0%
PS-H	0.8%	4.5%	5.0%	3.7%	2.2%	3.6%	4.8%	3.8%
PS-V	1.6%	3.6%	2.4%	2.8%	2.2%	3.1%	2.3%	2.8%
GRIFERÍA	17.9%	17.4%	16.9%	17.3%	18.0%	17.4%	16.8%	17.5%
CALENT n92	5.1%	5.3%	5.1%	5.8%	5.5%	5.3%	5.1%	4.7%
NIGHT FLUSH	3.8%	7.0%	8.1%	5.8%	4.5%	5.4%	7.4%	5.9%
COMBINADAS	21.2%	24.4%	25.9%	24.6%	22.6%	24.8%	26.7%	24.6%
COMB+GRIF	39.1%	41.8%	42.8%	41.9%	40.6%	42.2%	43.5%	42.1%
COMB+GRIF +CALENT	41.1%	44.0%	45.0%	44.3%	42.8%	44.5%	45.8%	44.1%

VIS RURAL				CRITERIO ENERGÉTICO				CLIMA CÁLIDO HÚMEDO		
ESCALA DE RENDIMIENTO		Nulo	Bajo	Bajo-Medio	Medio	Medio-Alto	Alto			
		<0%	0 - 5%	5 - 10%	10 - 15%	15 - 20%	>20%			
		ORIENTACIÓN								
ESTRATEGIAS	0° Norte	45° Noreste	90° Este	135° Sureste	180° Sur	225° Suroeste	270° Oeste	315° Noroeste		
 VIDRIO SHGC	8.0%	8.8%	9.7%	9.5%	8.5%	9.3%	9.8%	9.2%		
 MURO SRI	3.9%	3.9%	4.1%	4.4%	4.1%	4.1%	4.0%	4.3%		
 INERCIA TÉRMICA	0.9%	0.6%	0.7%	1.1%	0.9%	0.6%	0.6%	0.9%		
 CUBIERTA SRI	16.0%	15.5%	15.4%	15.8%	15.9%	15.5%	15.3%	15.8%		
 CUBIERTA U	3.5%	3.0%	2.9%	3.5%	3.7%	3.1%	2.9%	3.4%		
 PS-H	2.4%	3.3%	3.7%	4.4%	3.2%	4.4%	4.7%	3.8%		
 PS-V	1.7%	2.5%	1.1%	1.7%	0.8%	2.2%	13.6%	2.8%		
 GRIFERÍA	11.0%	10.6%	10.3%	10.4%	10.7%	10.4%	10.2%	10.6%		
 CALENT n92	3.3%	3.2%	3.1%	3.1%	3.2%	3.1%	3.1%	3.2%		
 NIGHT FLUSH	1.4%	1.1%	1.5%	1.7%	1.3%	1.5%	1.8%	1.8%		
COMBINADAS	24.0%	24.5%	25.2%	25.0%	24.6%	25.1%	25.4%	24.7%		
COMB+GRIF	34.9%	35.1%	35.5%	35.4%	35.3%	35.6%	35.5%	35.4%		
COMB+GRIF +CALENT	36.1%	36.3%	36.6%	36.5%	36.5%	36.7%	36.6%	36.5%		





VIS RURAL				CRITERIO ENERGÉTICO				CLIMA CÁLIDO SECO		
ESCALA DE RENDIMIENTO		Nulo	Bajo	Bajo-Medio	Medio	Medio-Alto	Alto			
		<0%	0 - 5%	5 - 10%	10 - 15%	15 - 20%	>20%			
		ORIENTACIÓN								
ESTRATEGIAS	0° Norte	45° Noreste	90° Este	135° Sureste	180° Sur	225° Suroeste	270° Oeste	315° Noroeste		
 VIDRIO SHGC	3.2%	4.0%	4.3%	3.7%	3.3%	4.0%	4.5%	3.9%		
 MURO SRI	4.1%	4.4%	4.7%	4.4%	4.5%	4.6%	4.7%	4.6%		
 INERCIA TÉRMICA	3.0%	2.9%	3.2%	2.9%	3.2%	4.9%	3.2%	3.1%		
 CUBIERTA SRI	13.3%	13.9%	14.6%	13.9%	13.8%	14.2%	14.7%	14.1%		
 CUBIERTA U	4.1%	4.0%	4.0%	3.9%	4.1%	4.0%	4.0%	4.0%		
 PS-H	0.4%	1.1%	1.8%	1.1%	0.7%	1.1%	1.6%	1.1%		
 PS-V	0.0%	0.6%	0.0%	0.2%	0.0%	0.0%	-0.4%	0.0%		
 GRIFERÍA	18.9%	18.3%	18.1%	18.2%	18.6%	18.2%	18.0%	18.3%		
 CALENT n92	5.8%	5.5%	5.4%	5.3%	5.6%	5.5%	5.4%	5.5%		
 NIGHT FLUSH	0.9%	1.7%	2.2%	1.7%	1.1%	1.6%	2.2%	1.5%		
COMBINADAS	15.0%	16.0%	16.8%	16.1%	15.4%	16.4%	16.9%	16.1%		
COMB+GRIF	33.9%	34.3%	34.8%	34.3%	34.0%	34.7%	34.9%	34.5%		
COMB+GRIF +CALENT	35.9%	36.2%	36.7%	36.1%	35.9%	36.6%	36.8%	36.4%		

VIS RURAL  **CRITERIO TÉRMICO**  **CLIMA FRÍO**

ESCALA DE RENDIMIENTO

Nulo	Bajo	Bajo-Medio	Medio	Medio-Alto	Alto
<0%	0 - 5%	5 - 10%	10 - 15%	15 - 20%	>20%

ORIENTACIÓN




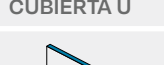




ESTRATEGIAS	0° Norte	45° Noreste	90° Este	135° Sureste	180° Sur	225° Suroeste	270° Oeste	315° Noroeste
 CUBIERTA U	1.06%	1.26%	2.77%	1.70%	1.64%	1.58%	1.57%	1.64%
 PS-H	2.60%	0.36%	1.29%	0.66%	1.23%	0.63%	-0.02%	0.71%
 PS-V	1.59%	0.41%	1.84%	1.35%	1.92%	1.15%	1.24%	0.76%
 MURO ABSORTANCIA	9.01%	8.66%	9.62%	8.72%	8.8%	8.65%	8.31%	8.57%

VIS RURAL  **CRITERIO TÉRMICO**  **CLIMA TEMPLADO**

ESCALA DE RENDIMIENTO

Nulo	Bajo	Bajo-Medio	Medio	Medio-Alto	Alto
<0%	0 - 5%	5 - 10%	10 - 15%	15 - 20%	>20%

ORIENTACIÓN








ESTRATEGIAS	0° Norte	45° Noreste	90° Este	135° Sureste	180° Sur	225° Suroeste	270° Oeste	315° Noroeste
 INERCIA TÉRMICA	2.35%	2.63%	3.31%	3.65%	3.04%	3.23%	3.54%	1.98%
 CUBIERTA SRI	9.20%	10.76%	15.61%	15.70%	11.17%	10.65%	12.33%	10.03%
 CUBIERTA U	1.01%	2.30%	5.48%	5.59%	2.27%	2.30%	3.10%	0.36%
 MURO SRI	5.20%	7.39%	11.56%	11.48%	7.45%	7.67%	8.80%	5.54%
 PS-H	0.52%	3.28%	7.09%	6.93%	2.63%	3.31%	4.20%	0.93%
 PS-V	0.27%	2.60%	5.83%	5.84%	2.10%	2.87%	3.57%	0.52%
 NIGHT FLUSH	5.01%	7.06%	10.98%	11.26%	7.06%	7.09%	7.95%	5.48%
 VIDRIO SHGC	2.08%	4.30%	8.27%	8.33%	3.86%	4.73%	5.81%	2.52%
COMBINADAS	13.64%	15.67%	21.01%	21.15%	15.97%	15.97%	18.03%	15.54%


VIS RURAL  **CRITERIO TÉRMICO**  **CLIMA CÁLIDO HÚMEDO**

ESCALA DE RENDIMIENTO

Nulo	Bajo	Bajo-Medio	Medio	Medio-Alto	Alto
<0%	0 - 5%	5 - 10%	10 - 15%	15 - 20%	>20%

ORIENTACIÓN








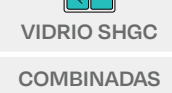
ESTRATEGIAS	0° Norte	45° Noreste	90° Este	135° Sureste	180° Sur	225° Suroeste	270° Oeste	315° Noroeste
 INERCIA TÉRMICA	3.12%	3.02%	2.93%	2.93%	2.71%	3.23%	2.99%	3.01%
 CUBIERTA SRI	6.99%	4.33%	4.71%	5.18%	6.25%	5.95%	5.21%	6.14%
 MURO SRI	1.51%	1.70%	1.89%	1.54%	1.40%	1.62%	1.54%	1.40%
 PS-H	0.66%	0.91%	1.15%	1.13%	0.85%	1.12%	1.18%	0.88%
 PS-V	16.49%	15.81%	12.19%	13.37%	15.86%	14.14%	11.70%	13.59%
 NIGHT FLUSH	1.92%	1.81%	1.51%	1.67%	1.53%	1.37%	1.18%	1.65%
 VIDRIO SHGC	2.52%	2.91%	3.21%	2.96%	2.74%	2.99%	3.1%	3.01%
COMBINADAS	7.42%	6.85%	5.34%	5.78%	7.12%	6.22%	5.54%	6.77%

VIS RURAL  **CRITERIO TÉRMICO**  **CLIMA CÁLIDO SECO**

ESCALA DE RENDIMIENTO

Nulo	Bajo	Bajo-Medio	Medio	Medio-Alto	Alto
<0%	0 - 5%	5 - 10%	10 - 15%	15 - 20%	>20%

ORIENTACIÓN

ESTRATEGIAS	0° Norte	45° Noreste	135° Sureste	180° Sur	225° Suroeste	270° Oeste	315° Noroeste
 INERCIA TÉRMICA	55.56%	8.63%	0.96%	1.29%	1.18%	1.07%	1.18%
 CUBIERTA SRI	55.09%	7.73%	0.08%	0.38%	0%	0.11%	0.08%
 CUBIERTA U	53.34%	5.78%	-2.55%	-2.03%	-2.91%	-2.82%	-2.50%
 MURO SRI	55.09%	7.73%	0.08%	0.38%	0%	0.11%	0.08%
 PS-H	55.64%	5.51%	-2.14%	-2.25%	-2.22%	-2.14%	-2.50%
 PS-V	52.16%	5.07%	-2.74%	-2.58%	-2.52%	-2.99%	-2.88%
 NIGHT FLUSH	-0.85%	20.28%	22.58%	22.52%	24.14%	25.23%	23.56%
 VIDRIO SHGC	54.19%	7.29%	-0.24%	-0.25%	-0.25%	-0.03%	-0.33%
COMBINADAS	34.60%	21.81%	18.19%	17.64%	19.12%	18.76%	18.38%

ESTRATEGIAS PARA VIS DE MEJORAMIENTO



VIS MEJORAMIENTO **CRITERIO ENERGÉTICO** **CLIMA FRÍO**

ESCALA DE RENDIMIENTO

Nulo	Bajo	Bajo-Medio	Medio	Medio-Alto	Alto
<0%	0 - 5%	5 - 10%	10 - 15%	15 - 20%	>20%

ESCALA DE RENDIMIENTO

ESTRATEGIAS	ORIENTACIÓN							
	0° Norte	45° Noreste	90° Este	135° Sureste	180° Sur	225° Suroeste	270° Oeste	315° Noroeste
CUBIERTA U	2.5%	2.7%	2.7%	2.7%	2.6%	2.5%	2.5%	2.6%
INERCIA TÉRMICA	1.2%	1.4%	1.6%	1.4%	1.4%	1.4%	1.6%	1.3%
GRIFERÍA	15.8%	16.1%	16.5%	16.2%	16.0%	16.2%	16.5%	16.1%
CALENT n92	4.8%	4.9%	4.9%	4.8%	4.8%	4.8%	4.9%	4.8%
MURO SRI BAJO	5.8%	5.9%	6.0%	5.9%	5.8%	5.9%	6.1%	5.9%
COMBINADAS	8.8%	9.1%	9.3%	9.0%	8.7%	8.9%	9.1%	9.0%
COMB+GRIF	24.6%	25.2%	25.7%	25.2%	24.8%	25.2%	25.5%	25.1%
CUBIERTA U + GRIF + CALENT	25.8%	26.4%	27.0%	26.4%	26.0%	26.4%	26.8%	26.3%

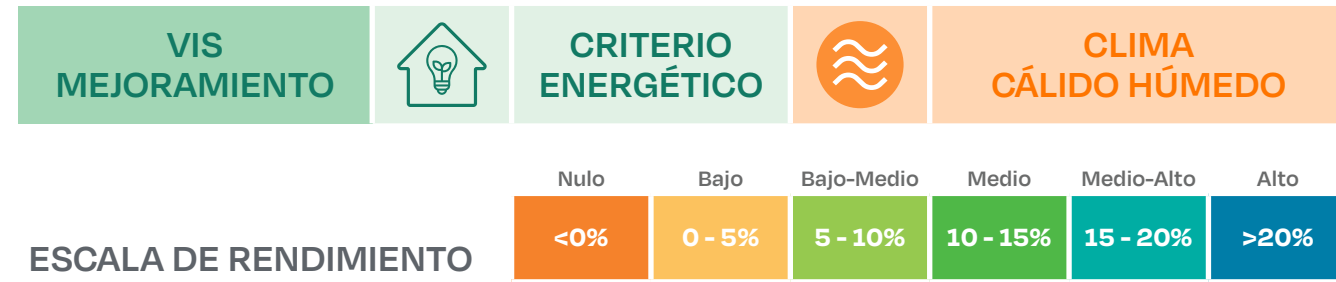
VIS MEJORAMIENTO **CRITERIO ENERGÉTICO** **CLIMA TEMPLADO**

ESCALA DE RENDIMIENTO

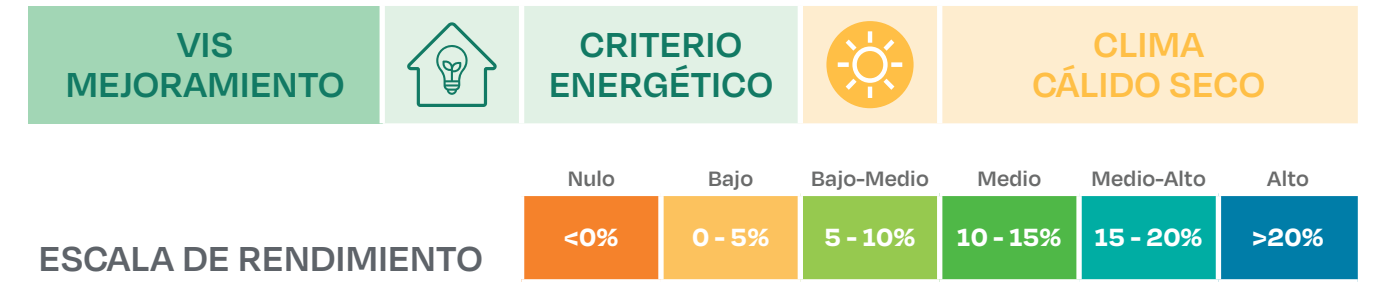
Nulo	Bajo	Bajo-Medio	Medio	Medio-Alto	Alto
<0%	0 - 5%	5 - 10%	10 - 15%	15 - 20%	>20%

ESCALA DE RENDIMIENTO

ESTRATEGIAS	ORIENTACIÓN							
	0° Norte	45° Noreste	90° Este	135° Sureste	180° Sur	225° Suroeste	270° Oeste	315° Noroeste
VIDRIO SHGC	23.0%	24.1%	25.3%	24.5%	23.5%	24.4%	25.4%	24.2%
MURO SRI	19.2%	19.4%	19.4%	19.3%	19.2%	19.4%	19.5%	19.4%
CUBIERTA SRI	37.8%	39.4%	40.7%	39.8%	38.4%	39.8%	40.7%	39.5%
CUBIERTA U	19.6%	19.4%	19.2%	19.3%	19.4%	19.3%	19.0%	19.4%
INERCIA TÉRMICA	20.2%	20.2%	20.0%	20.1%	20.2%	20.1%	19.8%	20.0%
PS-H	3.9%	6.0%	8.1%	6.8%	5.2%	7.5%	8.9%	6.4%
PS-V	17.9%	17.2%	17.6%	18.3%	18.0%	18.4%	19.0%	18.2%
GRIFERÍA	17.9%	17.2%	16.3%	16.9%	17.6%	17.0%	16.2%	17.0%
CALENT n92	5.4%	5.3%	4.9%	5.1%	5.3%	5.2%	4.9%	5.1%
NIGHT FLUSH	26.2%	26.8%	27.4%	27.1%	26.5%	27.0%	27.5%	27.0%
COMBINADAS	25.2%	28.3%	31.7%	29.4%	26.3%	29.1%	31.8%	28.9%
COMB+GRIF	43.1%	45.4%	48.0%	46.3%	43.9%	46.1%	48.0%	45.9%
COMB+GRIF + CALENT	45.4%	47.8%	50.3%	48.7%	46.3%	48.5%	50.3%	48.2%



ESTRATEGIAS	ORIENTACIÓN							
	0° Norte	45° Noreste	90° Este	135° Sureste	180° Sur	225° Suroeste	270° Oeste	315° Noroeste
VIDRIO SHGC	8.3%	9.3%	10.7%	10.0%	8.7%	9.7%	10.6%	9.3%
MURO SRI	3.4%	3.3%	3.5%	3.5%	3.3%	3.2%	3.5%	3.4%
CUBIERTA SRI	29.6%	29.2%	28.6%	28.8%	29.2%	28.8%	28.4%	28.9%
CUBIERTA U	3.6%	3.6%	3.4%	3.3%	3.3%	3.0%	3.3%	3.3%
INERCIA TÉRMICA	1.3%	1.3%	1.4%	1.2%	1.2%	1.0%	1.1%	1.1%
PS-H	7.4%	9.7%	11.6%	10.8%	8.7%	11.1%	12.0%	9.7%
PS-V	4.1%	3.3%	3.5%	4.8%	3.9%	7.1%	6.7%	6.5%
GRIFERÍA	10.9%	10.5%	10.0%	10.2%	10.7%	10.4%	10.0%	10.4%
CALENT n92	3.2%	3.1%	3.1%	3.1%	3.2%	3.1%	3.0%	3.2%
NIGHT FLUSH	18.2%	19.1%	20.8%	19.6%	18.4%	20.1%	21.5%	19.8%
COMBINADAS	40.6%	41.8%	38.1%	37.3%	36.6%	37.4%	38.2%	36.8%
COMB+GRIF	51.6%	52.3%	48.0%	47.6%	47.3%	47.8%	48.2%	47.2%
COMB+GRIF +CALENT	53.2%	53.9%	49.5%	49.1%	48.9%	49.2%	49.6%	48.8%




ESTRATEGIAS	ORIENTACIÓN							
	0° Norte	45° Noreste	90° Este	135° Sureste	180° Sur	225° Suroeste	270° Oeste	315° Noroeste
VIDRIO SHGC	5.8%	6.8%	7.8%	7.1%	6.3%	6.9%	7.8%	6.8%
MURO SRI	21.4%	21.5%	21.7%	21.6%	21.0%	21.7%	21.9%	21.7%
CUBIERTA SRI	39.6%	41.1%	42.4%	41.6%	40.1%	41.2%	42.3%	41.1%
CUBIERTA U	20.5%	20.6%	20.4%	20.6%	20.5%	20.4%	20.4%	20.6%
INERCIA TÉRMICA	20.3%	20.2%	20.3%	21.0%	20.2%	20.3%	20.3%	20.2%
PS-H	5.2%	7.3%	9.0%	7.8%	6.1%	7.5%	8.8%	6.9%
PS-V	2.8%	3.3%	3.7%	4.4%	3.8%	5.0%	5.3%	4.5%
GRIFERÍA	16.3%	15.7%	15.1%	16.5%	16.2%	15.7%	15.1%	15.7%
CALENT n92	5.0%	4.8%	4.6%	4.7%	4.9%	4.8%	4.6%	4.8%
NIGHT FLUSH	24.9%	25.2%	25.9%	25.1%	25.2%	25.4%	25.6%	25.2%
COMBINADAS	28.0%	30.6%	33.2%	31.4%	28.7%	29.7%	32.9%	30.6%
COMB+GRIF	44.3%	46.3%	48.3%	47.9%	44.9%	45.4%	48.1%	46.3%
COMB+GRIF +CALENT	46.5%	48.5%	50.5%	50.1%	47.1%	47.6%	50.3%	48.5%

VIS MEJORAMIENTO  **CRITERIO TÉRMICO**  **CLIMA FRÍO**

ESCALA DE RENDIMIENTO

Nulo	Bajo	Bajo-Medio	Medio	Medio-Alto	Alto
<0%	0 - 5%	5 - 10%	10 - 15%	15 - 20%	>20%

ORIENTACIÓN









ESTRATEGIAS	0° Norte	45° Noreste	90° Este	135° Sureste	180° Sur	225° Suroeste	270° Oeste	315° Noroeste
 MURO SRI BAJO	13.23%	14.19%	19.91%	14.11%	13.15%	13.98%	15.01%	14.08%
MURO SRI BAJO +CUBIERTA U	4.95%	6.10%	12.63%	6.03%	5.10%	6.41%	7.64%	6.11%

VIS MEJORAMIENTO  **CRITERIO TÉRMICO**  **CLIMA TEMPLADO**

ESCALA DE RENDIMIENTO

Nulo	Bajo	Bajo-Medio	Medio	Medio-Alto	Alto
<0%	0 - 5%	5 - 10%	10 - 15%	15 - 20%	>20%

ORIENTACIÓN





ESTRATEGIAS	0° Norte	45° Noreste	90° Este	135° Sureste	180° Sur	225° Suroeste	270° Oeste	315° Noroeste
 INERCIA TÉRMICA	-1.87%	4.96%	4.96%	5.01%	5.29%	5.02%	5.34%	5.24%
 CUBIERTA SRI	27.42%	27.29%	28.14%	28.74%	25.51%	28.14%	28.33%	28.52%
 CUBIERTA U	5.72%	8.56%	5.81%	5.67%	2.44%	5.92%	5.87%	5.89%
 MURO SRI	1.78%	1.67%	1.92%	-0.36%	1.70%	3.51%	1.73%	1.81%
 PS-H	3.37%	4.85%	9.13%	5.45%	4.60%	5.41%	6.39%	5.02%
 PS-V	1.39%	3.72%	1.54%	2.14%	-1.09%	3.02%	3.59%	3.10%
 NIGHT FLUSH	23.64%	23.97%	25.65%	25.20%	24.11%	24.66%	25.73%	24.91%
 VIDRIO SHGC	5.45%	6.19%	7.51%	6.44%	6.22%	6.33%	7.45%	6.47%
COMBINADAS	30.00%	31.64%	34.96%	33.51%	31.10%	32.50%	35.21%	33.26%

VIS MEJORAMIENTO  **CRITERIO TÉRMICO**  **CLIMA CÁLIDO HÚMEDO**

ESCALA DE RENDIMIENTO

Nulo	Bajo	Bajo-Medio	Medio	Medio-Alto	Alto
<0%	0 - 5%	5 - 10%	10 - 15%	15 - 20%	>20%

ORIENTACIÓN





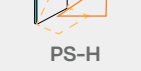


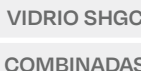
ESTRATEGIAS	0° Norte	45° Noreste	90° Este	135° Sureste	180° Sur	225° Suroeste	270° Oeste	315° Noroeste
 INERCIA TÉRMICA	3.04%	2.99%	3.04%	3.07%	3.01%	2.74%	3.12%	2.90%
 CUBIERTA SRI	17.84%	18.22%	14.74%	15.40%	17.26%	15.02%	14.16%	15.56%
 CUBIERTA U	4.91%	4.41%	4.22%	4.28%	4.88%	4.66%	4.82%	4.52%
 MURO SRI	1.76%	1.59%	1.43%	1.48%	2.03%	1.43%	1.61%	1.83%
 PS-H	6.03%	6.03%	6.82%	7.10%	7.32%	6.63%	7.01%	6.27%
 NIGHT FLUSH	17.87%	17.37%	17.23%	17.62%	17.78%	17.26%	17.26%	17.23%
 VIDRIO SHGC	4.55%	4.79%	5.40%	5.68%	5.45%	4.83%	5.15%	4.54%
COMBINADAS	36.25%	35.23%	34.91%	36.14%	36.91%	35.18%	34.05%	35.26%

VIS MEJORAMIENTO  **CRITERIO TÉRMICO**  **CLIMA CÁLIDO SECO**

ESCALA DE RENDIMIENTO

Nulo	Bajo	Bajo-Medio	Medio	Medio-Alto	Alto
<0%	0 - 5%	5 - 10%	10 - 15%	15 - 20%	>20%

ORIENTACIÓN

ESTRATEGIAS	0° Norte	45° Noreste	90° Este	135° Sureste	180° Sur	225° Suroeste	270° Oeste	315° Noroeste
 INERCIA TÉRMICA	70.3%	12.74%	-17.18%	-2.93%	-0.38%	-0.38%	-0.74%	-0.30%
 CUBIERTA SRI	86.35%	33.92%	6.47%	22.41%	22.41%	20.66%	22.52%	22.49%
 CUBIERTA U	65.12%	12.49%	-15.51%	1.18%	1.59%	-0.30%	0.85%	1.20%
 MURO SRI	62.90%	10.60%	-16.96%	-0.76%	-0.79%	-2.46%	-0.82%	-0.71%
 PS-H	59.37%	7.64%	-19.34%	-4.24%	-5.31%	-6.00%	-4.16%	-4.19%
 PS-V	57.23%	6.71%	-23.53%	-6.82%	-9.04%	-7.20%	-6.41%	-6.00%
 NIGHT FLUSH	29.23%	24.68%	8.27%	17.51%	15.29%	15.29%	17.81%	16.38%
 VIDRIO SHGC	63.70%	11.83%	-15.48%	0.31%	-0.13%	-1.39%	0.55%	0.27%
COMBINADAS	45.34%	34.93%	6.06%	25.26%	24.44%	23.26%	25.40%	24.98%

