

**Optimización energética de un  
bloque de viviendas de interés  
social en Ecuador**

Evelyn Yaneth Delgado Gutiérrez  
Marlon Arturo Cedeño Álava  
Eduardo Humberto Ortiz Hernández  
Daniel Alfredo Delgado Gutiérrez



# **Optimización energética de un bloque de viviendas de interés social en Ecuador**

**Evelyn Yaneth Delgado Gutiérrez  
Marlon Arturo Cedeño Álava  
Eduardo Humberto Ortiz Hernández  
Daniel Alfredo Delgado Gutiérrez**

**Optimización energética de un  
bloque de viviendas de interés  
social en Ecuador**

Título original: Optimización energética de un  
bloque de viviendas de interés  
social en Ecuador

Primera edición: noviembre 2020

© 2020, Evelyn Yaneth Delgado Gutiérrez  
Marlon Arturo Cedeño Álava  
Eduardo Humberto Ortiz Hernández  
Daniel Alfredo Delgado Gutiérrez  
Publicado por acuerdo con los autores.  
© 2020, Editorial Grupo Compás  
Guayaquil-Ecuador

Grupo Compás apoya la protección del copyright, cada uno de sus  
textos han sido sometido a un proceso de evaluación por pares  
externos con base en la normativa del editorial.

El copyright estimula la creatividad, defiende la diversidad en el  
ámbito de las ideas y el conocimiento, promueve la libre expresión y  
favorece una cultura viva. Quedan rigurosamente prohibidas, bajo las  
sanciones en las leyes, la producción o almacenamiento total o  
parcial de la presente publicación, incluyendo el diseño de la  
portada, así como la transmisión de la misma por cualquiera de sus  
medios, tanto si es electrónico, como químico, mecánico, óptico, de  
grabación o bien de fotocopia, sin la autorización de los titulares del  
copyright.

Editado en Guayaquil - Ecuador

ISBN: 978-9942-33-321-6

Cita.

Delgado. E, Cedeño. M, Ortiz. E, Delgado. D (2020) Optimización energética de un bloque de viviendas de interés social en Ecuador, Editorial Grupo Compás, Guayaquil Ecuador, 145 pag

## **Prólogo**

El libro busca responder la premisa de que la vivienda es el espacio de refugio para el ser humano, donde pueda sentirse seguro y confortable, de tal manera que se enfoca en el comportamiento energético de las viviendas sociales del programa de la República del Ecuador “Casa para Todos”, desde el punto de vista del confort térmico. Se ha considerado este estudio debido a que el programa de viviendas presenta un prototipo único que se implanta en distintas regiones del país, obviando en algunos casos las condiciones climatológicas de la localidad, lo que se traduce en situaciones de inconformidad en los usuarios de las mismas.

Se ha realizado un estudio del comportamiento de la vivienda prototipo en cuatro localidades del Ecuador, basado en la distribución de las zonas climáticas del país, considerando aquellas que reúnen la mayor cantidad de viviendas del programa. El estudio comprende el modelado del edificio en un software especializado en la simulación ambiental y energética de edificios en cada localidad, en donde se analiza su comportamiento respecto al confort térmico en la situación climática actual, así como en un escenario proyectado al cambio climático en 2050.

Se proponen, además, alternativas de mejora para cada situación, considerando recomendaciones bioclimáticas nacionales e internacionales, mismas que también han sido analizadas en cada zona climática en los escenarios climáticos actuales y con la proyección a 2050. Se estudia y describe así aquellas que son más o menos favorables según cada localidad.

## **Capítulo 1**

### **Conociendo el antecedente**

Desde el principio, el ser humano ha buscado dónde refugiarse. Con el paso del tiempo y con la aparición de nuevos materiales y tecnologías, han ido variando las formas de protegernos y aislarnos del exterior. Hoy, es básico el concepto de vivienda, es un derecho universal.

La vivienda es nuestra tercera piel, es el lugar en donde se recuperan las fuerzas de trabajo, un refugio, un espacio dónde sentirse seguro, pero, además, debe ser un lugar dónde sentirse confortable.

Si bien existen numerosas promociones de viviendas a nivel mundial y se promulgan alternativas que dicen dar acceso a cualquier individuo a una vivienda, ya sea unifamiliar, colectiva, de ayuda social, con mayores o menores comodidades, la realidad es otra. A nivel mundial existe un alto déficit de viviendas y a pesar de los constantes programas de vivienda social que emprenden los gobiernos, aún hay un gran número de habitantes que no tienen acceso a la vivienda o cuya calidad de vida se ve perjudicada al habitar en hacinamiento.

América Latina se caracteriza por su economía inestable y por ubicar a muchos de los conocidos como países en vías de desarrollo. Entre ellos se dispone Ecuador, lugar en el cual se centra el desarrollo del presente trabajo. A pesar de ser un país de pequeña extensión, su ubicación geográfica lo dispone en una zona que brinda la posibilidad de desarrollar una biodiversidad impresionante de flora y fauna, pero con ello, implica además tener comportamientos climáticos que difieren entre unas regiones y otras, aunque se dispongan a pocos kilómetros de distancia.

Esta es una consideración que no siempre se toma en cuenta al desarrollar programas habitacionales ya sea de carácter público o privado. La necesidad de disminuir el latente déficit habitacional del país, provoca que se ejecuten proyectos de vivienda genéricos, que no se adecúan a las condiciones climáticas de cada zona, más aún cuando se trata de una respuesta a alguna catástrofe que haya generado la pérdida de viviendas, tal como lo sucedido el 16 de abril de 2016,



cuando el país entero fue sacudido por un terremoto que afectó principalmente el noroccidente del país, en donde cientos de familias perdieron sus viviendas. Como consecuencia de esta problemática, surgieron una serie de programas habitacionales ya sean en terreno propio como en reasentamientos comunes para los afectados, en donde la necesidad de brindar una respuesta rápida y la poca preparación del país ante este tipo de acontecimientos, generó que se implantaran a lo largo de las provincias y Manabí viviendas con una tipología idéntica en diferentes puntos de las mencionadas zonas, es decir, la misma distribución de espacios, los mismos materiales, la misma disposición de ventanas para una vivienda ubicada a pocos metros de la playa como para una ubicada en un valle a decenas de kilómetros del mar, para familias de dos personas, como para otras de cinco o más.

Es una realidad latente en el Ecuador que, a pesar de que se invierten cada año elevados montos en la implantación de nuevas viviendas del tipo social a lo largo y ancho del territorio, se deja a un lado aspectos importantes en el diseño de las mismas, olvidando que cada lugar tiene características climáticas distintas. Es así que, se diseña una tipología estándar tanto para casas unifamiliares o bloques multifamiliares, mismas que son usadas en la Costa, Sierra o Amazonía sin mayores adaptaciones de diseño.

La falta de previsión al diseñar viviendas de carácter social en el país, provoca que muchas familias recurran a soluciones activas para mejorar el confort interno de los espacios habitables en el caso de que su economía lo permita. En otras circunstancias llegan a abandonar las viviendas por encontrarse fuera de confort o incluso, algunas familias se resignan a vivir con incomodidad por no tener otra alternativa.

Es por ello que si bien se busca reducir los costos al momento de la construcción con la utilización de materiales económicos y tipologías sencillas o modulares que resultan en tiempos cortos de edificación, se deja a un lado el consumo energético que tendrá la vivienda posteriormente cuando ya sea habitada.

Tal como lo indica la Agencia Internacional de Energía IEA, International Energy Agency (2016)<sup>1</sup>, los edificios y el sector de la construcción en conjunto, son responsables del consumo de un tercio de la energía a nivel mundial y representan cerca del 40% de las emisiones de CO<sub>2</sub>. La IEA indica además que la demanda de energía de este sector continúa aumentando en gran parte debido al crecimiento de las zonas urbanas y el uso de dispositivos que consumen energía.

Es por ello que es necesario considerar cada una de las condicionantes espaciales, geográficas y climáticas al momento de diseñar viviendas y cualquier edificación en general, disminuyendo el consumo energético de las mismas durante su vida útil, así como aprovechando la orientación, materiales y demás consideraciones que aporten confort a quienes las habitan.

La eficiencia energética en la edificación es un tema que ha venido creciendo durante los últimos años, todo esto surge con el llamado a la conciencia ambiental, cuya difusión se incrementó luego del Protocolo de Kyoto, aunque no a la fecha no se hayan conseguido resultados los esperados según lo planteado en dicho protocolo.

A partir de esto, una serie de organismos internacionales han empezado a desarrollar nuevas propuestas respecto a la eficiencia energética en la edificación, que, si bien tuvo sus inicios en la segunda parte del siglo XX, no fue hasta la segunda década del siglo XXI que empezó a ganar más terreno y que finalmente se ha convertido en una medida obligatoria en una gran cantidad de países.

Existe mucha información sobre metodologías de ahorro energético en la edificación que involucran no solo la fase de construcción, sino todo el ciclo del edificio, siendo la más importante, la fase de uso, pues es el período de mayor duración y el que genera el mayor consumo. Mucha de esta información se recoge en libros y artículos científicos que en sus inicios se referían solo a nuevas edificaciones, pero de apoco

---

<sup>1</sup> World Energy Outlook (2016). International Energy Agency. Resumen ejecutivo. [En línea]. Consultado: [15, enero, 2020]. Disponible en: [https://www.afec.es/documentos/WEO2016-executive-summary\\_es.pdf](https://www.afec.es/documentos/WEO2016-executive-summary_es.pdf)

empieza a surgir información sobre rehabilitación en edificaciones existentes.

No obstante, la mayor parte de esta información está destinada a condicionantes propias de países europeos según el direccionamiento del autor, pues las tipologías que hacen una vivienda eficiente difieren de lugar en lugar, al disponerse de características climáticas únicas. Aun así, en Latinoamérica ha empezado un poco después la conciencia energética en el mundo de la edificación, recogiéndose la mayoría de literatura para proyectos en Chile, Argentina y Brasil.

Existen así una serie de documentos que están enfocados especialmente en las viviendas de interés social de Latinoamérica, pues es conocido que el déficit habitacional en todo el territorio es considerable, más aún si los datos indican que no solo existe una limitación en el número de familias que tienen acceso a la vivienda, sino que, en muchos casos, las viviendas no brindan los niveles de confort y seguridad a quienes las habitan, incrementando además el déficit cualitativo.

Con este antecedente, no es hasta 2018 que Ecuador pone a disposición pública mediante la Norma Ecuatoriana de la Construcción (NEC), el capítulo de Eficiencia Energética en Edificaciones Residenciales, en donde ya se observa una clasificación climática y propuesta de soluciones pasivas según la ubicación de la vivienda, brindando información sobre asilamientos, orientación y demás. Sin embargo, es una normativa que aplica a nuevas edificaciones y no brinda soluciones de rehabilitación a edificaciones existentes, de la misma manera que a pesar de ser un documento emitido por un organismo estatal, el mismo no se ha aplicado en la implementación de nuevas soluciones habitacionales del tipo social. Mediante esta normativa, se pone atención por primera vez a las características constructivas de las viviendas para brindar soluciones pasivas que aporten a la reducción del consumo energético en la misma, puesto que antes de la NEC-HS-EE, el Ministerio de Energía y Recursos Renovables del Ecuador, ya había socializado un manual sobre el consumo de equipos y electrodomésticos, así como recomendaciones para

nuevas instalaciones eléctricas en el sector de la construcción en general.

El 19 de marzo de 2019 se publica en el Registro Oficial de la República del Ecuador la Ley Orgánica de Eficiencia Energética, con el objetivo de incrementar la seguridad energética del país; al ser más eficiente, aumentar la productividad energética, fomentar la competitividad de la economía nacional, construir una cultura de sustentabilidad ambiental y eficiencia energética, aportar a la mitigación del cambio climático y garantizar los derechos de las personas a vivir en un ambiente sano.

Junto a esta Ley se establece el Sistema Nacional de Eficiencia Energética (SNEE), indicando que se velará por el alcance de los objetivos establecidos en el Plan Nacional de Eficiencia Energética 2016-2035 (PLANEE).

Respecto a la eficiencia energética de viviendas de interés social en Ecuador, existe información que data de los últimos cinco años y está basada especialmente en edificaciones puntuales de ciudades como Cuenca y Quito, cuyos estudios están principalmente direccionados al consumo de equipos y electrodomésticos, que al estudio de las características constructivas de la edificación. Si bien existen algunos trabajos similares al presente en donde se estudia la envolvente del edificio y se plantean posibles soluciones además de los resultados de implantar un mismo tipo de vivienda en distintas ciudades, estos estudios han sido desarrollados en ciudades específicas del Ecuador, obviando la clasificación climática a la que corresponden, por lo que las soluciones se reservan para la vivienda en específico y no para posibles edificaciones que cuenten con una tipología climática similar.

Para el desarrollo de esta investigación se parte de la información obtenida del "PROYECTO DE VIVIENDA CASA PARA TODOS" del Ministerio de desarrollo urbano y vivienda de la República del Ecuador, del análisis de la tipología implantada, de normativas aplicables al caso de estudio, publicaciones relacionadas, así como información dirigida al mejoramiento de las soluciones habitacionales.

## **PROBLEMÁTICA DE VIVIENDA SOCIAL EN LATINOAMÉRICA.**

Es conocido que los países latinoamericanos tienen una serie de problemas de carácter social, la economía de los mismos afecta en directa proporción a la población, lo que incide en su calidad de vida. De mano al desempleo, se encuentra el reducido acceso a la vivienda que afecta a un gran número de pobladores de América Latina, como consecuencia de ello, los gobiernos son responsables de una serie de programas sociales y promociones de viviendas que buscan reducir esta brecha.

Continuando el estudio del sitio web del Depósito Académico Digital de la Universidad de Navarra, en la tesis de Maldonado<sup>2</sup> (2015), podemos transcribir que:

*Manuel Castells, reafirma el valor de la vivienda y la importancia de ésta en el desarrollo: "La vivienda es un mundo de signos, un mundo cargado de deseos y frustraciones, la disposición de sus símbolos es altamente expresiva de la inserción social y de la evolución psicológica de sus habitantes. Sin embargo, es un marco pre-construido, producto de un proceso socio-económico general y su ocupación se hace según las leyes de la distribución social (...) Para que pueda atender todo lo dicho, es necesario que su vivienda reúna las condiciones precisas, esté abierta a un futuro, se integre en su entorno, se adapte a las características de su contexto ambiental y cultural (barrio, ciudad) y se exprese con un significado correcto". (p. 2)*

Con estos antecedentes, la agenda del programa Hábitat, lanzada en el año 1996 por la Organización de las Naciones Unidas ONU, hizo una clara advertencia respecto de la responsabilidad de los gobiernos de abordar el problema del acceso a vivienda desde una perspectiva multidimensional y sensible a las variadas expresiones que reviste el déficit habitacional.

---

<sup>2</sup>Maldonado Valle, Omar (2015). La Vivienda Digna, La Vivienda de Interés Social Análisis Comparativo de Programas de Vivienda Social España-Guatemala. [En línea]. Consultado: [06, mayo, 2020]. Disponible en: <http://hdl.handle.net/10171/39760>

Estudiando las informaciones disponibles en el sitio web de la revista INVI, en el artículo publicado por Salas<sup>3</sup> (2002), podemos exponer que:

*El déficit habitacional, cuantitativo y cualitativo, afecta a más de la mitad de los hogares latinoamericanos. Para absorberlo sería necesario construir o mejorar 53,6 millones de unidades. Al iniciarse el milenio, 25 millones de viviendas carecen de agua potable y un tercio del parque habitacional urbano no dispone de sistema de evacuación de excretas. Este cuadro de carencias se agudiza ya que el número de hogares aumenta a mayor ritmo que el del crecimiento demográfico, como consecuencia de que las nuevas familias urbanas tienden a ser más diversificadas y reducidas. No obstante, la década última, pese a coincidir con una relativa bonanza económica, fue de aplicación generalizada y decidida del modelo neoliberal al sector vivienda. Las leyes del mercado se aplican con dureza a un sector, que hasta bien reciente, era considerado como uno de los compromisos constitucionales de la mayoría de los Estados latinoamericanos: el derecho a una vivienda digna. (p. 64).*

Continuando con las informaciones disponibles en el sitio web de la revista INVI, en el artículo elaborado por Dunowicz, R y Hasse, R<sup>4</sup> (2005), podemos transcribir que:

*Sin embargo, los programas de vivienda social se implementaron en general sin considerar su posterior conservación. Han sido diseñados y construidos a corto plazo, con una relación "economía de obra, costo de uso" basada en falsas economías iniciales, que trasladan los costos de reparación a los futuros usuarios, sin posibilidad de absorberlos. Hoy puede constatarse que este enfoque elevó los costos de conservación, impidió un mantenimiento apropiado y aceleró la degradación de las viviendas y de su entorno.*

*En la actualidad, la necesidad de mantener el patrimonio plantea el desafío de reducir los costos de conservación, definiendo desde el proyecto los criterios de calidad*

---

<sup>3</sup>Salas, Julián (2002). Latinoamérica: Hambre de Vivienda. [En línea]. Consultado: [28, mayo, 2020] Disponible en: <http://revistainvi.uchile.cl/index.php/INVI/article/view/381>

<sup>4</sup>Dunowicz, Renée, Hasse, Rodolfo (2005). Diseño y gestión de la vivienda social. [En línea]. Consultado: [28, mayo, 2020] Disponible en: <http://revistainvi.uchile.cl/index.php/INVI/article/view/329>

*constructiva, funcional y administrativa que permitan optimizar presupuestos ajustados para el mantenimiento edilicio a lo largo de su ciclo de vida, destinando lo posible al alcance del usuario. (p. 87)*

Es así que, existen numerosas organizaciones internacionales que se encuentran en constante estudio de las necesidades de vivienda de la población, así como aportando propuestas que puedan reducir los problemas habitacionales de la región, entre estos tenemos que la Organización de las Naciones Unidas, mediante su programa y agenda ONU HABITAT<sup>5</sup> (2015) indica que:

*Pese a que la mayor parte de las viviendas de un país puede ofrecer condiciones mínimas para alojar de manera digna a un hogar, es pertinente observar que la mejora progresiva de los estándares habitacionales que experimentan los países en desarrollo –junto con el deterioro, obsolescencia e incapacidad de adaptación como factores a lo que se encuentra expuesta una porción significativa del parque habitacional ocupado- se traduce en inequidades y demandas específicas que requieren de atención desde una mirada de política pública. A partir de esta premisa –y habida cuenta de una amplia gama de criterios técnicos, constructivos, materiales, espaciales, sanitarios y urbanísticos- es posible observar brechas significativas en la calidad de las viviendas que son ocupadas por diferentes grupos de población. (p.12)*

---

<sup>5</sup>Programa de las Naciones Unidas para los Asentamientos Humanos (ONU-HABITAT) (2015). Déficit habitacional en América Latina y el Caribe: una herramienta para el diagnóstico y el desarrollo de políticas efectivas en vivienda y hábitat. [En línea]. Consultado: [06, mayo, 2020]. Disponible en: <https://unhabitat.org/sites/default/files/download-manager-files/D%C3%A9ficit%20habitacional.pdf>



Ilustración 1. Niveles o escalas de complejidad para evaluar la calidad habitacional. Fuente: Organización de las Naciones Unidas. ONU-HABITAT, (2015).

Así como se observa en la ilustración 1, para que una vivienda sea considerada de calidad, debe cumplir una serie de parámetros, en el cual no solo se necesita que sea segura estructuralmente o tenga acceso a servicios básicos, sino que además debe brindar ciertos niveles de confort, así como una adaptación al clima y su entorno.

PAÍS	AÑO 2000 O MEDICIÓN MÁS CERCANA QUE ESTÉ DISPONIBLE		AÑO 2010 O MEDICIÓN MÁS CERCANA QUE ESTÉ DISPONIBLE	
	DÉFICIT ESTIMADO	FUENTE	DÉFICIT ESTIMADO	FUENTE
Brasil	12,000,000	Censo, 2000	13,000,000	Censo, 2010
Argentina	2,126,233	Censo, 2001	2,156,658	Censo, 2010
Chile	677,556	Censo, 2002	n/d	
Colombia	n/d		2,520,298	Censo, 2005
Costa Rica	146,378	Censo, 2000	145,099	Censo, 2011
El Salvador	n/d		416,648	Censo, 2007
Guatemala	611,495	Censo, 2002	1,061,900	Hábitat para la Humanidad Guatemala, 2013
México	24,845,481	CONAVI, 2000	21,526,675	CONAVI, 2010
Paraguay	705,298	Censo, 2002	n/d	
Perú	n/d		1,470,947	Censo, 2007
República Dominicana	480,000	Oficina Nacional de Estadísticas, 2000	540,000	Oficina Nacional de Estadísticas, 2010
Uruguay	245,769	Censo, 1996	213,954	Censo, 2011

Fuente: Elaboración del autor en base a datos encuesta ONU-Hábitat, 2014 y complementada por datos disponibles en sitios web oficiales.

Ilustración 2. Cifras estimadas de déficit habitacional cualitativo según información oficial proporcionada por los países, mediciones disponibles más cercanas a los años 2000 y 2010. Fuente: Organización de las Naciones Unidas. ONU-HABITAT, (2015).

En base a la ilustración 2, se observa que el problema de vivienda afecta a una gran parte de la población de los países



latinoamericanos, en donde a pesar de los programas sociales de los gobiernos, las cifras del déficit se mantienen elevadas.

Continuando con las informaciones disponibles en el sitio web de la revista INVI, en el artículo elaborado por Dunowicz, R y Hasse, R<sup>6</sup> (2005), podemos transcribir que:

*Sin embargo, los programas de vivienda social se implementaron en general sin considerar su posterior conservación. Han sido diseñados y construidos a corto plazo, con una relación "economía de obra, costo de uso" basada en falsas economías iniciales, que trasladan los costos de reparación a los futuros usuarios, sin posibilidad de absorberlos. Hoy puede constatarse que este enfoque elevó los costos de conservación, impidió un mantenimiento apropiado y aceleró la degradación de las viviendas y de su entorno.*

### **PROBLEMÁTICA DE VIVIENDA EN ECUADOR.**

La problemática de vivienda en el país, es un inconveniente que afecta a un elevado porcentaje de la población, quienes no solo se ven perjudicados por el déficit cuantitativo de espacios para habitar, sino también por las condiciones deplorables en las que habita un número considerable de ecuatorianos. Esto se dispone en proporción a la puesta en obra de políticas y programas habitacionales que se desarrollan en el país, en conjunto con el reducido presupuesto del estado, así como los largos plazos de construcción que dispone una vivienda con metodologías tradicionales, lo que conlleva a que no siempre se consideren las condicionantes físicas y ambientales de los lugares en donde se implantan las viviendas.

Estudiando las informaciones disponibles en el sitio web de la Secretaría Nacional de Planificación y Desarrollo el Plan Nacional del Buen Vivir<sup>7</sup> (2013- 2017), podemos citar que:

*Hábitat y vivienda digna*

---

<sup>6</sup>Dunowicz, Renée, Hasse, Rodolfo (2005). Diseño y gestión de la vivienda social. [En línea]. Consultado: [28, febrero, 2020] Disponible en: <http://revistainvi.uchile.cl/index.php/INVI/article/view/329>

<sup>7</sup>Secretaría Nacional de Planificación y Desarrollo (2013). Plan Nacional del Buen Vivir (2013-2017). [En línea]. Consultado: [01, febrero, 2020]. Disponible en: <http://documentos.senplades.gob.ec/Plan%20Nacional%20Buen%20Vivir%202013-2017.pdf>

*La Constitución, en su artículo 375, establece como obligación de todos los niveles de gobierno garantizar el hábitat y la vivienda dignos, con base en los principios del Sistema Nacional de Inclusión y Equidad Social: universalidad, igualdad, equidad, progresividad, interculturalidad, solidaridad y no discriminación (art. 340). Por hábitat se entiende al entorno integral y construido en el que la población se asienta y desarrolla sus actividades; por lo tanto, debe ser ambientalmente sano y brindar condiciones de seguridad para la población. Las condiciones del hábitat y la vivienda son determinantes de la calidad de vida de las personas. (p. 141).*

Analizando el sitio web del Repositorio de la Escuela Superior Politécnica del Litoral, en la tesis de Chávez, Brown y Moyano<sup>8</sup> (2004), podemos referenciar que:

*La vivienda es una de las aspiraciones más apremiantes de la familia ecuatoriana. Dentro de esto, la construcción masiva de viviendas es la actividad que por lo general produce un efecto muy rápido en la reactivación económica de cualquier país en vías de desarrollo, por la construcción de viviendas se genera empleo de mano de obra no calificada. (p. 1)*

Considerando lo antes expuesto, es notable que el déficit habitacional es un problema importante en Ecuador, en donde, a pesar del desarrollo de constante programas sociales de nuevas viviendas, no se ha logrado disminuir la necesidad, a esto se suma que se dispone en un territorio propenso a desastres naturales, tales como terremotos e inundaciones, mismos que son la causa del incremento de dicho déficit.

Consultando las informaciones disponibles en el sitio web Hábitat y Vivienda, del Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda (MIDUVI)<sup>9</sup> (2015), según el Programa Nacional de Vivienda Social, podemos conocer que:

---

<sup>8</sup>Chávez, Hernán; Brown, Kenneth; Moyano, Moscoso (2004). Implementación de nuevas tecnologías de construcción en la costa ecuatoriana. [En línea]. Consultado: [06, mayo, 2020]. Disponible en: <http://www.dspace.espol.edu.ec/xmlui/handle/123456789/10220>

<sup>9</sup>Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda. (2015). Programa Nacional de Vivienda Social. [En línea]. Consultado: [28, enero, 2020] Disponible en: <http://www.habitatyvivienda.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2015/04/PROYECTO-PROGRAMA-NACIONAL-DE-VIVIENDA-SOCIAL-9nov-1.pdf>

*En la situación actual de la vivienda en Ecuador, el 45% de los 3,8 millones de hogares ecuatorianos habitan en viviendas inadecuadas. Este número contabiliza al 36% de hogares que sufren déficit cualitativo, y al 9% de los hogares que sufren déficits cuantitativos. Los 1,37 millones de hogares con déficit cualitativo residen en viviendas cuya tenencia es insegura, construidas con materiales inadecuados, con carencia de servicios sanitarios básicos, o con problemas de hacinamiento. Los 342.000 hogares con déficit cuantitativo comparten su vivienda con uno o más hogares, o viven en unidades de vivienda improvisadas.*

*Si bien el déficit de vivienda afecta a los hogares de todos los quintiles de ingreso, su incidencia es mayor en los hogares más pobres y vulnerables. Entre los hogares de los dos quintiles con menores ingresos, este déficit alcanza el 67%, (53% cualitativo y 14% cuantitativo).*

*(...) La incidencia del déficit de vivienda varía también según la localización de los hogares. Mientras que en las áreas urbanas el 37% de los hogares habita en viviendas inadecuadas, este número llega al 60% en las rurales. La dispersión geográfica de las viviendas rurales ha generado una elevada carencia de servicios básicos. El 55% de los hogares rurales carecen de conexión a una red de agua, y el 80% no cuentan con un sistema cloacal apropiado. Finalmente, el mapa del déficit de vivienda del país repite el de la distribución de la población total, con el 80% de los hogares localizados en seis provincias: El Oro, Esmeraldas, Guayas, Los Ríos, Manabí y Pichincha. (p. 2 y 3)*

Existe la necesidad primordial de todo ser humano de tener un espacio donde habitar y descansar dignamente, el mismo que debe cumplir con requerimientos básicos de carácter físico y social. En el Ecuador existe un notable déficit habitacional, que se ve incrementado ante la vulnerabilidad constante que se presenta en el territorio, tanto en eventos naturales como antrópicos.

Se considera que la vulnerabilidad afecta tanto a las viviendas como a sus habitantes, provocando el reasentamiento de poblaciones que no siempre satisfacen las necesidades de la población involucrada. Por ello existe la necesidad de indagar

en posibles soluciones habitacionales que permitan atenuar la problemática de vivienda, mediante la implementación de tecnologías y alternativas constructivas sustentables y económicas en respuesta a los requerimientos de la población.

### **EFICIENCIA ENERGÉTICA Y CONFORT TÉRMICO EN LA VIVIENDA.**

Las viviendas son en general una manifestación de las innovaciones técnicas y tecnológicas en la industria de la construcción, cuyo objetivo es dar cobijo y protección. Por tanto, el uso de estas tecnologías tiene un impacto inmediato en cuanto al consumo de energía, pero esto no queda ahí, pues durante la vida útil de una vivienda se generan tanto consumo como emisiones, es así que Mazzocco et al<sup>10</sup> (2018), describe que: *“los impactos negativos del sector de la construcción, entre ellos: es el mayor consumidor de energía (alrededor del 30-40% del consumo mundial) y afecta el ambiente (consume recursos y genera residuos y polución).”*

Durante los últimos años, se ha incrementado la conciencia ambiental en el sector de la construcción, enfocado especialmente a las viviendas, donde se busca disminuir emisiones por el uso de materiales y equipos, además de una reducción en el pago de facturas en las familias que las habitan, mediante la implementación de soluciones pasivas que aporten confort al interior de la vivienda.

Esto conlleva que se realicen estudios del comportamiento térmico-energético de las viviendas sociales dentro de ciertos períodos, para proponer soluciones o alternativas que aporten a las próximas promociones habitacionales. Así continuando con Mazzocco et al, se sostiene que la intervención y mejoramiento de edificios existentes brindan respuestas significativas para la reducción del consumo global de energía y las emisiones de gases; considerándose así estas alternativas como una de las alternativas principales en la búsqueda de la sostenibilidad en el entorno construido, con costos relativamente bajos y cortos períodos de recuperación.

---

<sup>10</sup> Mazzocco, M. P.; Filippin, C.; Sulaiman, H.; Larsen, S. F. (2018). Performance energética de una vivienda social en argentina y su rehabilitación basada en simulación térmica. Ambiente Construído, Porto Alegre, v. 18, n. 4, p. 215-235. [En línea]. Consultado: [06, mayo, 2020]. Disponible en: <https://www.scielo.br/pdf/ac/v18n4/1678-8621-ac-18-04-0215.pdf>

Es así que con las mejoras o consideraciones se busca no solo reducir los consumos de energía, sino que además las viviendas brinden confort a quienes las habitan. Así, investigando a Espinoza y Fuentes<sup>11</sup> (2015), se describe que:

*Se entiende por confort ambiental el conjunto de condiciones ambientales aceptadas por las personas para el desarrollo de sus actividades habituales. Depende de cuestiones climáticas, pero también del usuario (aspectos fisiológicos, culturales y psicológicos). Si bien es posible establecer una medida de las condiciones de confort, se reconoce que no son absolutas y dependen de la apreciación personal. La ausencia de confort ambiental implica una sensación de incomodidad o molestia, ya sea por frío, calor, exceso de ruido, falta de iluminación, entre otros.*

Con lo antes expuesto se entiende además que, los avances técnicos y tecnológicos en el sector de la construcción, en su gran mayoría no han considerado la percepción de las personas, por lo que, si bien existe progresos técnicos, no está claro si los mismos aportan o empeoran el confort térmico en las viviendas. Este es un factor importante, puesto que, el confort que brinde la vivienda a sus habitantes afecta directamente a la salud de los mismos, puesto que, por ejemplo, si se presenta un aislamiento térmico poco o nada adecuado, esto provocará enfriamientos o sobrecalentamientos según cada época del año o zona climática específica.

## **REFERENCIAS DE NORMATIVA Y CONSIDERACIONES INTERNACIONALES.**

En el desarrollo del presente trabajo es importante mencionar que existe normativa internacional de referencia, misma que considera específicamente aspectos energéticos y de confort en viviendas. Se tiene así que en los países miembros de la Unión Europea existe desde hace varios una conciencia respecto al ahorro energético y mejora del confort en las edificaciones, mismas que se han traducido en normas y

---

<sup>11</sup> Espinosa Cancino, Constanza; Cortés Fuentes, Alejandra (2015). Confort higro-térmico en vivienda social y la percepción del habitante. [En línea]. Consultado: [06, mayo, 2020]. Disponible en: [https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0718-83582015000300008&lng=en&tlng=en&SID=E5Bc2n3tOfVExuugr9P](https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0718-83582015000300008&lng=en&tlng=en&SID=E5Bc2n3tOfVExuugr9P)

manuales; esto como respuesta al compromiso adquirido en la búsqueda de la reducción del consumo de energía y emisiones de gases a la atmósfera.

Así, el Parlamento Europeo<sup>12</sup> (2020) expone en su sitio web lo siguiente:

*“Cada vez reviste mayor importancia para la Unión la reducción del consumo y del despilfarro de energía. Los líderes de la Unión establecieron en 2007 el objetivo de reducir, a más tardar en 2020, el consumo anual de energía de la Unión en un 20 %. En 2018, como parte del paquete de medidas «Energía limpia para todos los europeos», se estableció un nuevo objetivo consistente en la reducción del consumo de energía en al menos un 32,5 % en el horizonte 2030.”*

Continuando con esta información, se menciona que, en noviembre de 2016, la Comisión presentó una propuesta de modificación de la Directiva 2012/27/UE relativa a la eficiencia energética, misma que fue aprobada por el Parlamento y el Consejo en diciembre de 2018.

Además, el Parlamento aprobó en septiembre de 2016 su Resolución sobre la estrategia de la Unión en el ámbito de la calefacción y la refrigeración, en la que pedía a la Comisión que centrara su actividad en las medidas de eficiencia energética en edificios, particularmente en el caso de los hogares en situación de pobreza energética.

Posteriormente, en febrero de 2018, se aprobó una serie de recomendaciones no legislativas elaboradas por la Comisión de Industria, Investigación y Energía (ITRE) en las que manifestaba su apoyo a los sistemas de educación que contribuyan a la comprensión por parte de la ciudadanía europea de cómo ahorrar más energía y se mostraba, por otra parte, favorable a aumentar la financiación relacionada con proyectos energéticos de bajas emisiones en un 50% como mínimo.

La Directiva (UE) 2018/844 del Parlamento Europeo y del Consejo de 30 de mayo de 2018 por la que se modifica la Directiva 2010/31/UE relativa a la eficiencia energética de los

---

<sup>12</sup> Ciucci, Mateo (2020). Parlamento Europeo. [En línea]. Consultado: [13, marzo, 2020]. Disponible en: <https://www.europarl.europa.eu/factsheets/es/sheet/69/la-eficiencia-energetica>

edificios y la Directiva 2012/27/UE relativa a la eficiencia energética, se basa en las siguientes consideraciones:

- Reducción de gases efecto invernadero en al menos 40% al 2030 en comparación con 1990.
- Compromiso en un programa energético, sostenible, competitivo y descarbonizado al 2050, adoptando medidas destinadas al objetivo al largo plazo de emisiones de gases efecto invernadero y descarbonización del parque inmobiliario, responsable del 36% de las emisiones de CO<sub>2</sub>.
- En materia de energía y cambio climático está relacionada con los esfuerzos de la Unión para renovar su parque inmobiliario priorizando la eficiencia energética, aplicando el principio «primero, la eficiencia energética» y estudiando el despliegue de las energías renovables.
- Transformación de edificios existentes en edificios de consumo casi nulo, promoviendo un acceso igualitario a las reformas, especialmente en los consumidores que sufren pobreza energética y para las viviendas sociales.
- Priorizar la calidad del aire, en función del nivel de confort y bienestar, considerando que es fundamental garantizar un aislamiento completo y homogéneo del edificio, que incluya balcones, ventanas, tejados, paredes, puertas y suelos, y se debe prestar especial atención a prevenir que la temperatura de cualquier superficie interna del edificio descienda por debajo de la temperatura del punto de rocío.
- Garantizar que las medidas para mejorar la eficiencia energética de los edificios no se centren únicamente en la envolvente del edificio, sino que incluyan todos los elementos pertinentes y los sistemas técnicos de un edificio, como los elementos pasivos que forman parte de las técnicas pasivas orientadas a reducir las necesidades energéticas para calefacción o refrigeración, el uso de energía para iluminación y ventilación.
- Incentivos en el uso de las soluciones de tipo natural, como una vegetación urbana bien diseñada, tejados verdes y muros que aportan aislamiento y sombra a los edificios.
- Fomentar el uso de instalaciones alternativas de alta eficiencia en edificios nuevos, que proporcionen al mismo tiempo unas buenas condiciones climáticas interiores y la seguridad contra incendios y seísmos.

- Incrementar la producción de electricidad renovable.
- El uso de tecnologías y sistemas electrónicos para adaptar el funcionamiento de los edificios según las necesidades de los ocupantes.
- Revisiones e inspecciones periódicas en las unidades de calefacción, refrigeración y ventilación.
- Animar la automatización de los edificios, reduciendo el consumo energético, mismo que se adapta a perfiles específicos.

Desde un punto de vista más específico, es importante mencionar que España, como miembro de la Unión Europea, cuenta también con metas respecto a la disminución del consumo de energía y generación de gases. Por ello, el Código Técnico de la Edificación CTE, ha establecido mediante los Documentos Básicos DBHE, un apartado específico para el ahorro de energía, cuyo objeto establecer reglas y procedimientos que permiten cumplir el requisito básico de ahorro de energía, en el que se consideran los siguientes enunciados:

- Limitación del consumo energético.
- Condiciones para el control de la demanda energética.
- Condiciones de las instalaciones térmicas.
- Condiciones de las instalaciones de iluminación.
- Contribución mínima de energía renovable para cubrir la demanda de agua caliente sanitaria.
- Generación mínima de energía eléctrica.

Este documento es de aplicación tanto para nuevas edificaciones como para las intervenciones en edificios existentes. De la misma manera establece que, el consumo energético de los edificios se limitará en función de la zona climática de invierno de su localidad de ubicación. El mismo será valorado según el consumo de energía primaria no renovable ( $C_{ep,nren}$ ) para el cual se establecen unos valores límites.

Para que las edificaciones cumplan con las exigencias establecidas en el DBHE, se consideran aspectos tales como:

- a) la definición de la localidad y de la zona climática de ubicación;
- b) la compacidad (V/A) del edificio o parte del edificio;



- c) el esquema geométrico de definición de la envolvente térmica
- d) la caracterización de los elementos que componen la envolvente térmica (cerramientos opacos, huecos y puentes térmicos), así como los valores límite de los parámetros que resulten aplicables;
- e) la caracterización geométrica, constructiva e higrotérmica de los elementos afectados por la comprobación de la limitación de descompensaciones, así como los valores límite que les correspondan;
- f) las características técnicas mínimas que deben reunir los productos que se incorporen a las obras y sean relevantes para el comportamiento energético;
- g) en edificios nuevos de uso residencial privado, la relación del cambio de aire con una presión diferencial de 50 Pa (n50);
- h) la verificación del cumplimiento de la exigencia de limitación de condensaciones.

La caracterización de los cerramientos opacos incluirá:

- a) las características geométricas y constructivas;
- b) las condiciones de contorno (contacto con el aire, el terreno, o adiabático) y el espacio al que pertenecen;
- c) los parámetros que describan adecuadamente sus prestaciones térmicas, pudiendo emplear una descripción simplificada mediante agregación de capas paralelas y homogéneas que presente un comportamiento térmico equivalente donde:
  - i. las capas con masa térmica apreciable se caracterizan mediante su espesor, densidad, conductividad y calor específico y,
  - ii. las capas sin masa térmica significativa (cámaras de aire, membranas, etc) se caracterizan por la resistencia total de la capa y su espesor.

La caracterización de los huecos incluirá:

- a) las características geométricas y constructivas;
- b) el espacio al que pertenecen;
- c) la descripción y caracterización de las protecciones solares, sean fijas o móviles, y otros elementos que puedan producir sombras o disminuir la captación solar de los huecos;

- d) la superficie y la transmitancia térmica del vidrio y del marco, así como la del conjunto del hueco;
- e) el factor solar del vidrio, salvo en el caso de puertas con superficie semitransparente inferior al 50%;
- f) la absorptividad de la cara exterior del marco;
- g) la permeabilidad al aire.

La caracterización de los puentes térmicos lineales incluirá:

- a) su tipo, descripción y localización;
- b) la transmitancia térmica lineal, obtenida en relación con los cerramientos contiguos;
- c) su longitud;
- d) el sistema dimensional utilizado cuando no se empleen dimensiones interiores, o pueda dar lugar a dudas.

De la misma manera, incluye una serie de recomendaciones y especificaciones particulares según cada caso, considerando zonas climáticas, usos, geometrías, entre otros. Para ello, cuenta con otra serie de documentos de apoyo que se clasifican en:

- Cálculo de parámetros característicos de la envolvente (enero 2020)
- Comprobación de limitación de condensaciones superficiales e intersticiales en los cerramientos
- Puentes térmicos
- Climas referencia
- Documento descriptivo climas de referencia
- Archivos de datos de todas las zonas climáticas

### **PROYECTO DE VIVIENDA CASA PARA TODOS.**

Este proyecto nace como una propuesta del gobierno local. Según los datos oficiales, el mismo se ejecutará desde el año 2019 hasta el año 2028 (10 años), con base a la propia gestión del proyecto, componentes y actividades (subvención de tasa de interés y vigencia del fideicomiso). Mediante la implementación del proyecto de vivienda Casa para Todos se pretende atender a la población ubicada en los siguientes segmentos:

- Vivienda del Primer Segmento. Viviendas totalmente subvencionadas por el Estado; direccionadas a la población en pobreza extrema y pobreza que serán identificados por la

métrica establecida por el ente rector, más criterios de priorización (vulnerabilidades) estipuladas en la normativa vigente.

Existen además otro tipo de viviendas cuyas características arquitectónicas y de subvención difieren de la anterior, que por objeto de estudio se disponen enlistadas, pero no detalladas.

-Vivienda del Segundo Segmento.

-Vivienda del Tercer Segmento.

- Incentivos del Cuarto Segmento.

Con la ejecución de este proyecto se pretende promover el acceso de la población identificada por los segmentos anteriormente descritos, con la finalidad de contribuir al desarrollo de las personas que no cuentan con vivienda propia.

De acuerdo a la base de datos del Registro Social existe un total de 7.813.524 personas a nivel nacional registradas, se reporta un total de 432.754 hogares en situación de pobreza extrema de un total de 2.375.754 hogares.

En la misión "Casa para Todos", estima que se entregarán 7.055 viviendas totalmente subvencionadas (segmento 1) ejecutadas por las Empresas Públicas Casa para Todos y Ecuador Estratégico E.P. acorde a la oferta por provincia se detalla a continuación:

**Ubicación geográfica de proyectos de E.P. Casa Para Todos.**

<b>Nº</b>	<b>Nombre del proyecto</b>	<b>Provincia</b>	<b>Cantón</b>	<b>Parroquia</b>	<b>Viviendas</b>
1	CDLA. MUNICIPAL	CAÑAR	EL TAMBO	EL TAMBO	11
2	AMUSA	CARCHI	MIRA	CONCEPCIÓN	31
3	PALLATANGA	CHIMBORAZO	PALLATANGA	PALLATANGA	17
4	SAQUISILÍ	COTOPAXI	SAQUISILI	SAQUISILÍ	24
5	VUELTA LARGA	ESMERALDAS	ESMERALDAS	ESMERALDAS	320
6	PRIMAVERA DE PETRILLO	GUAYAS	NOBOL	NARCISA DE JESÚS	254
7	YAGUACHI NUEVO	GUAYAS	YAGUACHI	SAN JACINTO DE YAGUACHI	132
8	PREDIO SAN JOSÉ	LOS RÍOS	QUINSALOMA	QUINSALOMA	54
9	LA PRADERA 1	LOS RÍOS	BUENA FÉ	SAN JACINTO DE BUENA FÉ	56
10	PICHOTA	MANABÍ	ROCAFUERTE	ROCAFUERTE	80
11	NUEVO RENACER	MANABÍ	CHONE	CHONE	11
12	REASENTAMIENTO MUNICIPAL	MANABÍ	JARAMIJÓ	JARAMIJÓ	386
13	JAMA CENTRO AEROPUERTO	MANABÍ	JAMA	JAMA CENTRO	56
14	CRISTO DEL CONSUELO	MANABÍ	SUCRE	BAHÍA DE CARAQUEZ	122
15	EL MATAL	MANABÍ	JAMA	EL MATAL	34
16	MARIA SOL	MANABÍ	BOLIVAR	CALCETA	269
17	SAN JACINTO	MANABÍ	OLMEDO	OLMEDO	72
18	SAN JOSÉ 3	STO. DGO. DE LOS TSÁCHILAS	STO. DOMINGO	SANTO DOMINGO	89
<b>TOTALES</b>					<b>2,018</b>

Fuente: Proyecto de Inversión para la entrega de vivienda de interés social subvencionada dentro de la misión Casa para Todos.  
Elaboración: EPCPT

Ilustración 3. Ubicación geográfica de proyectos de E.P. Casa para todos.  
Fuente: MIDUVI.

**Ubicación geográfica de proyectos de Ecuador Estratégico E.P.**

Nº	Nombre del proyecto	Provincia	Cantón	Parroquia	Viviendas
1	San Alejo	Manabí	Portoviejo	Andrés Verá	315
2	Ceibos Renacer	Manabí	Manta	Ceibos Renacer	75
3	Monte Sinaí Etapa 1	Guayas	Guayaquil	Pascuales	47
4	San Francisco de Huarca	Pichincha	Quito	Chillogallo	618
5	Ceibos Renacer Etapa 2	Manabí	Manta	Manta	103
6	Monte Sinaí Etapa 2	Guayas	Guayaquil	Pascuales	153
7	Pujilí	Cotopaxi	Pujilí	Pujilí	156
8	Huaquillas	El Oro	Huaquillas	Unión Lojana	277
9	La Dolorosa	Imbabura	Antonio Ante	Atuntaqui	97
10	Sector Carlos Beccdach	Esmeraldas	Atacames	Tonsupa	60
11	Montecristi	Manabí	Manta	Montecristi	100
12	La Mana	Cotopaxi	La Maná	El Triunfo	130
13	Anconcito	Santa Elena	Salinas	Anconcito	285
14	Tosagua Etapa 1	Manabí	Tosagua	Tosagua	180
15	Jardines del este	Carchi	Tulcán	Tulcán	279
16	Milagro	Guayas	Milagro	Ernesto Seminario	306
17	Rocafuerte	Manabí	Rocafuerte	Rocafuerte	89
18	Tarqui Zona Cero (María Auxiliadora)	Manabí	Montecristi	Eloy Alfaro	51
19	Parrales y Guale	Manabí	Jipijapa	Parrales y Guale	193
20	El Carmen	Manabí	El Carmen	El Carmen Alto	197
21	Santa Clara	Pastaza	Santa Clara	Santa Clara	62
22	Nueva Loja	Sucumbíos	Lago Agrio	Nueva Loja	247
23	Cházarra	Esmeraldas	Río Verde	Río Verde	80
24	San Lorenzo	Esmeraldas	San Lorenzo	San Lorenzo	298
25	Paján	Manabí	Paján	Paján	87
26	El Pangui	Zamora Chinchipe	El Pangui	Zamora	92
27	San Antonio	Napo	Tena	Tena	360
<b>TOTAL</b>					<b>4937</b>

Ilustración 4. Ubicación geográfica de proyectos Ecuador Estratégico. Fuente: MIDUVI

### **Ubicación geográfica e impacto territorial**

El proyecto tiene impacto a nivel nacional, y su aplicación se establece en las áreas rurales concentradas y dispersas del territorio ecuatoriano y áreas urbanas. Se identifica impactos directos a corto y mediano plazo en las viviendas mejoradas o construidas y en las obras complementarias de gestión comunitaria del hábitat que se ejecuten.

Para el presente estudio se ha considerado el componente 1 del proyecto que corresponde a viviendas totalmente subvencionadas por el estado, por ser el prototipo de vivienda que contará con el mayor número de unidades en distintas

zonas climáticas, por tanto, su estudio aportará a la mayor cantidad de población beneficiaria.

**Componente 1: vivienda de interés social con subvención total del estado.**

Construcción de vivienda nueva en terreno urbanizado dentro del programa casa para todos.- Es el subsidio monetario (USD 21.000) destinado al pago de una vivienda en un proyecto de interés social, cuyo terreno sea declarado de utilidad pública, a nivel nacional y que cumpla con la normativa técnica del Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda MIDUVI para el segmento 1 del Programa Casa Para Todos (en elaboración) y lo determinado por cada Gobierno Autónomo Descentralizado (GAD) correspondiente, incluyendo el valor del suelo y las obras de urbanización, todo ello, dirigido al núcleo familiar beneficiario conforme con los índices del Registro Social y la priorización emitida por el MIDUVI; se estima que durante el periodo 2019-2021 se entreguen 17.255 subsidios en esta modalidad.

**NORMATIVAS APLICABLES A LA PLANIFICACIÓN DE MODELOS HABITACIONALES EN ECUADOR.**

Según lo establecido en los componentes del plan Casa Para Todos, los proyectos deberán reunir las siguientes condiciones:

- Que se encuentre en zonas donde el GAD municipal o metropolitano pueda conceder el permiso de construcción o su equivalente.
- Estar libre de cualquier gravamen o limitación al dominio que le afecte, salvo el caso que el proyecto se encuentre en ejecución y el MIDUVI autorice su calificación.
- Que el tendido de los servicios de energía eléctrica de baja tensión sea soterrado.
- Estar ubicado en sectores que dispongan de servicios de abastecimiento de agua para el consumo humano y un sistema de evacuación de aguas servidas; caso contrario, se deberá considerar la implementación de sistemas alternativos, eficientes, no contaminantes y acordes con las particularidades de la zona.
- Que el diseño y construcción de las viviendas se rijan a las normas técnicas nacionales.

- Que el entorno urbano y las viviendas que vayan a ser habitadas por personas con discapacidad cumplan con las normas vigentes de accesibilidad al medio físico aprobadas por el **servicio ecuatoriano de normalización INEN**.

Adicionalmente, se dispone la normativa relacionada según la jerarquía establecida en la Constitución del Ecuador (2008) <sup>13</sup> que indica lo siguiente:

*Art. 425.- El orden jerárquico de aplicación de las normas será el siguiente: La Constitución; los tratados y convenios internacionales; las leyes orgánicas; las leyes ordinarias; las normas regionales y las ordenanzas distritales; los decretos y reglamentos; las ordenanzas; los acuerdos y las resoluciones; y los demás actos y decisiones de los poderes públicos.*

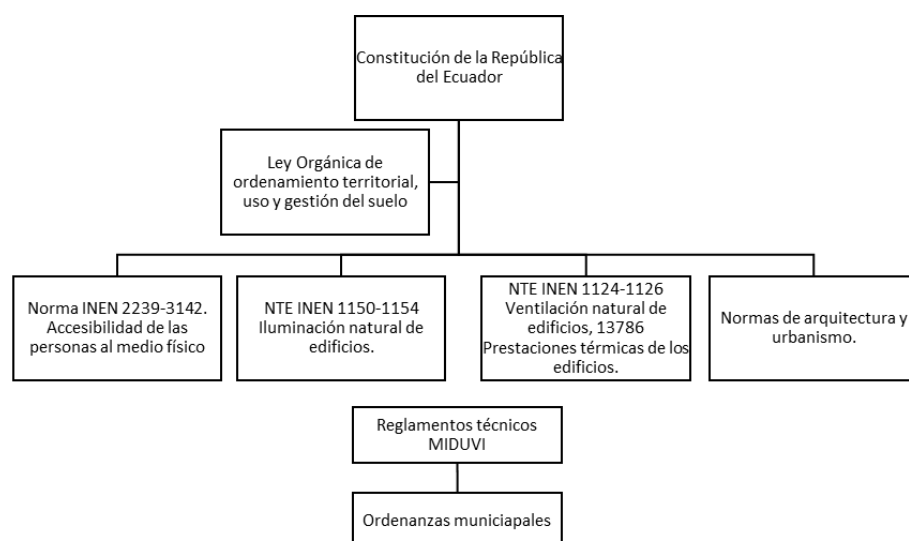


Ilustración 5. Diagrama jerárquico de la normativa aplicada en los programas habitacionales. Elaboración propia.

## **NORMA ECUATORIANA DE LA CONSTRUCCIÓN NEC.**

Tal como lo expone el portal del Ministerio de Transporte y Obras Públicas del Ecuador MTOP<sup>14</sup> (2020), respecto a la Norma Ecuatoriana de la Construcción, se entiende que: “*presentan los requerimientos y metodologías que deberán ser aplicados al diseño sismo resistente de edificios principalmente, y, en*

<sup>13</sup> Asamblea Constituyente (2008). Constitución de la República del Ecuador. [En línea]. Consultado: [13, enero, 2020]. Disponible en: [http://www.asambleanacional.gov.ec/documentos/constitucion\\_de\\_bolsillo.pdf](http://www.asambleanacional.gov.ec/documentos/constitucion_de_bolsillo.pdf)

<sup>14</sup> Ministerio de Transporte y Obras Públicas. República del Ecuador. [En línea]. Consultado: [14, abril, 2020]. Disponible en: <https://www.obraspublicas.gob.ec/norma-ecuatoriana-de-la-construccion-nec-se-ds/>

*segundo lugar, a otras estructuras; complementadas con normas extranjeras reconocidas”.*

De la misma manera, el Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda MIDUVI<sup>15</sup> (2020), indica que: *“El Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda, MIDUVI -ente rector de hábitat y vivienda a nivel nacional- formula e impulsa la política habitacional, así como la elaboración de normativa enfocada al desarrollo urbano, la consolidación de las ciudades y el acceso a la vivienda digna.”*

El MIDUVI hace referencia al proyecto de la Norma Ecuatoriana de la Construcción, NEC -promovido por el Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda- a través de la Subsecretaría de Hábitat y Asentamientos Humanos, se basa en el Decreto Ejecutivo No.705, del 24 de marzo de 2011, que dispone actualizar el Código Ecuatoriano de la Construcción (1996) suscrito por medio de Decreto Ejecutivo No.3970.

Este decreto tiene como objetivo principal regular los procesos que permitan cumplir con las exigencias básicas de seguridad y calidad en todo tipo de edificaciones como consecuencia de las características del proyecto, la construcción, el uso y el mantenimiento, especificando parámetros, objetivos y procedimientos con base a los siguientes criterios:

- i. Establecer parámetros mínimos de seguridad y salud.
- ii. Mejorar los mecanismos de control y mantenimiento.
- iii. Definir principios de diseño y montaje con niveles mínimos de calidad.
- iv. Reducir el consumo energético y mejorar la eficiencia energética.
- v. Abogar por el cumplimiento de los principios básicos de habitabilidad.
- vi. Fijar responsabilidades, obligaciones y derechos de los actores involucrados.

Así, la Norma Ecuatoriana de la Construcción, a partir del 2018, inició la publicación de normativa que involucra habitabilidad y salud en viviendas, como complemento a los capítulos de

---

<sup>15</sup> Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda. República del Ecuador. [En línea]. Consultado: [14, abril, 2020]. Disponible en: <https://www.habitatyvivienda.gob.ec/presentacion-norma-ecuatoriana-de-la-construccion/>



sistemas constructivos y estructurales que se disponían hasta la fecha, así, la NEC se divide en los siguientes capítulos:

- Seguridad estructural de las edificaciones.
- Guías prácticas de diseño de conformidad con la NEC – 15.
- **Habitabilidad y salud.**
- Servicios básicos.
- Documentos reconocidos.

Para el objeto del presente trabajo, se hará énfasis en el apartado de habitabilidad y salud, en donde se disponen además los documentos NEC-HS-VIDRIO: Vidrio, NEC-HS-CI: Contra Incendios, NEC-HS-AU: Accesibilidad Universal y NEC-HS-EE: Eficiencia Energética, siendo esta última la de mayor aporte al desarrollo del trabajo.

Es importante indicar que, a partir de febrero de 2018 y bajo registro de 16 de marzo del mismo año, entró en vigencia la normativa de Eficiencia energética en edificaciones residenciales (NEC-HS-EE), misma que no ha sido considerada en el programa habitacional estudiado. Con ello, difiere de lo indicado en el campo de aplicación de la normativa, la cual instituye lo siguiente:

*“Los criterios y requisitos establecidos en este documento deben ser aplicados en el diseño e implementados en la construcción de las nuevas edificaciones y remodelaciones de uso residencial a nivel nacional, a excepción de las edificaciones declaradas patrimoniales.”*

Esta normativa está orientada al uso racional de la energía, estableciendo límites sostenibles de consumo. Así, se establece que los edificios y su envolvente deben cumplir con la normativa propuesta, garantizando un desempeño energético eficiente al limitar las pérdidas o ganancias de calor, cumpliendo con las condiciones de habitabilidad y confort.

Para la aplicación de la misma, se ha dividido al país en seis zonas climáticas (ilustración 6), cada una de las cuales dispone de valores máximos de transmitancia en cada uno de los componentes de la envolvente, valores que han sido considerados en base a lo establecido por la ASHRAE.

ZONA CLIMÁTICA (Ecuador)	ZONA CLIMÁTICA (ASHRAE 90.1)	NOMBRE	CRITERIO TÉRMICO
1	1A	HÚMEDA MUY CALUROSA	5000 < CDD10°C
2	2A	HÚMEDA CALUROSA	3500 < CDD10°C ≤ 5000
3	3C	CONTINENTAL LLUVIOSA	CDD10°C ≤ 2500 y HDD18°C ≤ 2000
4	4C	CONTINENTAL TEMPLADO	2000 < HDD18°C ≤ 3000
5	5C	FRÍA	CDD10°C ≤ 2500 y HDD18°C ≤ 2000 2000 < HDD18°C ≤ 3000 3000 m < Altura (m) ≤ 5000 m
6	6B	MUY FRÍA	CDD10°C ≤ 2500 y HDD18°C ≤ 2000 2000 < HDD18°C ≤ 3000 5000 m < Altura (m)

Ilustración 6. Referencia para zonificación climática. Fuente: Norma Ecuatoriana de la Construcción NEC-HS-EE.

Se establece además que la envolvente de la edificación debe considerar los siguientes aspectos:

- Categorías de espacio. Habitable o no habitable.
- Modificaciones a la envolvente.
- Clima. En este apartado se exponen requisitos de la envolvente para cada zona climática.
- Cerramientos opacos.
- Elementos translúcidos.

Estos dos últimos componentes indican además consideraciones respecto a aislamiento en cada uno de los componentes, reflectividad, factores de transmitancia, ganancias solares, entre otros.

En el presente trabajo se han considerado además las Estrategias para mejorar las condiciones de habitabilidad y el consumo de energía en viviendas, publicada por el Instituto Nacional de Eficiencia Energética y Energías Renovables, en donde se disponen condiciones climáticas del Ecuador y zonificación climático habitacional, así como estrategias de diseño para edificaciones ubicadas en distintas regiones del país. Este documento utiliza la clasificación climática de Köppen para su implementación.

## Capítulo 2

### Proceso metodológico

Tal como lo indica Gladys Dávila (2016)<sup>16</sup>, respecto al razonamiento deductivo se tiene que:

*Aristóteles y sus discípulos implantaron el razonamiento deductivo como un proceso del pensamiento en el que de afirmaciones generales se llega a afirmaciones específicas aplicando las reglas de la lógica. Es un sistema para organizar hechos conocidos y extraer conclusiones, lo cual se logra mediante una serie de enunciados que reciben el nombre de silogismos, los mismos comprenden tres elementos: a) la premisa mayor, b) la premisa menor y c) la conclusión.*

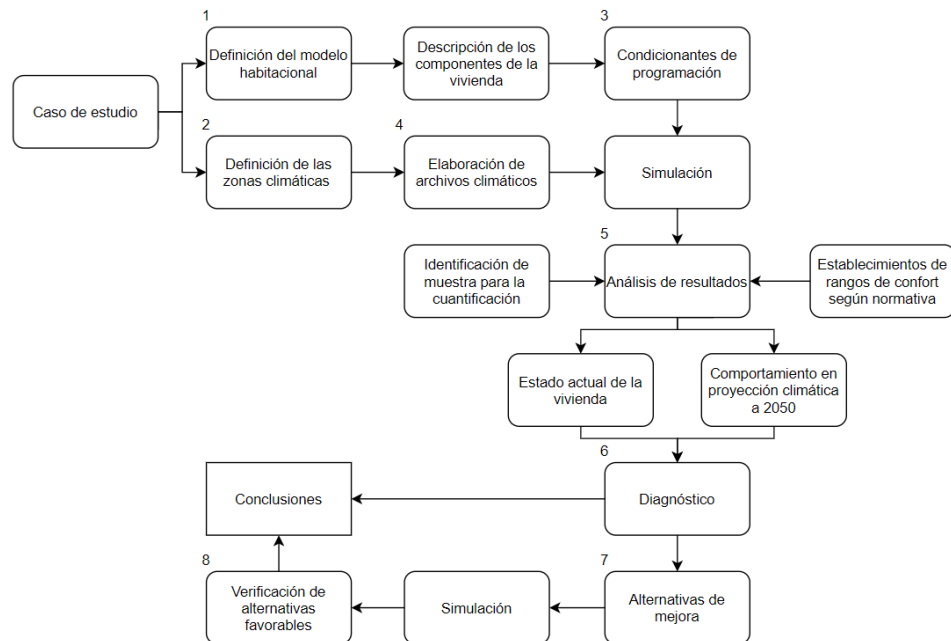


Ilustración 7. Diagrama metodológico.

El trabajo está distribuido en dos líneas principales (Ilustración 7), el análisis de la vivienda en su estado actual en cada una de las zonas climáticas escogidas y su adaptación al cambio climático en 2050; y, por otro lado, el estudio de posibles medidas de mejora que favorezcan el confort térmico de las unidades habitacionales.

<sup>16</sup> Dávila Newman, Gladys (2016). El razonamiento inductivo y deductivo dentro del proceso investigativo en ciencias experimentales y sociales. Universidad Pedagógica Experimental Libertador. Venezuela.

Complementado lo anterior, se expone que, para el desarrollo de esta investigación en base a las líneas descritas, se detallan las siguientes fases:

1. Descripción de la vivienda, considerando sus componentes constructivos, distribución arquitectónica y demás características en su estado actual.
2. Definición de las ciudades en donde se simulará la vivienda según la distribución climática establecida, así como en función de la densidad poblacional y demás datos de estadística nacional. En este componente se consideran y describen características climatológicas de cada lugar según fuentes oficiales, así como datos y gráficas generales obtenidos con el software Climate Consultant.
3. Modelado de la vivienda mediante la herramienta informática DesignBuilder. Para ello se recrea virtualmente la geometría del edificio, así como el establecimiento de la materialidad del mismo. De la misma manera, se configuran datos relevantes para cada situación, estableciendo así comportamientos de ocupación, apertura de ventanas, densidad poblacional y demás variables detalladas en futuros apartados.
4. Una vez que se ha definido el modelo con las características propias de cada zona climática escogida, se procede a la simulación en el mismo programa, para lo cual fue necesaria la elaboración de archivos climáticos de cada una de las ciudades a analizar tanto del escenario actual como el proyectado a 2050, considerando tres escenas A2, B1 y A1B, obtenidos mediante la extrapolación de datos climáticos existentes realizados con el programa informático Meteonorm, descrito con mayor amplitud en el apartado 9.5. Se realiza simulación de la vivienda en su estado original para la situación climática y proyectada a 2050 en cada una de las localidades definidas.  
Se han realizado un total de 16 simulaciones, cuatro para cada localidad, considerando la vivienda original en la situación climática actual y la proyectada en cada uno de los tres escenarios.
5. Se continúa con la interpretación de los resultados, a fin de concertar si la vivienda estudiada se adapta a las condicionantes climáticas de cada zona.

Para la cuantificación de resultados se ha escogido basar los mismos en el muestreo de uno de los espacios comunes de la edificación, considerando así el salón de cada vivienda, utilizando la nomenclatura expresa en las ilustraciones 8 y 9.

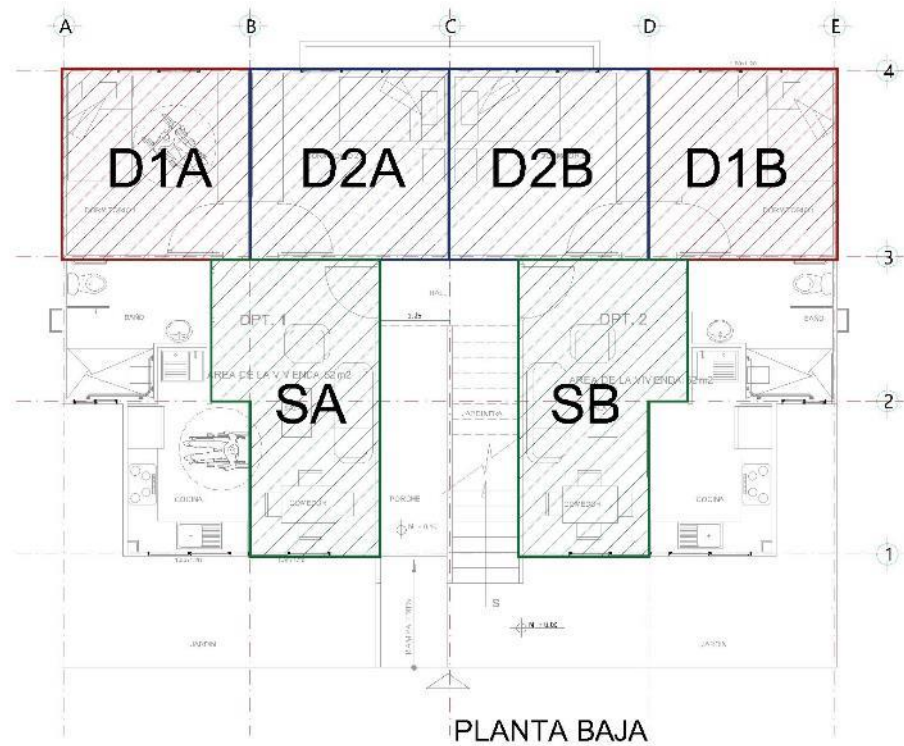


Ilustración 8. Distribución y nomenclatura de la vivienda, planta baja. Fuente propia.

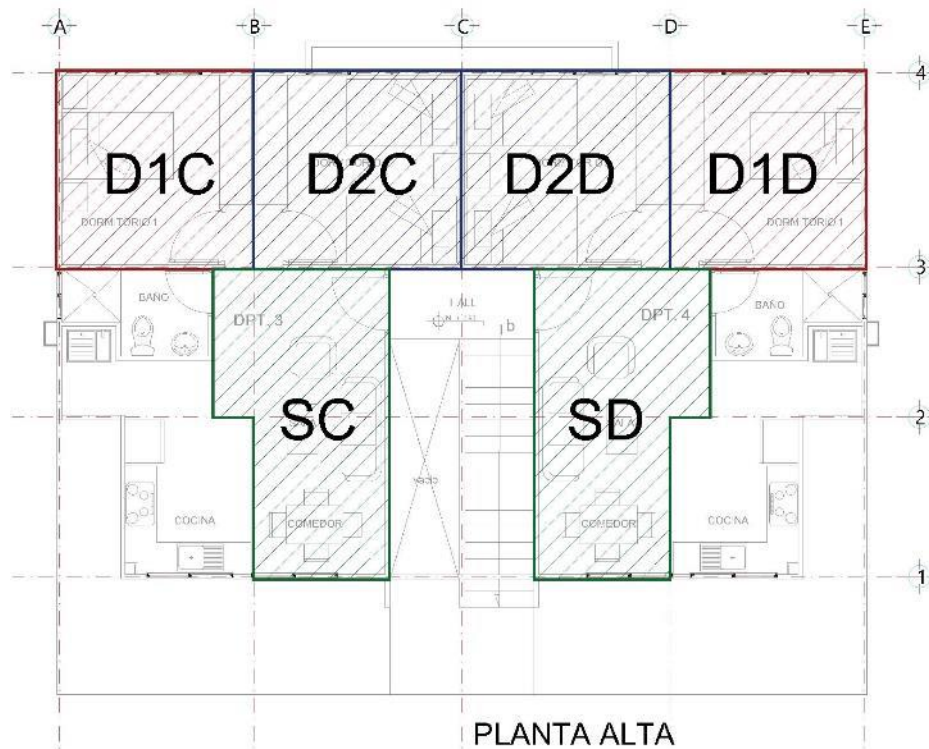


Ilustración 9. Distribución y nomenclatura de la vivienda, planta alta. Fuente propia.

Para el análisis se han escogido rangos de temperatura de confort específicos según las condiciones climáticas de cada zona, así como las recomendaciones de documentos oficiales publicados por organismos nacionales. De la misma manera, se detallan cada uno de los componentes indicados y considerados previos a las simulaciones, mismos que han sido determinados en función de datos estadísticos de condicionantes sociales y demográficas de Ecuador.

Se entiende por confort térmico al grado de satisfacción de los usuarios con respecto al ambiente térmico en las edificaciones y lo conforman seis factores: rango metabólico (nivel de actividad del usuario); aislamiento por vestimenta (tipo de vestimenta); temperatura del aire; temperatura radiante (de las superficies inmediatas); velocidad del aire; y humedad relativa.

Se ha decidido escoger como rango de temperatura de confort entre 20° y 25°C para el las zonas climáticas Af, Aw y BSh, mientras que entre 20° y 24°C para la zona climática Cfb. Las características de cada zona se describen en el siguiente capítulo.

6. Se realiza una comparación de los datos obtenidos en las simulaciones, considerando las horas en que la vivienda se encuentre dentro de los rangos de temperatura de confort para cada caso, estudiando su comportamiento en la situación climática actual y proyectando su desempeño ante el escenario climático de 2050.

7. Luego del diagnóstico y análisis de los resultados de las simulaciones, se plantean alternativas de mejora que favorezcan la optimización energética de las viviendas en función del confort interno.

8. Se realizan nuevas simulaciones con cada una de las alternativas y se analizan, estudiando aquellas cuyos resultados indiquen la situación que se traduce como óptima para cada localidad, tanto en el contexto climático actual como proyectado a 2050, es decir, aquella propuesta que signifique un mayor incremento de las horas dentro del rango de confort. En esta fase, se han realizado un total de 34 simulaciones aproximadamente, de las cuales 26 se encuentran documentadas en el presente trabajo.

El presente trabajo se desarrolla en distintas zonas climáticas de Ecuador, mismas que han sido consideradas según la clasificación de Köppen-Geiger.

Tal como indica el sitio web de Meteorología y climatología de Navarra (2020)<sup>17</sup>: la clasificación de Köppen fue creada inicialmente por el climatólogo alemán Wladimir Köppen en 1884 y revisada posteriormente por él mismo y por Rudolf Geiger, describe cada tipo de clima con una serie de letras, normalmente tres, que indican el comportamiento de las temperaturas y las precipitaciones (ilustración 10).

Divide los climas del mundo en cinco grupos principales: tropical, seco, templado, continental y polar, identificados por la primera letra en mayúscula. Cada grupo se divide en subgrupos, y cada subgrupo en tipos de clima. Los tipos de clima se identifican con un símbolo de 2 o 3 letras.

---

<sup>17</sup> Gobierno de Navarra, 2020. Clasificación climática de Köppen. Meteorología y climatología de Navarra [En línea]. Consultado: [21, diciembre, 2019]. Disponible en: <http://meteo.navarra.es/definiciones/koppen.cfm>



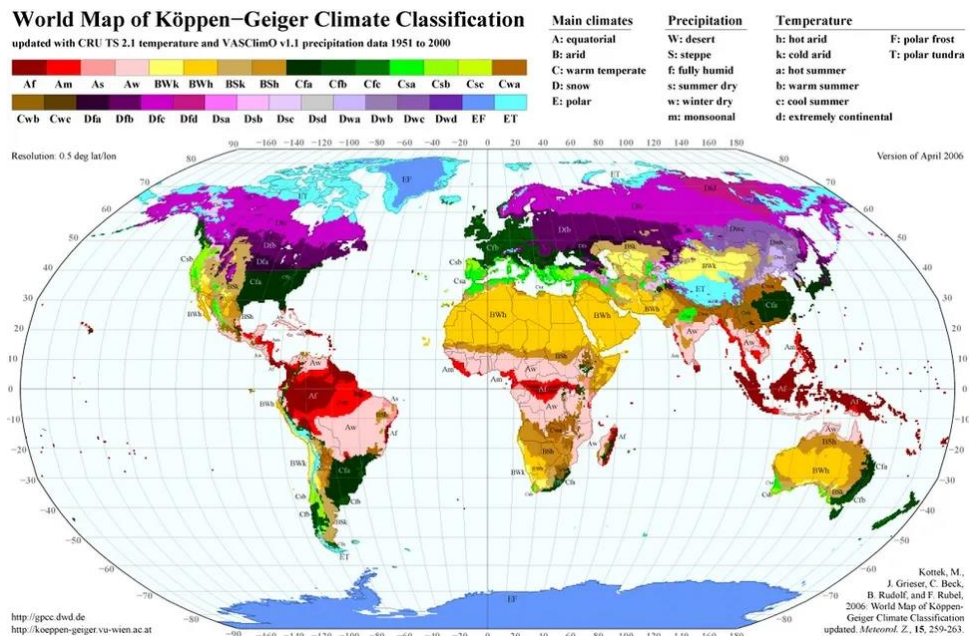


Ilustración 10. Mapa climático de Koppen-Geiger. Fuente: sitio web de Meteo Red.

A partir de esta clasificación, es necesario llevar la misma al nivel específico del país de estudio.

Antes de indicar la distribución de climas que posee Ecuador, es importa indicar sus generalidades geográficas, es así que, analizando las informaciones disponibles en el sitio web del Instituto Oceanográfico de la Armada del Ecuador INOCAR (2012)<sup>18</sup>, podemos transcribir que:

La República del Ecuador se halla situada en la costa noroccidental de América del Sur, en la zona tórrida del continente americano. La parte continental está ubicada entre los paralelos 01°30' N y 03°23.5' S y los meridianos 75°12' W y 81°00' W. Al territorio nacional le atraviesa la línea ecuatorial, precisamente 22 Km al N de la ciudad de Quito, que es su capital. Es un país continental con preponderancia marítima, pero con un desarrollo de más de 1200 Km de costas, sin contar con el Archipiélago de Galápagos e islas continentales.

El Ecuador, luego de la firma del Protocolo de Río de Janeiro de 1942 y el Acuerdo de Paz del 26 de Octubre de 1998 con Perú, cuenta con las siguientes extensiones: Continental 262.826

<sup>18</sup> Instituto Oceanográfico de la Armada del Ecuador (2012). Capítulo I: Información General de la República del Ecuador. [En línea]. Consultado: [14, enero, 2019]. Disponible en: [http://www.inocar.mil.ec/docs/derrotero/derrotero\\_cap\\_I.pdf](http://www.inocar.mil.ec/docs/derrotero/derrotero_cap_I.pdf)



Km2 y región Insular 7.844 Km2, totalizando una extensión territorial de 270.670 km2. (p. 13)



Ilustración 11. Mapa político de la República del Ecuador. Fuente: sitio web de Efemérides del Ecuador.

La República del Ecuador está dividida políticamente en 24 provincias, distribuidas de la siguiente manera:

### REGIÓN LÍTORAL O COSTA de Norte a Sur

- Esmeraldas (Esmeraldas)
- Santo Domingo de los Tsáchilas (Santo Domingo)
- Manabí (Portoviejo) ↔ Guayas (Guayaquil)
- Santa Elena (Santa Elena)
- Los Ríos (Babahoyo)
- El Oro (Machala).

### REGIÓN INTERANDINA O SIERRA de Norte a Sur

- Carchi (Tulcán) ↔ Imbabura (Ibarra)
- Pichincha (Quito, capital de la República del Ecuador)
- Cotopaxi (Latacunga)

- Tungurahua (Ambato)
- Bolívar (Guaranda)
- Chimborazo (Riobamba)
- Cañar (Azogues)
- Azuay (Cuenca)
- Loja (Loja).

### **REGIÓN ORIENTAL O AMAZÓNICA de Norte a Sur**

- Sucumbíos (Nueva Loja)
- Orellana (Puerto Francisco de Orellana)
- Napo (Tena)
- Pastaza (Puyo)
- Morona Santiago (Macas)
- Zamora Chinchipe (Zamora).

### **REGIÓN INSULAR O GALÁPAGOS**

Provincia de Galápagos (Puerto Baquerizo Moreno).

Las 24 provincias se subdividen en cantones y éstos en parroquias urbanas y rurales, se hallan regidas por gobernadores, alcaldes, jefes políticos y tenientes políticos, según se trate de provincia, cantón o parroquias respectivamente.

### **Datos climáticos del Ecuador.**

Revisando la distribución climática de Köppen-Geiger, se ha determinado que, en Ecuador, a pesar de su extensión reducida en relación de los países próximos al mismo, se disponen nueve tipologías de clima que se describen en la tabla 1.

<b>DISTRIBUCIÓN CLIMÁTICA DEL ECUADOR SEGÚN KÖPPEN-GEIGER</b>	
<b>Clasificación</b>	<b>Köppen-Geiger</b>
Clima de la selva tropical	Af
Clima tropical del monzón	Am
Clima de sabana tropical	Aw
Los climas semiáridos calientes	BSh
Los climas calientes del desierto	BWh
Clima oceánico	Cfb

Clima mediterráneo de verano cálido	Csb
Clima oceánico subtropical de alta montaña	Cwb
Tundra	Et

Tabla 1. Distribución climática del Ecuador según Köppen-Geiger. Fuente: Climate-data.org.

Al delimitar los casos de estudio, se ha decidido escoger una ciudad por cada zona climática, mismas que reúnen mayor densidad poblacional y, por tanto, mayor número de viviendas, escogiendo así siete localidades, las cuales disponen de los más altos índices de asentamientos humanos en el país, como son: Quito, Portoviejo, Esmeraldas y Nueva Loja. La ubicación de las ciudades en función de las zonas climáticas se observa en la ilustración 12 con correspondencia a los datos incluidos en la tabla 2.

Clasificación	Köppen-Geiger	Ciudad/es de estudio
Clima de la selva tropical	<b>Af</b>	Nueva Loja
Clima de sabana tropical	<b>Aw</b>	Esmeraldas
Los climas semiáridos calientes	<b>BSh</b>	Portoviejo
Clima oceánico	<b>Cfb</b>	Quito

Tabla 2. Identificación de las ciudades a estudiar según cada zona climática.

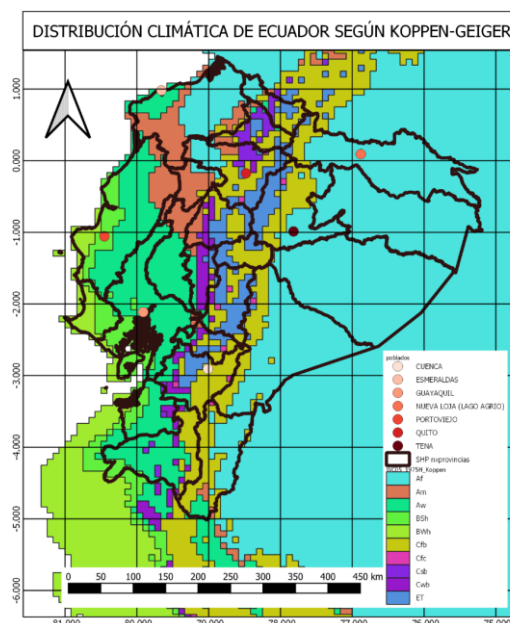


Ilustración 12. Identificación de las ciudades con mayor densidad poblacional según cada zona climática.

## Datos geográficos de las ciudades de estudio.

### Quito.

Quito es la ciudad capital de la República de Ecuador y también de la provincia de Pichincha. Además, es la cabecera del área metropolitana que la forma, conocida como Distrito Metropolitano de Quito.

Está ubicada sobre la hoya de Guayllabamba en las laderas orientales del volcán activo Pichincha, en la parte occidental de los Andes. Su altitud promedio es de 2850 metros sobre el nivel del mar. La ciudad está dividida en 32 parroquias, las cuales se subdividen en barrios. Tiene una población de 2'239.191 habitantes según el censo del INEC (2010).

- Norte: Provincia de Imbabura
- Sur: cantones Rumiñahui y Mejía
- Este: cantones Pedro Moncayo, Cayambe y Provincia de Napo
- Oeste: cantones Pedro Vicente Maldonado, Los Bancos y Provincia de Santo Domingo de los Tsáchilas.

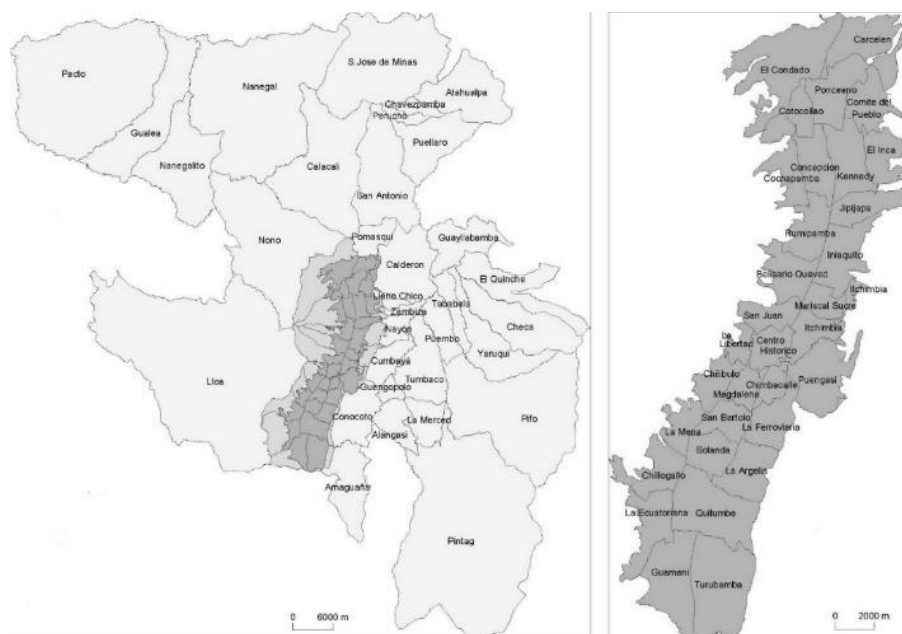


Ilustración 13. Ubicación del Distrito Metropolitano de Quito en la provincia de Pichincha. Fuente: sitio web de Ecuador Noticias.

Según la clasificación de Koppen-Geiger, Quito se encuentra ubicado en la zona Cfb, correspondiente a un Clima oceánico. Los climas de este tipo se definen como tener una temperatura

media mensual inferior a 22 ° C (72 ° F) en el mes más cálido y por encima de 0 ° C (32 ° F) en el mes más frío.

Se caracterizan por un rango anual de temperaturas más estrecho que el que se encuentra en otros lugares a una latitud comparable, y generalmente no tienen los veranos extremadamente secos de climas mediterráneos o los veranos calurosos de subtropical húmedo.

Una de las principales características del clima es la corta duración de la estación seca, correspondiente al período de invierno austral y al verano en el hemisferio norte (durante los meses de junio a septiembre), en la cual las precipitaciones no superan los 70 mm de agua en promedio, siendo julio y agosto los meses más áridos con 20 mm. El resto del año, en la temporada de lluvias (conocida como invierno) los índices promedian los 123 mm, teniendo a los meses de marzo (150 mm) y abril (170 mm) como los más húmedos. A pesar de sus 2850 metros sobre el nivel del mar, Quito cuenta con un clima primaveral la mayor parte del año, por estar ubicada cerca de la mitad del mundo.

El clima de Quito es un clima templado a lo largo de todo el año. Con temperaturas que van de los 10°C a los 27°C. Y una media anual de 15°C. Debido a su proximidad con el ecuador estas temperaturas suelen ser templadas durante el día y bastante frías durante la noche.

En las ilustraciones 14, 15 y 16 se observan datos climatológicos obtenidos a partir de la información incluida en los archivos climáticos elaborados para el presente estudio.

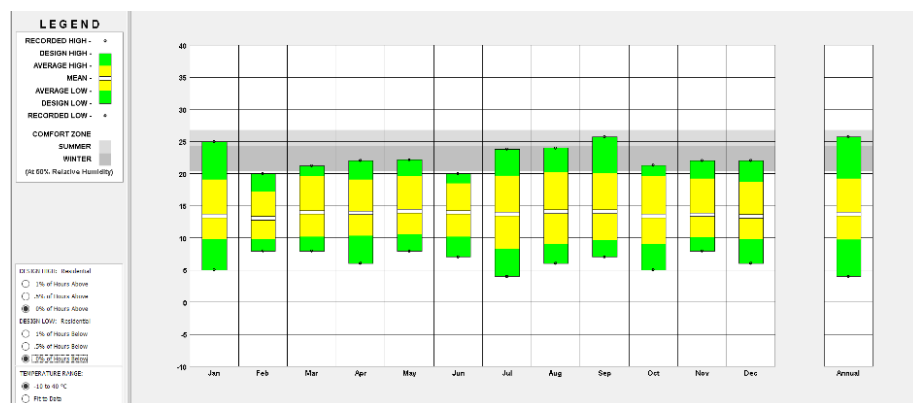


Ilustración 14. Temperaturas mensuales de Quito. Datos obtenidos mediante programa informático Climate Consultant.

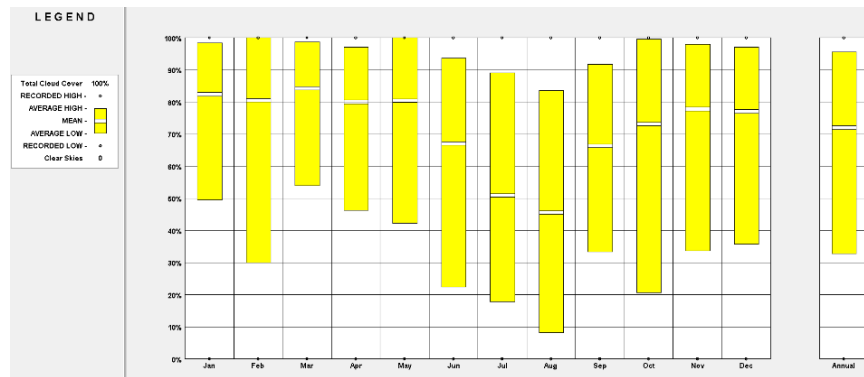


Ilustración 15. Rangos mensuales de cobertura del cielo en Quito. Datos obtenidos mediante programa informático Climate Consultant

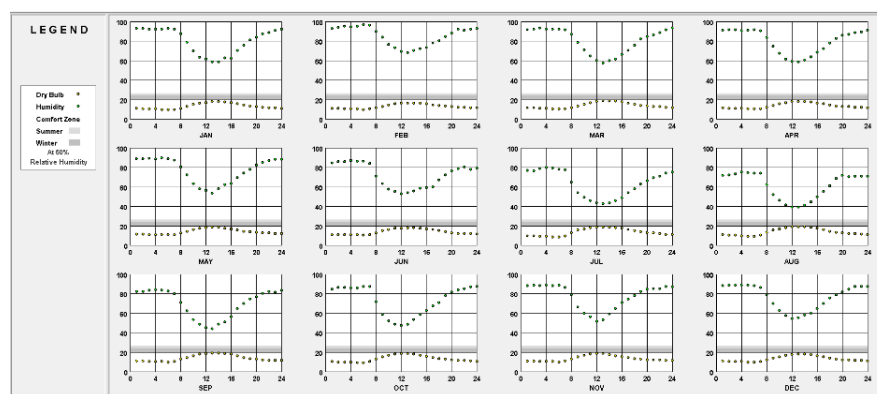


Ilustración 16. Datos mensuales de temperatura de bulbo seco y humedad relativa de Quito. Datos obtenidos mediante programa informático Climate Consultant.

## Portoviejo.

Según datos del Gobierno Autónomo Descentralizado del Cantón Portoviejo<sup>19</sup> (2014), Portoviejo tiene una extensión de 967 km<sup>2</sup> (96.756 has) que representan el 5.12% del área total de la provincia de Manabí. De acuerdo a los datos del censo INEC 2010, el cantón Portoviejo presenta una población total de 280.029 habitantes en las áreas urbana y rural. En el área rural la población es de 73.347 habitantes, de los cuales 37.463 son hombres y 35.884 son mujeres; en cuanto al área urbana la población es de 206 682 habitantes, de los cuales 100.506 son hombres y 106.176 son mujeres. Sin embargo, las proyecciones del INEC indican que a 202, Portoviejo cuenta con una población total de 321.800 habitantes.

<sup>19</sup> Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal del Cantón Portoviejo (2014). Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial (PDOT) del Cantón Portoviejo (2011- 2026). [En línea]. Consultado: [15, diciembre, 2019]. Disponible en: <http://www.portoviejo.gob.ec/docs/plan-de-desarrollo-y-ordenamiento-territorial-del-canton-portoviejo.pdf>

Está conformado por 13 parroquias; 7 urbanas: Andrés de Vera, 12 de Marzo, Colón, Portoviejo, Picoazá, San Pablo y Simón Bolívar; y 7 parroquias rurales: Alajuela, Abdón Calderón, Chirijo, Río Chico, San Placido, Crucita y Pueblo Nuevo.

Portoviejo, es la capital de la provincia de Manabí, se halla ubicada en la zona central de la costa ecuatoriana, al noroeste del país, en las coordenadas geográficas 1°04' de latitud sur y 80°26' de longitud oeste. Se localiza a 355 Km. de Quito ya 35 Km. de la costa.



Ilustración 17. Ubicación de Portoviejo respecto a Ecuador y la provincia de Manabí. Fuente: sitio web Academic ES.

Como lo indica el sitio web climate-data<sup>20</sup> (2020), en Portoviejo, se encuentra el clima de estepa local. No hay mucha precipitación en Portoviejo durante todo el año. La clasificación del clima de Köppen-Geiger es BSh. Hay alrededor de 460 mm de precipitaciones.

En el cantón Portoviejo se presentan 2 estaciones definidas: una lluviosa (invierno), entre los meses de enero a abril, y la estación

---

<sup>20</sup> Climate Data Org., (2020). Portoviejo. [En línea]. Consultado: [15, enero, 2020]. Disponible en: <https://es.climate-data.org/america-del-sur/ecuador/provincia-de-manabi/portoviejo-2974/>

seca (verano) que se produce entre los meses de mayo a diciembre (Dirección Nacional Forestal, 1998).

La temperatura media anual, registrada en la Estación Meteorológica de Portoviejo oscila entre los 26°C tal como se indica en la ilustración 18.

En las ilustraciones 19, 20 y 21 se observan datos climatológicos obtenidos a partir de la información incluida en los archivos climáticos elaborados para el presente estudio.

	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
Temperatura media (°C)	26	26.2	26.6	26.6	26.1	25	24.6	24.6	24.8	25	25.1	25.7
Temperatura mín. (°C)	21.5	21.8	22	21.8	21.3	20.6	19.9	19.4	19.6	20	20	20.7
Temperatura máx. (°C)	30.6	30.7	31.3	31.5	30.9	29.5	29.3	29.8	30.1	30.1	30.2	30.8
Precipitación (mm)	85	124	112	59	26	18	8	2	4	3	4	15

Ilustración 18. Histórico de temperaturas de Portoviejo. Fuente: sitio web de Climate Data Org.

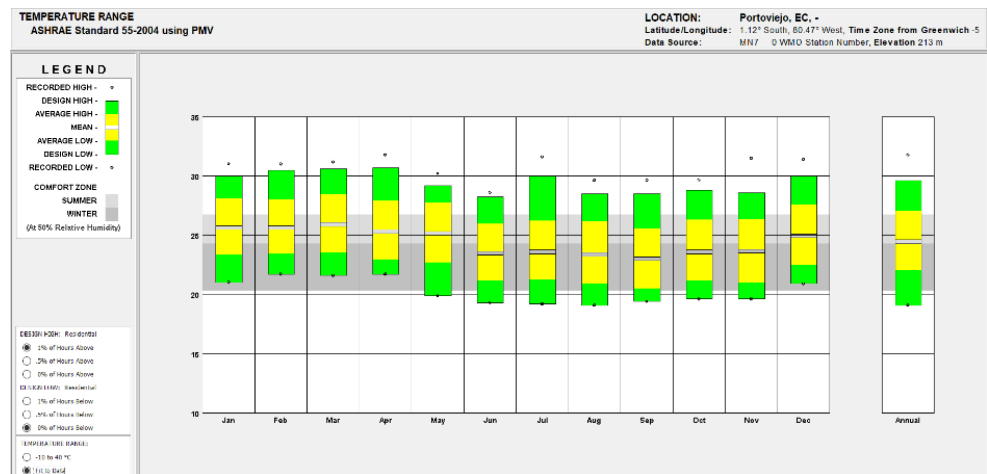


Ilustración 19. Temperaturas mensuales de Portoviejo. Datos obtenidos mediante programa informático Climate Consultant.

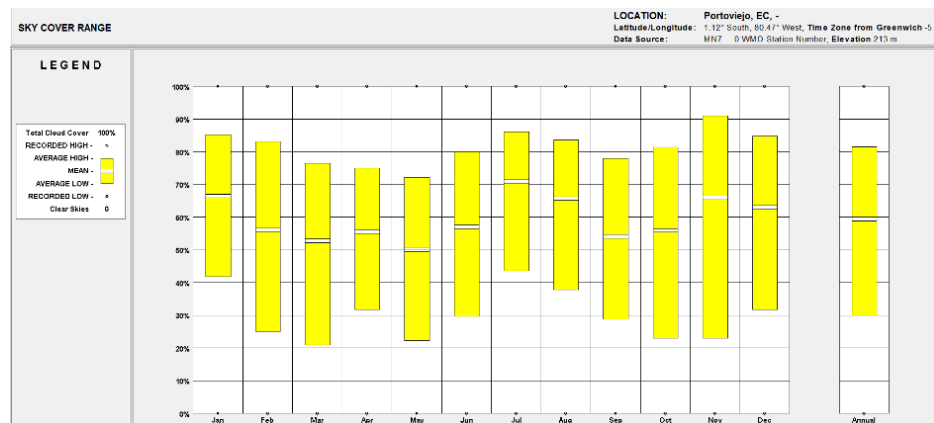


Ilustración 20. Rangos mensuales de cobertura del cielo en Portoviejo. Datos obtenidos mediante programa informático Climate Consultant.



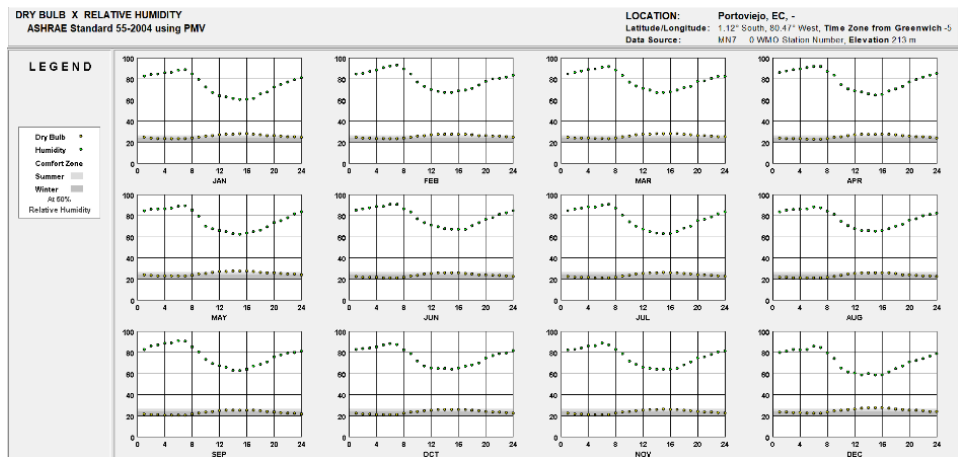


Ilustración 21. Datos mensuales de temperatura de bulbo seco y humedad relativa de Portoviejo. Datos obtenidos mediante programa informático Climate Consultant.

## Nueva Loja.

Según datos del sitio web Ecostravel<sup>21</sup> (2020), Nueva Loja es la capital de la provincia de Sucumbíos, en la Selva Amazónica de Ecuador. Ubicada al noreste del país, es conocida como Lago Agrio. Tiene 30.000 habitantes y es la ciudad más poblada de la provincia y una fuente muy importante de la extracción petrolífera de Ecuador, siendo "La capital petrolera". Nueva Loja tiene su nombre por la migración desde la ciudad de Loja hacia la provincia Sucumbíos. La ciudad limita al norte con la República de Colombia, al sur con el cantón Shushufindi, al este con Putumayo y Cuyabeno y al oeste con Cascales.

<sup>21</sup> Ecostravel, (2020). Nueva Loja Ecuador. [En línea]. Consultado: [15, enero, 2020]. Disponible en: <https://www.ecostravel.com/ecuador/ciudades-destinos/nuevaloja.php>

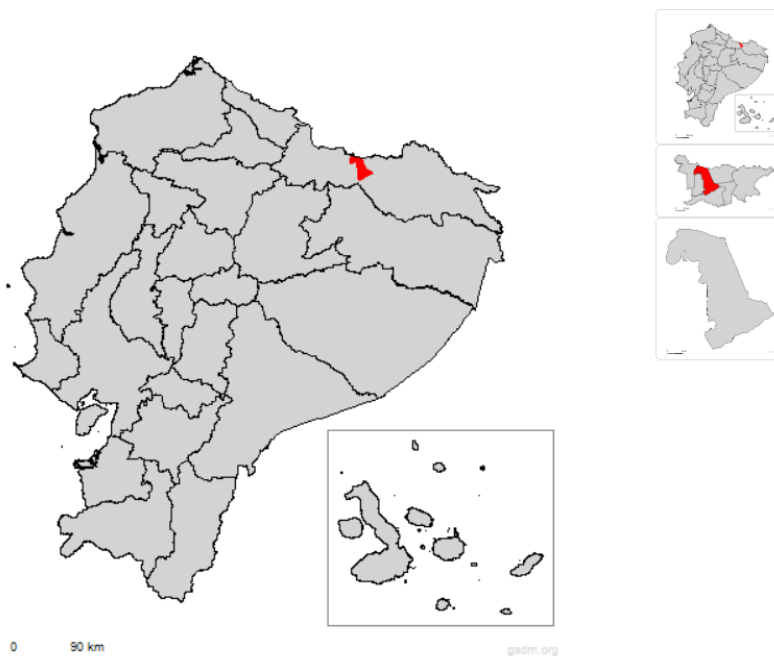


Ilustración 22. Situación geográfica de la ciudad de Nueva Loja. Fuente: Sitio web del GAD municipal de Nueva Loja.

Según la clasificación de Köppen-Geiger, Nueva Loja se ubica en la zona climática Af, catalogada como clima de la selva tropical. El clima de Lago Agrio es cálido y lluvioso. La temporada de mayores lluvias tiene lugar durante el verano del hemisferio norte (de junio a agosto).

Las temperaturas oscilan entre 23 °C y 35 °C. En las ilustraciones 23, 24 y 25 se observan datos climatológicos obtenidos a partir de la información incluida en los archivos climáticos elaborados para el presente estudio.

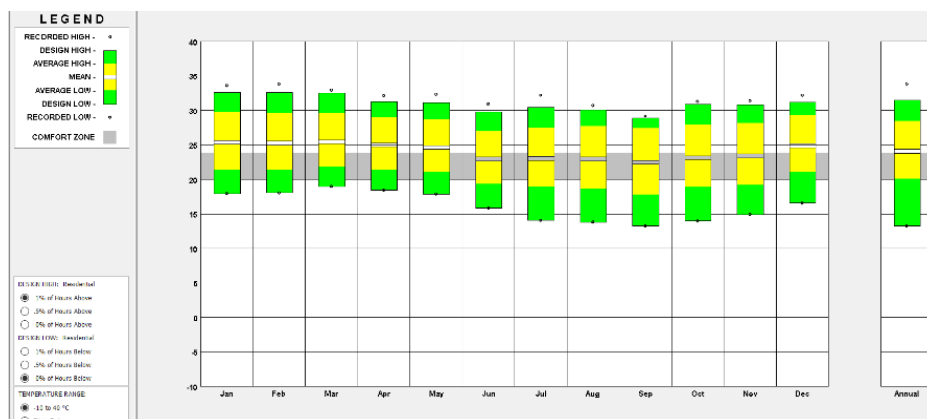


Ilustración 23. Temperaturas mensuales de Nueva Loja. Datos obtenidos mediante programa informático Climate Consultant.

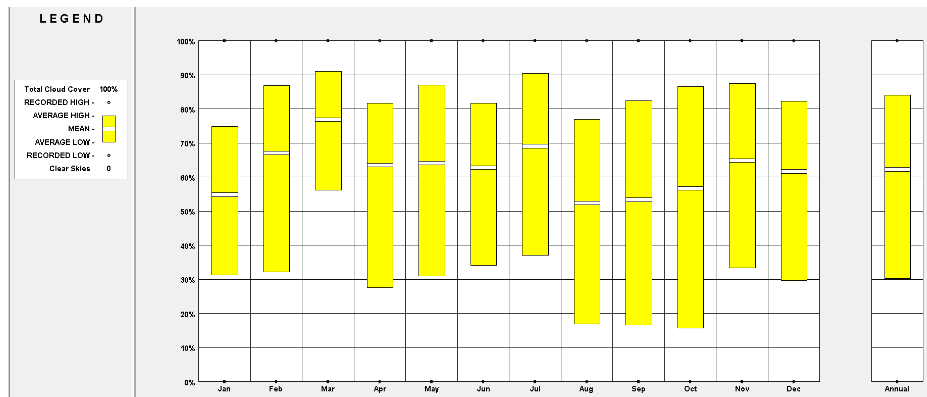


Ilustración 24. Rangos mensuales de cobertura del cielo en Nueva Loja. Datos obtenidos mediante programa informático Climate Consultant.

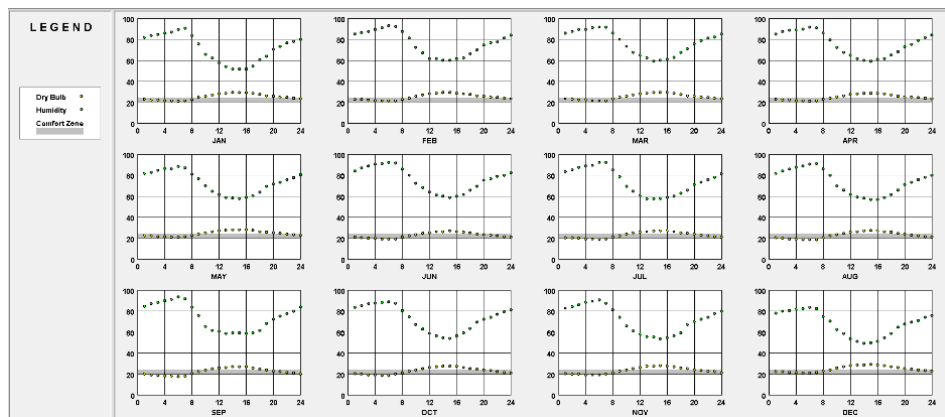


Ilustración 25. Datos mensuales de temperatura de bulbo seco y humedad relativa de Nueva Loja. Datos obtenidos mediante programa informático Climate Consultant.

### Esmeraldas.

Referenciando datos del sitio web Ecostravel<sup>22</sup> (2020), Esmeraldas es una ciudad costera, ubicada al noroeste de Ecuador. Es la capital de la provincia homónima. Se asienta en la margen izquierda junto a la desembocadura del río Esmeraldas en el océano Pacífico a 4 msnm.

<sup>22</sup> Ecostravel, 2020. Esmeraldas Ecuador. [En línea]. Consultado: [15, enero, 2020]. Disponible en: <https://www.ecostravel.com/ecuador/ciudades-destinos/esmeraldas.php>



Ilustración 26. Situación geográfica de Esmeraldas. Fuente: Charpentier A. et al (s.f).

Según la clasificación de Köppen-Geiger, Esmeraldas se ubica en la zona climática Aw, catalogada como clima de la sabana tropical. Cuenta con dos estaciones definidas "tropical monzón", con un porcentaje de humedad seca del 40% que va de los meses de junio a noviembre y "tropical húmedo", con un porcentaje de humedad del casi del 100% que va de noviembre a mayo en las cuencas centrales y costa externa septentrional.

Las temperaturas oscilan entre 21 °C y 28 °C. En las ilustraciones 27, 28 y 29 se observan datos climatológicos obtenidos a partir

de la información incluida en los archivos climáticos elaborados para el presente estudio.

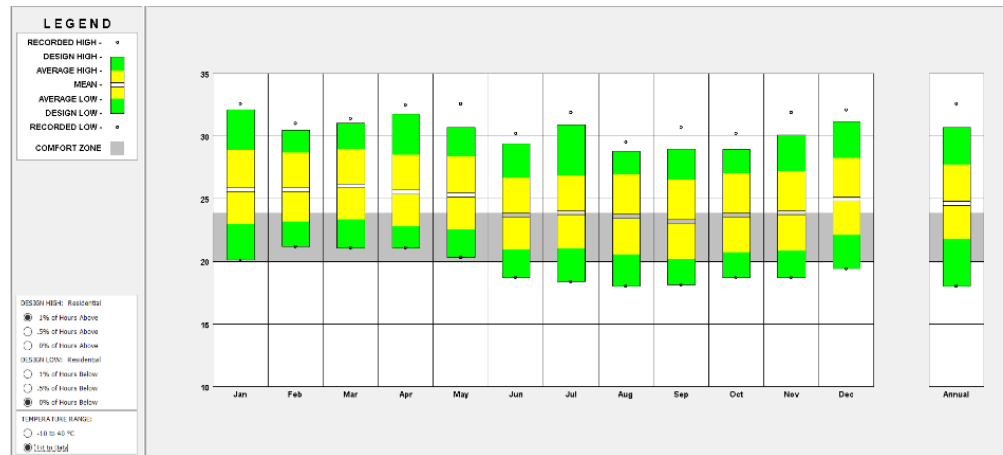


Ilustración 27. Temperaturas mensuales de Esmeraldas. Datos obtenidos mediante programa informático Climate Consultant.

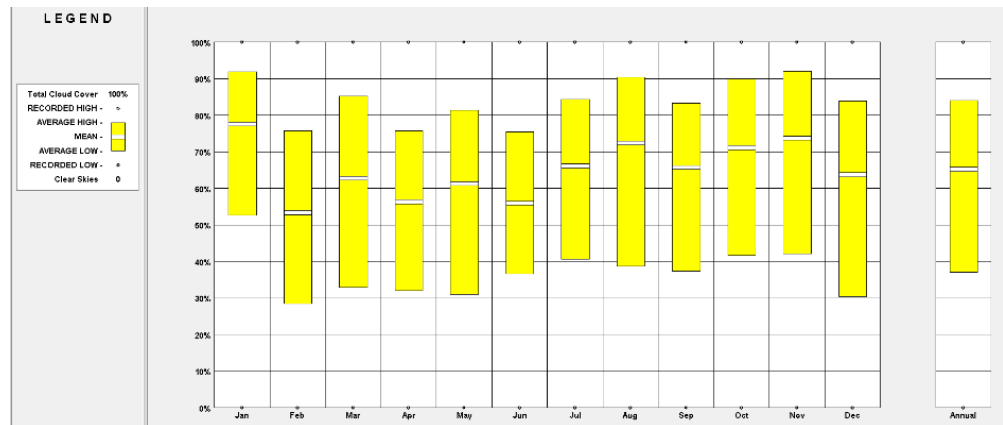


Ilustración 28. Rangos mensuales de cobertura del cielo en Esmeraldas. Datos obtenidos mediante programa informático Climate Consultant.

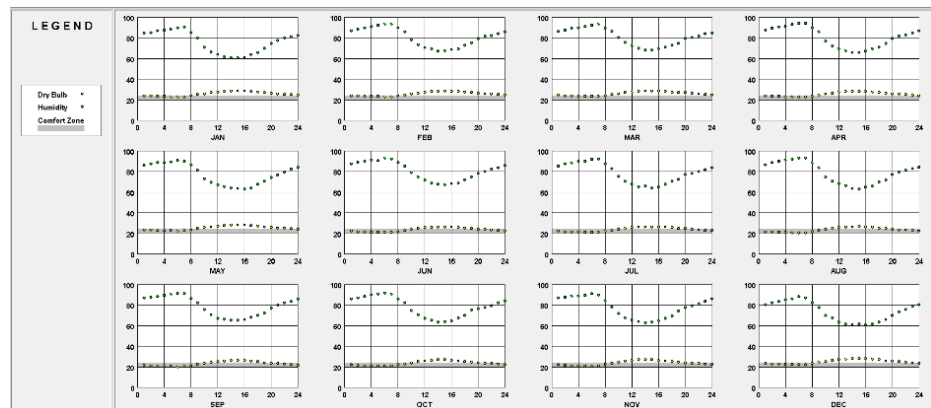


Ilustración 29. Datos mensuales de temperatura de bulbo seco y humedad relativa de Esmeraldas. Datos obtenidos mediante programa informático Climate Consultant.

## Capítulo 3

### DESCRIPCIÓN DEL PROTOTIPO DE VIVIENDA.

Como parte del estudio se ha considerado la propuesta implantada por el Gobierno de la República del Ecuador, mediante un plan del Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda MIDUVI, denominado PROYECTO DE VIVIENDA CASA PARA TODOS – CPT, publicado en octubre de 2018, en donde se disponen tres tipologías distintas:

1. Vivienda unifamiliar de 2 dormitorios.
2. *Bloques multifamiliares 4D (4 unidades de viviendas de 2 dormitorios cada una).*
3. Bloques multifamiliares 8D (8 unidades de viviendas de 2 dormitorios cada una).

En el mencionado proyecto se indica que se cuenta con un total de 4174 unidades de vivienda, distribuidas en 12 provincias del país, y con una inversión total de \$ 2.861.900.875,35.

La tipología que se estudia como parte del proyecto del MIDUVI es la siguiente:

#### **1. Bloque de 4 viviendas:**

La vivienda tipo estudiada se organiza en un bloque multifamiliar con 4 departamentos, teniendo así, dos componentes habitacionales en cada planta.

Cada unidad de vivienda cuenta con dos dormitorios, un baño, cocina y un espacio de sala – comedor y dispone de un área de 52m<sup>2</sup>.

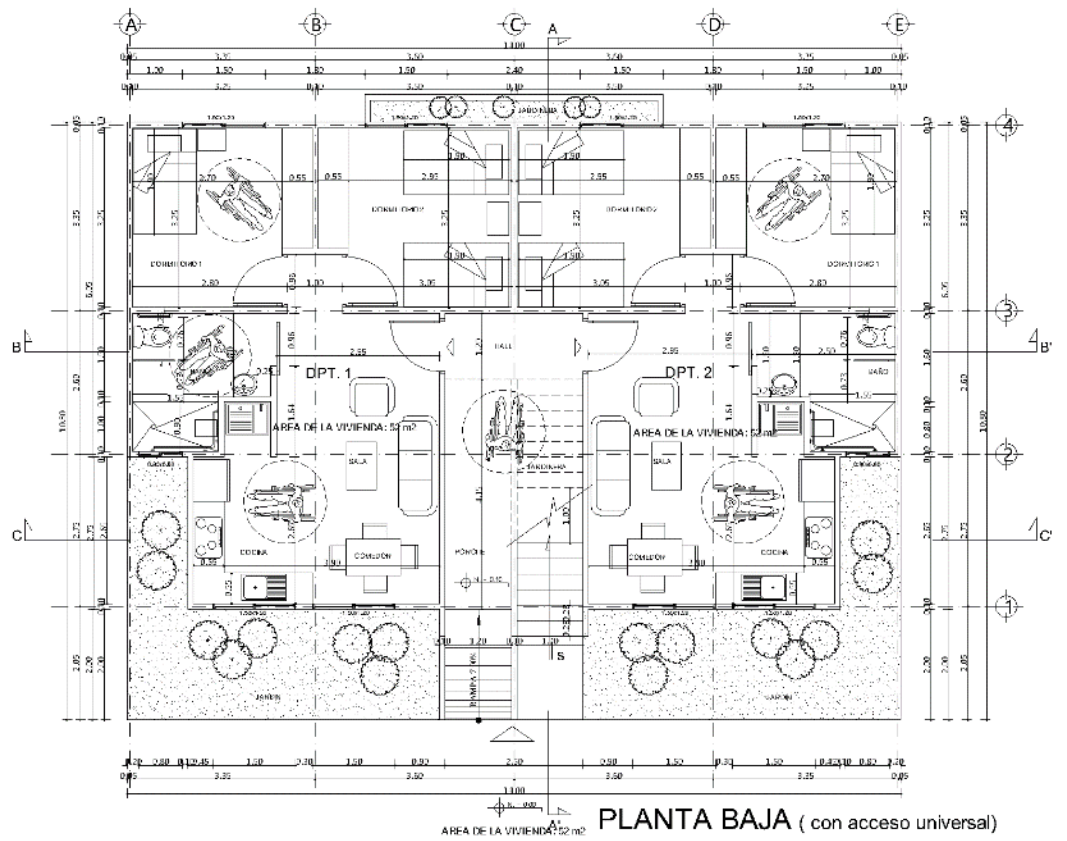


Ilustración 30. Planta baja bloque multifamiliar. Fuente. Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda.

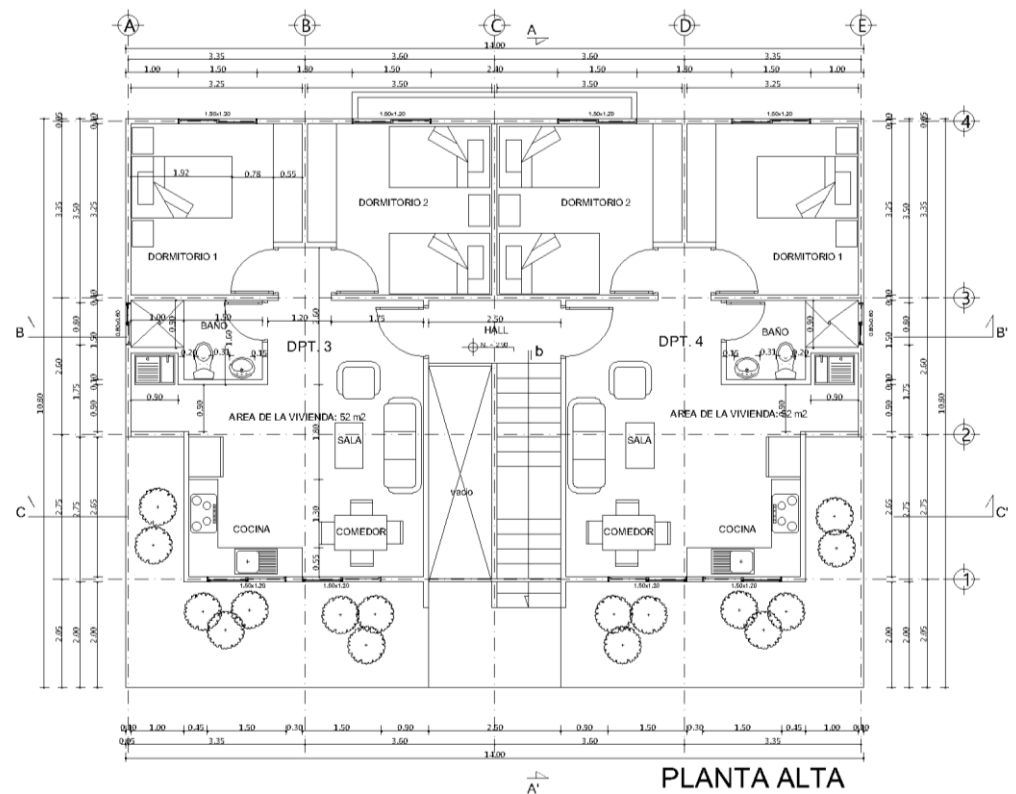


Ilustración 31. Planta alta del bloque multifamiliar. Fuente. Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda.

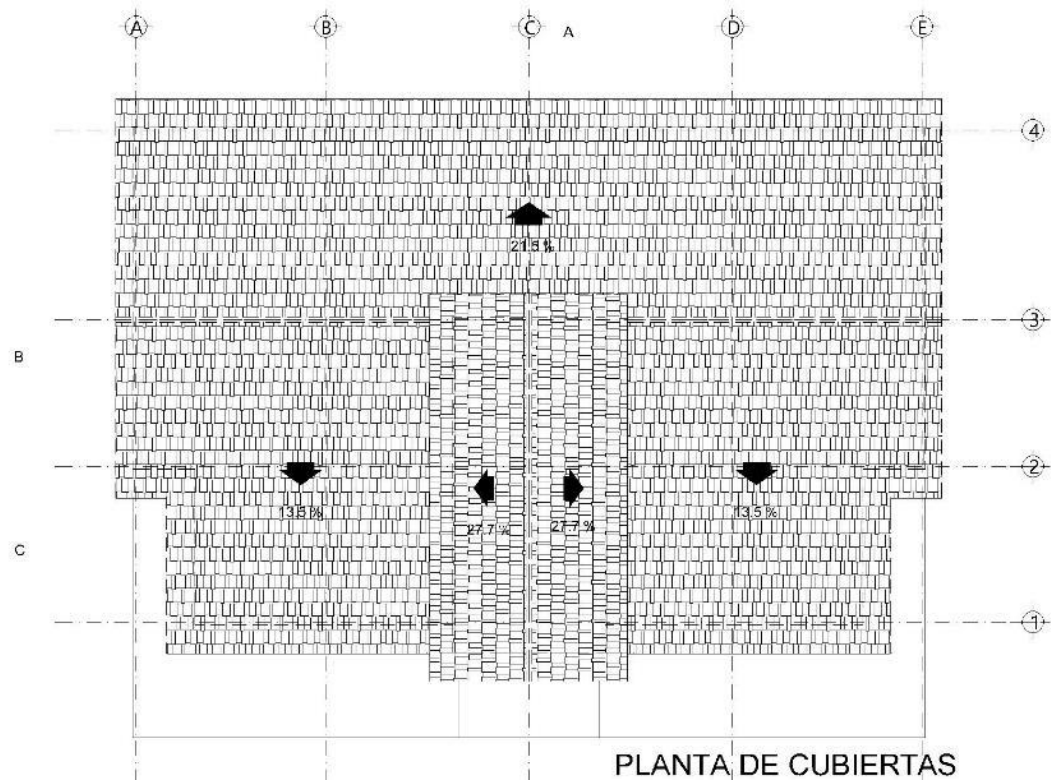


Ilustración 32. Planta de cubiertas. Fuente. Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda.

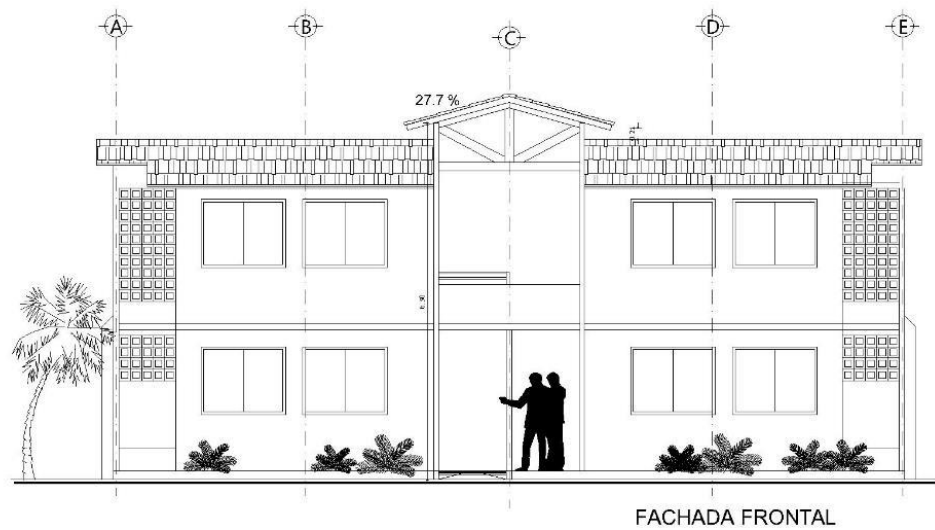


Ilustración 33. Fachada frontal. Fuente. Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda.



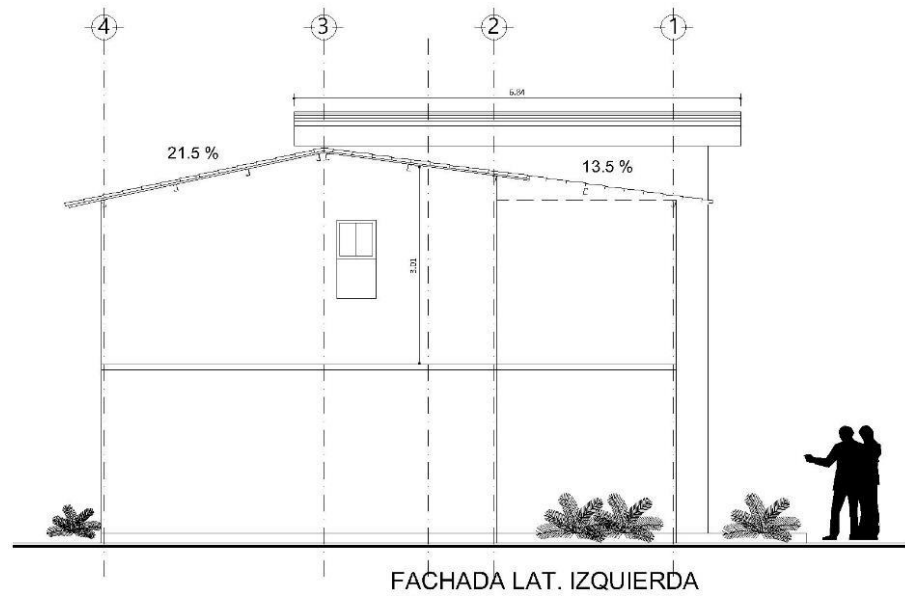


Ilustración 34. Fachada lateral izquierda. Fuente. Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda.

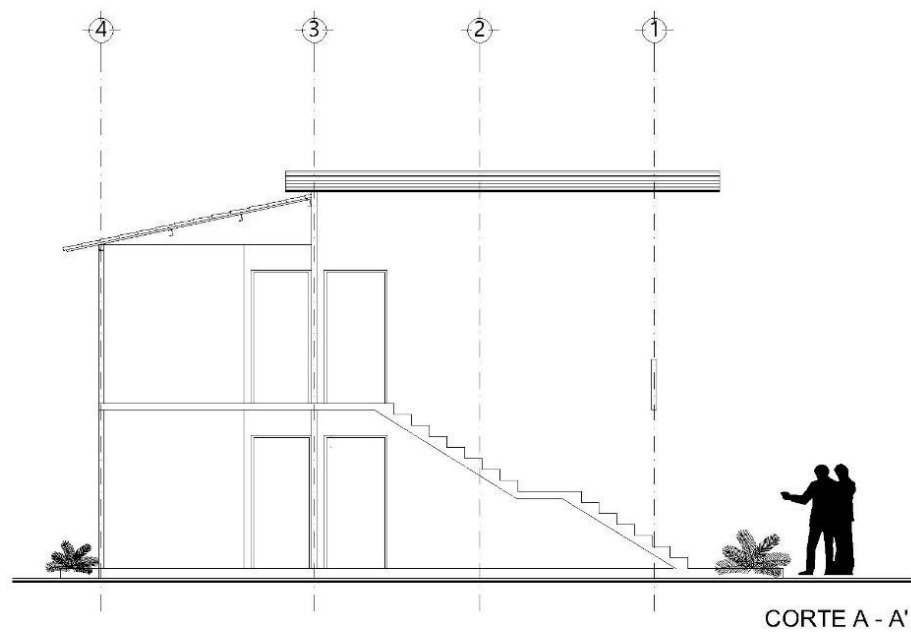


Ilustración 35. Corte A-A. Fuente. Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda.

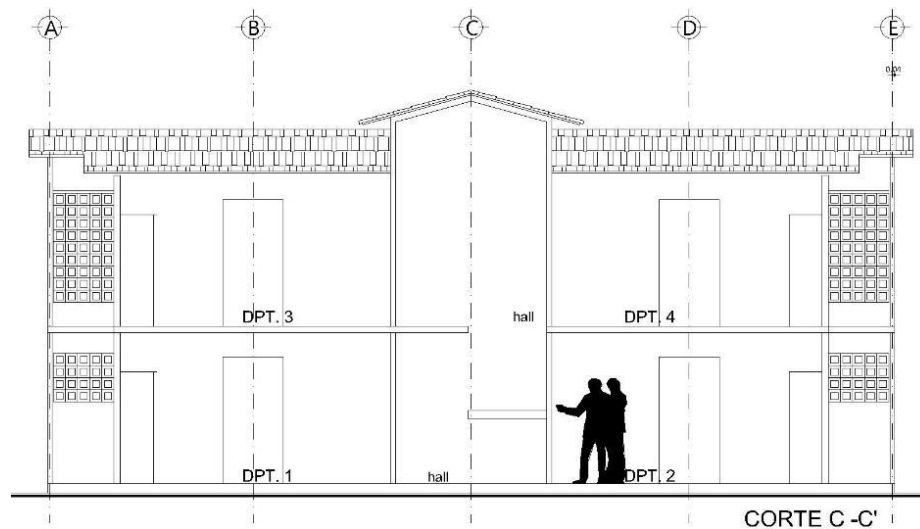


Ilustración 36. Corte C-C. Fuente. Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda.

### CONDICIONANTES DEL ANÁLISIS.

En el presente capítulo se describen cada uno de las condicionantes y consideraciones establecidas para el análisis de la vivienda en cada una de zonas climáticas, datos que han sido obtenidos según recomendaciones e información oficial de datos estadísticos del Estado ecuatoriano.

### DEFINICIÓN CONSTRUCTIVA DE LA VIVIENDA.

El bloque de viviendas se encuentra construida de la siguiente manera:

- Estructura principal de muros portantes de hormigón armado, con un revestimiento interior de yeso y al exterior con acabado de pintura.

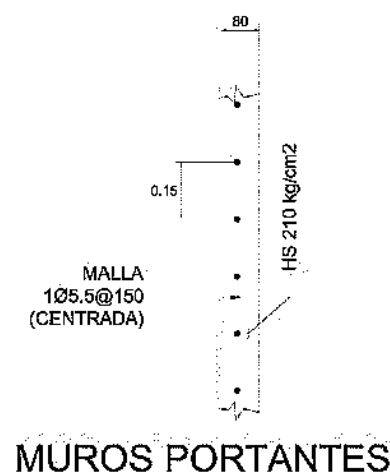


Ilustración 37. Detalle de muro portante. Fuente. Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda.

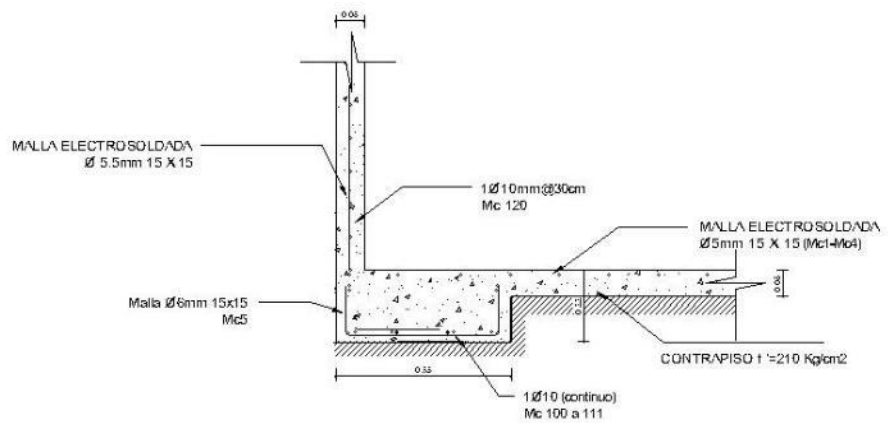


Ilustración 38. Detalle de cimentación en muros exteriores. Fuente. Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda.

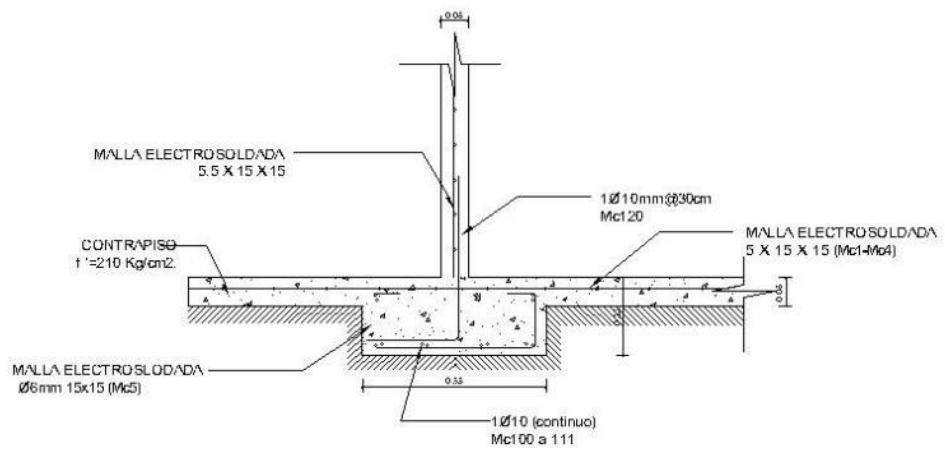


Ilustración 39. Detalle de cimentación en muros interiores (divisiones). Fuente. Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda.



Ilustración 40. Detalle de los componentes constructivos del muro. Fuente: elaboración propia mediante programa DesignBuilder.

- El piso corresponde a un contrapiso de hormigón de 10cm de espesor y un acabado de interior de cerámica.

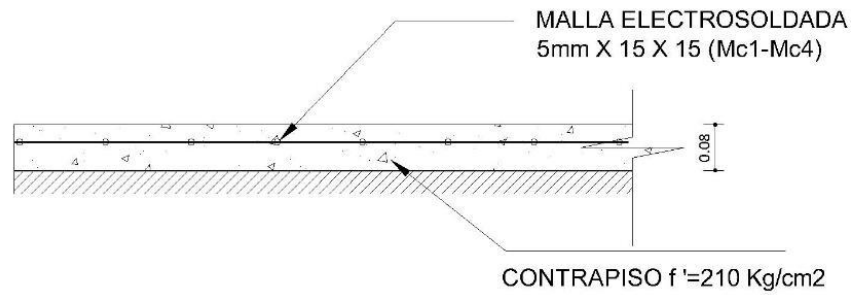


Ilustración 41. Detalle de contrapiso. Fuente. Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda.

- Cubierta de chapa metálica de 4mm de espesor y recubierta en la parte inferior con 5 mm de poliuretano.

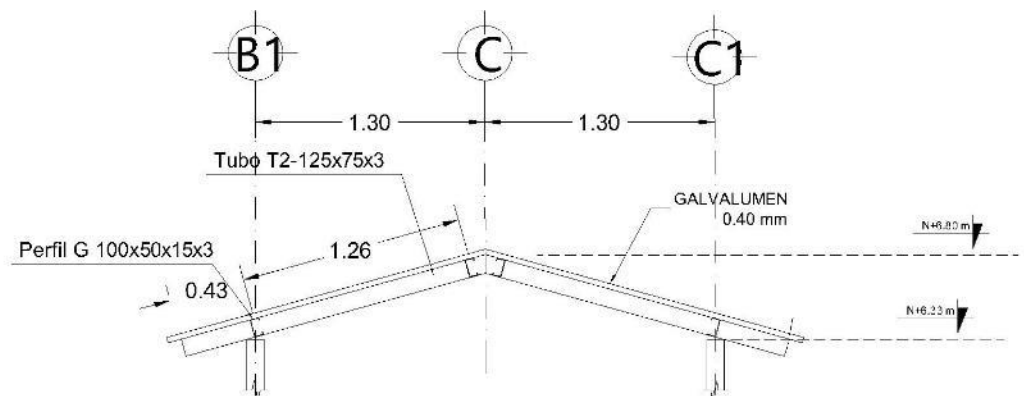


Ilustración 42. Detalle de cubierta. Fuente. Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda.



Ilustración 43. Composición constructiva de la cubierta. Fuente: elaboración propia mediante programa DesignBuilder.

- La Carpintería consiste en ventanas exteriores de aluminio y vidrio claro de 4mm de espesor. Mientras que las puertas de ingreso a cada vivienda son metálicas y las interiores de madera tipo tambor.

Una vez analizados los componentes constructivos de la vivienda, es evidente que la misma no dispone de ningún tipo de aislamiento en su envolvente, sino que el mismo está en función de las propiedades de transmitancia propias de los muros de hormigón y la cubierta metálica.

### **CONSIDERACIONES DE LA PROGRAMACIÓN DE LA VIVIENDA.**

Según información obtenida de la última encuesta “Condiciones de vida IV Ronda” publicada en abril del 2015<sup>23</sup>, el número de miembros promedio por hogar durante el periodo noviembre 2013 a octubre 2014 es de 4 personas.

En base a los datos estadísticos que indican que la familia ecuatoriana promedio está conformada por 4 miembros, se ha establecido la programación de actividad, considerando dos adultos y dos niños/jóvenes en edad escolar descrita en la ilustración 44.

---

<sup>23</sup> Matute Piedra, María E. y Jarrín Pinos, Mariela A. Familia en cifras - Ecuador 2016. Ediloja. Ecuador.

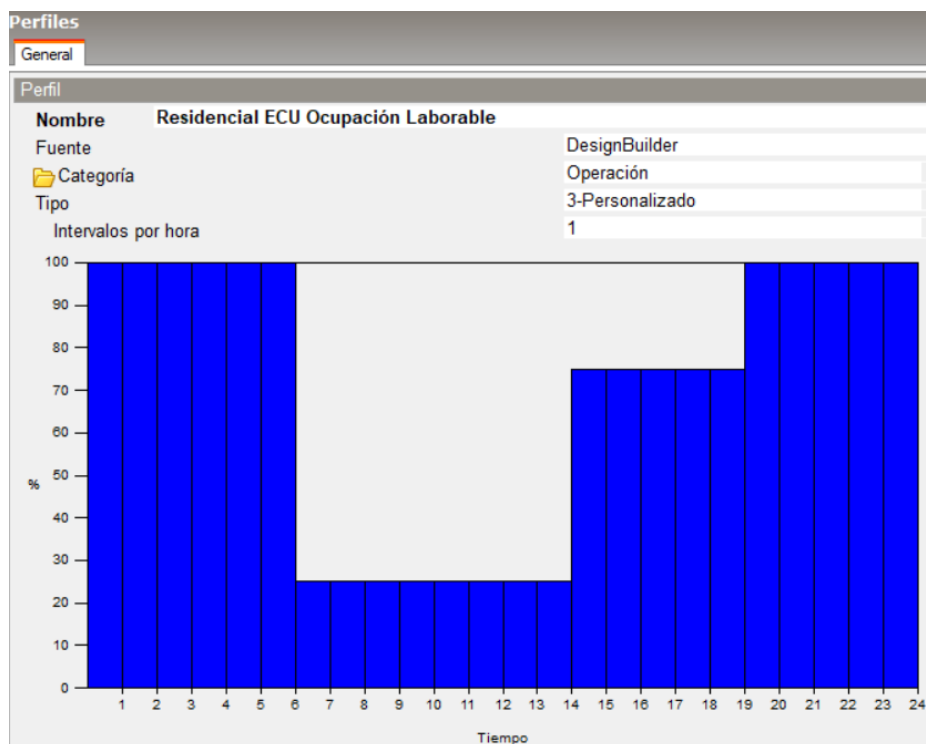


Ilustración 44. Gráfico de ocupación de la vivienda según familia promedio. Fuente: elaboración propia mediante programa DesignBuilder.

Con ello se describe que entre las 19h00 y 6h00, el 100% de los habitantes se encontrarían en la vivienda. Considerando los horarios laborales y educativos del país, se supone que a partir de las 6h00 hasta las 14h00 una sola persona se dispondría al interior de la vivienda, aumentando a un 75% de ocupación entre las 14h00 y 19h00.

## PERFIL DE VENTILACIÓN NATURAL EN EL BLOQUE HABITACIONAL.

General							
Nombre CTE Ventilación Nat ECU otros							
Descripción							
Fuente				www.ecoeficiente.es			
Categoría				Espacios Residenciales			
Región				ECUADOR			
Tipo de programación							
1-Programación 7/12							
Días de diseño							
Método de definición del día de diseño							
2-Perfiles							
Perfil del día de diseño de calefacción							
Off							
Perfil del día de diseño de refrigeración							
Off							
Perfiles							
Mes	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Domingo
Ene	9:30 - 17:30	9:30 - 17:30	9:30 - 17:30	9:30 - 17:30	9:30 - 17:30	9:30 - 17:30	9:30 - 17:30
Feb	9:30 - 17:30	9:30 - 17:30	9:30 - 17:30	9:30 - 17:30	9:30 - 17:30	9:30 - 17:30	9:30 - 17:30
Mar	9:30 - 17:30	9:30 - 17:30	9:30 - 17:30	9:30 - 17:30	9:30 - 17:30	9:30 - 17:30	9:30 - 17:30
Abr	9:30 - 17:30	9:30 - 17:30	9:30 - 17:30	9:30 - 17:30	9:30 - 17:30	9:30 - 17:30	9:30 - 17:30
May	9:30 - 17:30	9:30 - 17:30	9:30 - 17:30	9:30 - 17:30	9:30 - 17:30	9:30 - 17:30	9:30 - 17:30
Jun	9:30 - 17:30	9:30 - 17:30	9:30 - 17:30	9:30 - 17:30	9:30 - 17:30	9:30 - 17:30	9:30 - 17:30
Jul	9:30 - 17:30	9:30 - 17:30	9:30 - 17:30	9:30 - 17:30	9:30 - 17:30	9:30 - 17:30	9:30 - 17:30
Ago	9:30 - 17:30	9:30 - 17:30	9:30 - 17:30	9:30 - 17:30	9:30 - 17:30	9:30 - 17:30	9:30 - 17:30
Sep	9:30 - 17:30	9:30 - 17:30	9:30 - 17:30	9:30 - 17:30	9:30 - 17:30	9:30 - 17:30	9:30 - 17:30
Oct	9:30 - 17:30	9:30 - 17:30	9:30 - 17:30	9:30 - 17:30	9:30 - 17:30	9:30 - 17:30	9:30 - 17:30
Nov	9:30 - 17:30	9:30 - 17:30	9:30 - 17:30	9:30 - 17:30	9:30 - 17:30	9:30 - 17:30	9:30 - 17:30
Dic	9:30 - 17:30	9:30 - 17:30	9:30 - 17:30	9:30 - 17:30	9:30 - 17:30	9:30 - 17:30	9:30 - 17:30

Ilustración 45. Perfil de ventilación natural para las viviendas de las zonas climáticas Af, Aw y BSh. Fuente: elaboración propia mediante programa DesignBuilder.

Se ha considerado el perfil de ventilación expreso en la ilustración 45, donde se dispone la apertura de ventanas durante todos los días del año para las zonas climáticas Af, Aw y BSh, puesto que corresponden a lugares con temperaturas elevadas durante todo el año.

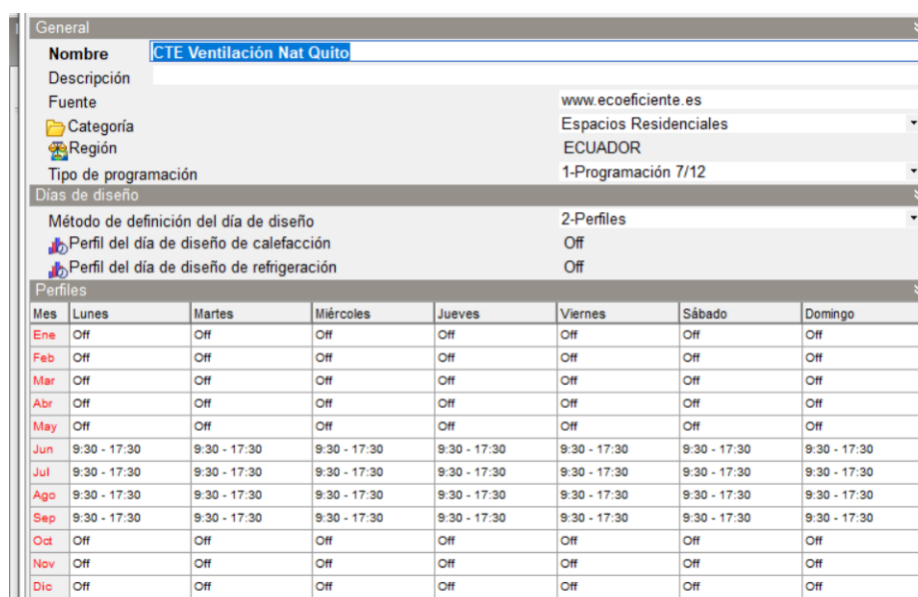


Ilustración 46. Perfil de ventilación natural para las viviendas de la zona climática Cfb. Fuente: elaboración propia mediante programa DesignBuilder.

Por considerarse la zona climática Cfb con temperaturas más bajas, se ha dispuesto un perfil con apertura de ventanas durante los meses más cálidos, es decir, de junio a septiembre. Considerando que, durante el resto del año, los usuarios prefieren mantener las ventanas cerradas, tal como se visualiza en la ilustración 46.

### **RANGOS DE TEMPERATURA DE CONFORT.**

Para el presente estudio se ha decidido establecer un rango de temperatura de confort que permita cuantificar el comportamiento de la vivienda, cuyo criterio se evalúa mediante modelos estáticos, frente a los adaptativos. Para ello se ha considerado lo establecido en el Manual del Instituto Nacional de Eficiencia Energética y Energías Renovables (2017), Estrategias para mejorar las condiciones de habitabilidad y el consumo de energía en viviendas, que indica que, es un rango aceptable entre 18° y 23° en invierno, mientras que en verano entre 22° y 26°C.

Por ello, para objeto de estudio se ha decidido establecer como rango de temperatura de confort entre 20° y 25°C para el las zonas Af, Aw y BSh, mientras que entre 20° y 24°C para la zona climática Cfb.

### **SITUACIÓN CLIMÁTICA ACTUAL Y PROYECTADA.**

En el desarrollo de este trabajo se ha decido analizar el comportamiento de la vivienda respecto al rango de confort térmico en la situación climática actual, así como la situación proyectada a 2050, considerando los escenarios A2, B1 y A1B, para objeto de diagnóstico se simulan en los tres escenarios, mientras que para el análisis de las propuestas de mejora se ha escogido el escenario B1 por presentar una variación intermedia entre un cambio favorable o desfavorable en la temperatura de las zonas climáticas estudiadas. Así como lo explica el sitio web de Green Facts (2001)<sup>24</sup>, los escenarios climáticos se corresponden a las siguientes características:

#### **A2. Escenario de Crecimiento Regional.**

La familia de escenarios y línea evolutiva A2 describe un mundo muy heterogéneo. La cuestión subyacente es la autosuficiencia y preservación de las identidades locales. Los perfiles de fertilidad en las distintas regiones tienden a converger muy lentamente, lo cual acarrea un aumento continuo constante de la población. El desarrollo económico tiene una orientación principalmente regional y el crecimiento económico per cápita y el cambio tecnológico están más fragmentados y son más lentos que en otras líneas evolutivas.

#### **B1. Escenario de Crecimiento Económico Global.**

La familia de escenarios y línea evolutiva B1 describe un mundo convergente, con la misma población mundial, que alcanza su nivel más alto a mediados del siglo para disminuir posteriormente, como en la línea evolutiva A1 pero con cambios rápidos en las estructuras económicas hacia una economía de la información y de los servicios, con reducciones en el consumo de materiales e introducción de tecnologías limpias y de recursos eficaces. En esta línea evolutiva se hace hincapié en las soluciones mundiales a la sostenibilidad

---

<sup>24</sup> GreenFacts, (2001). Cambio Climático Evaluación 2001. [En línea]. Consultado: [8, abril, 2020]. Disponible en: <https://www.greenfacts.org/es/cambio-climatico-ie3/figtableboxes/4.htm>



económica, social y ambiental, lo que comprende una mejora de la equidad, pero sin iniciativas climáticas adicionales.

Se ha escogido un escenario ilustrativo de cada uno de los seis grupos de escenarios A1B, A1FI, A1T, A2, B1 y B2. Todos deben considerarse igualmente adecuados.

### **A1B. Escenario de Crecimiento con emisiones medias.**

Mundo con crecimiento económico rápido basado en la utilización equilibrada de todo tipo de fuentes de energía y tecnologías nuevas y eficientes.

Se recoge además una tabla resumen en donde se exponen los resultados respecto al número de horas que se dispone por debajo, dentro y por encima de los rangos de confort de cada uno de los espacios estudiados, que como se ha descrito anteriormente, consiste en los salones de cada unidad de vivienda etiquetados con las letras A y B para planta baja y B y C en planta alta. Estos resultados incluyen valores tanto de la vivienda en el contexto climático actual, como el proyectado en cada uno de los tres escenarios escogidos A2, B1 y A1B, en donde se describe un porcentaje promedio de confort térmico al interior de cada salón en la situación actual y en la proyectada a 2050.

### **Vivienda en zona climática Cfb – Quito. Situación actual.**

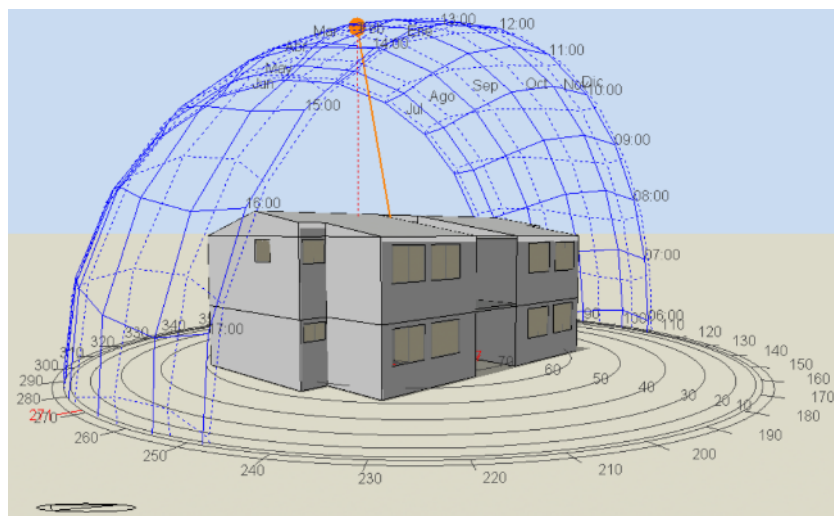


Ilustración 47. Diagrama solar Quito a las 15:00 del 21 de marzo. Imagen obtenida por la autora mediante simulación en DesignBuilder.

La ilustración 47 describe el diagrama solar respecto a la vivienda ubicada en la ciudad de Quito, en donde se observa

que, por su proximidad a la línea ecuatorial, la posición del sol es casi perpendicular, proyectando una sombra poco perceptible.

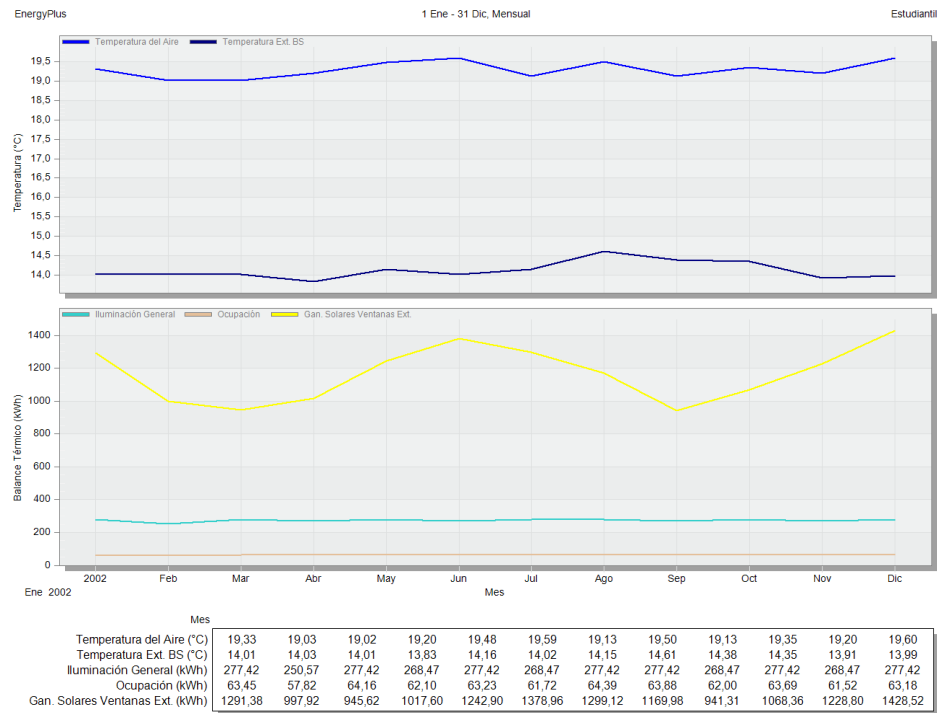


Ilustración 48. Gráfica y datos de la temperatura exterior e interior del edificio, resultados mensuales. Zona Cfb. Datos obtenidos por la autora mediante simulación en DesignBuilder.

En la ilustración 48 se observa que la temperatura media mensual para la ciudad de Quito en el escenario climático actual fluctúa entre los 14°C y 15°C a lo largo del año, disponiéndose una temperatura al interior del conjunto de entre 4°C y 5°C por encima.

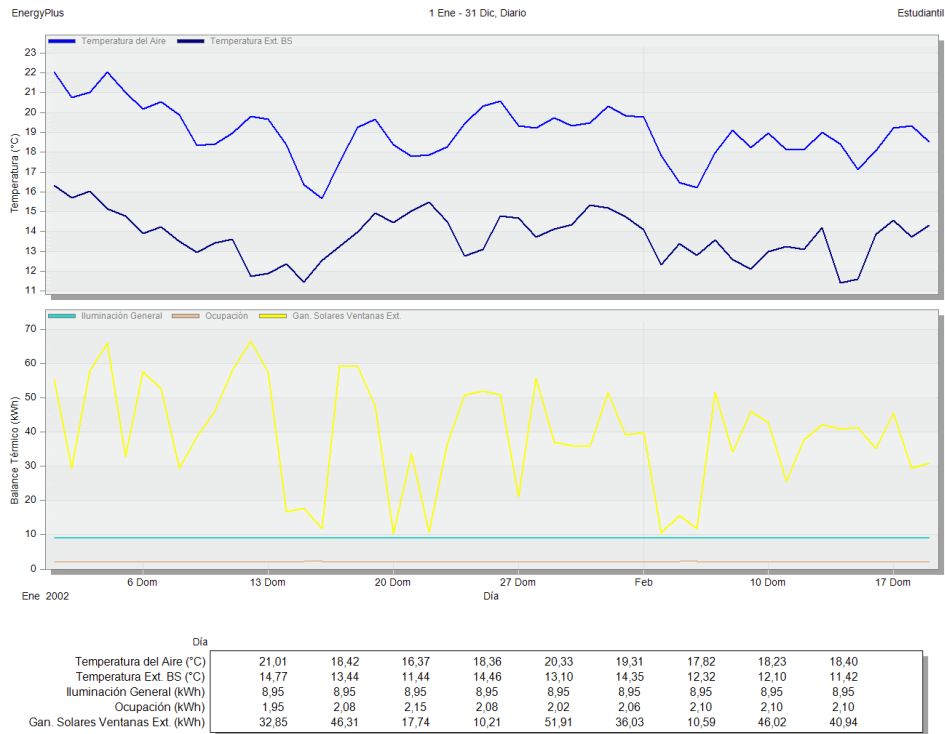


Ilustración 49 Gráfica y datos de la temperatura exterior e interior de la vivienda, resultados diarios. Zona Cfb. Datos obtenidos por la autora mediante simulación en DesignBuilder.

Al igual en que la gráfica anterior, en la ilustración 49 se observa que la temperatura al interior del bloque de viviendas es superior a la exterior entre 4°C y 5°C, sin embargo, al mostrar resultados diarios, se distingue con mayor detalle los picos en la variación de temperatura exterior, mismos que se reflejan en la temperatura interna de las viviendas.

<b>HORAS CON TEMPERATURA DE CONFORT EN VIVIENDA</b>				
QUITO	DEBAJO	CONFORT	SOBRE	PORCENTAJE
SITUACIÓN	N° HORAS	N° HORAS	N° HORAS	
<b>SALON A - PROMEDIO PROYECCIÓN 2050</b>				<b>27,62%</b>
ACTUAL	7732,5	1027,5	0	11,73%
2050 ESCENARIO A2	6945	1815	0	20,72%
2050 ESCENARIO B1	7214	1546	0	17,65%
2050 ESCENARIO A1B	4720	3898,5	141,5	44,50%
<b>SALON B - PROMEDIO PROYECCIÓN 2050</b>				<b>19,88%</b>
ACTUAL	7735,5	1024,5	0	11,70%
2050 ESCENARIO A2	6938,5	1821,5	0	20,79%
2050 ESCENARIO B1	7202	1558	0	17,79%
2050 ESCENARIO A1B	6914	1845	0	21,06%
<b>SALON C - PROMEDIO PROYECCIÓN 2050</b>				<b>41,68%</b>
ACTUAL	5924	2748	88	31,37%
2050 ESCENARIO A2	4844,5	3704	211,5	42,28%
2050 ESCENARIO B1	5247,5	3380,5	132	38,59%
2050 ESCENARIO A1B	4742,5	3869,5	148	44,17%
<b>SALON D - PROMEDIO PROYECCIÓN 2050</b>				<b>42,09%</b>
ACTUAL	5930,5	2750	79,5	31,39%
2050 ESCENARIO A2	4806,5	3752,5	201	42,84%
2050 ESCENARIO B1	5230	3410	120	38,93%
2050 ESCENARIO A1B	4720	3898,5	141,5	44,50%
<b>PROMEDIO HORAS DE CONFORT SITUACION ACTUAL</b>				<b>21,55%</b>
<b>PROMEDIO HORAS DE CONFORT ESCENARIO A2</b>				<b>31,66%</b>
<b>PROMEDIO HORAS DE CONFORT ESCENARIO B1</b>				<b>28,24%</b>
<b>PROMEDIO HORAS DE CONFORT ESCENARIO A1B</b>				<b>38,56%</b>

Tabla 3. Porcentaje de horas en rango de temperatura de confort Quito, 20° a 24°C, vivienda en estado original, situación climática actual y proyectada.

La tabla 3 describe, como se indicó al inicio del capítulo, el número de horas por debajo, dentro y por encima del rango de confort especificado de cada una de las estancias estudiadas con los componentes originales del edificio, así como el porcentaje que representan las horas de confort. La tabla incluye los resultados de temperaturas para la estancia en el escenario climático actual, así como en los escenarios proyectados a 2050, estableciendo al inicio de cada salón el porcentaje promedio dentro de los rangos de confort en su proyección a 2050. Al final de la tabla se describen los porcentajes de confort térmico para el edificio en general, es decir, promediando los valores independientes de cada estancia.

Con lo antes expuesto, se observa que existe una marcada diferencia de temperatura entre la planta baja y la planta alta,

ya que esta última contempla mayor variación en su temperatura, en directa proporción al cambio en la temperatura al exterior de la vivienda, de tal manera que, en los salones C y D, la temperatura a lo largo del año oscila entre 13°C y 27°C, mientras que en planta baja el rango es menor, al variar entre 15°C a 23°C. Las gráficas de temperaturas para cada estancia se pueden observar en las ilustraciones 118 a 121 recogidas en el capítulo de Anexos.

Con ello se puede determinar que las viviendas en planta alta, representadas por los salones C y D tienen una mayor cantidad de horas dentro del rango de confort con 31,37% y 31,39% respectivamente, frente al 11,70% de los salones en planta baja, lo que muestra que la incidencia del sol tiene resultados positivos en las unidades de vivienda, sin embargo no resulta suficiente puesto que en promedio el bloque brinda confort térmico tan solo un 21,55% del año, encontrándose la mayor parte del tiempo en temperaturas por debajo del rango.

Analizando los datos de las proyecciones climáticas a 2050, se observa que el resultado es positivo, puesto que, al incrementarse la temperatura en la región, se reducen las horas por debajo de la temperatura de confort, manteniéndose un porcentaje mayor en planta alta con los salones C y D promediando 41,68% y 42,09% respectivamente.

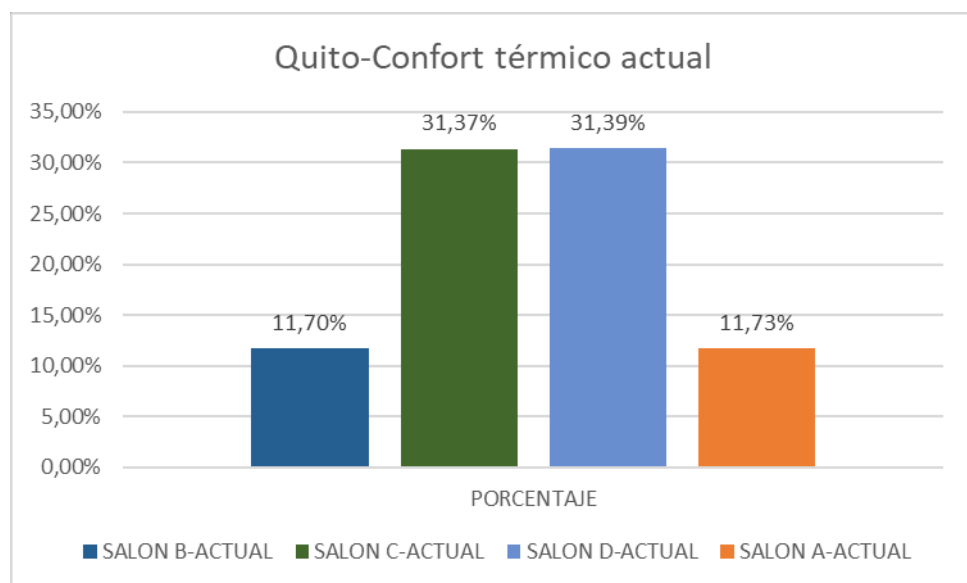


Ilustración 50. Comparativo del porcentaje dentro del rango de confort, situación climática actual, Quito

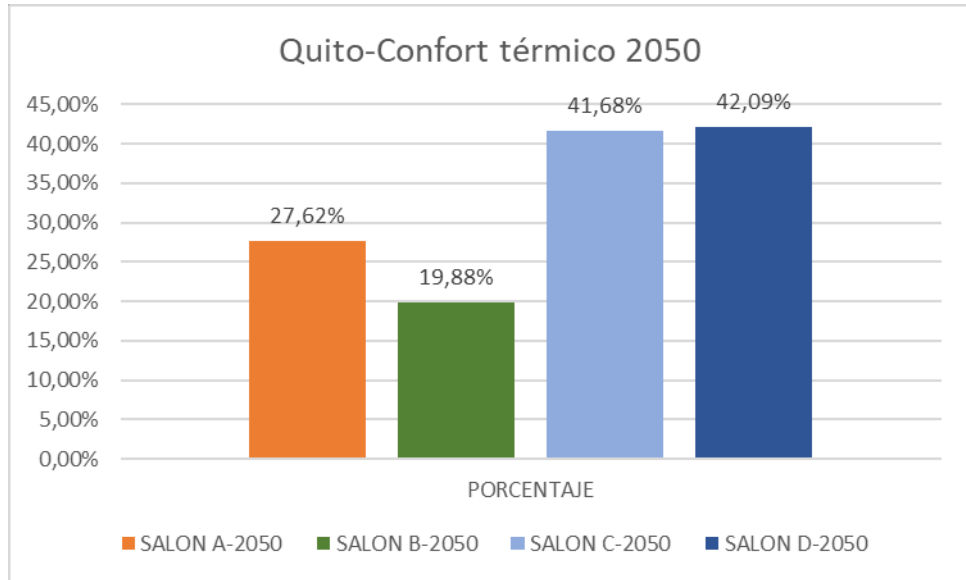


Ilustración 51. Comparativo del porcentaje dentro del rango de confort, situación climática proyectada a 2050, Quito.

Con las ilustraciones 50 y 51, se observa que, en promedio, las viviendas en planta baja cuentan con tan solo la mitad del tiempo dentro de los rangos de confort respecto a la planta alta, cuyos salones presentan temperaturas dentro del rango por debajo del 50% del año tanto en la situación climática actual como en la proyectada a 2050.

### Vivienda en zona climática Bsh – Portoviejo. Situación actual.

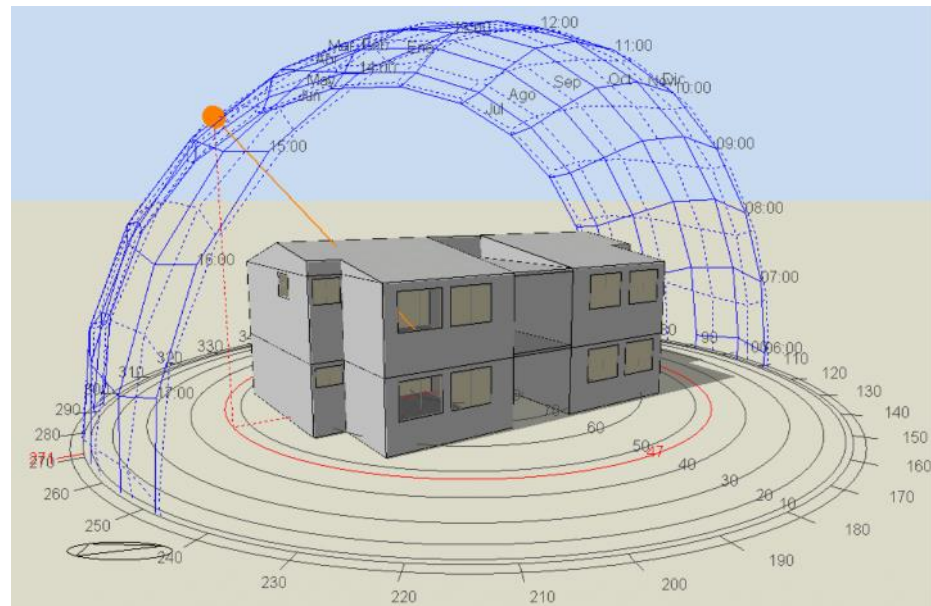


Ilustración 52. Diagrama solar en vivienda en Portoviejo a las 15:00 del 21 de marzo. Imagen obtenida por la autora mediante simulación en DesignBuilder.

La ilustración 52 describe el diagrama solar respecto a la vivienda ubicada en la ciudad de Portoviejo, en donde se observa que, por su proximidad a la línea ecuatorial, aunque ligeramente desplazada hacia el hemisferio sur, la posición del sol presenta un ángulo ligeramente perceptible, proyectando una sombra poco apreciable.

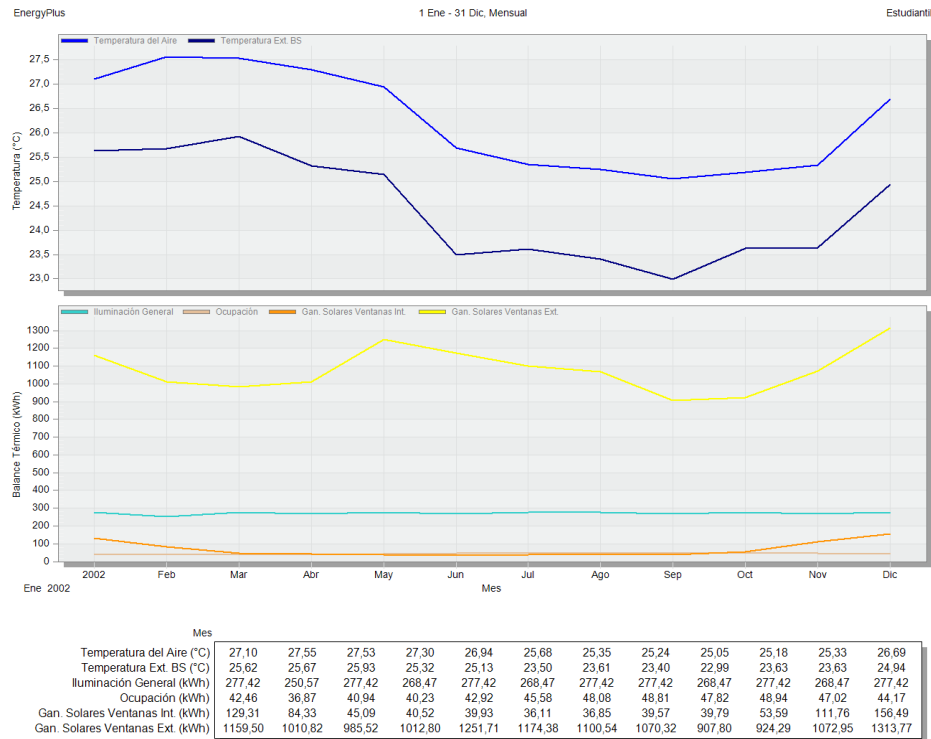


Ilustración 53. Gráfica y datos de la temperatura exterior e interior de la vivienda, resultados mensuales. Zona Bsh. Datos obtenidos por la autora mediante simulación en DesignBuilder.

La ilustración 53 muestra que la temperatura media de Portoviejo oscila entre los 24°C y 26°C entre los meses de diciembre a mayo, mientras que el resto del año desciende una media de 2°C. En este caso se observa que la temperatura al interior de la vivienda es en promedio 2°C más elevada.

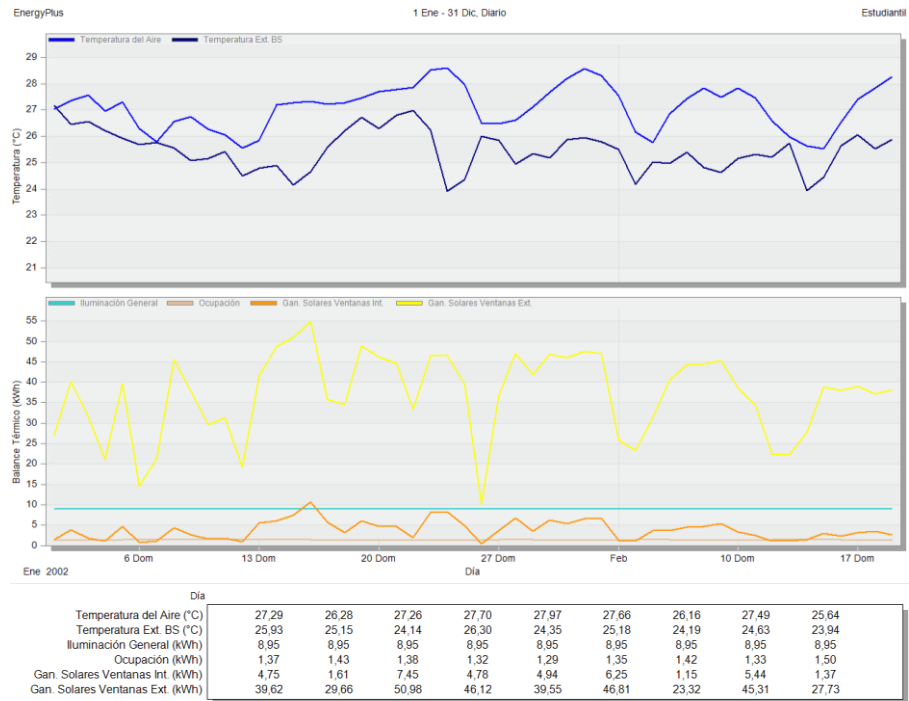


Ilustración 54. Gráfica y datos de la temperatura exterior e interior de la vivienda, resultados diarios. Zona Bsh. Datos obtenidos por la autora mediante simulación en DesignBuilder.

Se observa mediante la ilustración 54 mayores picos en los cambios de temperatura, evidenciando que la diferencia de temperatura interior ocurre tal como existe la variación al exterior, es decir, no conserva una temperatura estable, sino que está en directa proporción de la condicionante externa.

La temperatura en las zonas de planta baja oscila a lo largo del año entre 21°C y 27°C, mientras que en planta alta la diferencia es mayor, al registrar desde 22°C a 32°C, es decir, 5°C más que en planta baja. Las gráficas de temperaturas para cada estancia se pueden observar en las ilustraciones 122 a 125 recogidas en el capítulo de Anexos.



<b>HORAS CON TEMPERATURA DE CONFORT EN VIVIENDA</b>				
PORTOVIEJO	DEBAJO	CONFORT	SOBRE	PORCENTAJE
SITUACIÓN	N° HORAS	N° HORAS	N° HORAS	
<b>SALON A - PROMEDIO PROYECCIÓN 2050</b>				<b>87,42%</b>
ACTUAL	0	8421	339	<b>96,13%</b>
2050 ESCENARIO A2	0	7554,5	1205,5	86,24%
2050 ESCENARIO B1	0	7818,5	941,5	89,25%
2050 ESCENARIO A1B	0	7601	1159	86,77%
<b>SALON B - PROMEDIO PROYECCIÓN 2050</b>				<b>86,93%</b>
ACTUAL	0	8434	326	<b>96,28%</b>
2050 ESCENARIO A2	0	7515	1245	85,79%
2050 ESCENARIO B1	0	7779,5	980,5	88,81%
2050 ESCENARIO A1B	0	7551,5	1208,5	86,20%
<b>SALON C - PROMEDIO PROYECCIÓN 2050</b>				<b>7,81%</b>
ACTUAL	0	2127,5	6632,5	<b>24,29%</b>
2050 ESCENARIO A2	0	600,5	8159,5	6,86%
2050 ESCENARIO B1	0	816,5	7943,5	9,32%
2050 ESCENARIO A1B	0	635	8125	7,25%
<b>SALON D - PROMEDIO PROYECCIÓN 2050</b>				<b>7,42%</b>
ACTUAL	0	2096	6664	<b>23,93%</b>
2050 ESCENARIO A2	0	573	8187	6,54%
2050 ESCENARIO B1	0	775,5	7984,5	8,85%
2050 ESCENARIO A1B	0	600,5	8159,5	6,86%
<b>PROMEDIO HORAS DE CONFORT SITUACION ACTUAL</b>				<b>60,16%</b>
<b>PROMEDIO HORAS DE CONFORT ESCENARIO A2</b>				<b>46,36%</b>
<b>PROMEDIO HORAS DE CONFORT ESCENARIO B1</b>				<b>49,06%</b>
<b>PROMEDIO HORAS DE CONFORT ESCENARIO A1B</b>				<b>46,77%</b>

Tabla 4. Porcentaje de horas en rango de temperatura de confort Portoviejo, 20° a 25°C, vivienda en estado original, situación climática actual y proyectada.

La tabla 4 muestra que las viviendas en planta alta, representadas por los salones C y D tienen una menor cantidad de horas dentro del rango de confort con 24,29% y 23,93% respectivamente, frente a un 96% de los salones en planta baja, lo que indica que la incidencia del sol tiene resultados negativos en las unidades de vivienda, por tanto, se observa que las estancias en planta baja pasan la mayor parte del tiempo dentro del rango de confort, difiriendo considerable con los datos obtenidos en planta alta.

Al realizar un análisis proyectado a 2050, se obtiene que el resultado es negativo para todas las estancias, puesto que, al incrementarse la temperatura, se reducen las horas que originalmente se disponen dentro del rango de confort, manteniéndose un porcentaje mayor en planta baja con los salones A y B con rangos de confort de 87,42% y 86,93%

respectivamente, frente a los escasos 7,81% y 7,42% de los salones C y D.

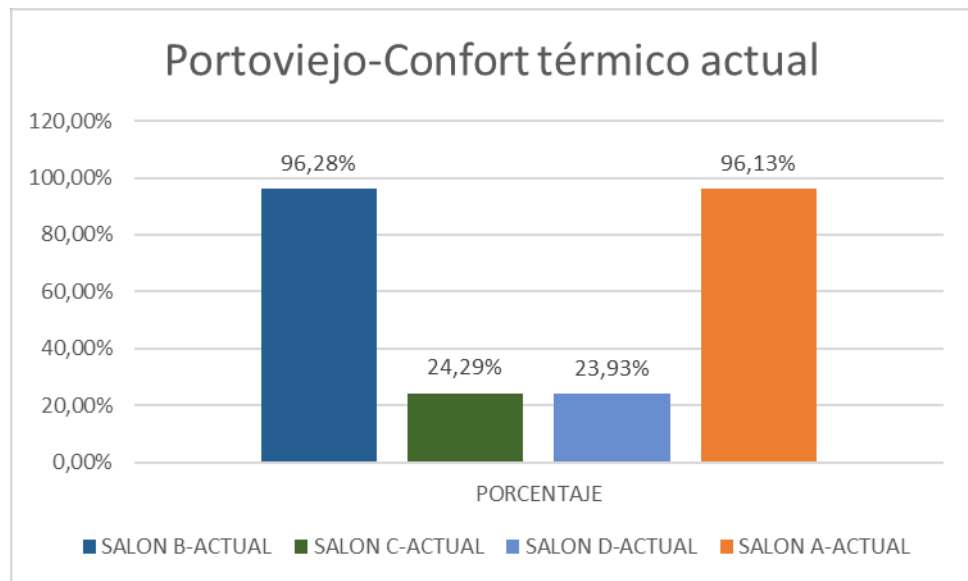


Ilustración 55. Comparativo del porcentaje dentro del rango de confort, situación climática actual, Portoviejo.

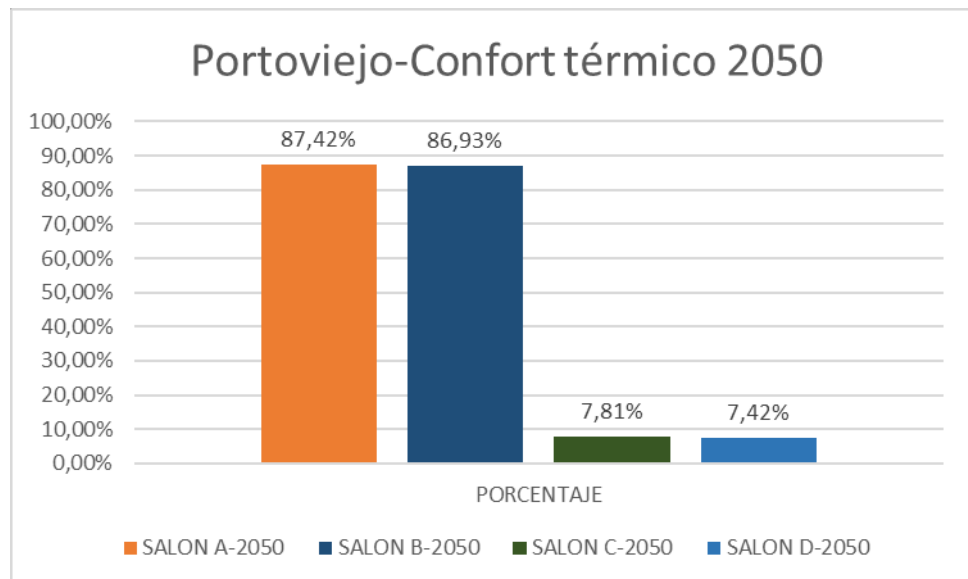


Ilustración 56. Comparativo del porcentaje dentro del rango de confort, situación climática proyectada a 2050, Portoviejo.

La ilustración 55 muestra que, en promedio, las viviendas en planta alta cuentan con tan solo una cuarta parte del año dentro de los rangos de confort en el escenario climático actual, frente a un 96% de horas de confort en planta baja.

En cuanto a la situación climática proyectada, cuyos valores se describen en la ilustración 56, se observa que los valores caen considerablemente, al mantenerse por debajo del 8% los rangos de confort en los salones C y D, frente a un 87% en las estancias de la planta baja.

### **Vivienda en zona climática Aw – Esmeraldas. Situación actual.**

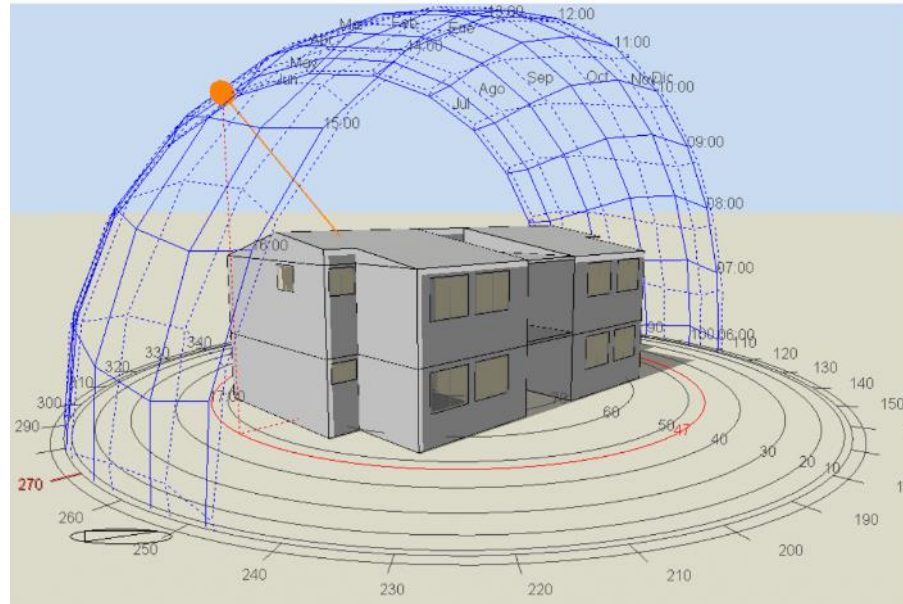


Ilustración 57. Diagrama solar en vivienda en Esmeraldas a las 15:00 del 21 de marzo. Imagen obtenida por la autora mediante simulación en DesignBuilder.

La ilustración 57 describe el diagrama solar respecto a la vivienda ubicada en la ciudad de Esmeraldas, en donde se observa que, por su proximidad a la línea ecuatorial, ligeramente desplazada hacia el hemisferio norte, la posición del sol es casi perpendicular, proyectando una sombra poco perceptible.

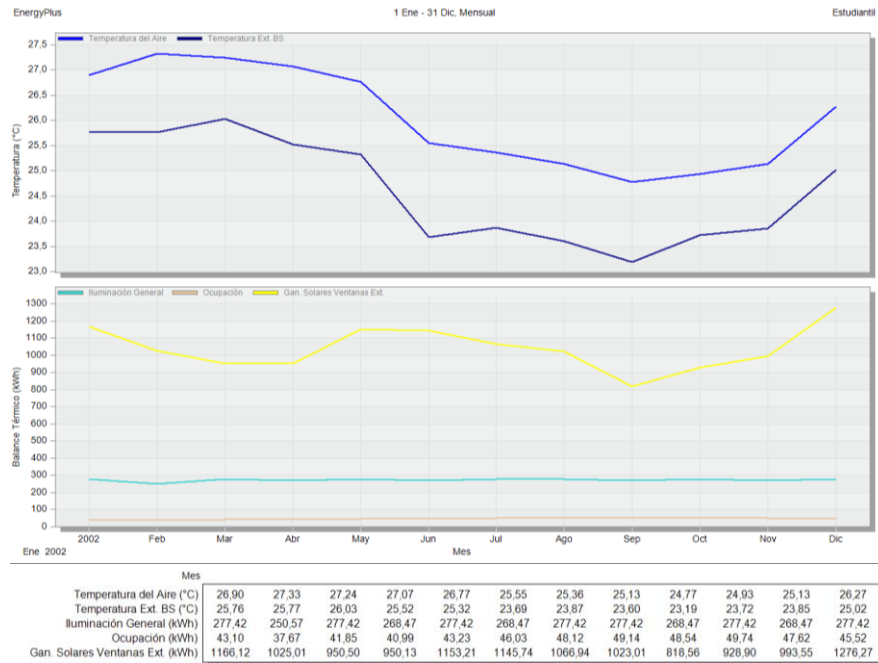


Ilustración 58. Gráfica y datos de la temperatura exterior e interior de la vivienda, resultados mensuales. Zona Aw. Datos obtenidos por la autora mediante simulación en DesignBuilder.

En la ilustración 58 se observa que la temperatura media de Esmeraldas oscila entre los 25°C y 26°C entre los meses de diciembre a mayo, mientras que los meses restantes desciende una media de 2°C. En este caso se observa que la temperatura al interior de la vivienda es en promedio 2°C más elevada.

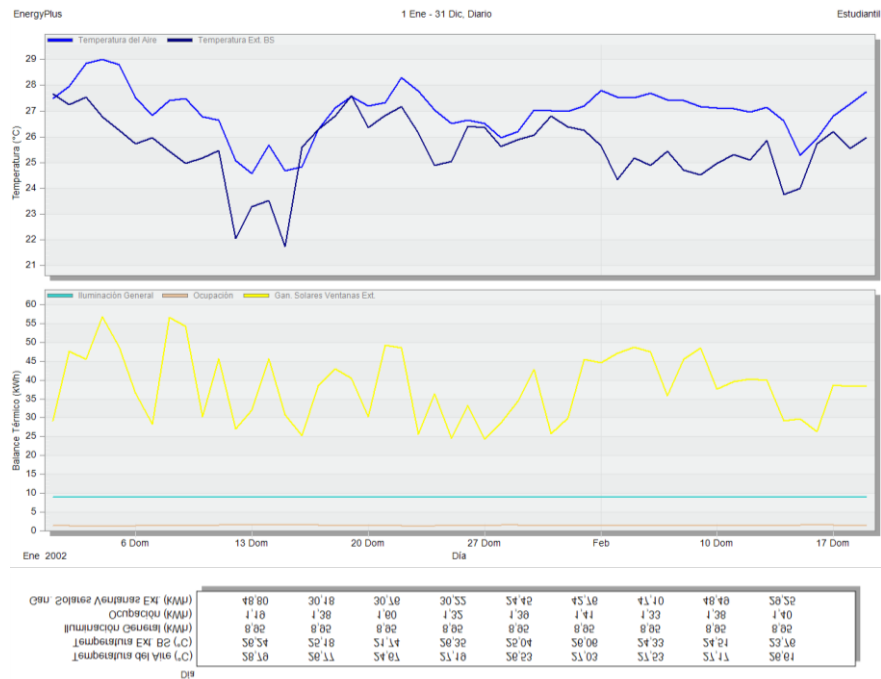


Ilustración 59. Gráfica y datos de la temperatura exterior e interior de la vivienda, resultados diarios. Zona Aw. Datos obtenidos por la autora mediante simulación en DesignBuilder.

En la ilustración 59 se observa que la temperatura interior varía en conjunto con la exterior, manteniendo aproximante un grado centígrado más.

Se observa que la temperatura en las zonas de planta baja oscila a lo largo del año entre 20°C y 27°C, mientras que en planta alta la diferencia es mayor, al registrar desde 21°C a 32°C, es decir, 5°C más que en planta baja. Las gráficas de temperaturas para cada estancia se pueden observar en las ilustraciones 126 a 129 recogidas en el capítulo de Anexos.

<b>HORAS CON TEMPERATURA DE CONFORT EN VIVIENDA</b>				
<b>ESMERALDAS</b>	<b>DEBAJO</b>	<b>CONFORT</b>	<b>SOBRE</b>	<b>PORCENTAJE</b>
<b>SITUACIÓN</b>	<b>N° HORAS</b>	<b>N° HORAS</b>	<b>N° HORAS</b>	
<b>SALON A - PROMEDIO PROYECCIÓN 2050</b>				<b>94,38%</b>
<b>ACTUAL</b>	0,5	8530,5	229	<b>97,38%</b>
2050 ESCENARIO A2	0	8319	441	94,97%
2050 ESCENARIO B1	0	8299	461	94,74%
2050 ESCENARIO A1B	0	8185,5	574,5	93,44%
<b>SALON B - PROMEDIO PROYECCIÓN 2050</b>				<b>94,23%</b>
<b>ACTUAL</b>	0,5	8520	239,5	<b>97,26%</b>
2050 ESCENARIO A2	0	8300	460	94,75%
2050 ESCENARIO B1	0	8291,5	468,5	94,65%
2050 ESCENARIO A1B	0	8173	587	93,30%
<b>SALON C - PROMEDIO PROYECCIÓN 2050</b>				<b>20,60%</b>
<b>ACTUAL</b>	0	2663	6097	<b>30,40%</b>
2050 ESCENARIO A2	0	1866,5	6893,5	21,31%
2050 ESCENARIO B1	0	1918,5	6841,5	21,90%
2050 ESCENARIO A1B	0	1629	7131	18,60%
<b>SALON D - PROMEDIO PROYECCIÓN 2050</b>				<b>20,00%</b>
<b>ACTUAL</b>	0	2618,5	6141,5	<b>29,89%</b>
2050 ESCENARIO A2	0	1813	6947	20,70%
2050 ESCENARIO B1	0	1864	6896	21,28%
2050 ESCENARIO A1B	0	1578,5	7181,5	18,02%
<b>PROMEDIO HORAS DE CONFORT SITUACION ACTUAL</b>				<b>63,73%</b>
<b>PROMEDIO HORAS DE CONFORT ESCENARIO A2</b>				<b>57,93%</b>
<b>PROMEDIO HORAS DE CONFORT ESCENARIO B1</b>				<b>58,14%</b>
<b>PROMEDIO HORAS DE CONFORT ESCENARIO A1B</b>				<b>55,84%</b>

Tabla 5. Porcentaje de horas en rango de temperatura de confort Esmeraldas, 20° a 25°C, vivienda en estado original, situación climática actual y proyectada.

Estudiando la tabla 5, se puede determinar que las viviendas en planta alta, representadas por los salones C y D tienen una menor cantidad de horas dentro del rango de confort con 30,40% y 29,89% respectivamente, frente a un 94% de los salones en planta baja, lo que muestra que la incidencia del sol tiene resultados negativos en las unidades de vivienda, sin embargo se observa que las estancias en planta baja pasan la mayor parte del tiempo dentro del rango de confort, evidenciando una diferencia notoria con los datos obtenidos en planta alta.

Al realizar un análisis proyectado a 2050, se observa que el resultado es negativo en todos los casos, puesto que, al incrementarse la temperatura, se reducen las horas que originalmente se disponen dentro del rango de confort, manteniéndose un porcentaje mayor en planta baja con los salones A y B con rangos de confort de 94,38% y 94,23%

respectivamente, frente a los 20,60% y 20,00% de los salones C y D.

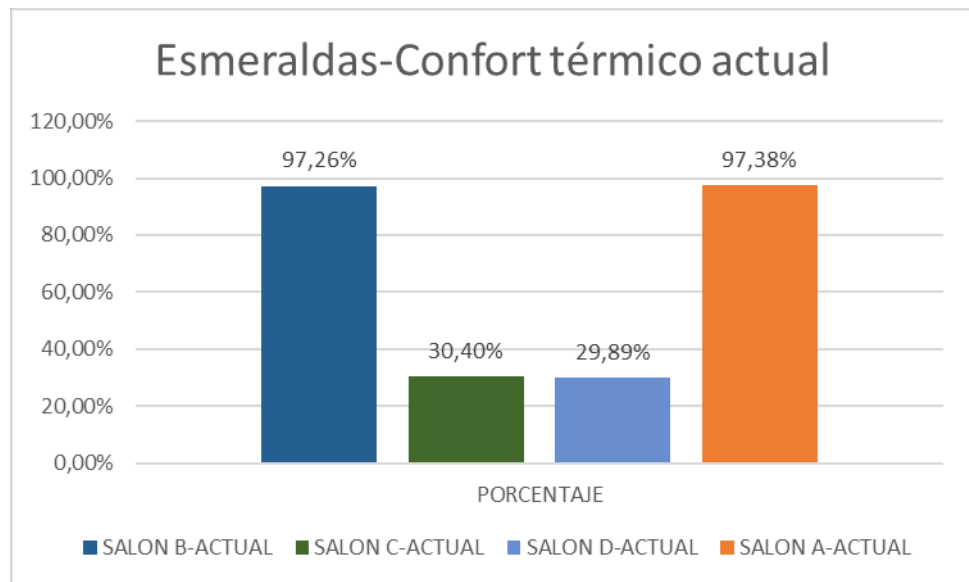


Ilustración 60. Comparativo del porcentaje dentro del rango de confort, situación climática actual, Esmeraldas.

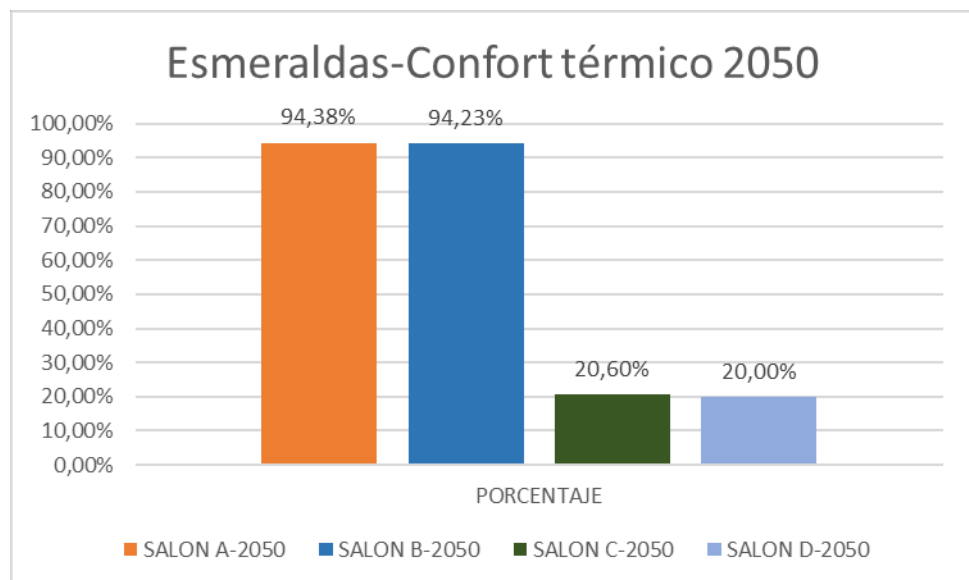


Ilustración 61. Comparativo del porcentaje dentro del rango de confort, situación climática proyectada a 2050, Esmeraldas.

En la ilustración 60 se observa que, en promedio, las viviendas en planta alta cuentan con tan solo un 30% del año dentro de los rangos de confort en la situación climática actual, frente a un 97% de horas de confort en planta baja.

En cuanto a la situación climática proyectada, representada en la ilustración 61, se observa que los valores disminuyen considerablemente, al mantenerse en 20% los rangos de

confort en los salones C y D, frente a un 94% en los salones de planta baja.

### Vivienda en zona climática Af – Nueva Loja. Situación actual.

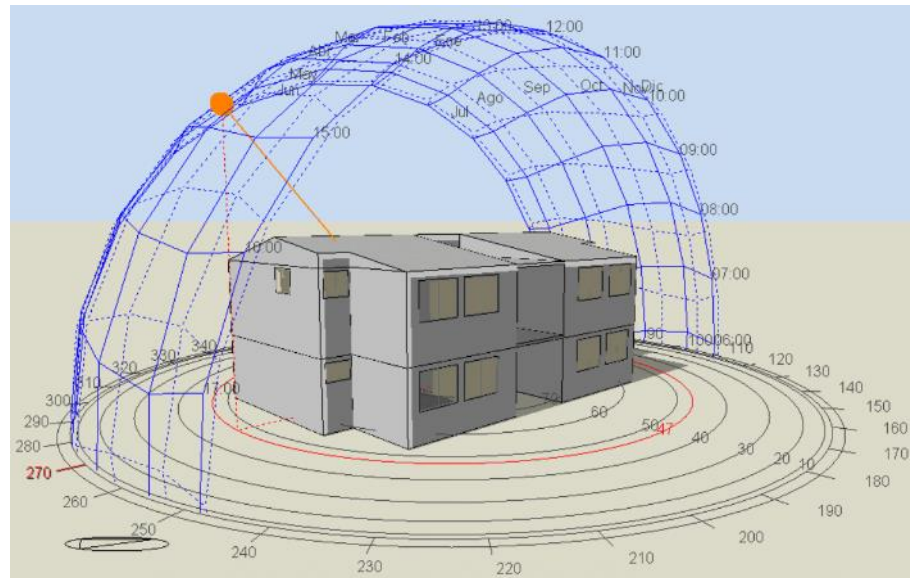


Ilustración 62. Diagrama solar en vivienda en Nueva Loja a las 15:00 del 21 de marzo. Imagen obtenida por la autora mediante simulación en DesignBuilder.

La ilustración 62 describe el diagrama solar respecto a la vivienda ubicada en la ciudad de Nueva Loja, en donde se observa que, por su proximidad a la línea ecuatorial, ligeramente desplazada hacia el hemisferio norte, la posición del sol es casi perpendicular, proyectando una sombra poco perceptible.



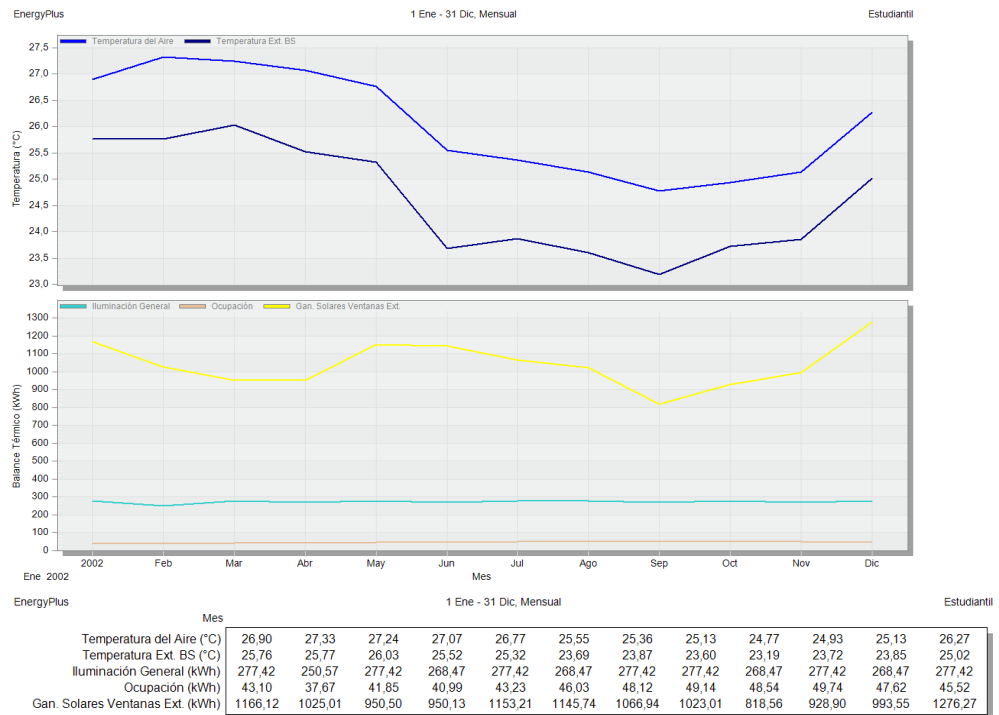


Ilustración 63. Gráfica y datos de la temperatura exterior e interior de la vivienda, resultados mensuales. Zona Af. Datos obtenidos por la autora mediante simulación en DesignBuilder.

La ilustración 63 muestra que la temperatura media de la ciudad de Nueva Loja oscila entre los 25°C y 26°C entre los meses de diciembre a mayo, mientras que el resto del año desciende una media de 2,5°C. En este caso se observa que la temperatura al interior de la vivienda es en promedio 2°C mayor.

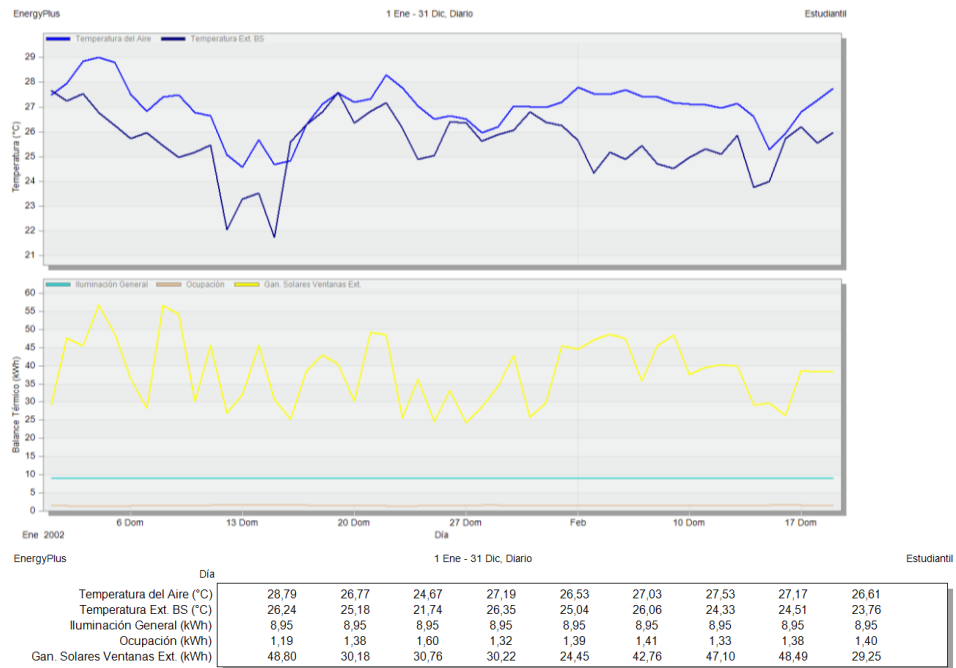


Ilustración 64. Gráfica y datos de la temperatura exterior e interior de la vivienda, resultados diarios. Zona Af. Datos obtenidos por la autora mediante simulación en DesignBuilder.

La ilustración 64 muestra que la temperatura interior varía en conjunto con la exterior, manteniendo aproximante un grado centígrado más.

Se observa que la temperatura en las zonas de planta baja oscila a lo largo del año entre 20°C y 27°C, mientras que en planta alta la diferencia es mayor, al registrar desde 21°C a 32°C, es decir, 5°C más que en planta baja. Las gráficas de temperaturas para cada estancia se pueden observar en las ilustraciones 130 a 133 recogidas en el capítulo de Anexos.

<b>HORAS CON TEMPERATURA DE CONFORT EN VIVIENDA</b>				
<b>NUEVA LOJA</b>	<b>DEBAJO</b>	<b>CONFORT</b>	<b>SOBRE</b>	<b>PORCENTAJE</b>
<b>SITUACIÓN</b>	<b>N° HORAS</b>	<b>N° HORAS</b>	<b>N° HORAS</b>	
<b>SALON A - PROMEDIO PROYECCIÓN 2050</b>				<b>94,25%</b>
<b>ACTUAL</b>	0,5	8530,5	229	<b>97,38%</b>
2050 ESCENARIO A2	0	8298,5	461,5	94,73%
2050 ESCENARIO B1	1,5	8292	466,5	94,66%
2050 ESCENARIO A1B	0	8177,5	582,5	93,35%
<b>SALON B - PROMEDIO PROYECCIÓN 2050</b>				<b>94,28%</b>
<b>ACTUAL</b>	0,5	8519,5	239,5	<b>97,26%</b>
2050 ESCENARIO A2	0	8297,5	462,5	94,72%
2050 ESCENARIO B1	1,5	8300,5	458	94,75%
2050 ESCENARIO A1B	0	8177,5	582,5	93,35%
<b>SALON C - PROMEDIO PROYECCIÓN 2050</b>				<b>26,56%</b>
<b>ACTUAL</b>	0	2663	6097	<b>30,40%</b>
2050 ESCENARIO A2	0	2457,5	6302,5	28,05%
2050 ESCENARIO B1	0	2468	6292	28,17%
2050 ESCENARIO A1B	0	2054,5	6705,5	23,45%
<b>SALON D - PROMEDIO PROYECCIÓN 2050</b>				<b>25,95%</b>
<b>ACTUAL</b>	0	2618,5	6141,5	<b>29,89%</b>
2050 ESCENARIO A2	0	2398,5	6361,5	27,38%
2050 ESCENARIO B1	0	2420,5	6339,5	27,63%
2050 ESCENARIO A1B	0	1999,5	6760,5	22,83%
<b>PROMEDIO HORAS DE CONFORT SITUACION ACTUAL</b>				<b>63,73%</b>
<b>PROMEDIO HORAS DE CONFORT ESCENARIO A2</b>				<b>61,22%</b>
<b>PROMEDIO HORAS DE CONFORT ESCENARIO B1</b>				<b>61,30%</b>
<b>PROMEDIO HORAS DE CONFORT ESCENARIO A1B</b>				<b>58,24%</b>

Tabla 6. Porcentaje de horas en rango de temperatura de confort Nueva Loja, 20° a 25°C, vivienda en estado original, situación climática actual y proyectada.

Las estancias en planta alta, representadas por los salones C y D, tal como se demuestra en la tabla 6, tienen una menor cantidad de horas dentro del rango de confort con 30,40% y 29,89% respectivamente, frente a un 94% de los salones en planta baja, lo que muestra que la incidencia del sol tiene resultados negativos en las unidades de vivienda, pues se observa que las estancias en planta baja pasan la mayor parte del tiempo dentro del rango de confort, evidenciando una diferencia notoria con los datos obtenidos en planta alta.

Al realizar un análisis proyectado a 2050, se observa que el resultado es negativo en todos los casos, puesto que, al incrementarse la temperatura, se reducen las horas que originalmente se disponen dentro del rango de confort, manteniéndose un porcentaje mayor en planta baja con los salones A y B con porcentajes de 94,38% y 94,23%

respectivamente, frente a los 26,56% y 25,95% de los salones C y D.

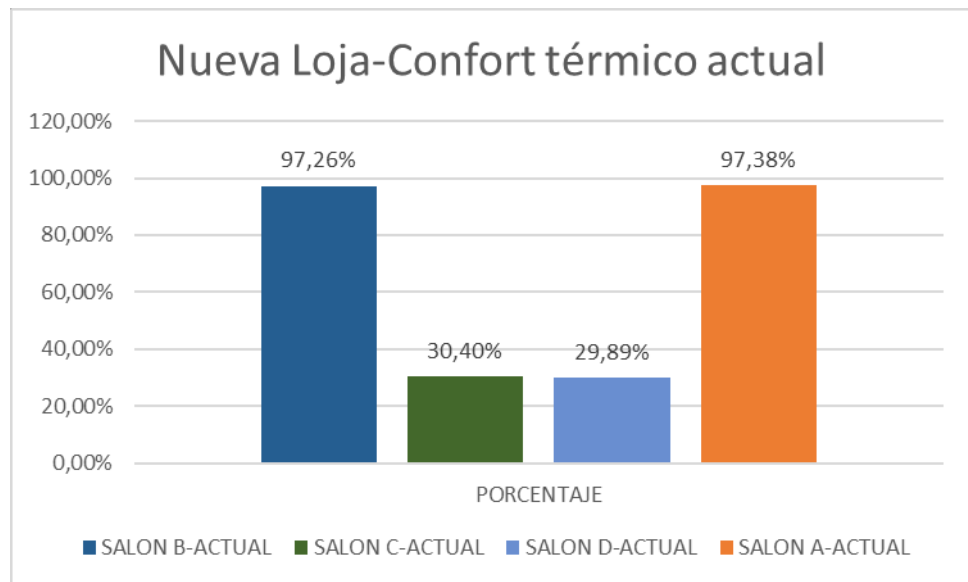


Ilustración 65. Comparativo del porcentaje dentro del rango de confort, situación climática actual, Nueva Loja.

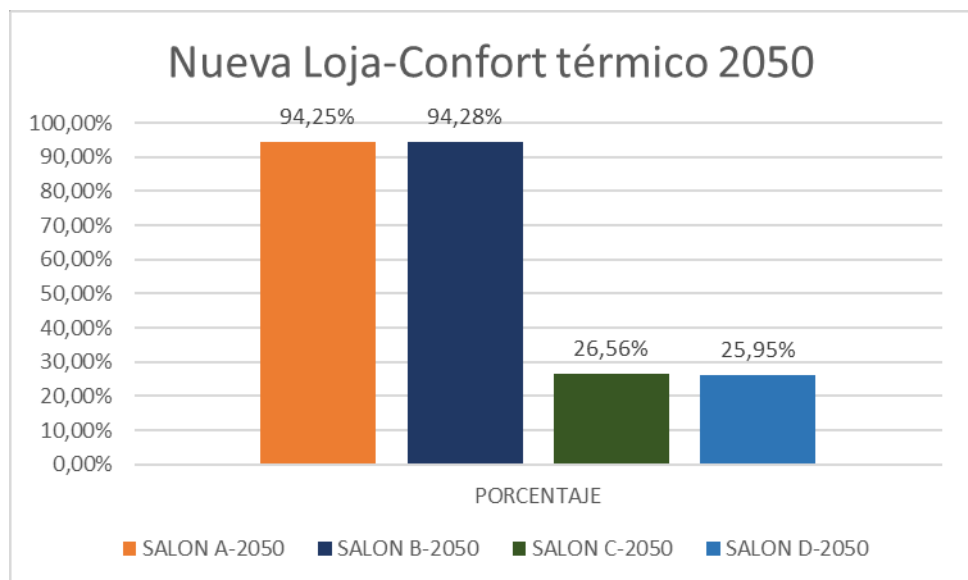


Ilustración 66. Comparativo del porcentaje dentro del rango de confort, situación climática proyectada a 2050, Nueva Loja.

En la ilustración 65 se observan que, en promedio, las estancias en planta alta cuentan con tan solo un 30% del año dentro de los rangos de confort en la situación climática actual, frente a un 97% de horas de confort en planta baja.

Por otro lado, la ilustración 66 muestra, en cuanto a la situación climática proyectada, que los valores disminuyen, al

mantenerse en 26% los rangos de confort en los salones C y D, frente a un 94% en las estancias de planta baja.

### **DIAGNÓSTICO.**

Toda vez que se han analizado los resultados de cada localidad, respecto a la vivienda en su forma original, basándose en el confort térmico al interior de la misma en los escenarios actuales y proyectados a 2050, se observa, tal como se describe en la tabla 7, que la implementación del mismo prototipo de viviendas en distintas zonas climáticas del Ecuador tiene resultados variables en cada localidad, al considerarse aspectos no solo climáticos, sino también de orientación así como el bajo presupuesto de las viviendas de interés social que se traduce en una edificación sin ningún tipo de aislamiento, estando totalmente expuesta a los cambios de temperatura al exterior.

	SITUACIÓN ORIGINAL			
<b>QUITO - Cfb</b>	<b>ESCEN.</b>	<b>A 2050</b>		
ESPACIO	ACTUAL	A2	B1	A1B
SALON A	11,73%	20,72%	17,65%	44,50%
SALON B	11,70%	20,79%	17,79%	21,06%
SALON C	31,37%	42,28%	38,59%	44,17%
SALON D	31,39%	42,84%	38,93%	44,50%
<b>PORTOVIEJO- Bsh</b>	<b>ESCEN.</b>	<b>A 2050</b>		
ESPACIO	ACTUAL	A2	B1	A1B
SALON A	96,13%	86,24%	89,25%	86,77%
SALON B	96,28%	85,79%	88,81%	86,20%
SALON C	24,29%	6,86%	9,32%	7,25%
SALON D	23,93%	6,54%	8,85%	6,86%
<b>NUEVA LOJA - Af</b>	<b>ESCEN.</b>	<b>A 2050</b>		
ESPACIO	ACTUAL	A2	B1	A1B
SALON A	97,38%	94,73%	94,66%	93,35%
SALON B	97,26%	94,72%	94,75%	93,35%
SALON C	30,40%	28,05%	28,17%	23,45%
SALON D	29,89%	27,38%	27,63%	22,83%
<b>ESMERALDAS - Aw</b>	<b>ESCEN.</b>	<b>A 2050</b>		
ESPACIO	ACTUAL	A2	B1	A1B
SALON A	97,38%	94,97%	94,74%	93,44%
SALON B	97,26%	94,75%	94,65%	93,30%
SALON C	30,40%	21,31%	21,90%	18,60%
SALON D	29,89%	20,70%	21,28%	18,02%

Tabla 7. Resumen comparativo de porcentajes de confort en cada localidad, situación original de la vivienda para el escenario climático actual y proyectado a 2050.

Se observa que, basados en la situación climática actual, la vivienda resulta menos confortable en la zona climática Cfb, correspondiente a la ciudad de Quito, al encontrarse debajo de la tercera parte del año con temperaturas dentro del rango de confort, esto quiere que la mayor parte del tiempo, los usuarios del edificio se encuentren en situación de disconfort térmico y por tanto en riesgos de salud.

Sin embargo, los resultados en la ciudad de Quito para el escenario climático de 2050, muestran una situación favorable, puesto que el porcentaje de confort de las estancias mejora considerablemente. Esto se debe a que, en el escenario actual, esta localidad presenta la mayor cantidad de horas por debajo de la temperatura de confort, entendiéndose que, con el previsible aumento debido al cambio climático, la

consecuencia se traduce en un mayor número de horas dentro de los rangos indicados.

Por otro lado, se evidencia que tanto la zona climática Af y Aw, correspondientes a Nueva Loja y Esmeraldas respectivamente, muestran un comportamiento similar en la situación climática actual, sin embargo, los resultados manifiestan que, en ambas regiones, las estancias ubicadas en la planta alta presentarán el 60% del tiempo temperaturas por encima del rango de confort. Sin embargo, las estancias en planta baja presentan rangos de temperaturas confortables durante la mayor parte del año.

Por tanto, la zona Bsh, correspondiente a la ciudad de Portoviejo, obtiene los resultados menos favorables al observar la notable incidencia de la temperatura en las estancias de planta alta, mismas que presentan menos de un 25% del tiempo rangos de confort térmico. No obstante, en planta baja se evidencia un comportamiento similar a las zonas Af y Aw, tal como se observa en la ilustración 67.

A pesar de lo expuesto y contrario a lo que sucede con las zonas Cfb y particularmente en la ciudad de Quito, las ciudades de Portoviejo, Esmeraldas y Nueva Loja se ven considerablemente perjudicadas en cuanto al confort térmico con la proyección a 2050, según los datos obtenidos luego del análisis del prototipo de vivienda en cada una de las localidades mencionadas. Es importante indicar que, tal como describe la tabla 7, la zona más perjudicada corresponde a la de la ciudad de Portoviejo, al observar que el cambio climático convertiría la vivienda y en particular las estancias ubicadas en planta alta, en espacios no saludables para ser habitados, al representar menos del 10% del tiempo dentro de los rangos de confort.

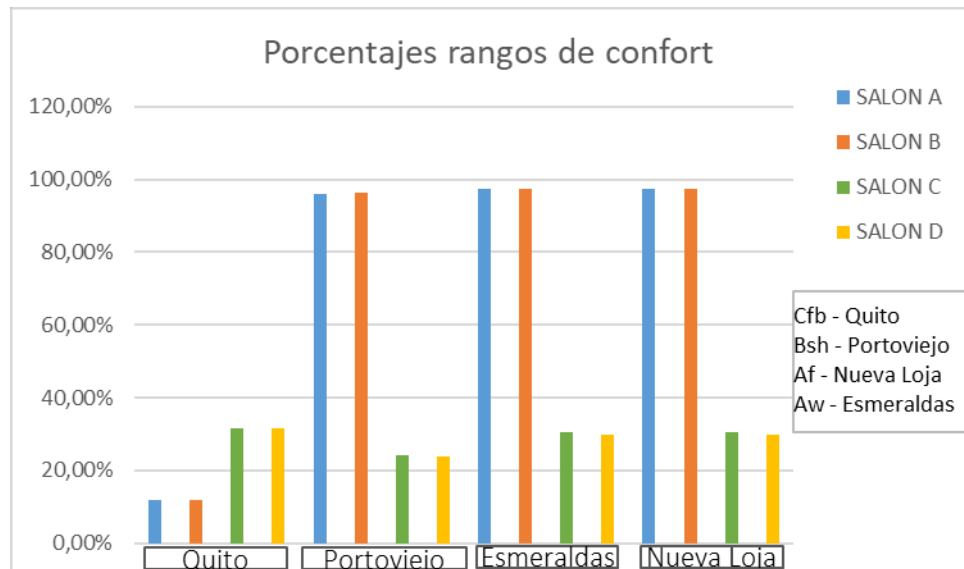


Ilustración 67. Gráfica comparativa de porcentajes dentro de los rangos de confort de la vivienda en su estado original para cada una de las localidades de estudio en escenario climático actual.

### PROPUESTAS DE MEJORA.

Para poder estudiar el comportamiento de la vivienda, se han simulado varias opciones de mejora, con el objetivo de establecer las de mayor beneficio, por lo que, luego de la comparativa, se han decidido descartar algunas propuestas, mismas que serán expuestas a continuación.

Los materiales utilizados en las propuestas de mejora han sido escogidos en función de la oferta disponible en el mercado ecuatoriano, misma que se dispone un poco limitada, pues tal como se ha descrito al inicio de este trabajo, hasta hace un par de años no existía normativa aplicable que considere materiales aislantes o con transmitancias térmicas específicas en la envolvente de las edificaciones. De la misma manera, al estudiarse una vivienda de interés social que se construye en masa, los materiales escogidos corresponden a los de menor impacto económico y con mayor disponibilidad de stock en el territorio ecuatoriano.

Las variaciones en la morfología de la vivienda han sido escogidas en base a las recomendaciones de los manuales de Estrategias para mejorar las condiciones de habitabilidad y el consumo de energía en viviendas, publicada por el Instituto Nacional de Eficiencia Energética y Energías Renovables, en donde se recomienda facilitar la circulación de aire, así como



el control solar en las zonas climáticas que tienden a altas temperaturas.

De tal manera que luego del estudio tanto de materiales como de las recomendaciones de los organismos nacionales, se decidió analizar las siguientes alternativas:

M1. Aislamiento en la cubierta.

M2. Reemplazo de cristales por vidrios bajo emisivos.

M3. Apertura de huecos en paredes exteriores.

M4. Aislamiento en paredes.

M5. Elevación de la cubierta para formar una cámara de aire ventilada.

M6. Combinación de la mejora 5 y la colocación de voladizos en las ventanas para control solar.

M7. Combinación de las alternativas 6 y 2.

Se dispone a continuación el resumen de los resultados obtenidos con cada alternativa. Para la revisión del comportamiento de la vivienda con cada una de las alternativas en la proyección climática a 2050, se ha escogido el escenario B1, por brindar un resultado intermedio en comparación con los otros dos escenarios descritos en el presente trabajo. Sin embargo, las simulaciones de la vivienda en el escenario climático proyectado solo han sido realizadas en las alternativas que evidencian mejoría en la situación actual, pues carece de sentido proponer una solución válida al 2050 pero poco factible en el contexto actual, aunque resulta evidente que, si la tendencia mundial es al incremento de la temperatura, si una medida no es favorable en la situación actual, difícilmente lo será en un escenario futuro.

Los resultados se muestran en porcentajes de horas sobre las totales anuales para cada estancia, (salones A, B, C y D), datos que están descritos en cada una de las alternativas, comparando los porcentajes que corresponden a aquellos dentro de los rangos de confort térmico.

### **Medida 1 (M1). Aislamiento en cubierta.**

Se ha escogido el reemplazo de la cubierta actual por una de tipo sándwich con aislamiento de 60.00 mm de poliuretano, recubierto por una chapa metálica de 2.50 mm al exterior y de 2.00 mm al interior (ilustración 68), material que como se ha

descrito previamente, es de fácil adquisición en el mercado nacional.

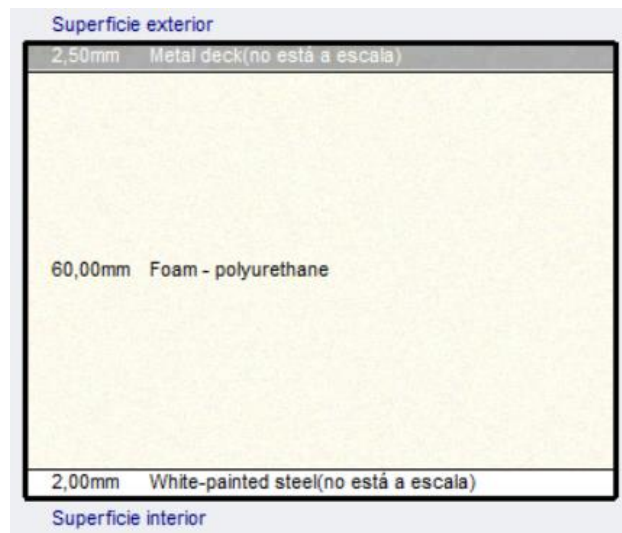


Ilustración 68. Sección de la cubierta con aislamiento. Fuente: elaboración propia mediante programa DesignBuilder.

CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES PARA PANEL DE 30mm	
Espesor nominal	30 mm (+- 3 mm)
Densidad media de la espuma	40 kg/m <sup>3</sup> (+-2 kg/m <sup>3</sup> )
Peso	10.60 kg/m <sup>2</sup>
Volumen	30 m <sup>2</sup> /m <sup>3</sup>
Ancho útil	1.000 mm (+- 3 mm)
Rectitud	0 mm (+- 5 mm)
Contracción - Combadó longitudinal	0 mm (+- 5 mm)
Resistencia a compresión	0,076 MPa
Resistencia a tracción	0,082 MPa
Reacción al fuego PUR-UNE 13501-1	=30 mm - B-s3-d0 / >30mm - C-s3-d0
Reacción al fuego PIR-UNE 13501-1	B-s2-d0
Comportamiento al fuego exterior	Broof (t1) para espesor chapa >0,4mm

Ilustración 69. Características técnicas panel tipo sandwich. Fuente: Hiansa panel Ecuador.

Según datos del fabricante, estos paneles presentan una transmitancia térmica de 0,36 W/m<sup>2</sup>k y un peso de 11,80 Kg/m<sup>2</sup>, los demás detalles se describen en la ilustración 69.

A continuación, se disponen los resultados de la simulación de la vivienda con la alternativa mencionada en cada una de las localidades.

## Medida 1. Cfb, Quito.

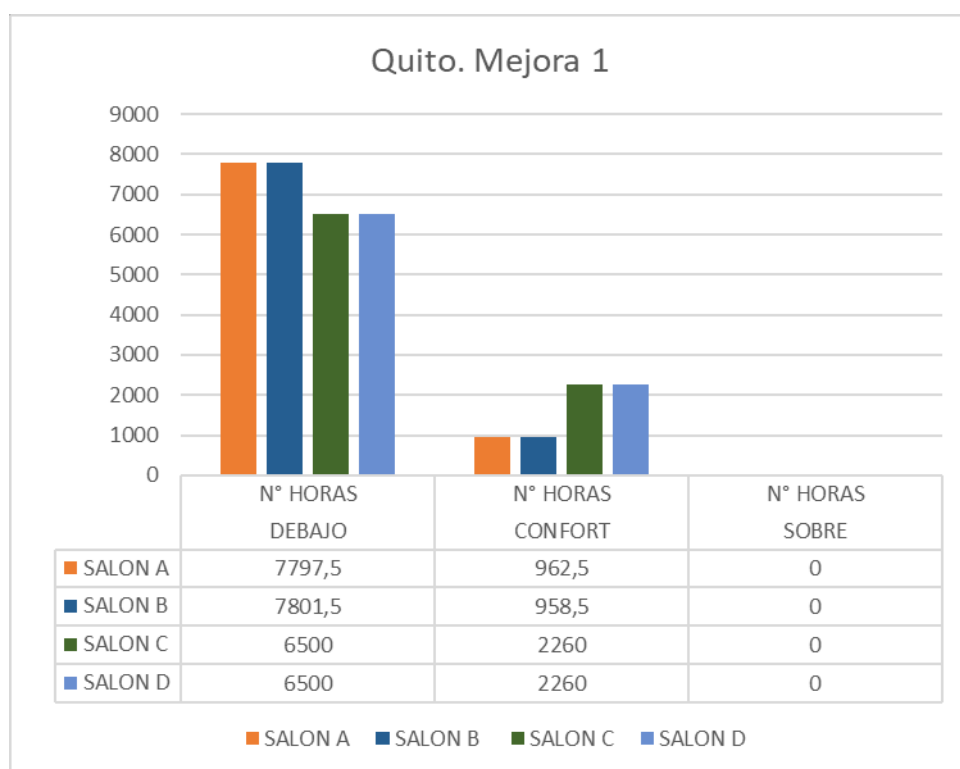


Ilustración 70. Cantidad de horas debajo, dentro y sobre los rangos de confort, escenario climático actual. Quito. Mejora 1.

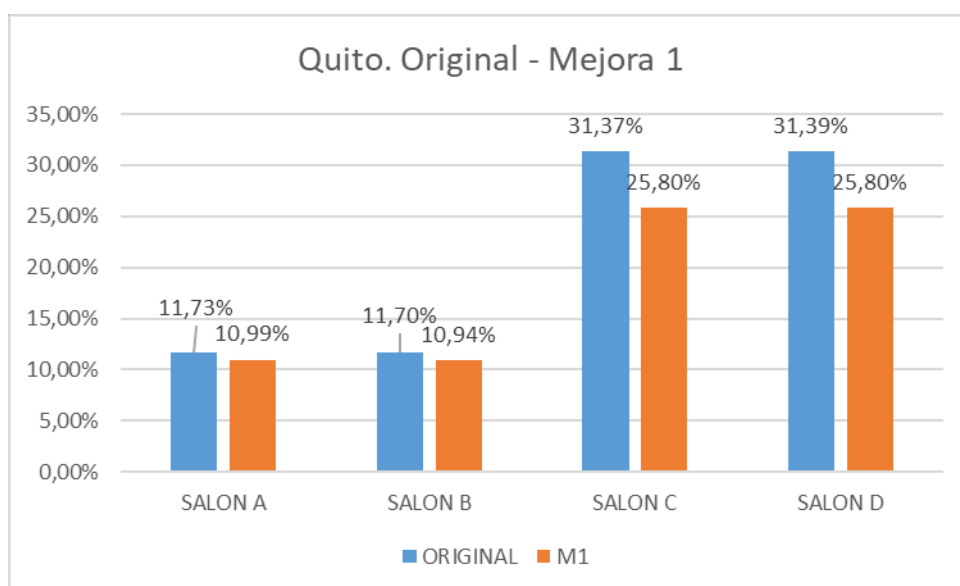


Ilustración 71. Comparativa entre situación original de la vivienda y mejora 1, porcentaje de horas de confort en escenario climático actual. Quito.

Con las ilustraciones 70 y 71, se representan los porcentajes dentro de las temperaturas de confort, con la etiqueta de ACTUAL para los valores de la vivienda en su estado original y con M1 luego de aplicar la medida, en ambos casos bajo

situación climática actual. Con ello se observa que, con la implementación de aislamiento en la cubierta, el resultado en la ciudad de Quito es negativo, puesto que, al existir menor incidencia del sol no se calientan los espacios. Se descarta esta medida de mejora en la zona Cfb.

**Medida 1. Bsh, Portoviejo.**

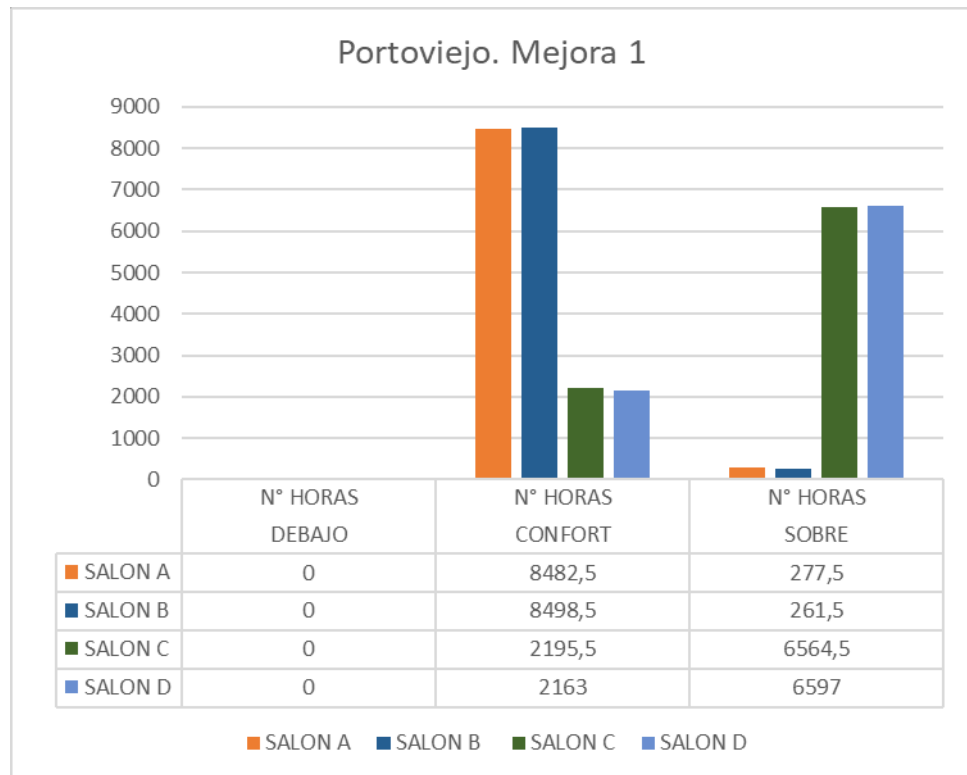


Ilustración 72. Cantidad de horas debajo, dentro y sobre los rangos de confort, escenario climático actual. Portoviejo. Mejora 1.

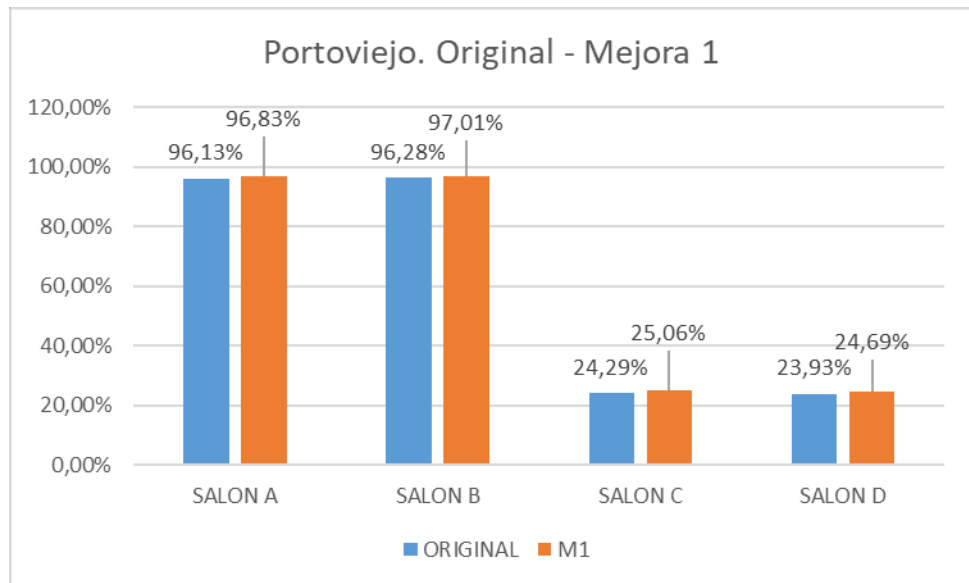


Ilustración 73. Comparativa entre situación original de la vivienda y mejora 1, porcentaje de horas de confort en escenario climático actual. Portoviejo.

Las ilustraciones 72 y 73 muestran que, el aislamiento en cubierta mejora el confort interno de cada una de las viviendas del bloque para la ciudad de Portoviejo, sin embargo, la mejora no es significativa, al incrementarse menos del 1% en cada caso.

### Medida 1. Af, Nueva Loja.

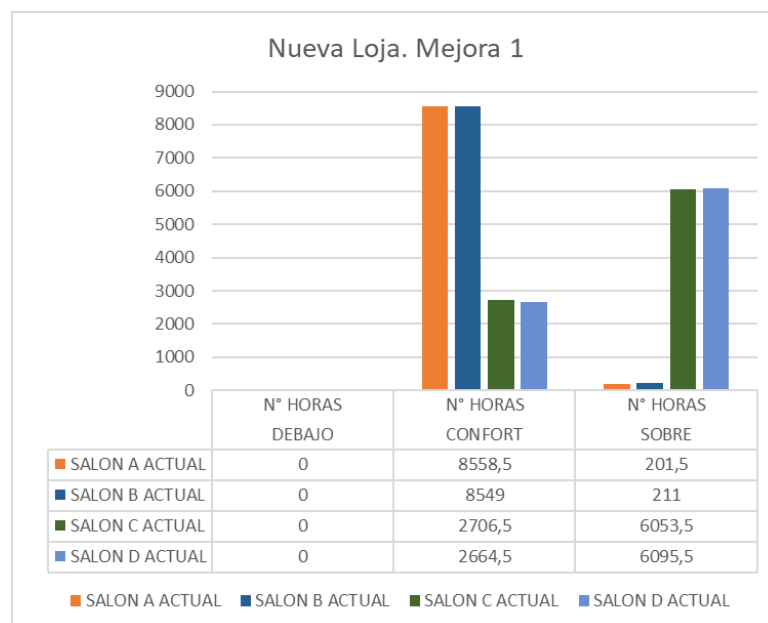


Ilustración 74. Cantidad de horas debajo, dentro y sobre los rangos de confort. Nueva Loja, escenario climático actual. Mejora 1.

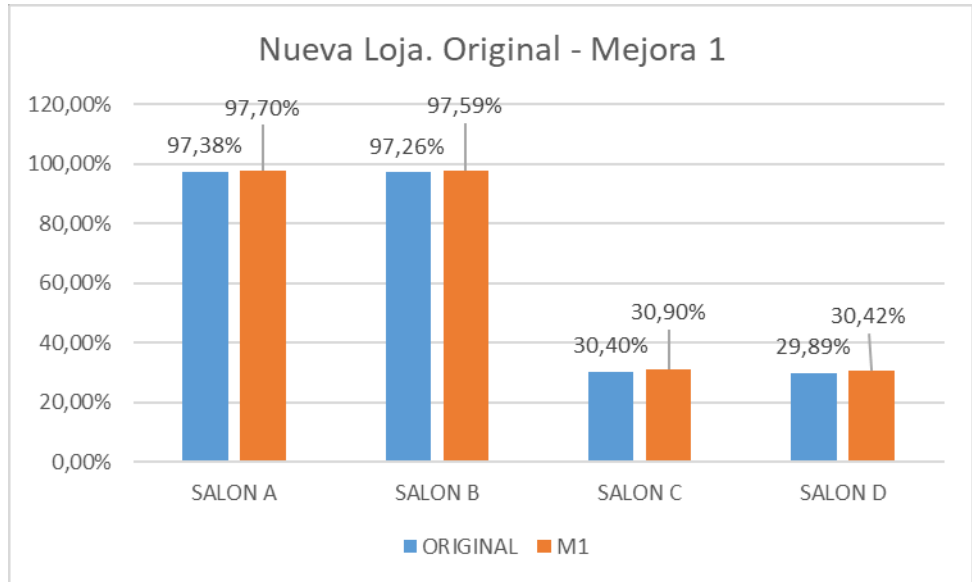


Ilustración 75. Comparativa entre situación original de la vivienda y mejora 1, porcentaje de horas de confort en escenario climático actual. Nueva Loja. Fuente propia.

Se observa en las ilustraciones 74 y 75 que el aislamiento en cubierta mejora el confort interno de cada una de las viviendas del bloque en Nueva Loja, sin embargo, el progreso no es significativo, al incrementarse menos del 1% en cada caso, situación similar a la obtenida en la zona Bsh.

### Medida 1. Aw, Esmeraldas.

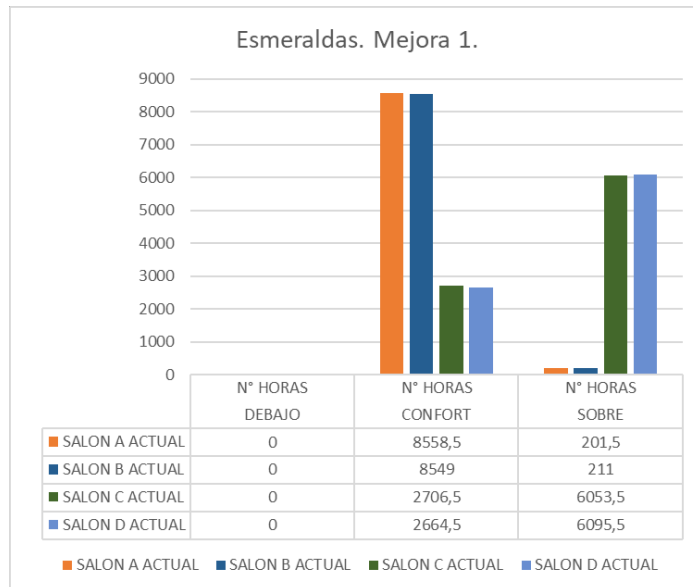


Ilustración 76. Cantidad de horas debajo, dentro y sobre los rangos de confort. Esmeraldas. Mejora 1, escenario climático actual.

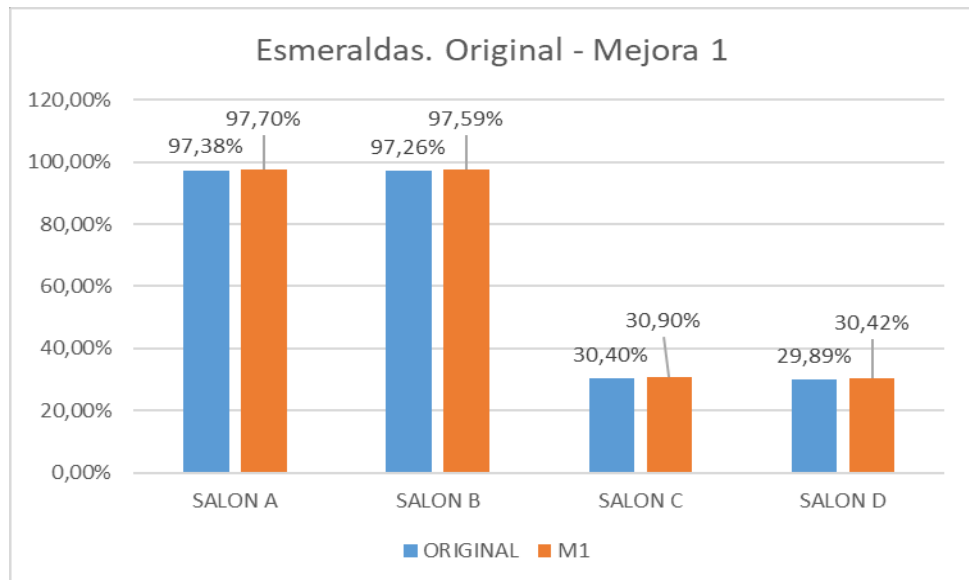


Ilustración 77. Comparativa entre situación original de la vivienda y mejora 1, porcentaje de horas de confort en escenario climático actual. Esmeraldas.

Se observa en las ilustraciones 76 y 77 que el aislamiento en cubierta mejora el confort interno de cada una de las viviendas del bloque en la ciudad de Esmeraldas, sin embargo, la mejora no es significativa, al incrementarse menos del 1% en cada caso, situación similar a la obtenida en las zonas Bsh y Af.

QUITO	ESCEN.	
ESPACIO	ACTUAL	M1
SALON A	11,73%	10,99%
SALON B	11,70%	10,94%
SALON C	31,37%	25,80%
SALON D	31,39%	25,80%
PORTOVIEJO	ESCEN.	
ESPACIO	ACTUAL	M1
SALON A	96,13%	96,83%
SALON B	96,28%	97,01%
SALON C	24,29%	25,06%
SALON D	23,93%	24,69%
NUEVA LOJA	ESCEN.	
ESPACIO	ACTUAL	M1
SALON A	97,38%	97,70%
SALON B	97,26%	97,59%
SALON C	30,40%	30,90%
SALON D	29,89%	30,42%
ESMERALDAS	ESCEN.	
ESPACIO	ACTUAL	M1
SALON A	97,38%	97,70%
SALON B	97,26%	97,59%
SALON C	30,40%	30,90%
SALON D	29,89%	30,42%

Tabla 8. Comparativa de los resultados de la vivienda original y con la aplicación de la alternativa M1 en cada localidad con el escenario climático actual.

Tal como se indicó en el análisis particular de la medida en cada localidad, la tabla 8 muestra que, si bien existe mejora en las viviendas ubicadas en Portoviejo, Esmeraldas y Nueva Loja, los resultados son casi nulos. Se observa además que, esta medida perjudica el confort interno de las viviendas implantadas en Quito.

### 1.1. Medida 2 (M2). Vidrio bajo emisivo.

Se reemplaza el cristal transparente de 4,00 mm de espesor por vidrio bajo emisivo doble de  $e=3,00$  mm cada cristal y cámara de aire, con factor de transmitancia de  $1,8 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$ , con especificaciones particulares, basadas en la disposición del material en Ecuador, mismas que se representan en la ilustración 78. Esta medida se ha considerado solo en los climas cálidos de las zonas Bsh, Af y Aw, puesto que la finalidad es reducir las ganancias de calor. Por tanto, las simulaciones de este apartado corresponden tan solo a las localidades de Portoviejo, Nueva Loja y Esmeraldas, todas en el escenario climático actual.

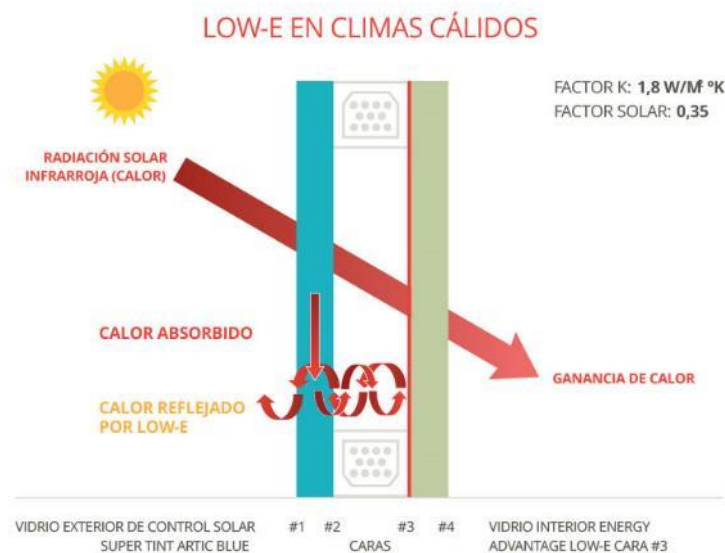


Ilustración 78. Sección descriptiva del vidrio bajo emisivo para las zonas Bsh, Af y Aw. Fuente: Ecuavit Ecuador.



## Medida 2. Bsh, Portoviejo.

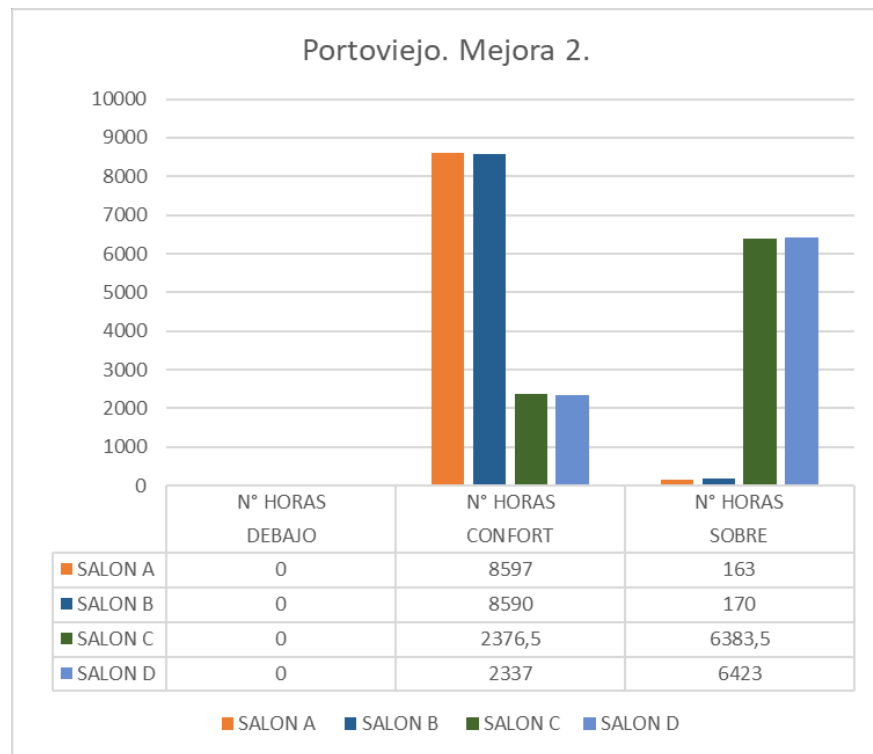


Ilustración 79. Cantidad de horas debajo, dentro y sobre los rangos de confort. Portoviejo. Mejora 2.

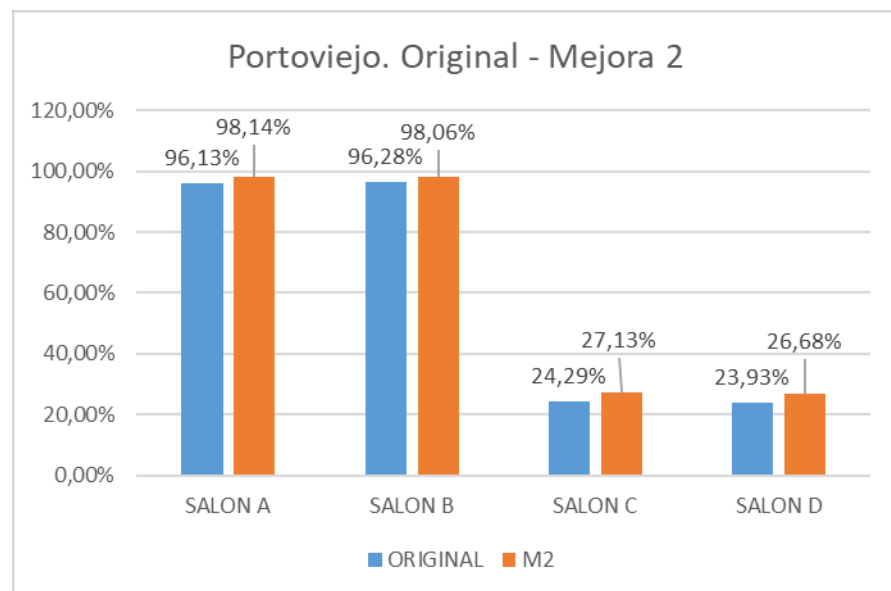


Ilustración 80. Comparativa entre situación original de la vivienda y mejora 2, porcentajes dentro de los rangos de confort, situación climática actual. Portoviejo.

Al reemplazar los cristales por vidrios bajo emisivos se consigue disminuir la temperatura interna de la vivienda en el caso de

Portoviejo, zona climática Bsh. Como se identifica en las ilustraciones 79 y 80, cuyos datos con etiqueta ACTUAL corresponden a los resultados de la vivienda original y M2 luego de la aplicación de la medida, lo que se traduce en una mejora de 2% en salones A y B, mientras que cerca de 3% en los salones de planta alta (C y D), sin embargo, a pesar de la mejoría, no se logra obtener el 30% del tiempo dentro de los rangos de confort.

### Medida 2. Af, Nueva Loja.

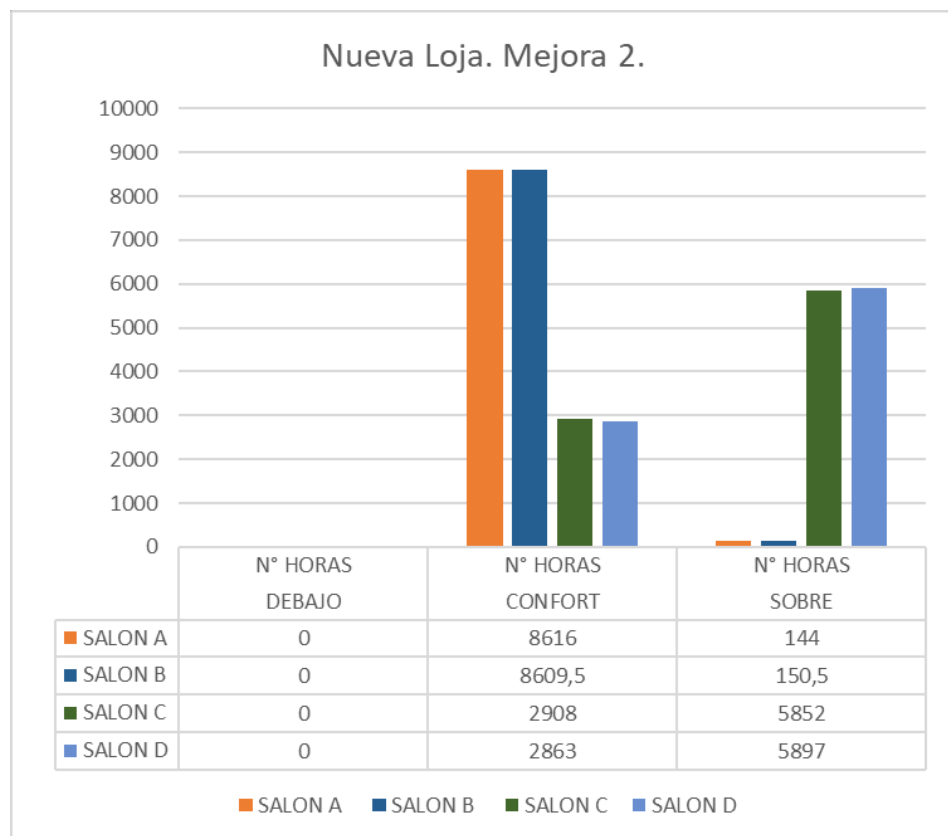


Ilustración 81. Cantidad de horas debajo, dentro y sobre los rangos de confort. Nueva Loja. Mejora 2.

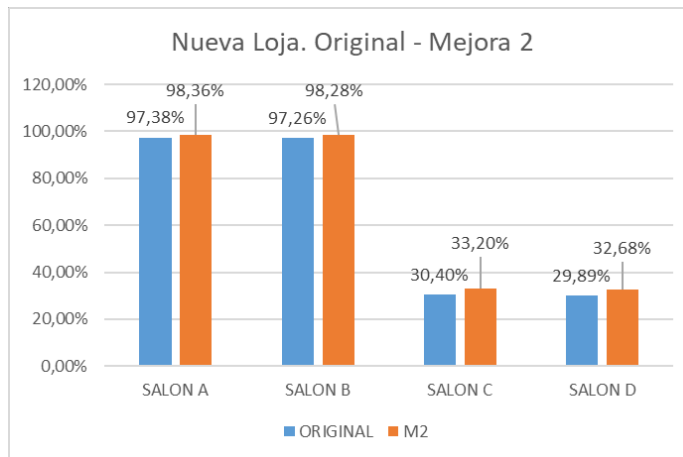


Ilustración 82. Comparativa entre situación original de la vivienda y mejora 2, porcentajes dentro de los rangos de confort, situación climática actual. Nueva Loja.

Similar a los resultados obtenidos en Portoviejo, tal como se demuestra en las ilustraciones 81 y 82, al reemplazar los cristales por vidrios bajo emisivos se consigue disminuir la temperatura interna de la vivienda en el caso de Nueva Loja, zona climática Af, lo que se traduce en una mejora de 1% en salones A y B, mientras que cerca de 3% en los salones de planta alta (C y D). En este caso, en planta alta se alcanza un promedio de 33% del tiempo dentro de los rangos de confort para las condiciones climáticas actuales.

## Medida 2. Aw, Esmeraldas.

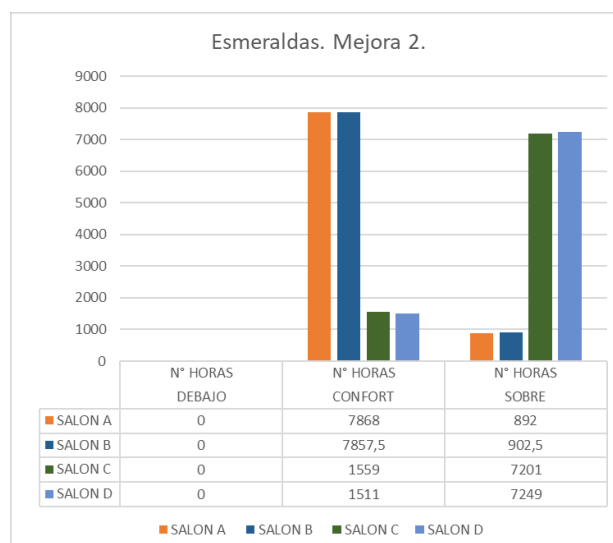


Ilustración 83. Cantidad de horas debajo, dentro y sobre los rangos de confort. Esmeraldas. Mejora 2.

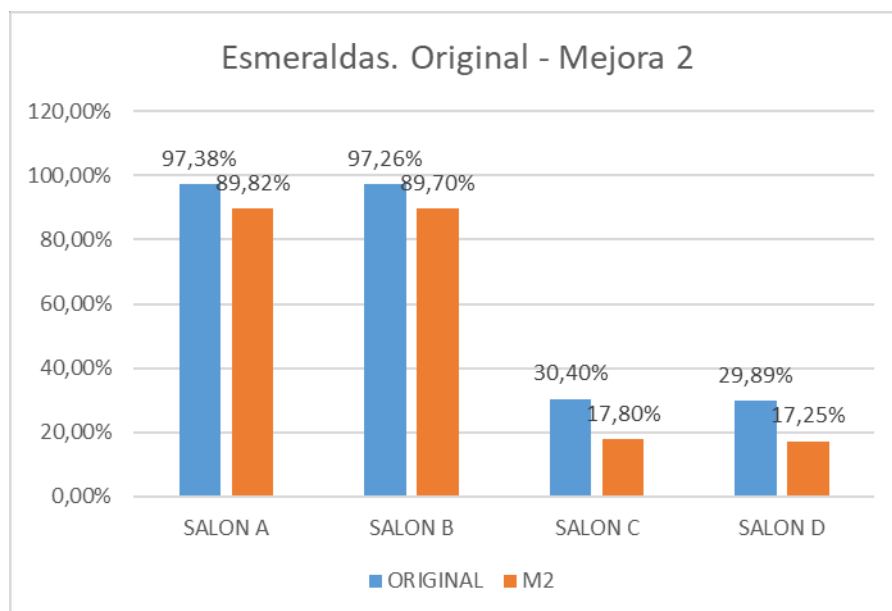


Ilustración 84. Comparativa entre situación original de la vivienda y mejora 2, porcentajes dentro de los rangos de confort, situación climática actual. Esmeraldas.

Revisando los datos de las ilustraciones 83 y 84, es evidente que, en contraste a lo que ocurre con las zonas Bsh y Af al reemplazar los cristales por vidrios bajo emisivos, en la ciudad de Esmeraldas el resultado es negativo, al disminuir cerca del 8% en los salones A y B, mientras que en planta alta el resultado es más significativo, al disminuir las horas dentro del rango de confort en un promedio de 12%, es decir, tan solo 17% del tiempo con una temperatura entre 20° y 25°C.

PORTOVIEJO		
	ESCEN.	
ESPACIO	ACTUAL	M2
SALON A	96,13%	98,14%
SALON B	96,28%	98,06%
SALON C	24,29%	27,13%
SALON D	23,93%	26,68%
NUEVA LOJA		
	ESCEN.	
ESPACIO	ACTUAL	M2
SALON A	97,38%	98,36%
SALON B	97,26%	98,28%
SALON C	30,40%	33,20%
SALON D	29,89%	32,68%
ESMERALDAS		
	ESCEN.	
ESPACIO	ACTUAL	M2
SALON A	97,38%	89,82%
SALON B	97,26%	89,70%
SALON C	30,40%	17,80%
SALON D	29,89%	17,25%

Tabla 9. Comparativa de los resultados de la vivienda original y con la aplicación de la alternativa M2 en cada localidad con el escenario climático actual.

En la tabla 9 se observa como la medida tiene resultados positivos en las zonas climáticas Bsh y Af, Portoviejo y Nueva Loja, aunque dicha mejora no es significativa al representar 3 puntos por encima de los porcentajes dentro del rango de confort en la situación original de la vivienda. Por otro lado, se evidencia que la medida resulta perjudicial para la ciudad de Esmeraldas, ubicada en la zona climática Aw.

### **Medida 3. Apertura de huecos en paredes.**

En este caso, se escogió realizar la simulación inicial en la ciudad de Portoviejo, por tener la situación más crítica en cuanto a las horas en las que la vivienda se dispone dentro de los rangos de temperaturas de confort. Para ello, se plantea la apertura de huecos en las paredes que colindan con el área de la escalera en cada uno de los salones, los huecos tendrán una dimensión de 4,00 m de largo y 0,30 m de altura, basado en las recomendaciones del documento Estrategias para mejorar las condiciones de habitabilidad y el consumo de energía en viviendas, publicada por el Instituto Nacional de Eficiencia Energética y Energías Renovables, en el cual se fomenta la apertura de huecos en la parte superior de los muros para facilitar la circulación de aire.

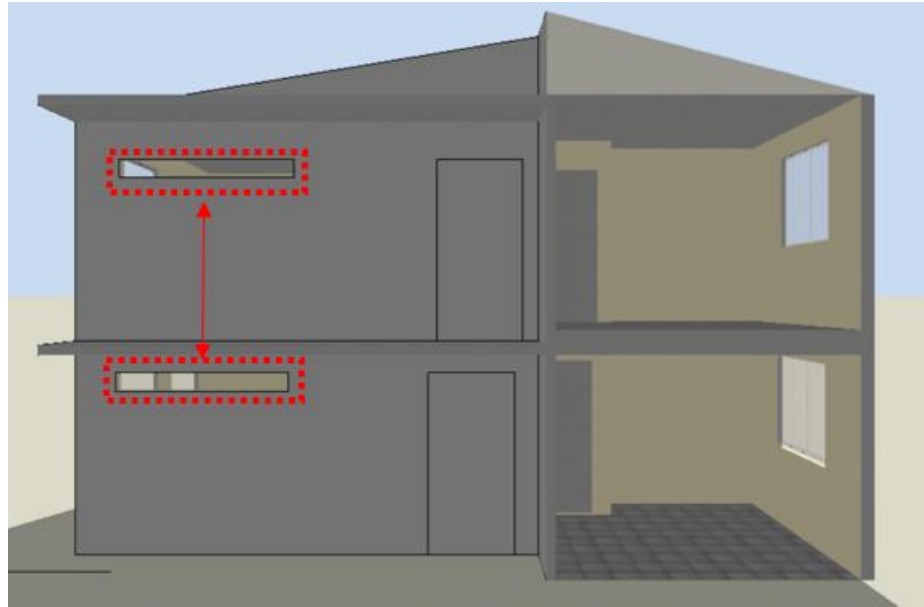


Ilustración 85. Esquema de apertura de huecos. Elaboración propia mediante herramienta de DesignBuilder.

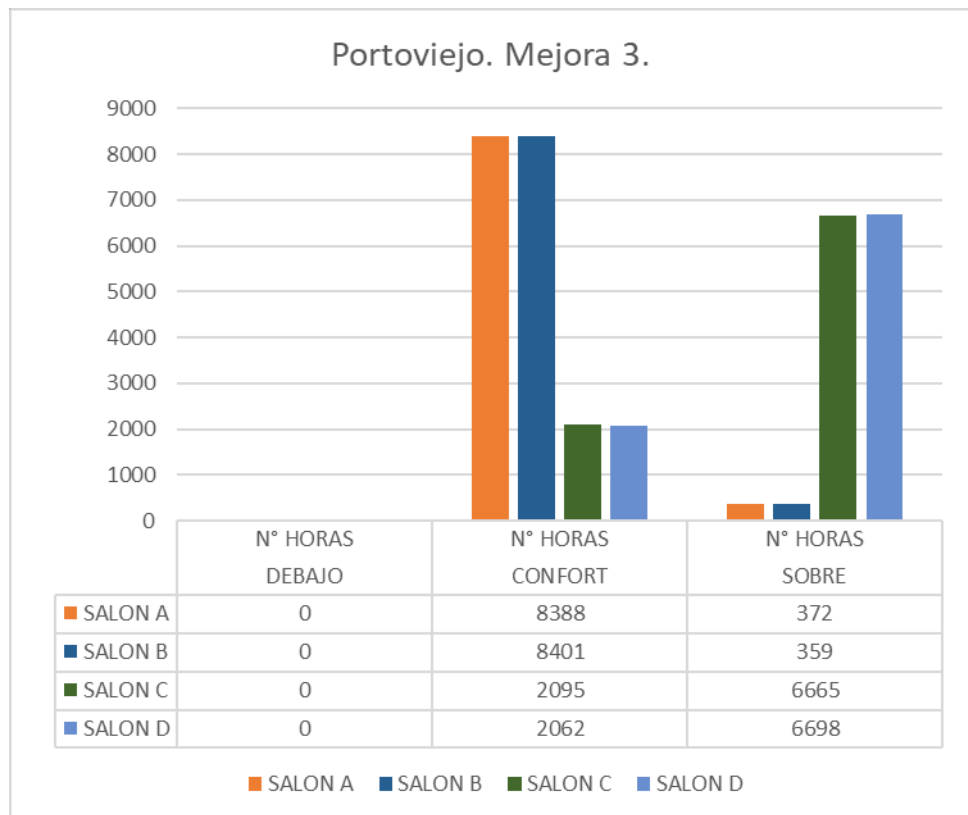


Ilustración 86. Cantidad de horas debajo, dentro y sobre los rangos de confort. Portoviejo. Mejora 3.

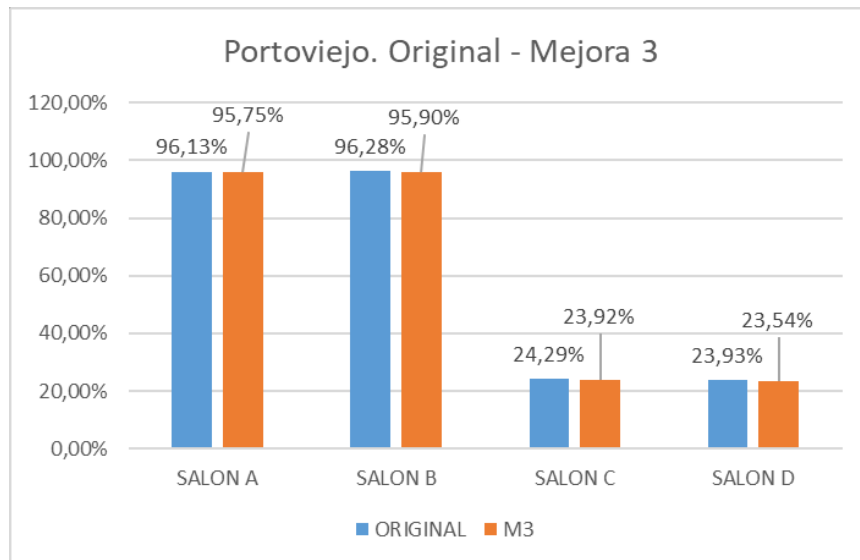


Ilustración 87. Comparativa entre situación original de la vivienda y mejora 3, porcentajes dentro de los rangos de confort, situación climática actual. Portoviejo.

Observando los resultados de las simulaciones representados en las ilustraciones 86 y 87, en donde se describe como ACTUAL a la situación original de la vivienda y como M3 luego de agregar los huecos. Con este ejercicio se entiende que por la poca distancia piso techo de las unidades de vivienda, la apertura de los huecos no favorece la circulación y salida del aire caliente, sino que, por el contrario, genera que la vivienda se mantenga aún más caliente que en su versión original.

#### **Medida 4 (M4). Aislamiento en paredes.**

Para esta alternativa se escogió añadir una capa de aislamiento con doble manto de poliuretano de 8mm, un total de 16mm al interior del muro, el cual estaría rematado con un acabado de yeso, tal como se dispone en la propuesta original. El componente y espesor del aislamiento fue el resultado de la selección de los materiales de mayor disposición en la industria de la construcción ecuatoriana. Las simulaciones que se realizaron corresponden a las zonas Cfb y Bsh, Quito y Portoviejo respectivamente, la primera con características de clima frío y la segunda con el clima cálido más extremo del estudio, seleccionados por presentar las situaciones más extremas en variaciones de temperatura.

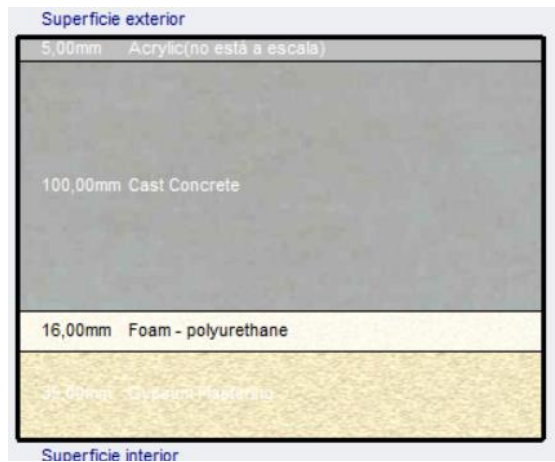


Ilustración 88. Sección del muro con aislamiento. Fuente: elaboración propia mediante programa DesignBuilder.

#### Medida 4. Cfb, Quito.

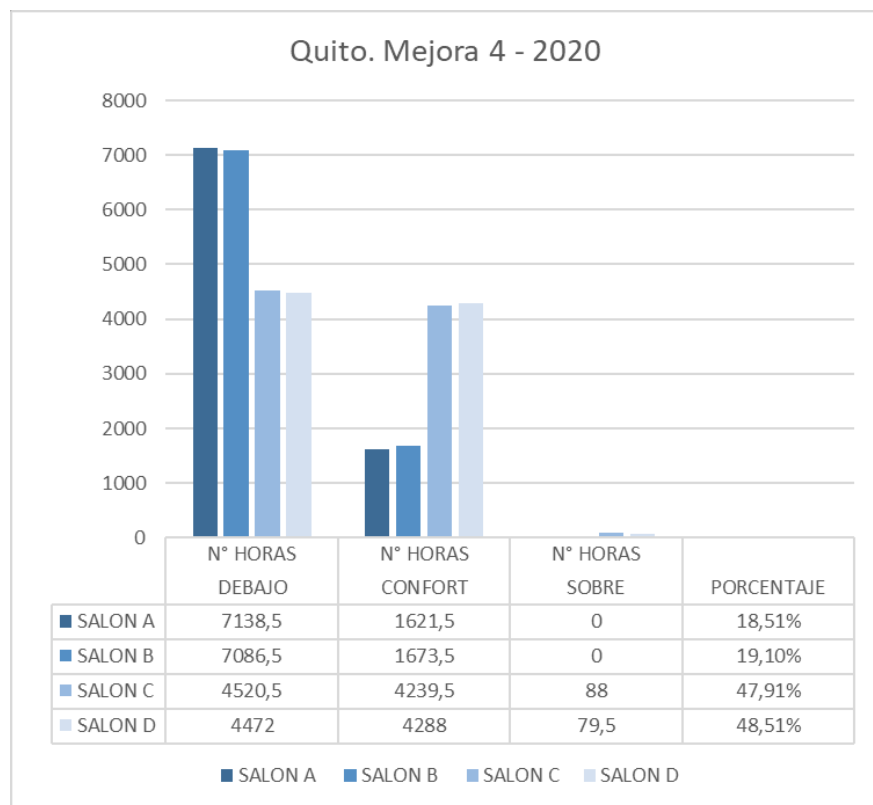


Ilustración 89. Cantidad de horas debajo, dentro y sobre los rangos de confort. Quito. Mejora 4, escenario climático actual.



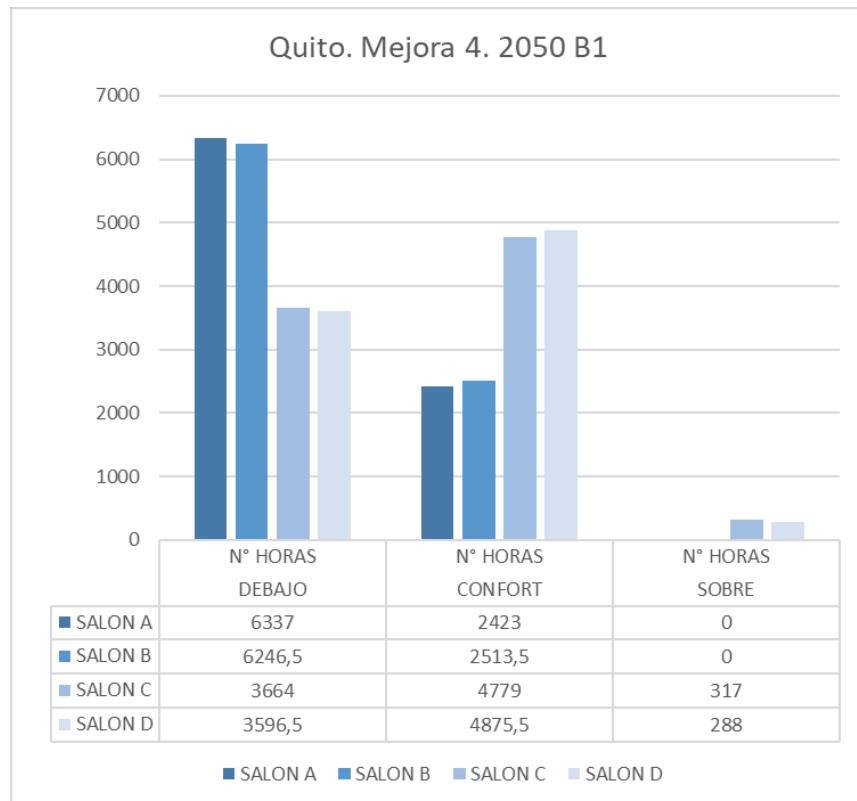


Ilustración 90. Cantidad de horas debajo, dentro y sobre rangos de confort. Quito. Mejora 4, escenario climático B1 proyectado a 2050.

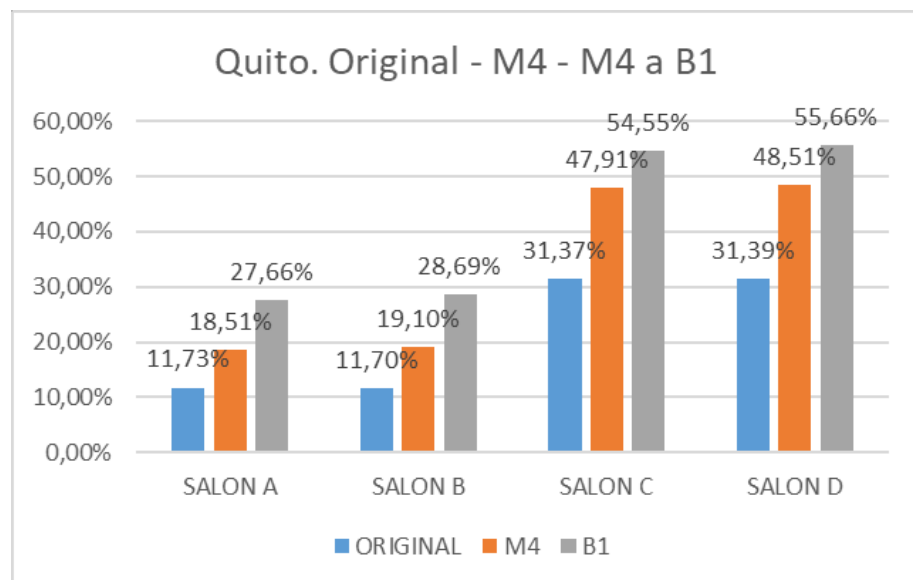


Ilustración 91. Comparativa entre situación original de la vivienda y mejora 4, porcentajes dentro de los rangos de confort, en la situación climática actual y proyectada a 2050. Quito.

Tal como lo expresa la ilustración 89, aplicando la mejora en el escenario climático actual, y la ilustración 90, en el escenario B1 a 2050, se observa que en ambos casos la vivienda se

dispone la mayor parte del tiempo por debajo del rango de confort.

Por tanto, comparando los resultados con la situación de la vivienda original (ACTUAL) y su comportamiento con la medida en el escenario climático actual M4 y proyectado B1, dispuestos en la ilustración 91, en este caso, la medida representa una mejoría para el confort interno del bloque de viviendas en cada uno de los salones estudiados, con un promedio de 7% más del tiempo dentro de los rangos de confort que con la propuesta original. Al considerarse la opción más eficiente para la zona climática Cfb, se realiza la simulación a 2050 con el escenario B1, en el cual se ha visto que el aumento de la temperatura en dicha zona, se conjuga con la propuesta de aislamiento llegando a contar con un 55% del año dentro de los rangos de confort para las viviendas en planta alta y un 28% en los salones en planta baja.

#### Medida 4. Bsh, Portoviejo.

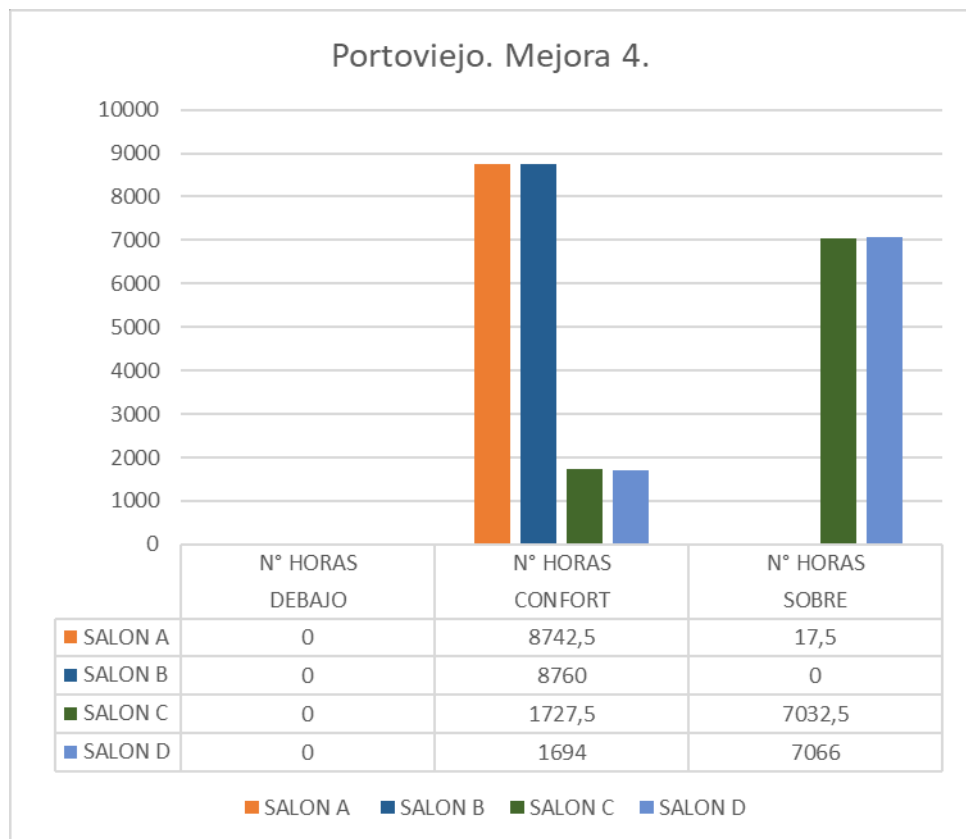


Ilustración 92. Cantidad de horas debajo, dentro y sobre los rangos de confort. Portoviejo. Mejora 4, escenario climático actual.

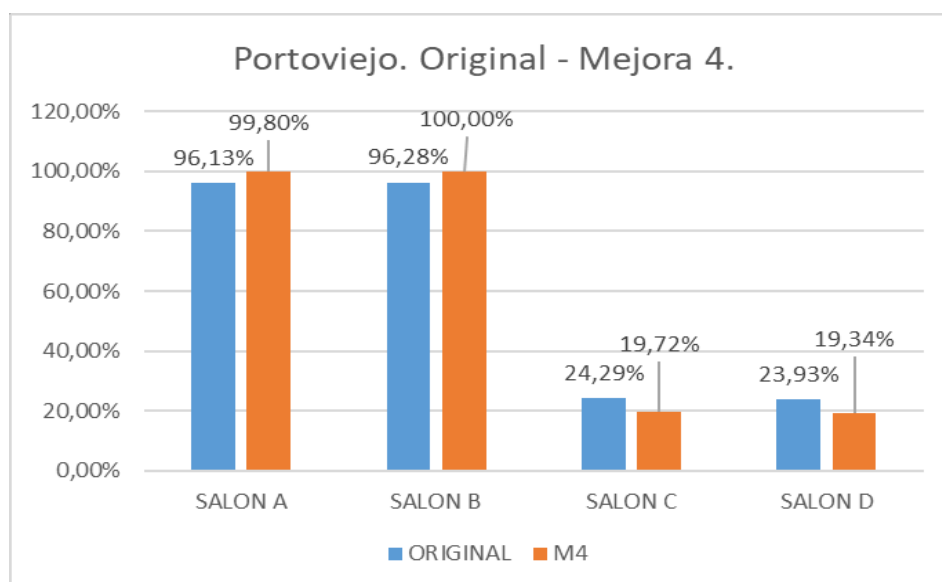


Ilustración 93. Comparativa entre situación original de la vivienda y mejora 4, porcentajes dentro de los rangos de confort, en la situación climática actual. Portoviejo.

Como se observa en la ilustración 92 situación luego de aplicar la medida y 93, comparándolo con la situación original de la vivienda, que la medida favorece al confort interno de los espacios en planta baja, mismos que con el aislamiento en paredes alcanzan el 100% de tiempo dentro de los rangos establecidos. Sin embargo, en los salones C y D, planta alta, el resultado es opuesto, al caer en 4.5% el tiempo dentro de los rangos de confort. Por ello, se descarta esta solución para las zonas climáticas de Bsh al considerarse inviable y por tanto no se realiza simulación con escenario proyectado a 2050.

QUITO	ESCCN.	A 2050		
ESPACIO	ACTUAL	B1	M4	B1
SALON A	11,73%	17,65%	<b>18,51%</b>	<b>27,66%</b>
SALON B	11,70%	17,79%	<b>19,10%</b>	<b>28,69%</b>
SALON C	31,37%	38,59%	<b>47,91%</b>	<b>54,55%</b>
SALON D	31,39%	38,93%	<b>48,51%</b>	<b>55,66%</b>
PORTOVIEJO	ESCCN.	A 2050		
ESPACIO	ACTUAL	B1	M4	B1
SALON A	96,13%	89,25%	96,34%	-
SALON B	96,28%	88,81%	96,48%	-
SALON C	24,29%	9,32%	25,05%	-
SALON D	23,93%	8,85%	24,61%	-

Tabla 10. Comparación de los porcentajes dentro del rango de confort de la vivienda original y la propuesta de mejora M4 en la situación climática actual y proyectada B1 a 2050.

Tal como se dispone en la tabla 10, es evidente que esta medida resulta favorable en la localidad de Quito, mas no en Portoviejo, pues si bien mejora las condiciones de la vivienda, el porcentaje de incremento es menor al 1%. Por otro lado, al comparar los resultados de la vivienda original con la mejorada, se observa que el escenario climático a 2050 en Quito incrementa cerca de 20 puntos respecto a la situación de la vivienda original para el mismo escenario, resultando esta la opción más adecuada para la zona.

**Medida 5 (M5). Elevación de cubierta con cámara de aire de 50cm.**

Esta medida corresponde a la elevación de la cubierta 50,00 cm por sobre la cota de la situación original, disponiéndose una cámara de aire ventilada entre la zona hiper calentada de la cubierta y el espacio habitable en planta alta. Esta propuesta se ha estudiado en las zonas climáticas Bsh, Af y Aw, correspondientes a Portoviejo, Nueva Loja y Esmeraldas, al disponer de altas temperaturas y como respuesta a las recomendaciones del Instituto Nacional de Eficiencia Energética y Energías Renovables, en donde se propone el uso de cámaras de aire en climas cálidos.

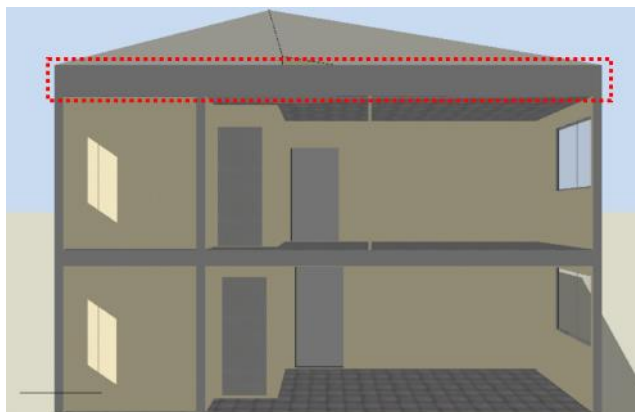


Ilustración 94. Sección de la vivienda con cámara de aire. Fuente: elaboración propia mediante programa DesignBuilder.

## Medida 5. Bsh, Portoviejo.

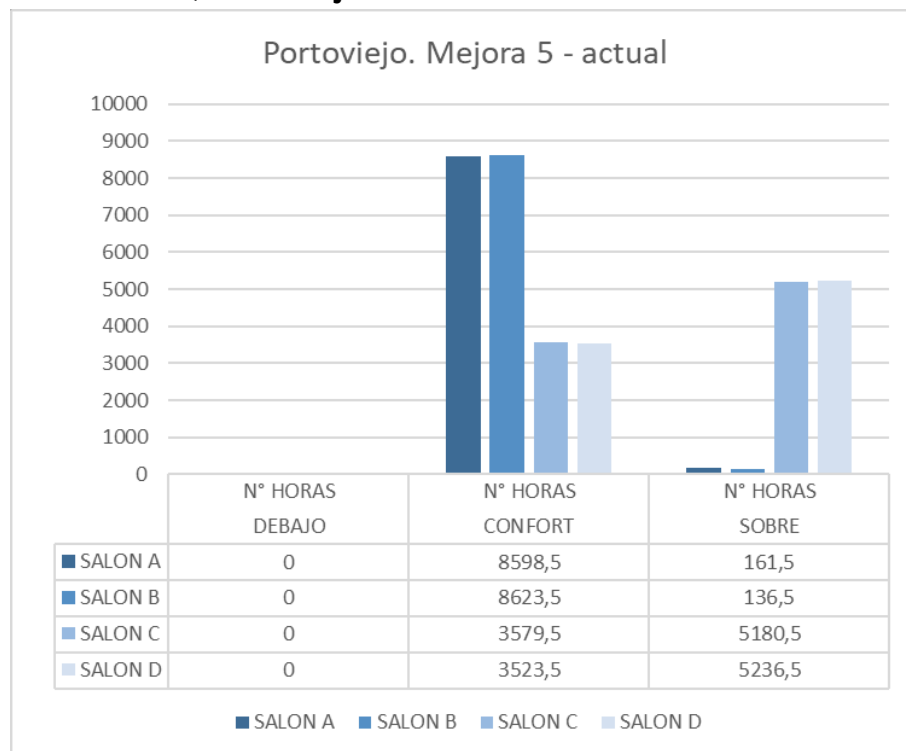


Ilustración 95. Cantidad de horas debajo, dentro y sobre los rangos de confort. Portoviejo. Mejora 5, escenario climático actual.

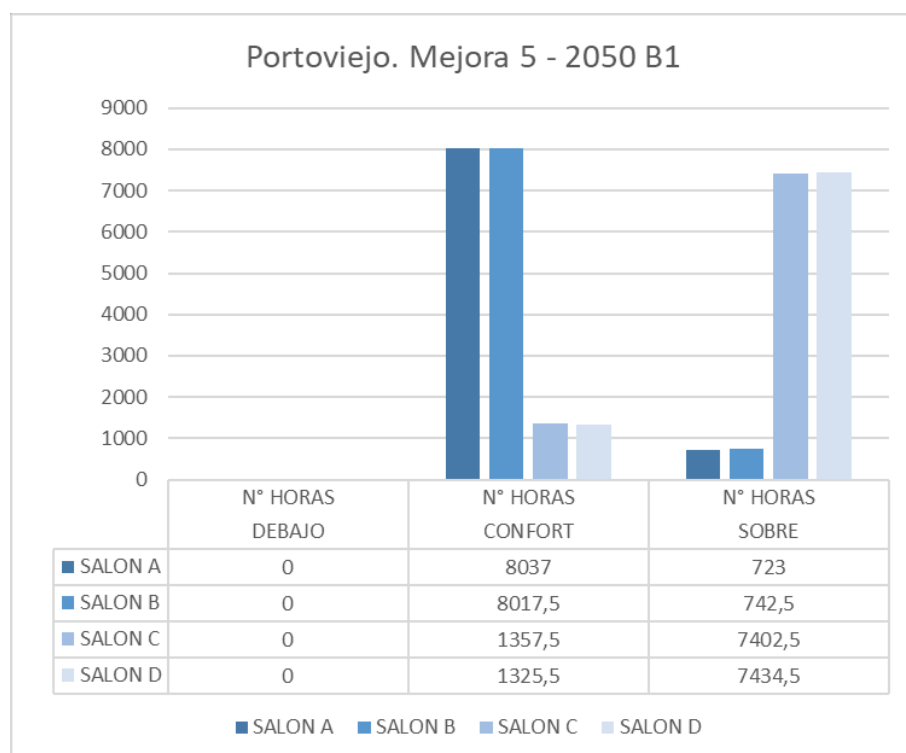


Ilustración 96. Cantidad de horas debajo, dentro y sobre los rangos de confort. Portoviejo. Mejora 5, escenario climático proyectado a 2050.

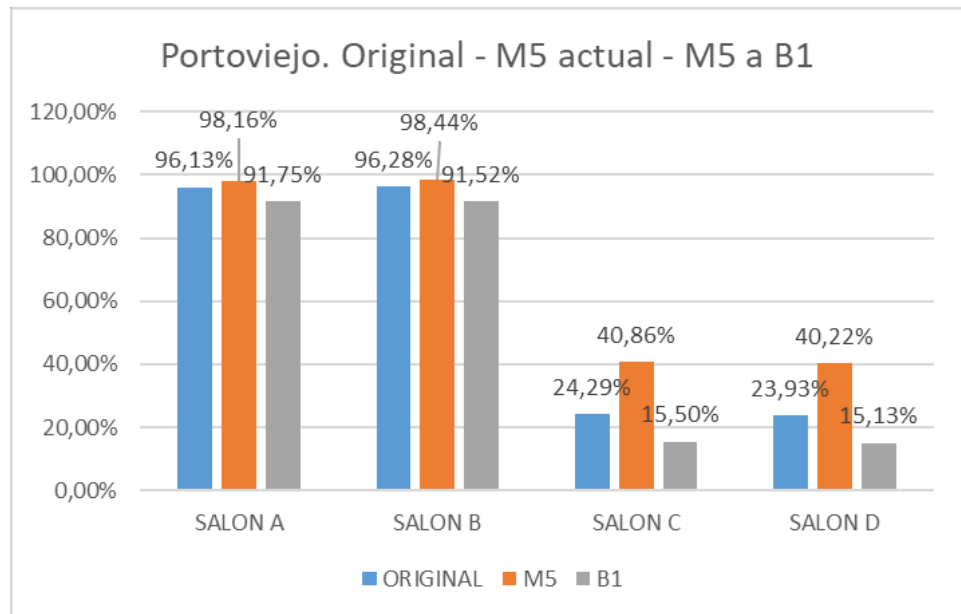


Ilustración 97. Comparativa entre situación original de la vivienda y mejora 5, porcentajes dentro de los rangos de confort, en la situación climática actual y proyectada a 2050. Portoviejo.

La ilustración 95 muestra el comportamiento de la vivienda luego de aplicarse la medida, respecto al rango de confort y bajo los criterios de la situación climática actual, en donde se observa que las estancias de planta alta siguen manteniendo temperaturas por sobre e rango. Situación que se intensifica con la situación climática proyectada, dispuesta en la ilustración 96.

Sin embargo, al revisar la ilustración 97, en donde se hace una comparación entre el comportamiento original de la vivienda, con la aplicación de la mejora M5 y su proyección a 2050 B1, se observa que la solución de cámara ventilada entre la cubierta y falso techo de la vivienda resulta favorable para la zona climática de la ciudad de Portoviejo, Bsh, al incrementarse 2% del tiempo dentro del rango de confort en planta baja y 16% en planta alta, alcanzando más del 40% del tiempo dentro de las condiciones de confort, frente a un 24% de la vivienda con el planteamiento original. Por ello, al realizar la simulación con un escenario proyectado al 2050, se observa que las temperaturas suben considerablemente, afectando especialmente a los salones C y D, mismo que a pesar de la mejora, contarían con tal solo 15% del año dentro de los rangos establecidos.

### Medida 5. Af, Nueva Loja.

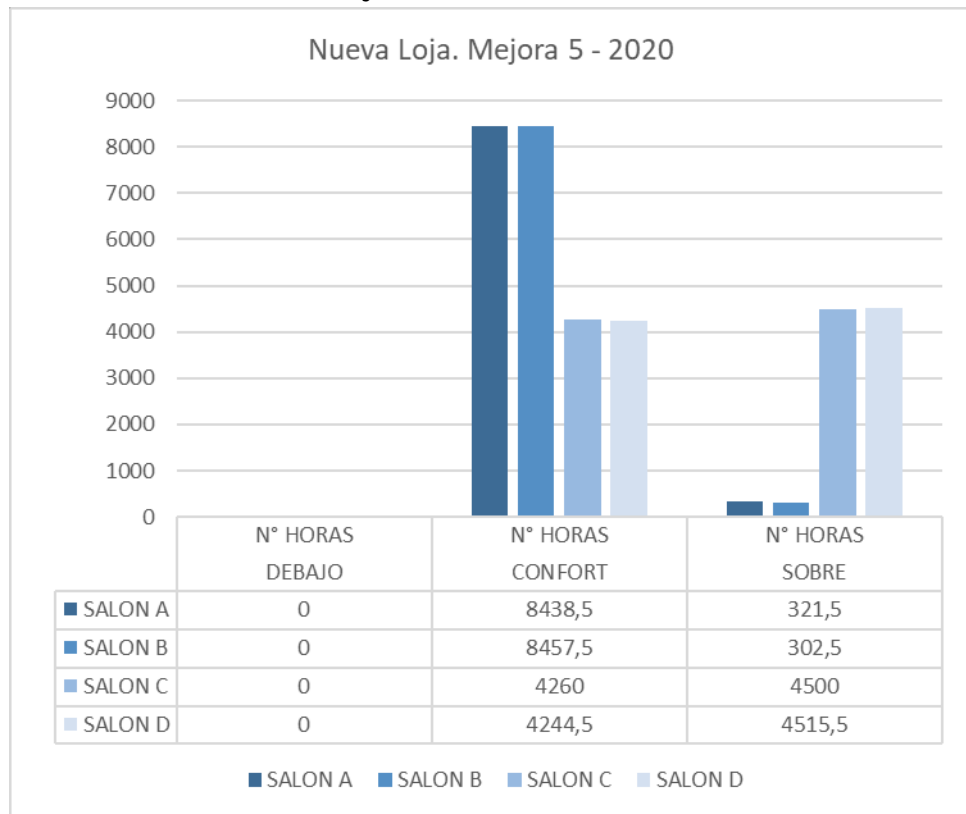


Ilustración 98. Cantidad de horas debajo, dentro y sobre los rangos de confort. Nueva Loja. Mejora 5, escenario climático actual.

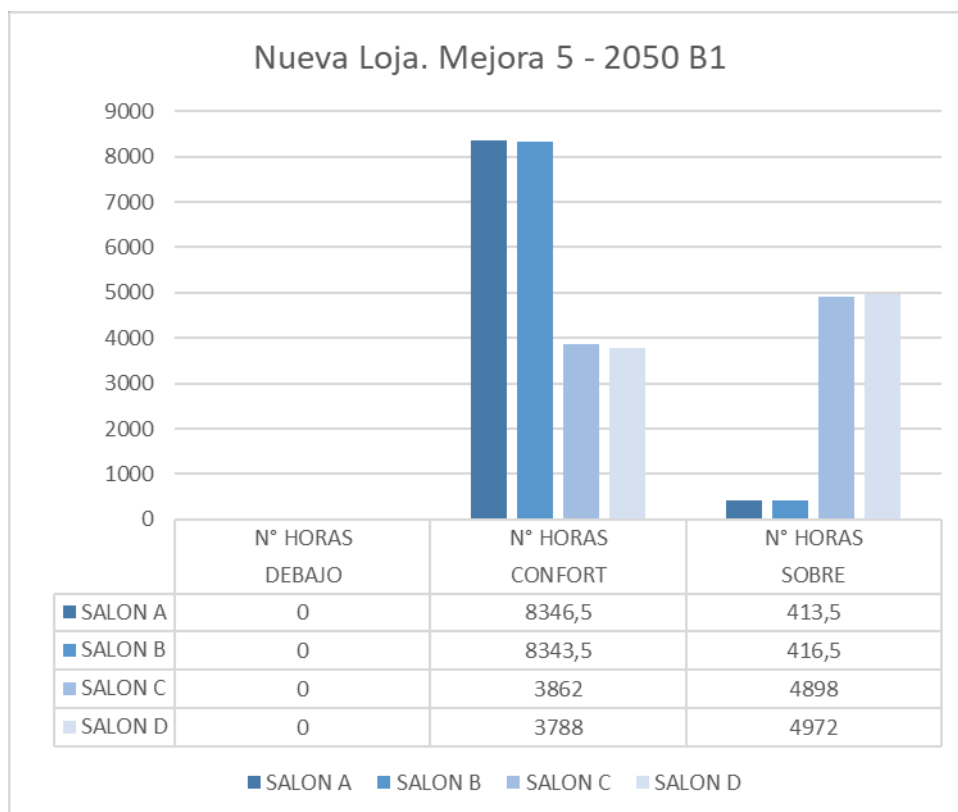


Ilustración 99. Cantidad de horas debajo, dentro y sobre los rangos de confort. Nueva Loja. Mejora 5, escenario climático proyectado a 2050.

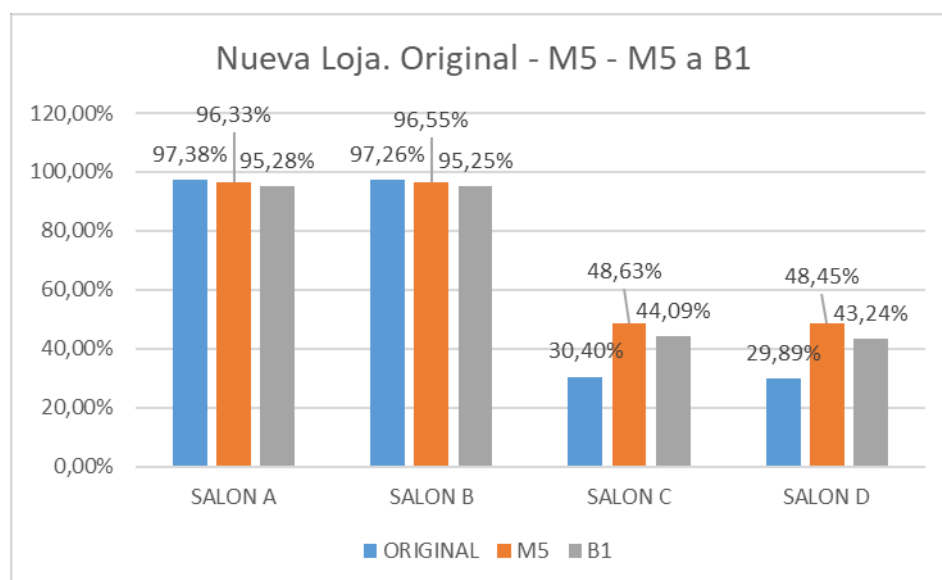


Ilustración 100. Comparativa entre situación original de la vivienda y mejora 5, porcentajes dentro de los rangos de confort, en la situación climática actual y proyectada a 2050. Nueva Loja.

Las ilustraciones 98 y 99, muestran los resultados del comportamiento de la vivienda luego de aplicar la mejora, en la situación climática actual y proyectada a 2050 respectivamente.



Al revisar la comparativa entre la situación original y los porcentajes de la vivienda con la mejora en el escenario climático actual M5 y proyectado B1, dispuestos en la ilustración 100, se observa que la solución de cámara ventilada entre la cubierta y falso techo de la vivienda resulta favorable para la zona climática de la ciudad de Nueva Loja, Af, a pesar de que las zonas en planta baja disminuyen en 1% del tiempo dentro del rango de confort, la mejora se encuentra en planta alta, con un incremento de 18% del tiempo en el que los espacios cuentan con un temperatura entre 20°C y 25°C, alcanzando más del 48% del tiempo dentro de dichos rangos, frente a un 30% de la vivienda con el planteamiento original. Por ello, al realizar la simulación con un escenario proyectado al 2050, se evidencia un incremento en la temperatura, sin embargo, se observa que la solución mantiene a las unidades de vivienda de planta alta por sobre el 43% de horas dentro de los rangos de confort.

#### Medida 5. Aw, Esmeraldas.

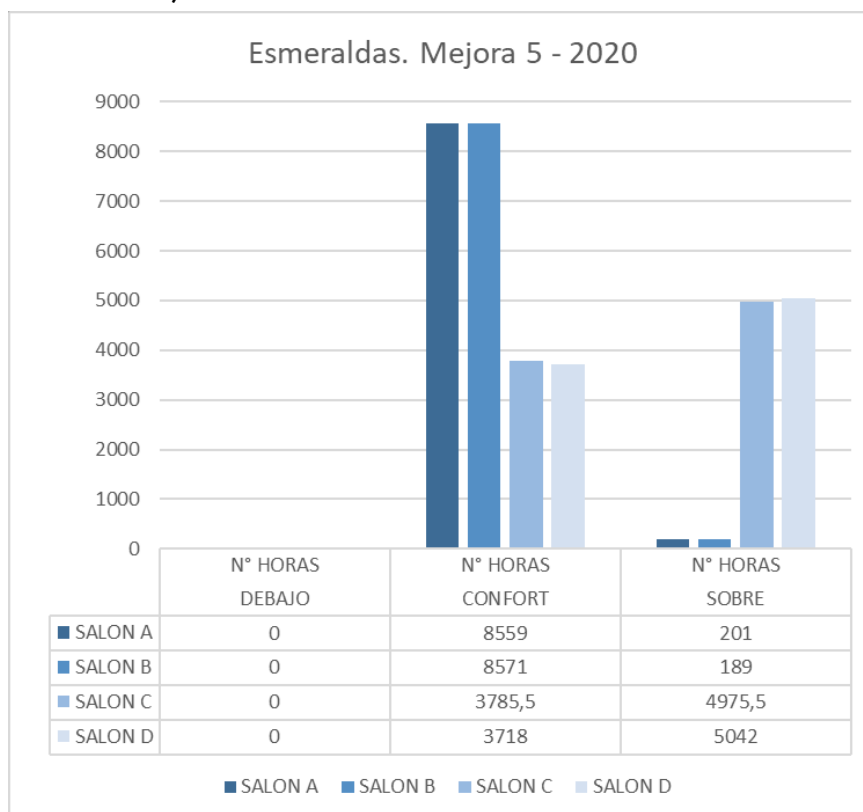


Ilustración 101. Cantidad de horas debajo, dentro y sobre los rangos de confort. Esmeraldas. Mejora 5, escenario climático actual.

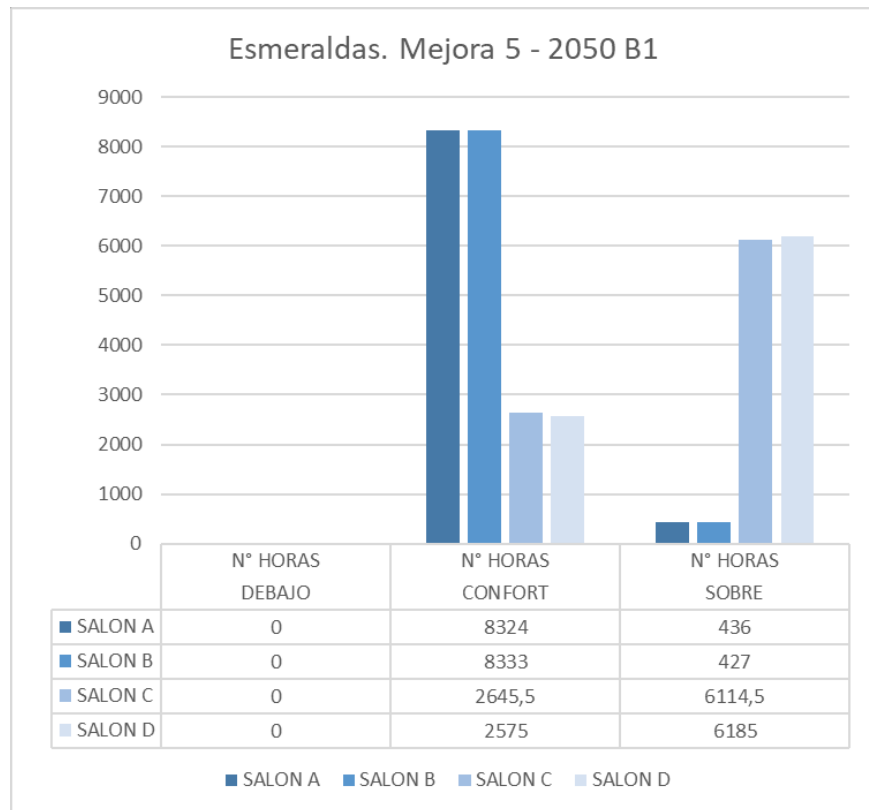


Ilustración 102. Cantidad de horas debajo, dentro y sobre los rangos de confort. Esmeraldas. Mejora 5, escenario climático proyectado a 2050.

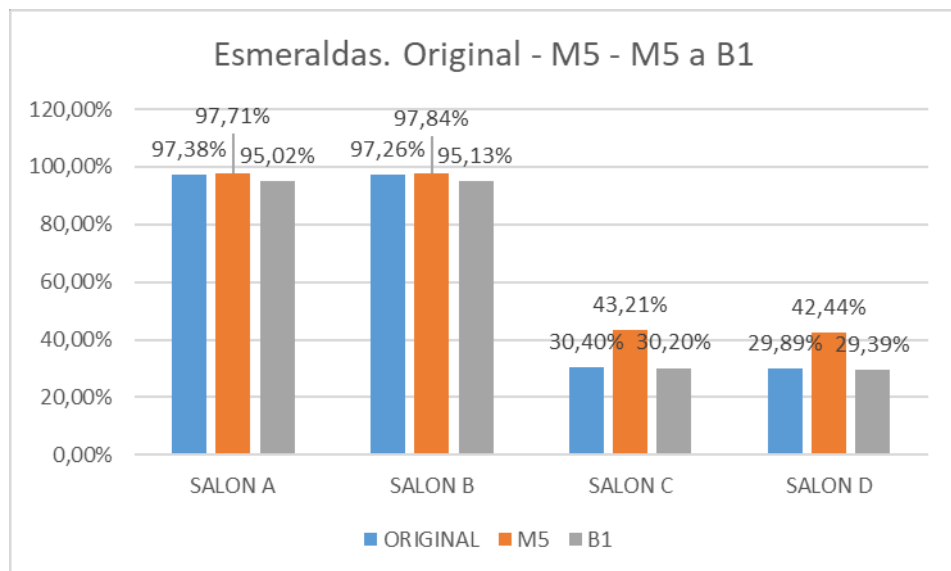


Ilustración 103. Comparativa entre situación original de la vivienda y mejora 5, porcentajes dentro de los rangos de confort, en la situación climática actual y proyectada a 2050. Esmeraldas.

Las ilustraciones 101 y 102, muestran los resultados del comportamiento de la vivienda luego de aplicar la mejora, en la situación climática actual y proyectada a 2050 respectivamente.

Se observa en la gráfica comparativa de la ilustración 103 que la solución de cámara ventilada entre la cubierta y falso techo de la vivienda resulta favorable para la zona climática de la ciudad de Esmeraldas, Aw, a pesar de que las zonas en planta baja mantienen casi los mismos porcentajes de confort que en la vivienda en estado original, la mejora se encuentra en planta alta, con un incremento de 13% del tiempo en el que los espacios cuentan con un temperatura entre 20°C y 25°C, alcanzando más del 42% del tiempo dentro de dichos rangos, frente a un 30% de la vivienda con el planteamiento original. Por ello, al realizar la simulación con un escenario proyectado al 2050, si bien es evidente que la temperatura en general se incrementa, se evidencia que la solución mantiene a las unidades de vivienda de planta alta por sobre el 30% de horas dentro de los rangos de confort.

PORTOVIEJO	ESCEN.	A 2050		
ESPACIO	ACTUAL	B1	M5	B1
SALON A	96,13%	89,25%	98,16%	91,75%
SALON B	96,28%	88,81%	98,44%	91,52%
SALON C	24,29%	9,32%	40,86%	15,50%
SALON D	23,93%	8,85%	40,22%	15,13%
NUEVA LOJA	ESCEN.	A 2050		
ESPACIO	ACTUAL	B1	M5	B1
SALON A	97,38%	94,66%	96,33%	95,28%
SALON B	97,26%	94,75%	96,55%	95,25%
SALON C	30,40%	28,17%	48,63%	44,09%
SALON D	29,89%	27,63%	48,45%	43,24%
ESMERALDAS	ESCEN.	A 2050		
ESPACIO	ACTUAL	B1	M5	B1
SALON A	97,38%	94,74%	97,71%	95,02%
SALON B	97,26%	94,65%	97,84%	95,13%
SALON C	30,40%	21,90%	43,21%	30,20%
SALON D	29,89%	21,28%	42,44%	29,39%

Tabla 11. Comparación de los porcentajes dentro del rango de confort de la vivienda original y la propuesta de mejora M5 en la situación climática actual y proyectada B1 a 2050.

Tal como se describe en la tabla 11, todas las localidades presentan mejoría en la situación climática actual respecto de la vivienda original. Así, la localidad más favorecida con esta medida corresponde a Nueva Loja, misma que aún con la proyección al cambio climático en 2050, presenta un resultado similar respecto a la situación actual. Mientras que Esmeraldas, al aplicar la mejora y con una proyección al 2050, tiene

resultados similares a los de la vivienda original en la situación climática actual.

Por otro lado, en Portoviejo se evidencia la situación más crítica, si bien el porcentaje dentro de los rangos de confort se incrementa en 16 puntos en el escenario climático actual, al comparar el desempeño de la vivienda mejorada en la proyección a 2050, la diferencia con el edificio original es de 6 puntos aproximadamente.

**Medida 6 (M6). Elevación de cubierta con cámara de aire de 50cm + voladizos en ventanas.**

Esta medida corresponde a una combinación entre la medida 5 y la colocación de voladizos de 50cm sobre cada una de las ventanas del bloque, cuya longitud es igual a la de cada ventana y se disponen inmediatamente sobre el borde superior de las mismas, el tamaño del voladizo está definido en función de la variación del ángulo del sol y de la sombra que proyecta el mismo sobre las ventanas. Esta propuesta se ha estudiado en las zonas climáticas Bsh, Af y Aw (Portoviejo, Nueva Loja y Esmeraldas), por ser las regiones de temperaturas más elevadas, consideración acorde al ejercicio realizado en la alternativa 5. La decisión de revisar el desempeño de la vivienda con la implementación del uso de voladizos cuya finalidad es disminuir la incidencia directa del sol que ingresa por los cristales, se basa en las recomendaciones que establecen medidas de control solar para reducir las ganancias de calor. De tal manera que, al revisar el desempeño del edificio con la aplicación de la medida 5, se decidió simularlo agregando esta propuesta.

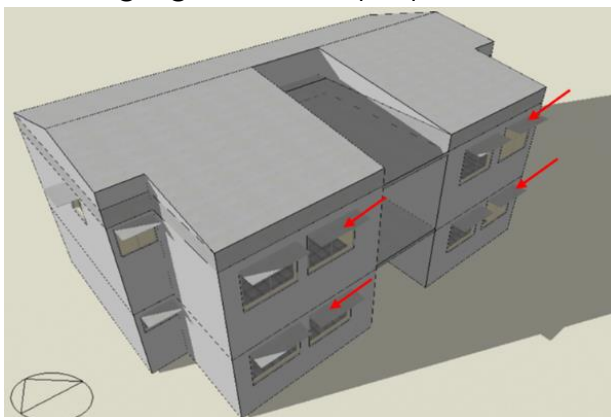


Ilustración 104. Perspectiva de la vivienda con cámara de aire y voladizos sobre las ventanas. Fuente: elaboración propia mediante programa DesignBuilder.

## Medida 6. Bsh, Portoviejo.

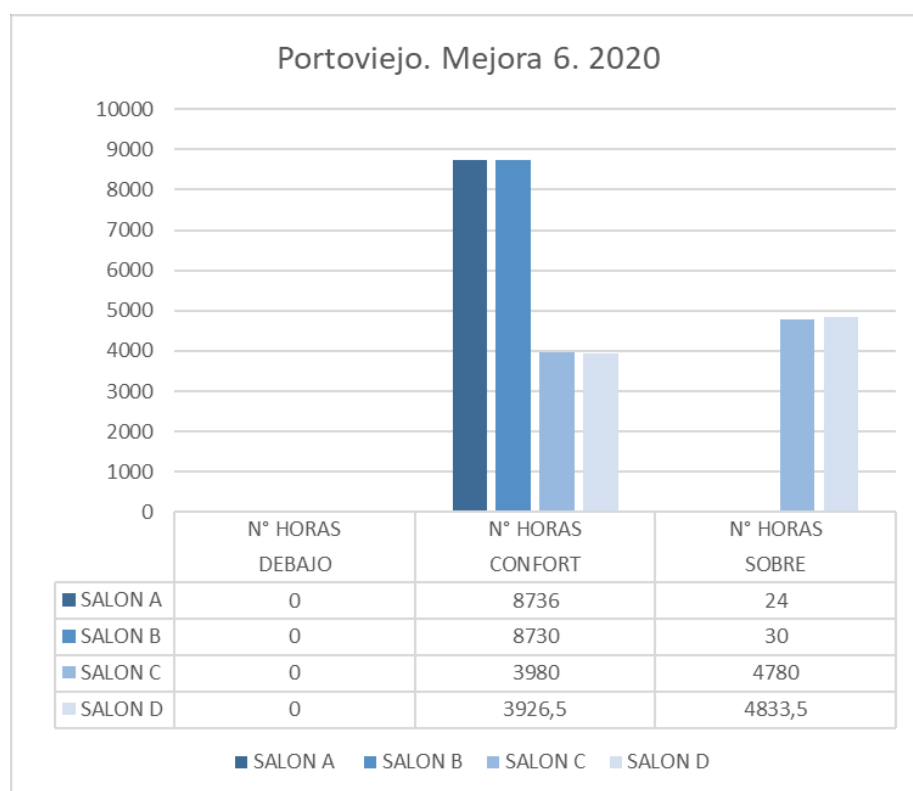


Ilustración 105. Cantidad de horas debajo, dentro y sobre los rangos de confort. Portoviejo. Mejora 6, escenario climático actual.

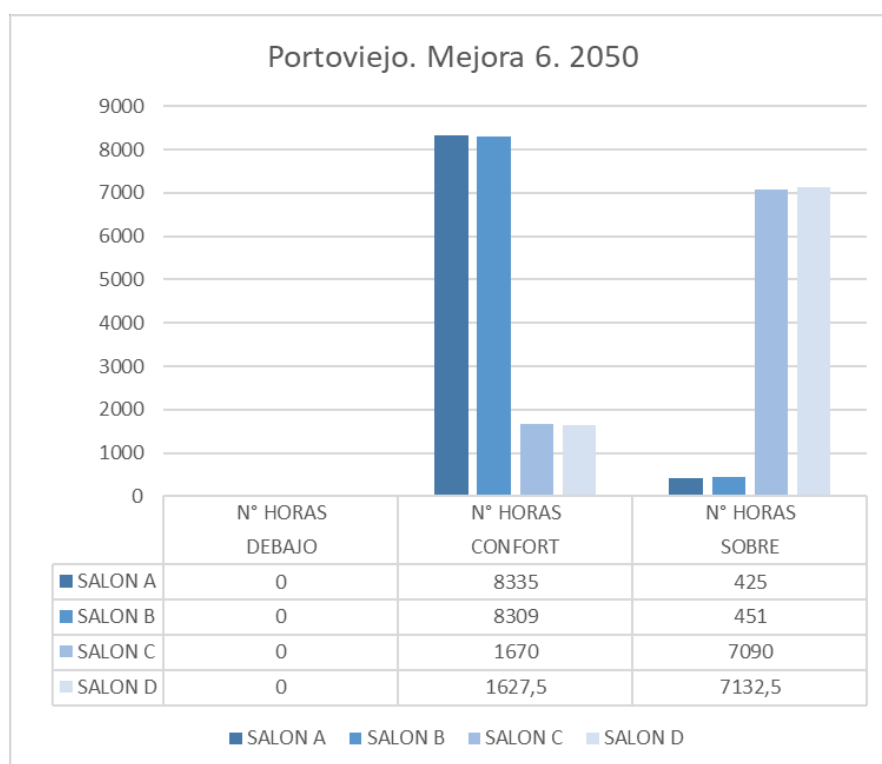


Ilustración 106. Cantidad de horas debajo, dentro y sobre los rangos de confort. Portoviejo. Mejora 6, escenario climático proyectado a 2050.

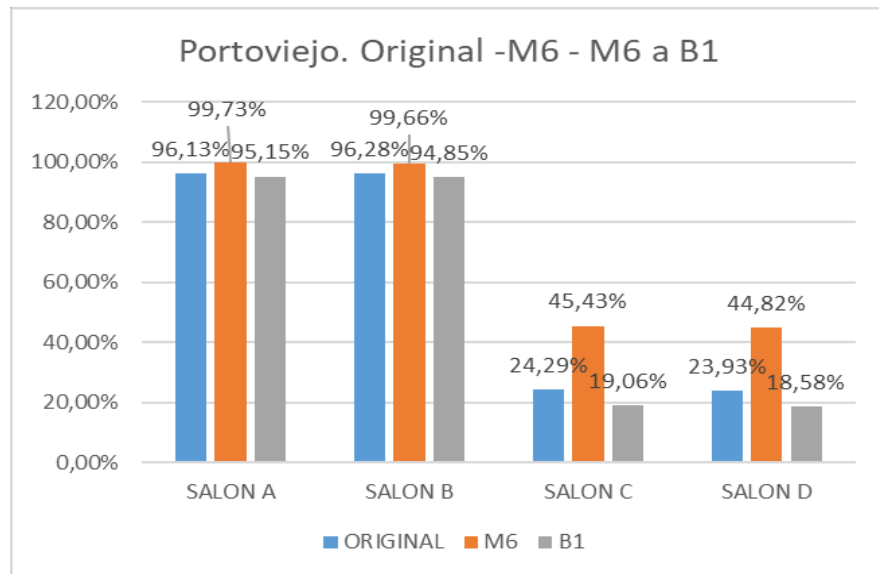


Ilustración 107. Comparativa entre situación original de la vivienda y mejora 6, porcentajes dentro de los rangos de confort, en la situación climática actual y proyectada a 2050. Portoviejo.

Las ilustraciones 105 y 106, muestran los resultados del comportamiento de la vivienda luego de aplicar la mejora, en la situación climática actual y proyectada a 2050 respectivamente.

Al establecer una comparación entre los porcentajes dentro del rango entre la vivienda original, la vivienda luego de aplicar la medida M6 y con la medida y proyectada a la situación B1 en 2050, descritos en la ilustración 107, se evidencia que la combinación de estas medidas favorece al confort interno de la vivienda ubicada en la zona climática Bsh, ciudad de Portoviejo, representado con cerca de 100% en los salones A y B, frente a un 45% para C y D, es decir, el doble de lo que respecta al confort de la vivienda en condiciones originales. Al realizar la proyección a 2050, se observa que el aumento de temperatura perjudica el confort especialmente en planta alta, puesto que el tiempo en el que las viviendas C y D se encuentran dentro de los rangos de confort disminuye al 19,06% y 18,58% respectivamente.

## Medida 6. Af, Nueva Loja.

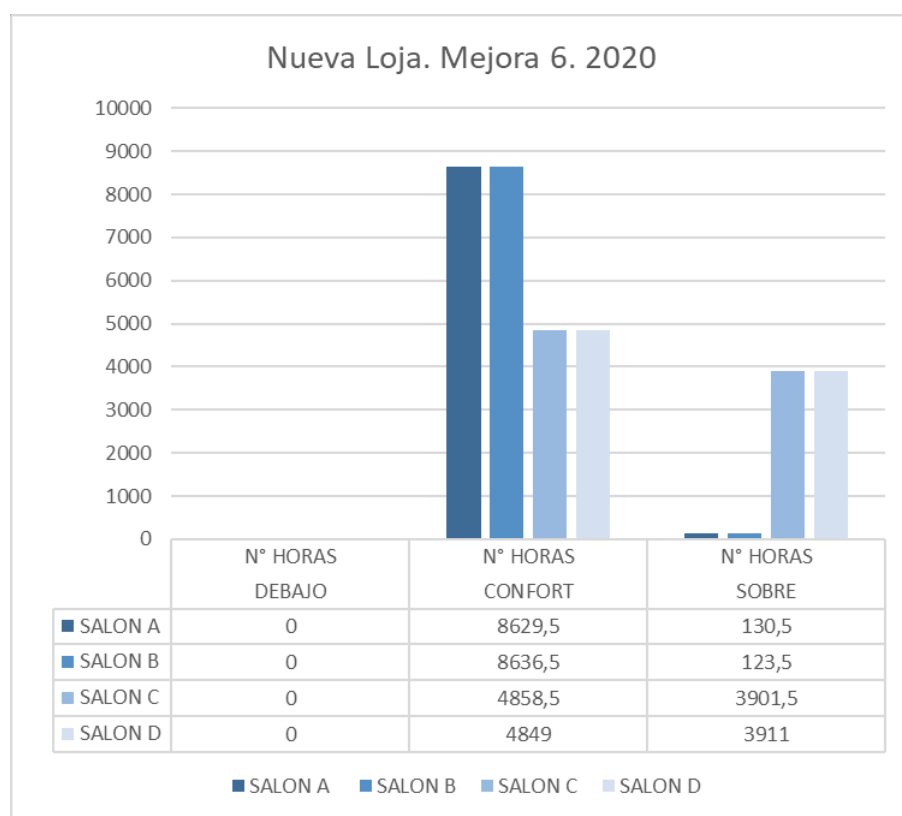


Ilustración 108. Cantidad de horas debajo, dentro y sobre los rangos de confort. Nueva Loja. Mejora 6, escenario climático actual.

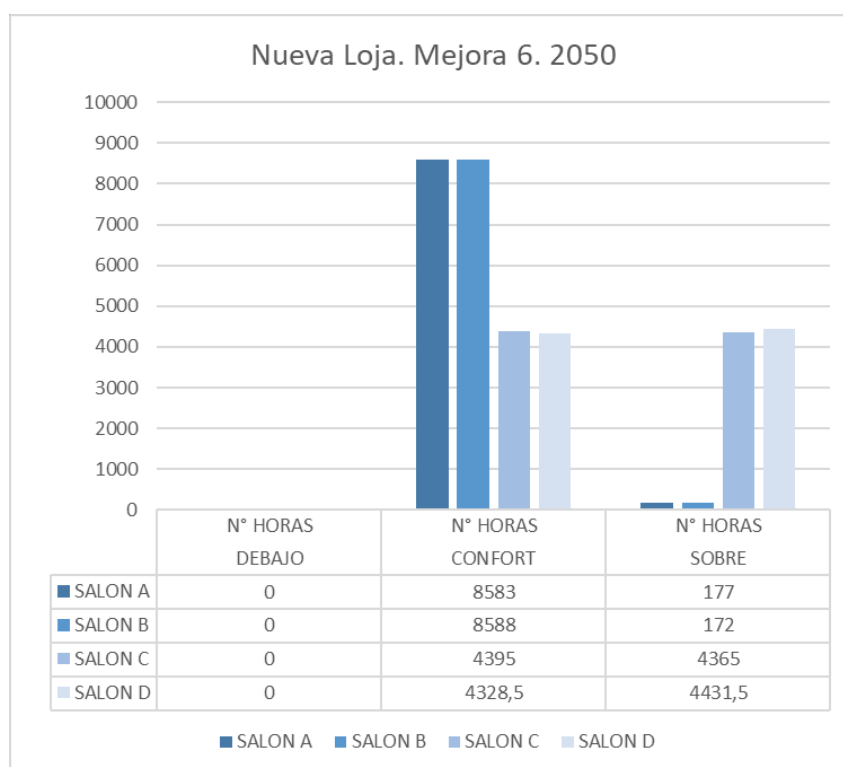


Ilustración 109. Cantidad de horas debajo, dentro y sobre los rangos de confort. Nueva Loja. Mejora 6, escenario climático proyectado a 2050.

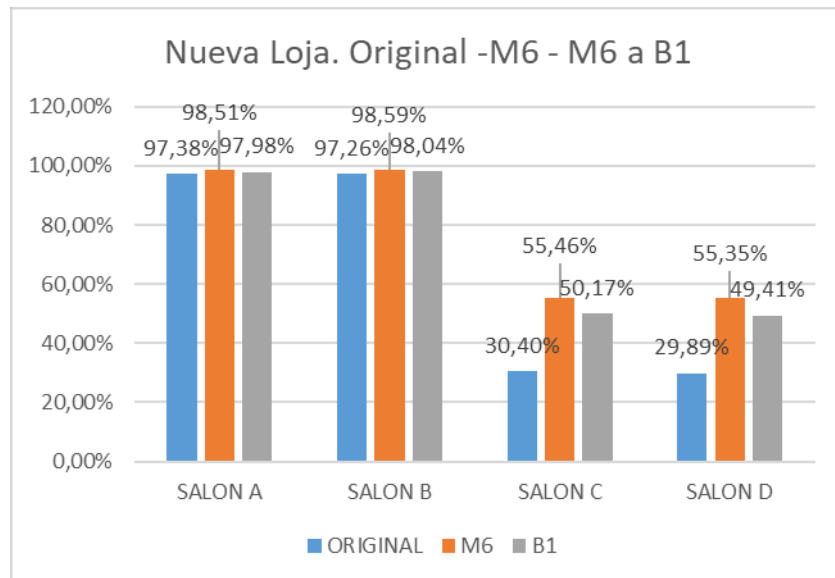


Ilustración 110. Comparativa entre situación original de la vivienda y mejora 6, porcentajes dentro de los rangos de confort en la situación climática actual y proyectada a 2050. Nueva Loja.

Las ilustraciones 108 y 109, muestran los resultados del comportamiento de la vivienda luego de aplicar la mejora, en la situación climática actual y proyectada a 2050 respectivamente.

Al establecer una comparación entre los porcentajes dentro del rango entre la vivienda original, la vivienda luego de aplicar la medida M6 y con la medida y proyectada a la situación B1 en 2050, descritos en la ilustración 110, se evidencia que la combinación de estas medidas favorece al confort interno de la vivienda ubicada en la zona climática Af, Nueva Loja, representado con un 98,5% en los salones A y B, frente a un 55% para C y D, es decir, 25 puntos más de lo que respecta al confort de la vivienda en condiciones originales. Al realizar la proyección a 2050, se observa que el aumento de temperatura perjudica el confort especialmente en planta alta, puesto que el tiempo en el que las viviendas C y D se encuentran dentro de los rangos de confort disminuye en 5%, es decir, el comportamiento de las viviendas en esta zona tendrá una variación climática en menor magnitud comparado con las zonas Bsh.



**Medida 6. Aw, Esmeraldas.**

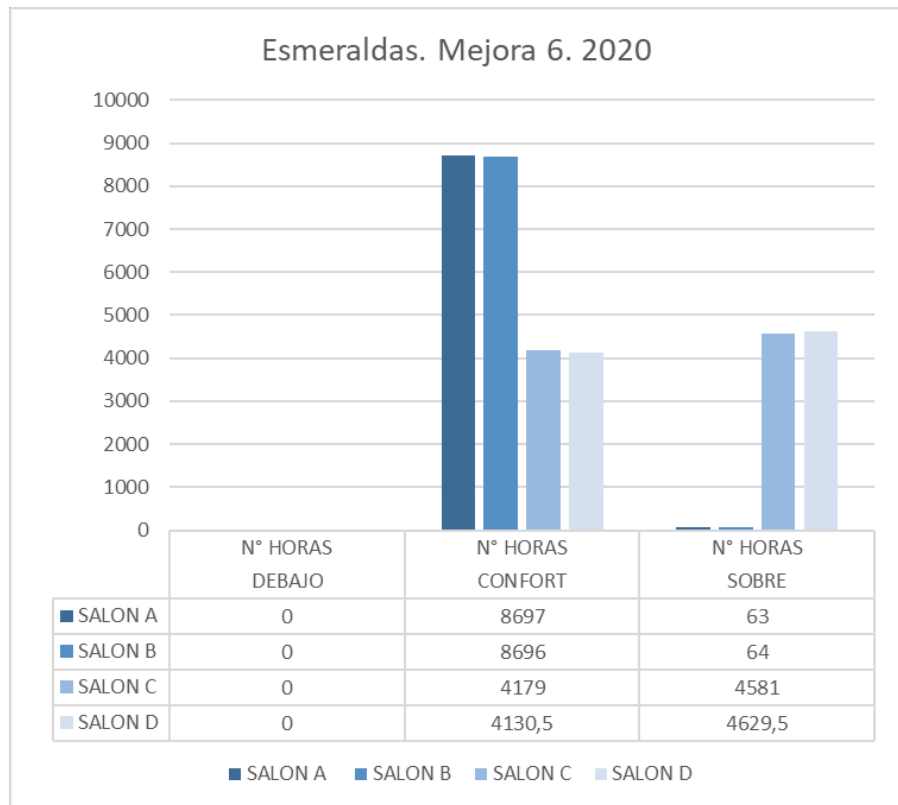


Ilustración 111. Cantidad de horas debajo, dentro y sobre los rangos de confort. Esmeraldas. Mejora 6, escenario climático actual.

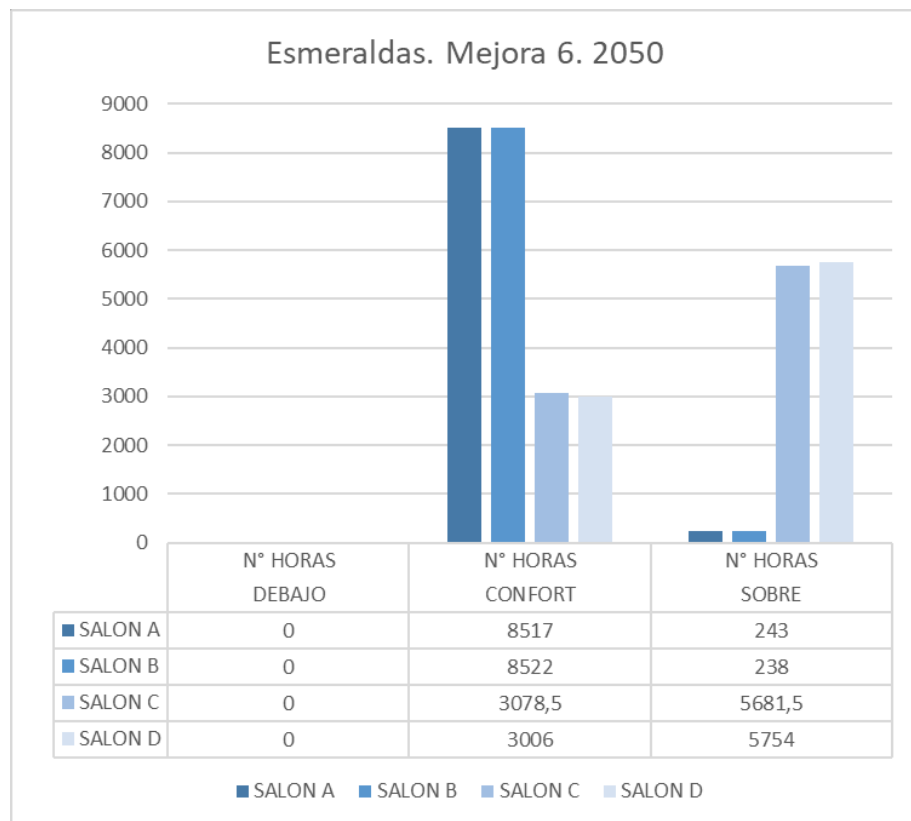


Ilustración 112. Cantidad de horas debajo, dentro y sobre los rangos de confort. Esmeraldas. Mejora 6, escenario climático proyectado a 2050.

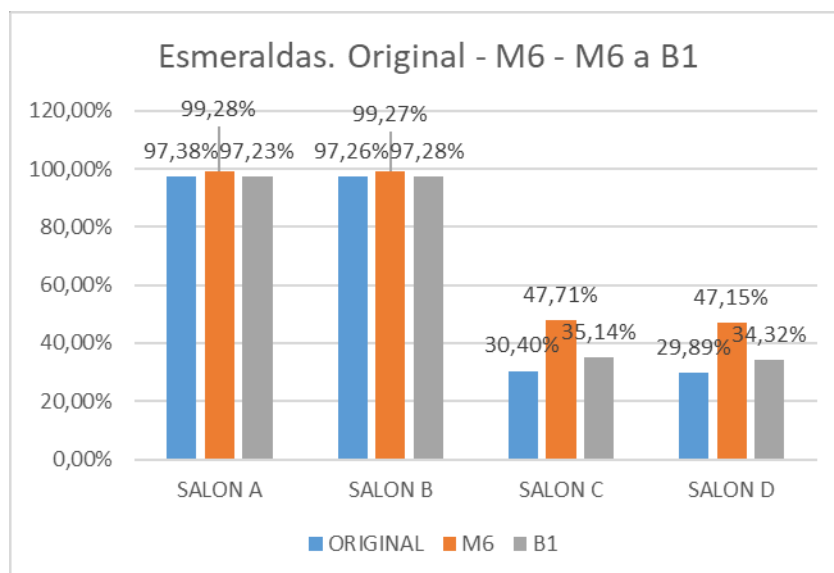


Ilustración 113. Comparativa entre situación original de la vivienda y mejora 6, porcentajes dentro de los rangos de confort en la situación climática actual y proyectada a 2050. Esmeraldas.

Las ilustraciones 111 y 112, muestran los resultados del comportamiento de la vivienda luego de aplicar la mejora, en la situación climática actual y proyectada a 2050 respectivamente.

Al establecer una comparación entre los porcentajes dentro del rango entre la vivienda original, la vivienda luego de aplicar la medida M6 y con la medida y proyectada a la situación B1 en 2050, descritos en la ilustración 113, Se evidencia que la combinación de estas medidas favorece al confort interno de la vivienda ubicada en la zona climática Af, Nueva Loja, representado con un 99,2% en los salones A y B, frente a un 47% para C y D, es decir, 27 puntos más de lo que respecta al confort de la vivienda en condiciones originales. Al realizar la proyección a 2050, se observa que el aumento de temperatura perjudica el confort especialmente en planta alta, puesto que el tiempo en el que las viviendas C y D se encuentran dentro de los rangos de confort disminuye en 12%, es decir, el comportamiento de las viviendas en esta zona tendrá una variación climática en menor magnitud comparado con las zonas Bsh y mayor en función de las zonas Af.

PORTOVIEJO				
ESPACIO	ESCEN.	A 2050	MEDIDA 6	
	ACTUAL	B1	M6	B1
SALON A	96,13%	89,25%	<b>99,73%</b>	95,15%
SALON B	96,28%	88,81%	<b>99,66%</b>	94,85%
SALON C	24,29%	9,32%	<b>45,43%</b>	19,06%
SALON D	23,93%	8,85%	<b>44,82%</b>	18,58%
NUEVA LOJA				
ESPACIO	ESCEN.	A 2050	MEDIDA 6	
	ACTUAL	B1	M6	B1
SALON A	97,38%	94,66%	<b>98,51%</b>	97,98%
SALON B	97,26%	94,75%	<b>98,59%</b>	98,04%
SALON C	30,40%	28,17%	<b>55,46%</b>	50,17%
SALON D	29,89%	27,63%	<b>55,35%</b>	49,41%
ESMERALDAS				
ESPACIO	ESCEN.	A 2050	MEDIDA 6	
	ACTUAL	B1	M6	B1
SALON A	97,38%	94,74%	<b>99,28%</b>	97,23%
SALON B	97,26%	94,65%	<b>99,27%</b>	97,28%
SALON C	30,40%	21,90%	<b>47,71%</b>	35,14%
SALON D	29,89%	21,28%	<b>47,15%</b>	34,32%

Tabla 12. Comparación de los porcentajes dentro del rango de confort de la vivienda original y la propuesta de mejora M6 en la situación climática actual y proyectada B1 a 2050.

Al observar la tabla 12, se evidencia que la medida resulta favorable para las estancias en planta baja de las tres localidades, quienes se disponen cerca del 100% dentro de los rangos de confort, mientras que en planta alta destaca Nueva Loja con 55%, luego Esmeraldas y Portoviejo con 47% y 45% respectivamente, considerados en la situación climática actual. Por otro lado, se observa que la proyección al cambio climático en 2050 afecta en menor medida a Nueva Loja, mientras que en Esmeraldas el porcentaje de confort se reduce en 12 puntos, manteniéndose siempre por encima de los 21% que se presentarían en la vivienda original.

Se evidencia que aún con esta medida, la ciudad de Portoviejo sigue manteniendo la situación más crítica, por lo que sería oportuno simular la vivienda con otra combinación de mejoras.

**Medida 7 (M7). Elevación de cubierta con cámara de aire de 50cm + voladizos en ventanas + vidrio bajo emisivo.**

Con los análisis en las mejores indicadas previamente, se evidencia que la zona Bsh, representada por la ciudad de Portoviejo, es la que cuenta con las temperaturas más altas y por tanto el mayor problema respecto al confort interno en el bloque habitacional estudiado, problema que se incrementa al realizar la simulación del desempeño de la vivienda en la situación proyectada a 2050. Como alternativa 7 se propone la combinación de las dos medidas anteriores (5 y 6) más un voladizo de 60cm en todo el perímetro de la cubierta y el reemplazo de los cristales de las ventanas por vidrios bajo emisivos, ambas alternativas siguen la recomendación de tener un mayor control solar y evitar las ganancias de calor provocadas por la irradiación directa del sol.



Ilustración 114. Perspectiva de la vivienda con cámara de aire, voladizos sobre las ventanas, extensión de cubierta y vidrios bajo emisivos. Fuente: elaboración propia mediante programa DesignBuilder.

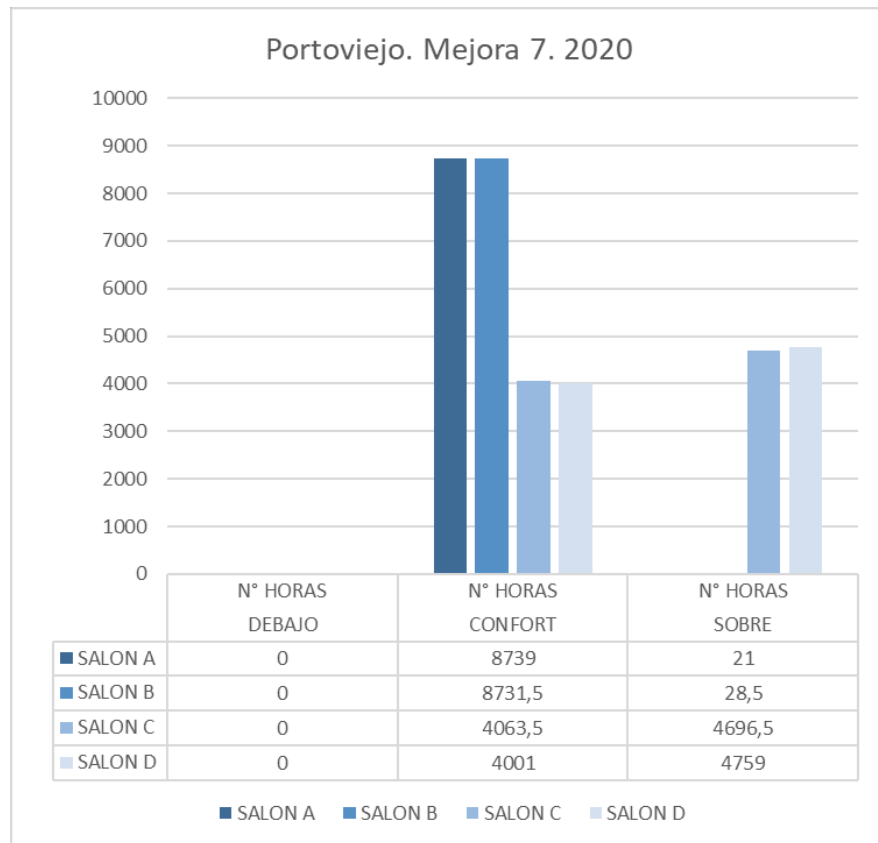


Ilustración 115. Cantidad de horas debajo, dentro y sobre los rangos de confort. Portoviejo. Mejora 7, escenario climático actual.

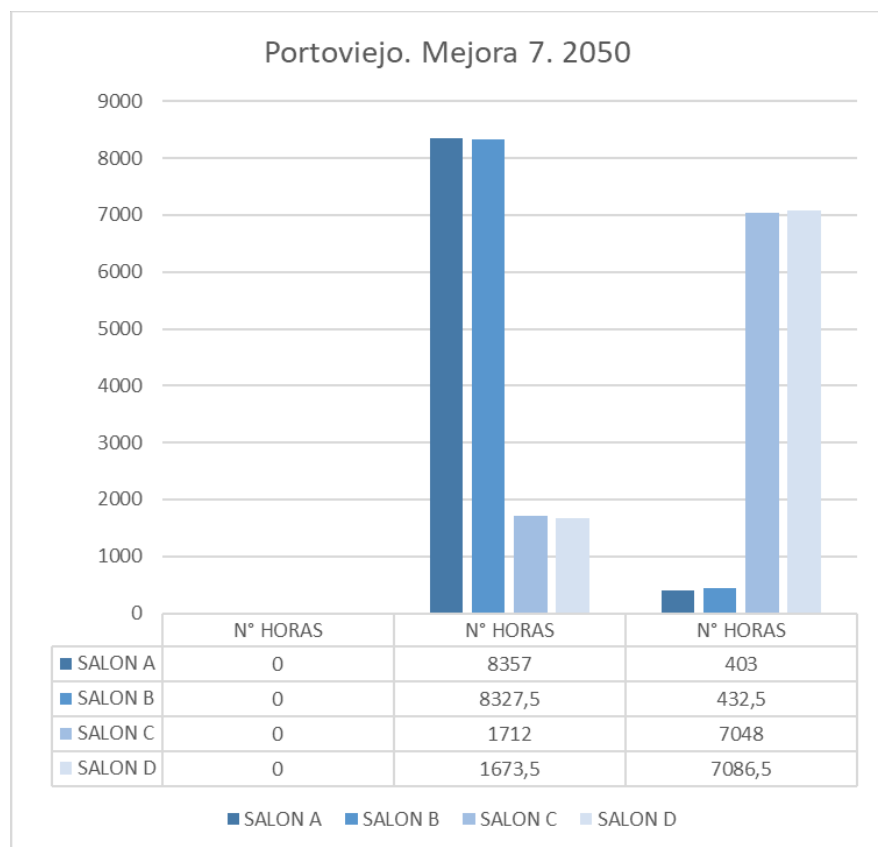


Ilustración 116. Cantidad de horas debajo, dentro y sobre los rangos de confort. Portoviejo. Mejora 7, escenario climático proyectado a 2050.

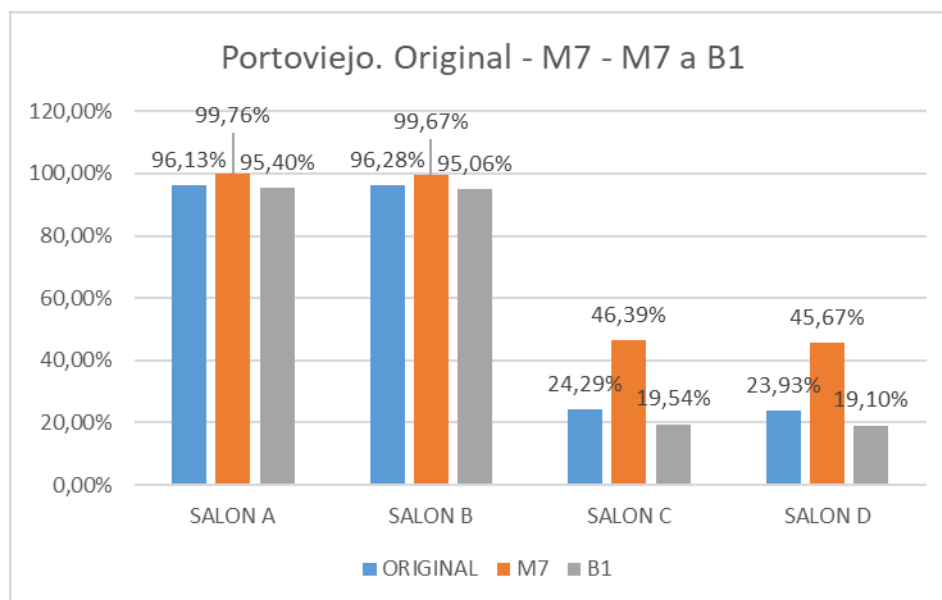


Ilustración 117. Comparativa entre situación original de la vivienda y mejora 7, porcentajes dentro de los rangos de confort en la situación climática actual y proyectada a 2050. Portoviejo.

PORTOVIEJO	ESCEN.	A 2050	MEDIDA 7	
ESPACIO	ACTUAL	B1	M7	B1
SALON A	96,13%	89,25%	99,76%	95,40%
SALON B	96,28%	88,81%	99,67%	95,06%
SALON C	24,29%	9,32%	46,39%	19,54%
SALON D	23,93%	8,85%	45,67%	19,10%

Tabla 13. Comparación de los porcentajes dentro del rango de confort de la vivienda original y la propuesta de mejora M7 en la situación climática actual y proyectada B1 a 2050.

Las ilustraciones 115 y 116, muestran los resultados del comportamiento de la vivienda luego de aplicar la mejora, en la situación climática actual y proyectada a 2050 respectivamente.

Tal como describe la ilustración 117 y la tabla 13, se evidencia que la combinación de estas medidas favorece al confort interno de la vivienda ubicada en la zona climática Bsh, ciudad de Portoviejo, representado con cerca de 100% en los salones A y B, frente a un 45% para C y D, es decir, el doble de lo que respecta al confort de la vivienda en condiciones originales para la situación climática actual. Al realizar la proyección a 2050, se observa que el aumento de temperatura perjudica el confort especialmente en planta alta, puesto que el tiempo en el que las viviendas C y D se encuentran dentro de los rangos de confort disminuye al 19,54% y 19,10% respectivamente, lo

que significa menos de 1% respecto a los resultados de la medida de mejora 6, sin embargo se mantiene 10 puntos por encima del porcentaje que presentaría la vivienda original en la situación climática B1 a 2050.

QUITO	SITUACIÓN ORIGINAL		MEDIDAS DE MEJORA										
	ESCEN.	A 2050	M1	M2	M3	M4		M5		M6		M7	
ESPACIO	ACTUAL	B1	ACTUAL	ACTUAL	ACTUAL	ACTUAL	B1	ACTUAL	B1	ACTUAL	B1	ACTUAL	B1
SALON A	11,73%	17,65%	10,99%	-	-	18,51%	27,66%	-	-	-	-	-	-
SALON B	11,70%	17,79%	10,94%	-	-	19,10%	28,69%	-	-	-	-	-	-
SALON C	31,37%	38,59%	25,80%	-	-	47,91%	54,55%	-	-	-	-	-	-
SALON D	31,39%	38,93%	25,80%	-	-	48,51%	55,66%	-	-	-	-	-	-
PORTOVIEJO	ESCEN.	A 2050	M1	M2	M3	M4		M5		M6		M7	
ESPACIO	ACTUAL	B1	ACTUAL	ACTUAL	ACTUAL	ACTUAL	B1	ACTUAL	B1	ACTUAL	B1	ACTUAL	B1
SALON A	96,13%	89,25%	96,83%	98,14%	95,75%	96,34%	-	98,16%	91,75%	99,73%	95,15%	99,76%	95,40%
SALON B	96,28%	88,81%	97,01%	98,06%	95,90%	96,48%	-	98,44%	91,52%	99,66%	94,85%	99,67%	95,06%
SALON C	24,29%	9,32%	25,06%	27,13%	23,92%	25,05%	-	40,86%	15,50%	45,43%	19,06%	46,39%	19,54%
SALON D	23,93%	8,85%	24,69%	26,68%	23,54%	24,61%	-	40,22%	15,13%	44,82%	18,58%	45,67%	19,10%
NUEVA LOJA	ESCEN.	A 2050	M1	M2	M3	M4		M5		M6		M7	
ESPACIO	ACTUAL	B1	ACTUAL	ACTUAL	ACTUAL	ACTUAL	B1	ACTUAL	B1	ACTUAL	B1	ACTUAL	B1
SALON A	97,38%	94,66%	97,70%	98,36%	-	-	-	96,33%	95,28%	98,51%	97,98%	-	-
SALON B	97,26%	94,75%	97,59%	98,28%	-	-	-	96,55%	95,25%	98,59%	98,04%	-	-
SALON C	30,40%	28,17%	30,90%	33,20%	-	-	-	48,63%	44,09%	55,46%	50,17%	-	-
SALON D	29,89%	27,63%	30,42%	32,68%	-	-	-	48,45%	43,24%	55,35%	49,41%	-	-
ESMERALDAS	ESCEN.	A 2050	M1	M2	M3	M4		M5		M6		M7	
ESPACIO	ACTUAL	B1	ACTUAL	ACTUAL	ACTUAL	ACTUAL	B1	ACTUAL	B1	ACTUAL	B1	ACTUAL	B1
SALON A	97,38%	94,74%	97,70%	89,82%	-	-	-	97,71%	95,02%	99,28%	97,23%	-	-
SALON B	97,26%	94,65%	97,59%	89,70%	-	-	-	97,84%	95,13%	99,27%	97,28%	-	-
SALON C	30,40%	21,90%	30,90%	17,80%	-	-	-	43,21%	30,20%	47,71%	35,14%	-	-
SALON D	29,89%	21,28%	30,42%	17,25%	-	-	-	42,44%	29,39%	47,15%	34,32%	-	-

Tabla 14. Comparación de cada alternativa de mejora con la situación actual de la vivienda en cada localidad. Situación climática actual y proyectada.

Como describe la tabla 14, la medida que resulta más favorable para la localidad de Quito Cfb, corresponde a la medida 4 M4, que permitió incrementar 16 puntos en la situación climática actual y 29 en la proyectada a 2050.

Por otro lado, se observa que la medida combinada M6 es la más favorable tanto para Nueva Loja como Esmeraldas y en menor proporción a Portoviejo, pues esta última presenta la situación más crítica al disponer temperaturas elevadas. Se ha descartado la alternativa M7, puesto que su mejora es casi imperceptible al representar menos del 1% de mayor confort en relación a la M6.

### Por clima:

- Ecuador, por su situación geográfica dispone de una variedad considerable de climas, sin embargo, la mayor cantidad de la población del país se dispone en las zonas climáticas Cfb, Bsh, Af y Aw, siendo éstas las que presentan la

mayor densidad de viviendas sociales y las únicas en donde se aplican el programa “Casa para Todos”.

#### **Desempeño estado actual:**

- El modelo habitacional se adapta en mejor proporción a la zona Cfb, correspondiente a la ciudad de Quito, por presentar menor variación de temperatura a lo largo del año, sin embargo, los porcentajes correspondientes a las horas dentro del rango de confort se mantienen por debajo del 50%.
- El cambio climático favorece a las viviendas de las zonas Cfb, puesto que, al subir la temperatura, se incrementa el número de horas en que el interior de la vivienda se dispone dentro del rango de confort.
- La proyección a 2050 indica que las viviendas en las zonas Bsh, Aw y Af serían las más perjudicadas, al promediar tan solo un 10% de horas dentro de los rangos de confort para las dos unidades de viviendas de la planta alta bajo las condiciones originales.

#### **Estrategias de mejora:**

- Los bloques de vivienda pueden mejorar con respecto al confort interno si se realizan cambios en su sistema constructivo con variantes según cada zona de implantación, si bien, los resultados no son óptimos, se evidencia una mejora aceptable en cada caso, siendo la situación más crítica la zona climática Bsh, estudiada con la ciudad de Portoviejo.

#### **Alternativas para la optimización:**

- La propuesta de mejora que tiene resultados apreciables en las zonas Bsh, Af y Aw corresponde a la medida 6, elevación de la cubierta y generación de una cámara ventilada, en conjunto con la disposición de voladizos en las ventanas, puesto que se evita el contacto de la cubierta que recepta la radiación solar directa, con el espacio habitable. Así como los voladizos en las ventanas también disminuyen el paso de la radiación directa hasta el interior de la vivienda.
- La vivienda de la zona Cfb, se ve favorecida con la medida de mejora 3, correspondiente al aislamiento en muros exteriores.



- Se observa que el comportamiento de las viviendas en planta baja tiene resultados aceptables en las condiciones originales de la vivienda, y que, luego de comprobar los resultados al aplicar cada una de las alternativas de mejora, los valores se mantienen muy similares, por lo que se recomienda actuar solamente en la planta alta del bloque para resultados más óptimos.

**Respuesta del prototipo de vivienda:**

- El prototipo de vivienda implantado por el programa “Casa para Todos” resulta poco eficiente en cuanto al confort térmico, esto se debe a que tiene un sistema constructivo básico y único para todas las regiones, en el cual no se han considerado orientaciones, vientos predominantes, ni demás condicionantes de diseño.
- Se recomienda elegir prototipos de vivienda adaptados a cada zona climática, tomando en cuenta las condicionantes del terreno, de manera que la inversión económica se traduzca en espacios dignos de habitar.

## REFERENCIAS.

1. World Energy Outlook (2016). International Energy Agency. Resumen ejecutivo. [En línea]. Disponible en: [https://www.afec.es/documentos/WEO2016-executive-summary\\_es.pdf](https://www.afec.es/documentos/WEO2016-executive-summary_es.pdf)
2. Asamblea Constituyente (2008). Constitución de la República del Ecuador. [En línea]. Disponible en: [http://www.asambleanacional.gov.ec/documentos/constitucion\\_de\\_bolsillo.pdf](http://www.asambleanacional.gov.ec/documentos/constitucion_de_bolsillo.pdf)
3. Empresa Pública Casa para Todos. [En línea]. Disponible en: <http://www.casaparatodos.gob.ec/>
4. Plan Nacional de Eficiencia Energética 2016-2035 (PLANEE). Ministerio de Electricidad y Energía Renovable. Quito. 2017
5. Maldonado Valle, Omar (2015). La Vivienda Digna, La Vivienda de Interés Social Análisis Comparativo de Programas de Vivienda Social España-Guatemala. [En línea]. Disponible en: <http://hdl.handle.net/10171/39760>
6. Salas, Julián (2002). Latinoamérica: Hambre de Vivienda. [En línea]. Disponible en: <http://revistainvi.uchile.cl/index.php/INVI/article/view/381>
7. Dunowicz, Renée, Hasse, Rodolfo (2005). Diseño y gestión de la vivienda social. [En línea]. Disponible en: <http://revistainvi.uchile.cl/index.php/INVI/article/view/329>
8. Programa de las Naciones Unidas para los Asentamientos Humanos (ONU-HABITAT) (2015). Déficit habitacional en América Latina y el Caribe: una herramienta para el diagnóstico y el desarrollo de políticas efectivas en vivienda y hábitat. [En línea]. Disponible en:

<https://unhabitat.org/sites/default/files/download-manager-files/D%C3%A9ficit%20habitacional.pdf>

9. Chávez, Hernán; Brown, Kenneth; Moyano, Moscoso (2004). Implementación de nuevas tecnologías de construcción en la costa ecuatoriana. [En línea]. Disponible en: <http://www.dspace.espol.edu.ec/xmlui/handle/123456789/10220>

10. Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda. (2015). Programa Nacional de Vivienda Social. [En línea]. Disponible en: <http://www.habitatyvivienda.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2015/04/PROYECTO-PROGRAMA-NACIONAL-DE-VIVIENDA-SOCIAL-9nov-1.pdf>

11. Mazzocco, M. P.; Filippín, C.; Sulaiman, H.; Larsen, S. (2018). Performance energética de una vivienda social en argentina y su rehabilitación basada en simulación térmica. *Ambiente Construído*, Porto Alegre, v. 18, n. 4, p. 215-235. [En línea]. Disponible en: <https://www.scielo.br/pdf/ac/v18n4/1678-8621-ac-18-04-0215.pdf>

12. Espinosa Cancino, Constanza; Cortés Fuentes, Alejandra (2015). Confort higro-térmico en vivienda social y la percepción del habitante. [En línea]. Consultado: [06, mayo, 2020]. Disponible en: [https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0718-83582015000300008&lng=en&tlng=en&SID=E5Bc2n3tOfVExuugr9P](https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0718-83582015000300008&lng=en&tlng=en&SID=E5Bc2n3tOfVExuugr9P)

13. Ciucci, Mateo (2020). Parlamento Europeo. [En línea]. Disponible en:

<https://www.europarl.europa.eu/factsheets/es/sheet/69/la-eficiencia-energetica>

14. Ministerio de Transporte y Obras Públicas. República del Ecuador. [En línea]. Disponible en: <https://www.obraspublicas.gob.ec/norma-ecuatoriana-de-la-construccion-nec-se-ds/>

15. Normal Ecuatoriana de la Construcción. Eficiencia energética en edificaciones residenciales NEC-HS-EE. Quito. (2018).

16. Dávila Newman, Gladys (2016). El razonamiento inductivo y deductivo dentro del proceso investigativo en ciencias experimentales y sociales. Universidad Pedagógica Experimental Libertador. Venezuela.

17. Gobierno de Navarra, 2020. Clasificación climática de Köppen. Meteorología y climatología de Navarra [En línea]. Disponible en: <http://meteo.navarra.es/definiciones/koppen.cfm>

18. Instituto Oceanográfico de la Armada del Ecuador (2012). Capítulo I: Información General de la República del Ecuador. [En línea]. Disponible en: [http://www.inocar.mil.ec/docs/derrotero/derrotero\\_cap\\_1.pdf](http://www.inocar.mil.ec/docs/derrotero/derrotero_cap_1.pdf)

19. MeteoRed (2019). [En línea]. Disponible en: <https://services.meteored.com/img/article/mapa-mundial-actualizado-de-la-clasificacion-climatica-de-koppen-geiger---1.jpg>

20. Efemérides del Ecuador. (2020). [En línea]. Disponible en: <http://www.efemerides.ec/images/ecuador.jpg>

21. Climate data Org (2019). [En línea]. Disponible en: <https://es.climate-data.org/>
22. Ecuador Noticias (2020). [En línea]. Disponible en: <https://ecuadornoticias.com/ecuador-quito/>
23. Academic (2020). [En línea]. Disponible en: <https://esacademic.com/pictures/eswiki/77/Mapa-portoviejo.png>
24. Climate Data Org., (2020). Portoviejo. [En línea]. Disponible en: <https://es.climate-data.org/america-del-sur/ecuador/provincia-de-manabi/portoviejo-2974/>
25. Ecostravel, (2020). Nueva Loja Ecuador. [En línea]. Disponible en: <https://www.ecostravel.com/ecuador/ciudades-destinos/nuevaloja.php>
26. Gobierno Autónomo Descentralizado de Nueva Loja (2020). [En línea]. Disponible en: <https://gadm.org/maps/ECU/sucumbios/lagoagrio/nuevaloja.html>
27. Charpentier A., Tuso L., Guevara P., Cruz M. (s.f). Propuesta de un plan de gestión integral de residuos sólidos urbanos (rsu) para la ciudad de Esmeraldas, Provincia de Esmeraldas, Ecuador mediante un modelo espacial. Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE. Ecuador. [En línea]. Consultado: [15, enero, 2020]. Disponible en: <http://repositorio.espe.edu.ec/xmlui/bitstream/handle/21000/8394/AC-GMA-ESPE-047875.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

28. Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda MIDUVI, (2018). PROYECTO DE VIVIENDA CASA PARA TODOS – CPT. Ecuador.

29. Matute Piedra, María E. y Jarrín Pinos, Mariela A. Familia en cifras - Ecuador 2016. Ediloja. Ecuador.

30. Instituto Nacional de Eficiencia Energética y Energías Renovables (2017). Estrategias para mejorar las condiciones de habitabilidad y el consumo de energía en viviendas. Ecuador.

31. GreenFacts, 2001. Cambio Climático Evaluación 2001. [En línea]. Disponible en: <https://www.greenfacts.org/es/cambio-climatico-ie3/figtableboxes/4.htm>

32. Hiansa Panel Ecuador (2020). [En línea]. Disponible en: <http://www.hiansapanel.ec/>

33. Ecuavit Ecuador (2020). [En línea]. Disponible en: <https://www.ecuavit.com/web/wp-content/uploads/2016/10/text1.jpg>

## 2. ANEXOS.

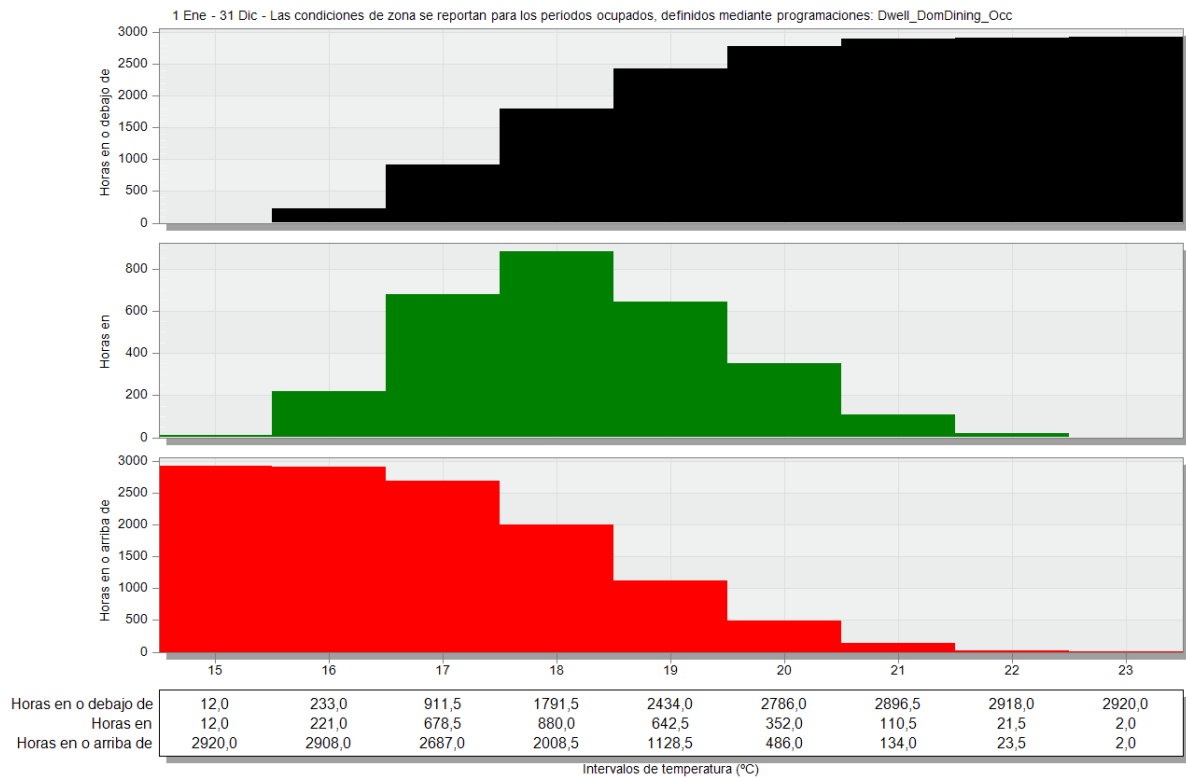


Ilustración 118. Quito. Distribución de la temperatura interna en espacio Sala-Comedor A. Resultados obtenidos por la autora mediante simulación en DesignBuilder.

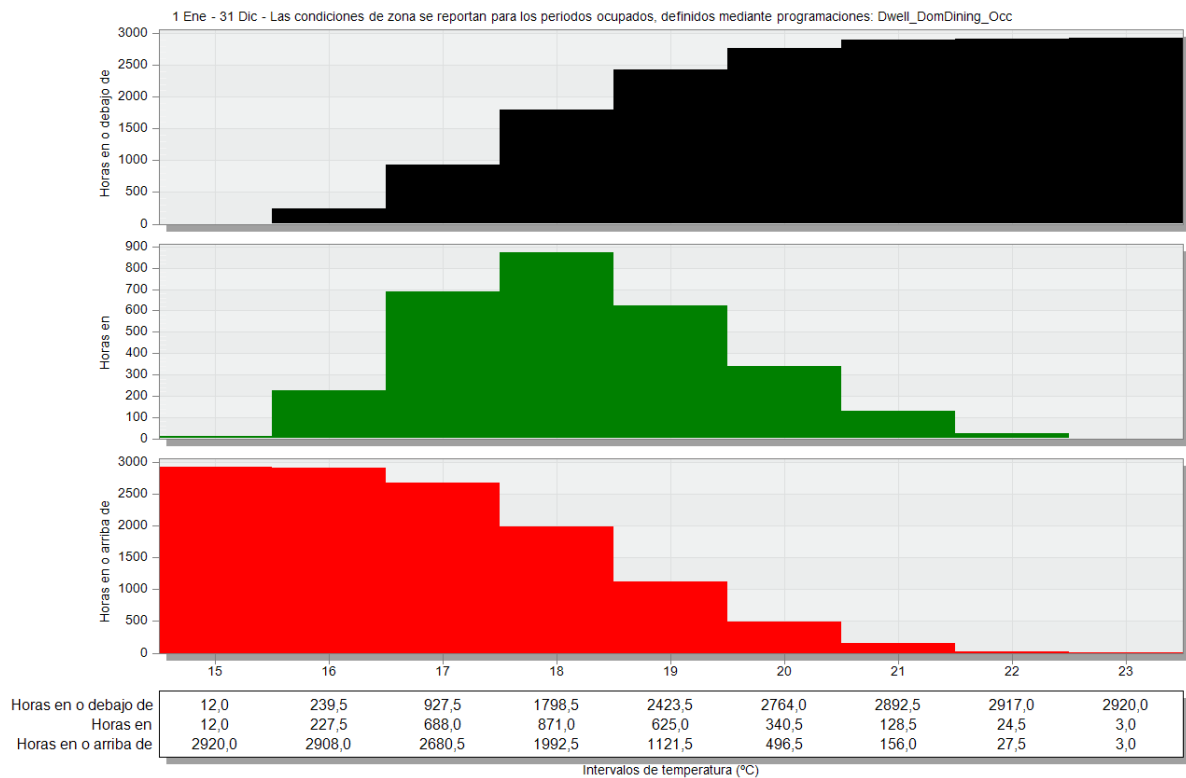


Ilustración 119. Quito. Distribución de la temperatura interna en espacio Sala-Comedor B. Resultados obtenidos por la autora mediante simulación en DesignBuilder.

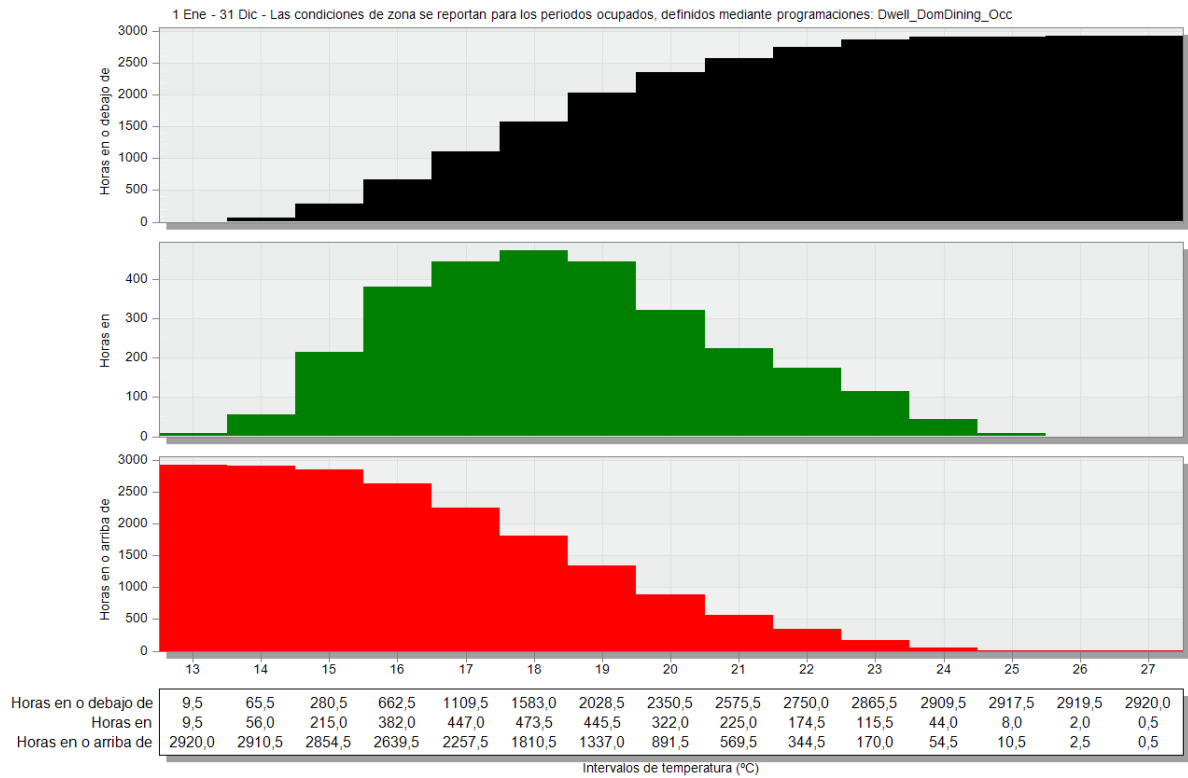


Ilustración 120. Quito. Distribución de la temperatura interna en espacio Sala-Comedor C. Resultados obtenidos por la autora mediante simulación en DesignBuilder.

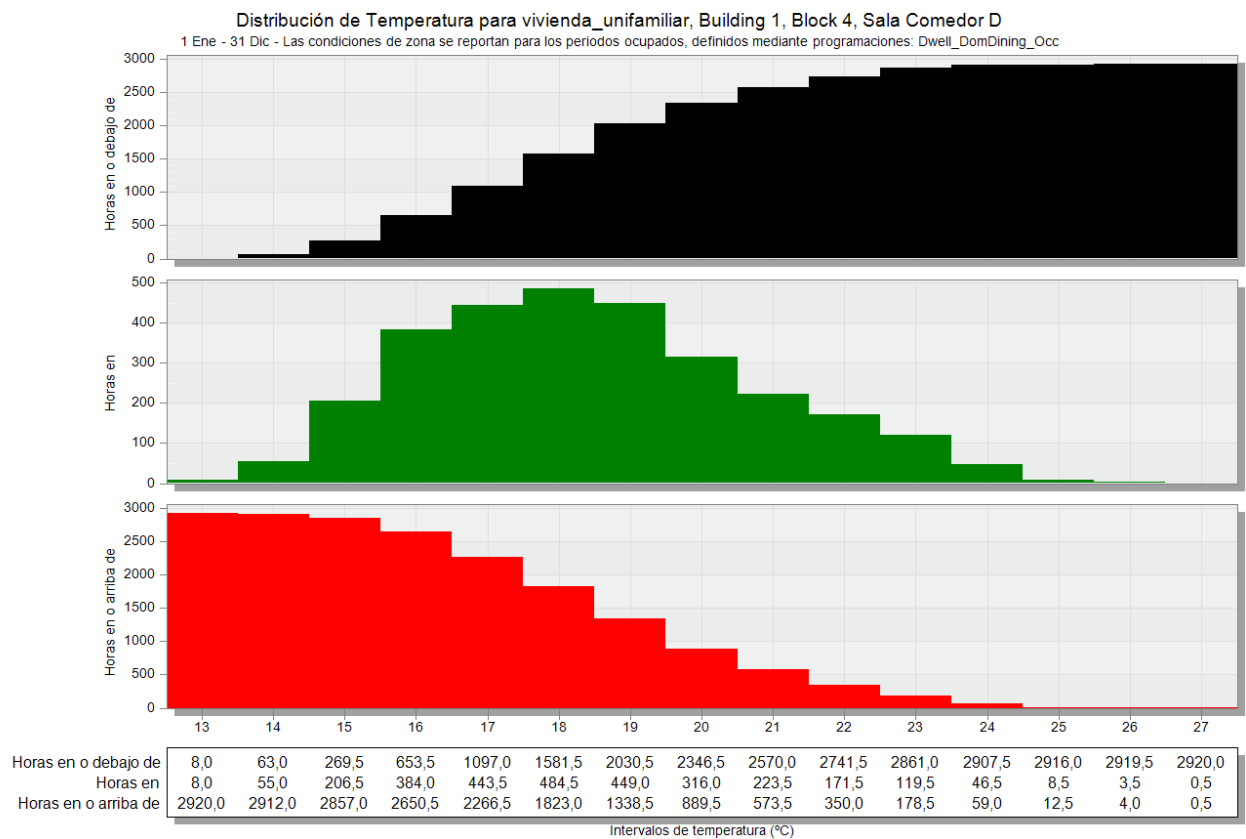


Ilustración 121. Quito. Distribución de la temperatura interna en espacio Sala-Comedor D. Resultados obtenidos por la autora mediante simulación en DesignBuilder.



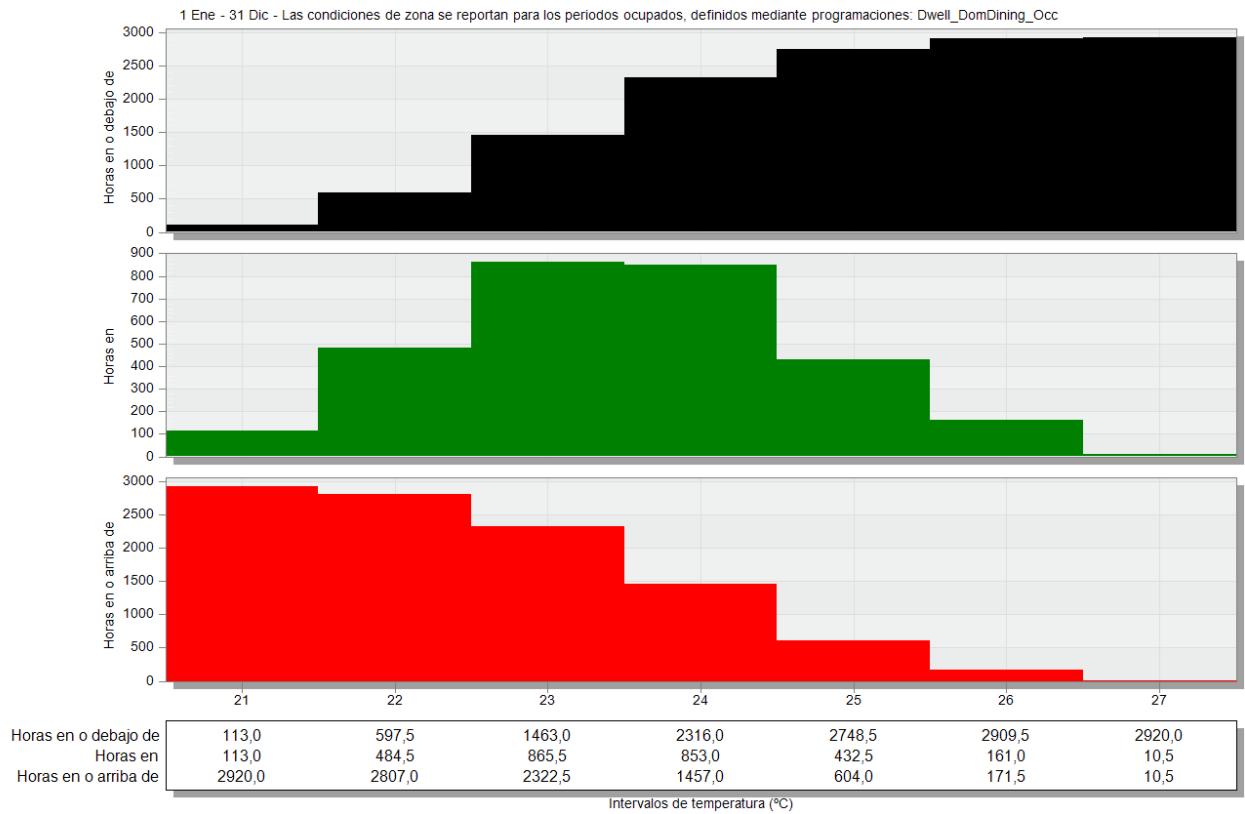


Ilustración 122. Portoviejo. Distribución de la temperatura interna en espacio Sala-Comedor A. Resultados obtenidos por la autora mediante simulación en DesignBuilder.

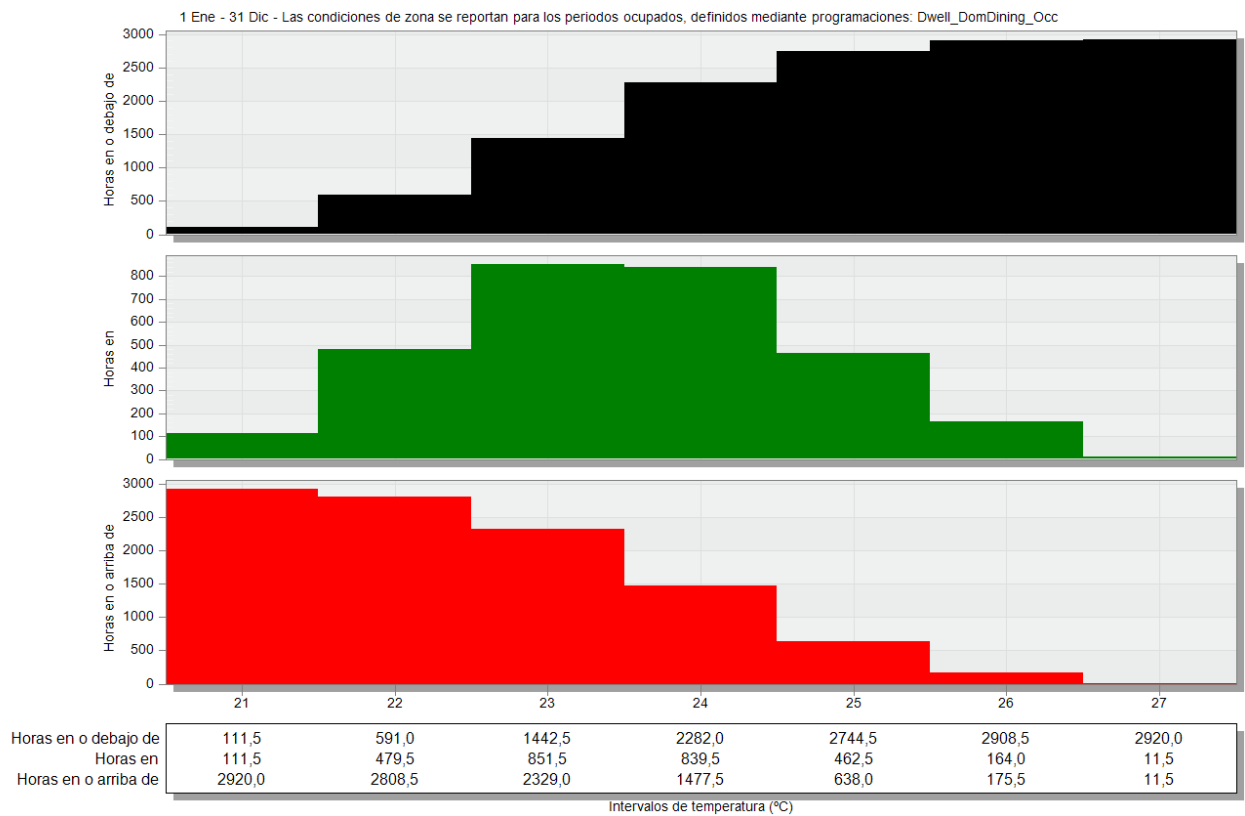


Ilustración 123. Portoviejo. Distribución de la temperatura interna en espacio Sala-Comedor B. Resultados obtenidos por la autora mediante simulación en DesignBuilder.

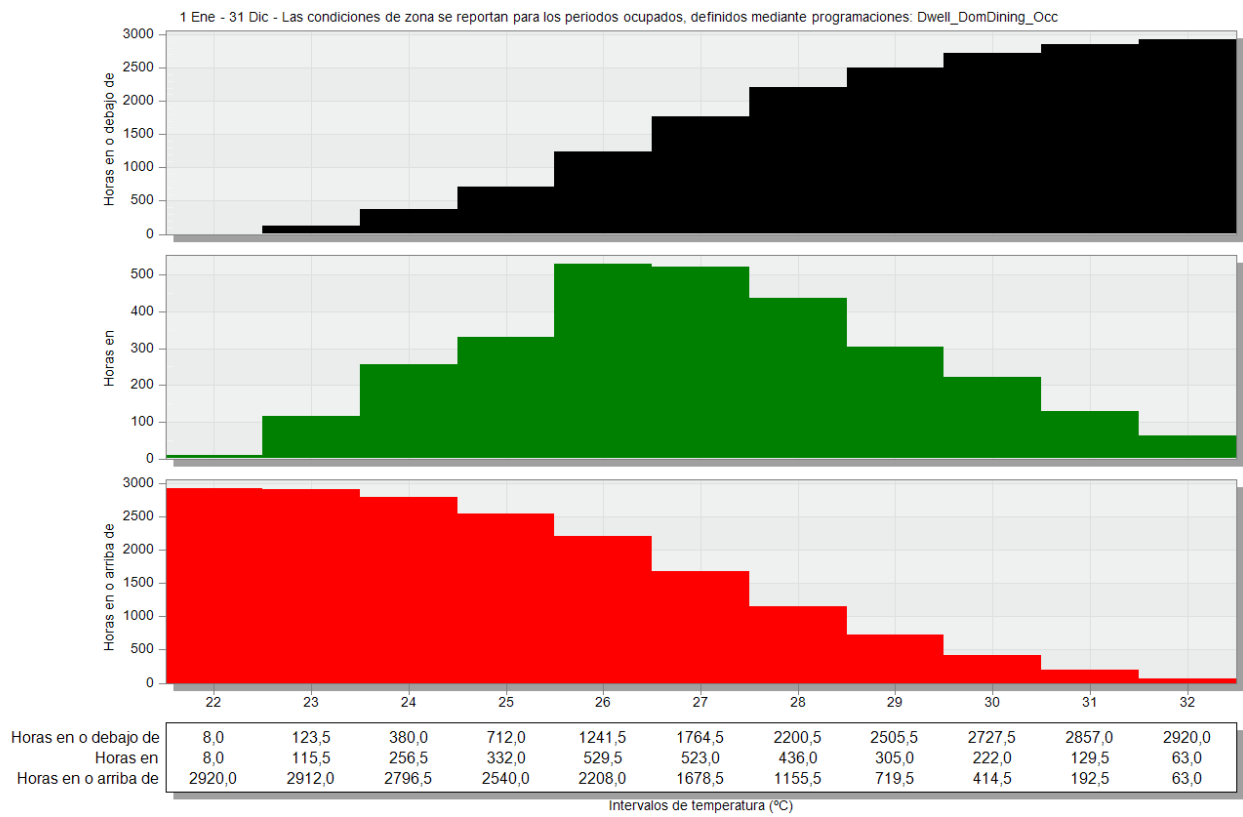


Ilustración 124. Portoviejo. Distribución de la temperatura interna en espacio Sala-Comedor C. Resultados obtenidos por la autora mediante simulación en DesignBuilder.

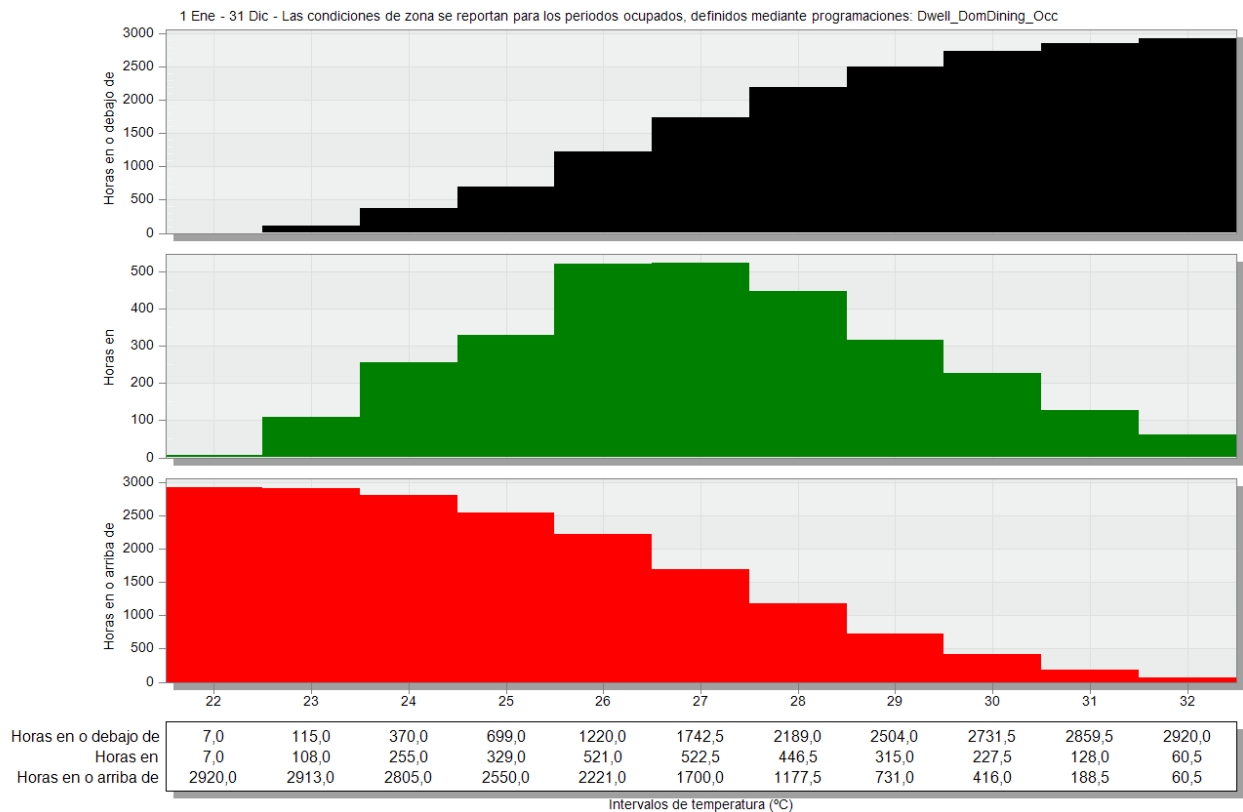


Ilustración 125. Portoviejo. Distribución de la temperatura interna en espacio Sala-Comedor D. Resultados obtenidos por la autora mediante simulación en DesignBuilder.

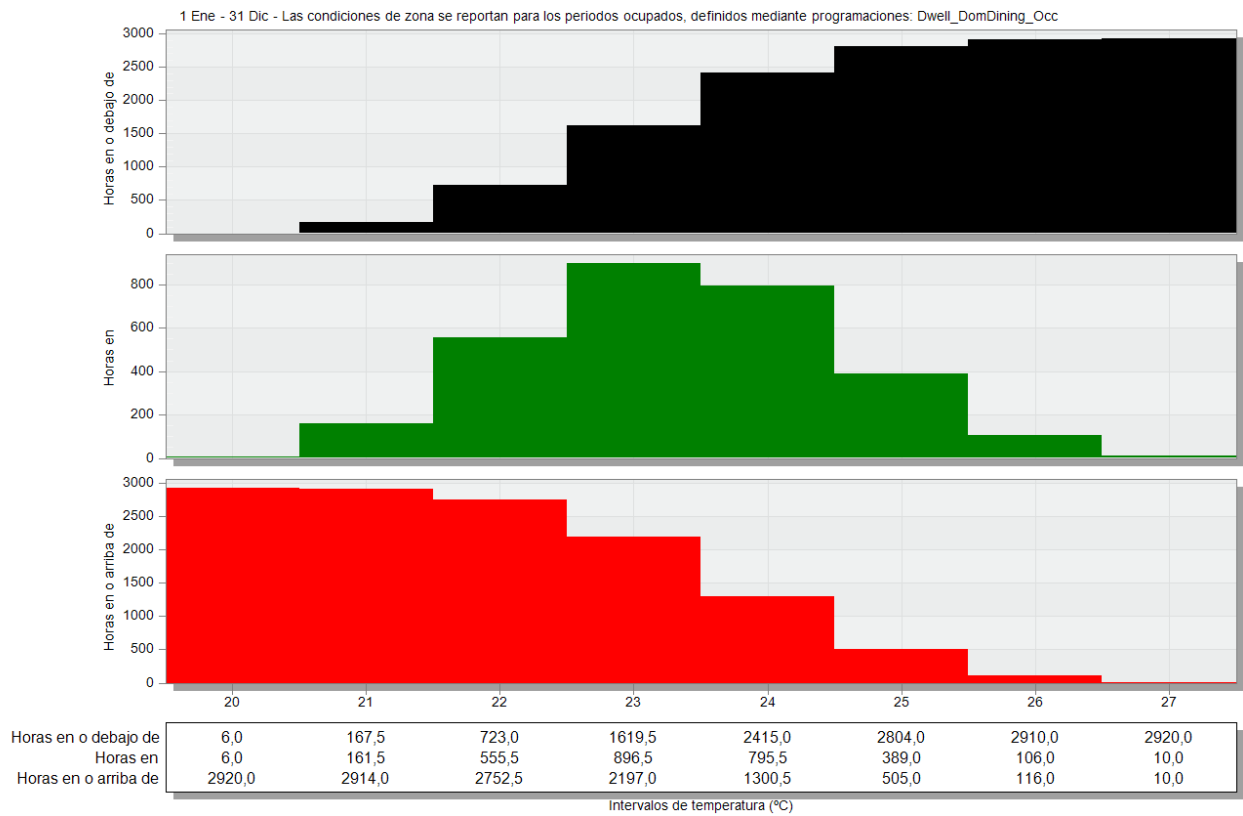


Ilustración 126. Esmeraldas. Distribución de la temperatura interna en espacio Sala-Comedor A. Resultados obtenidos por la autora mediante simulación en DesignBuilder.

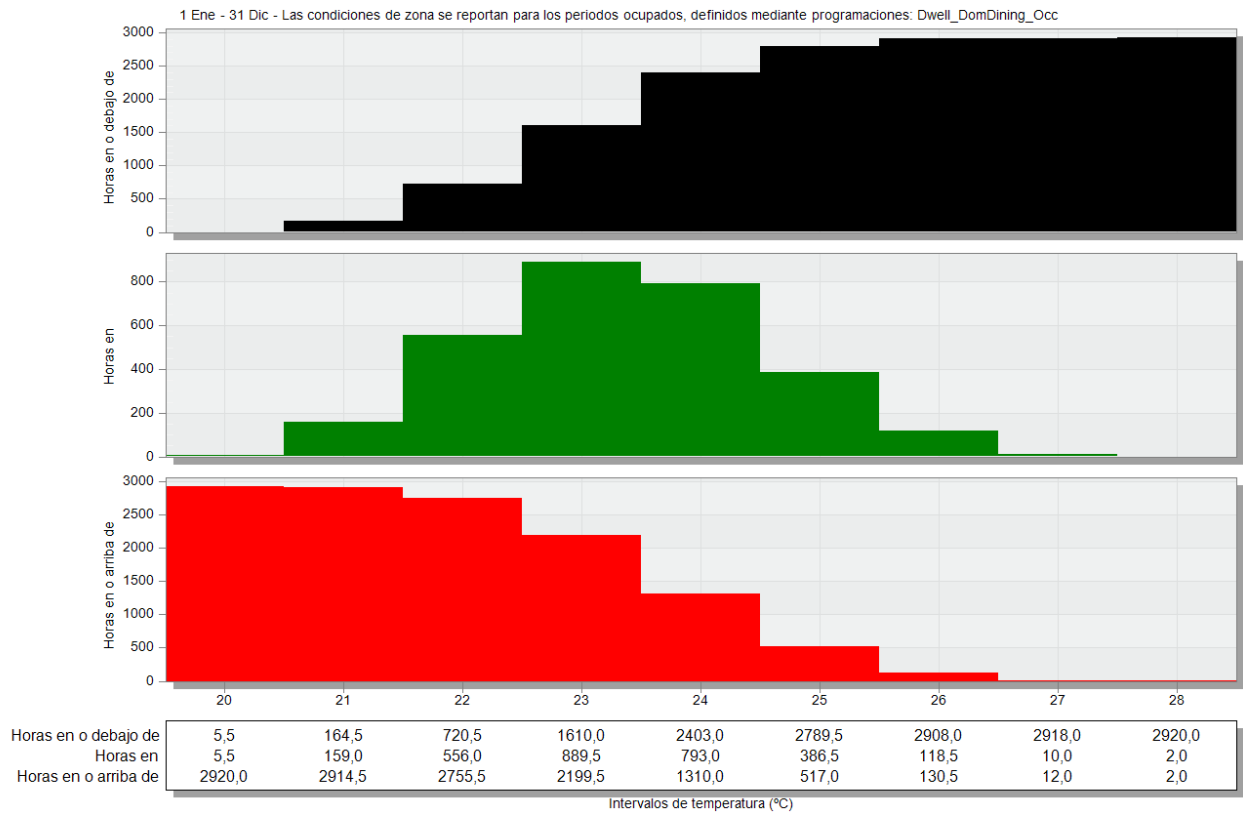


Ilustración 127. Esmeraldas. Distribución de la temperatura interna en espacio Sala-Comedor B. Resultados obtenidos por la autora mediante simulación en DesignBuilder.

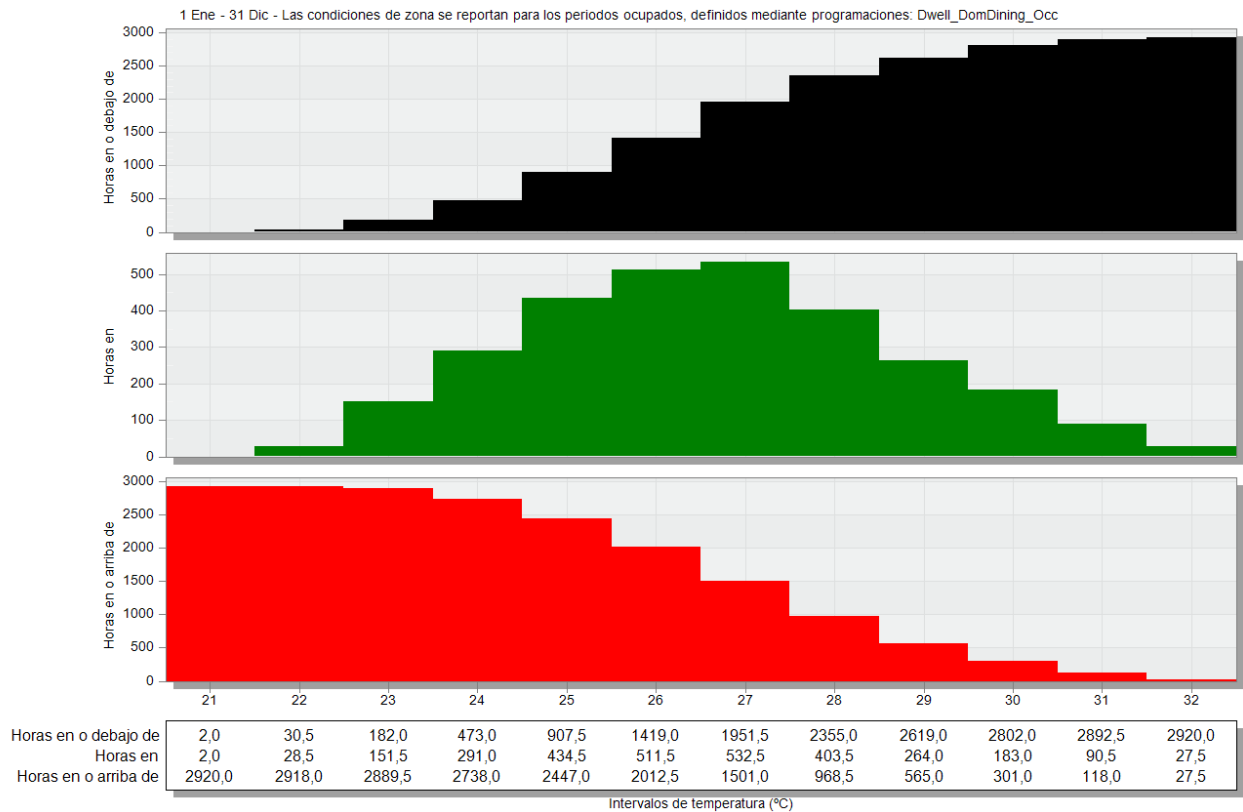


Ilustración 128. Esmeraldas. Distribución de la temperatura interna en espacio Sala-Comedor C. Resultados obtenidos por la autora mediante simulación en DesignBuilder.

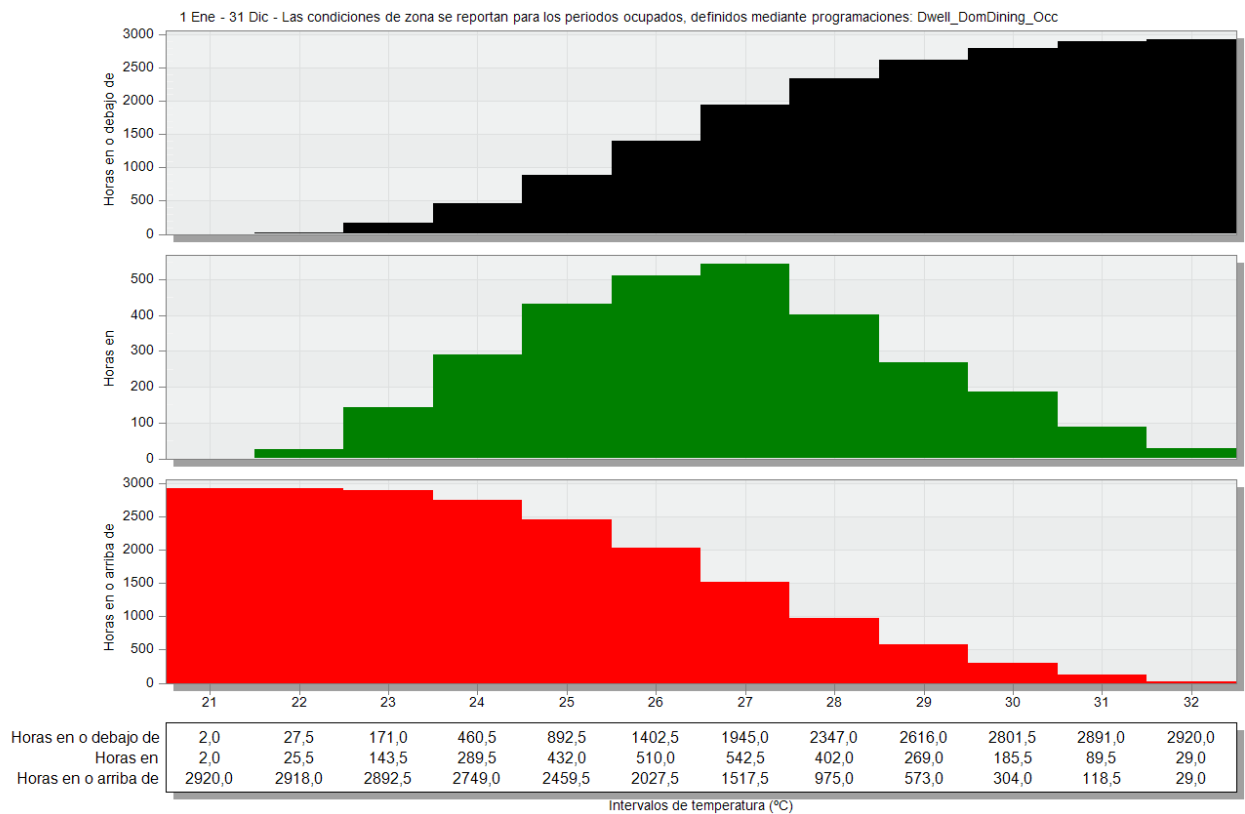


Ilustración 129. Esmeraldas. Distribución de la temperatura interna en espacio Sala-Comedor D. Resultados obtenidos por la autora mediante simulación en DesignBuilder.

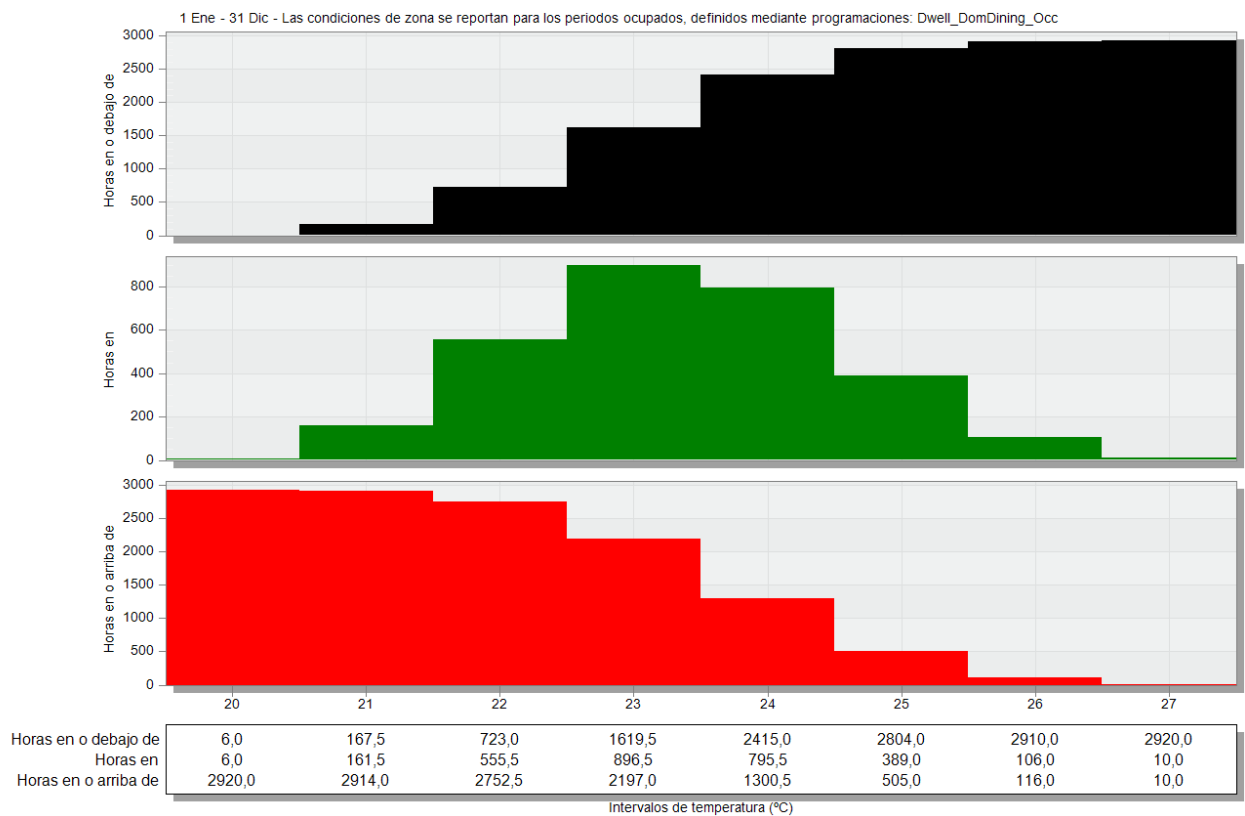


Ilustración 130. Nueva Loja. Distribución de la temperatura interna en espacio Sala-Comedor A. Resultados obtenidos por la autora mediante simulación en DesignBuilder.

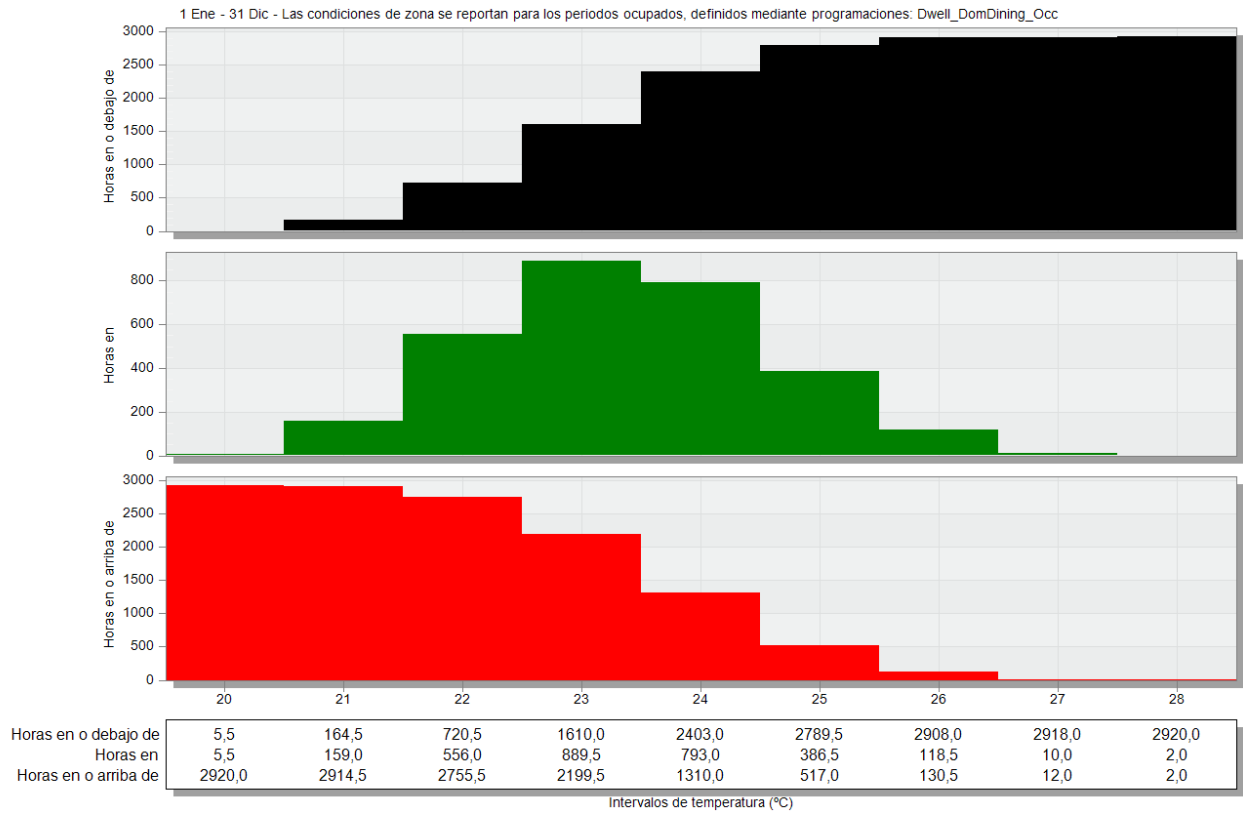


Ilustración 131. Nueva Loja. Distribución de la temperatura interna en espacio Sala-Comedor B. Resultados obtenidos por la autora mediante simulación en DesignBuilder.

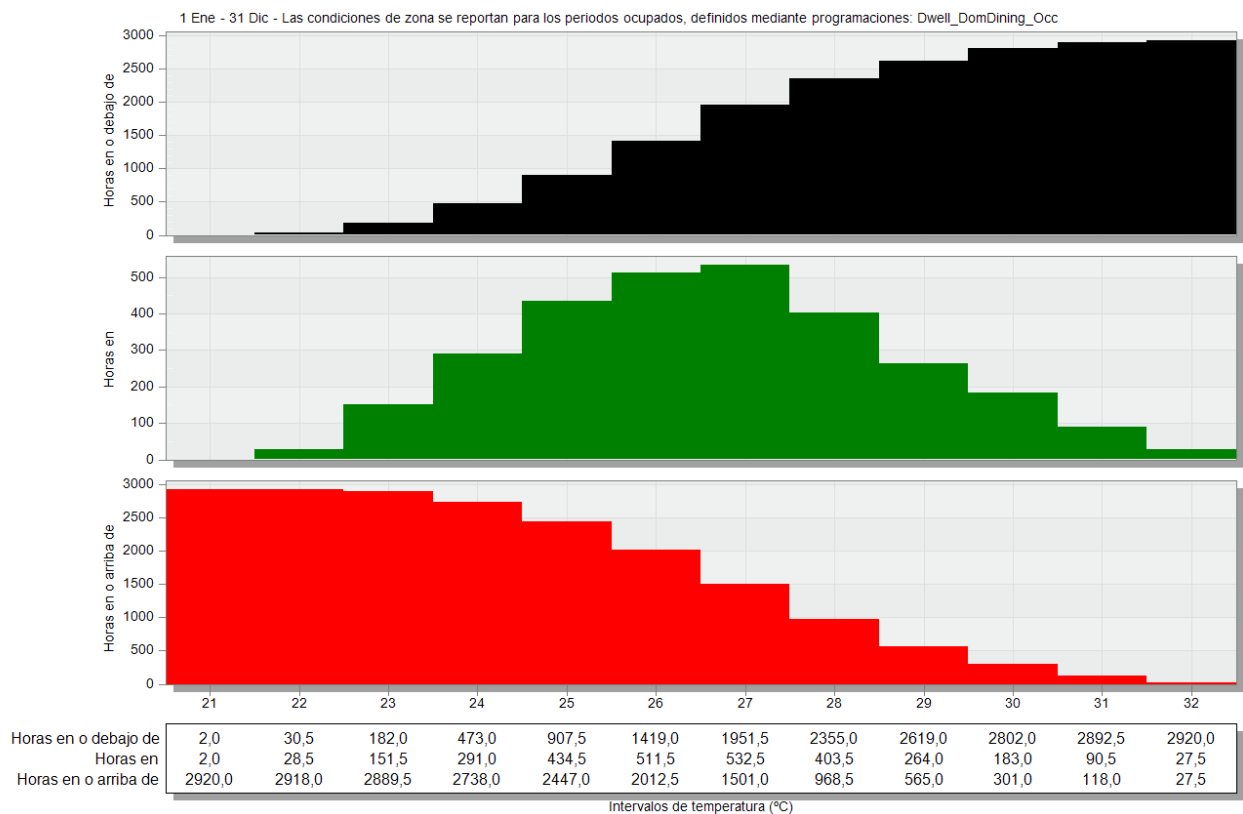


Ilustración 132. Nueva Loja. Distribución de la temperatura interna en espacio Sala-Comedor C. Resultados obtenidos por la autora mediante simulación en DesignBuilder.

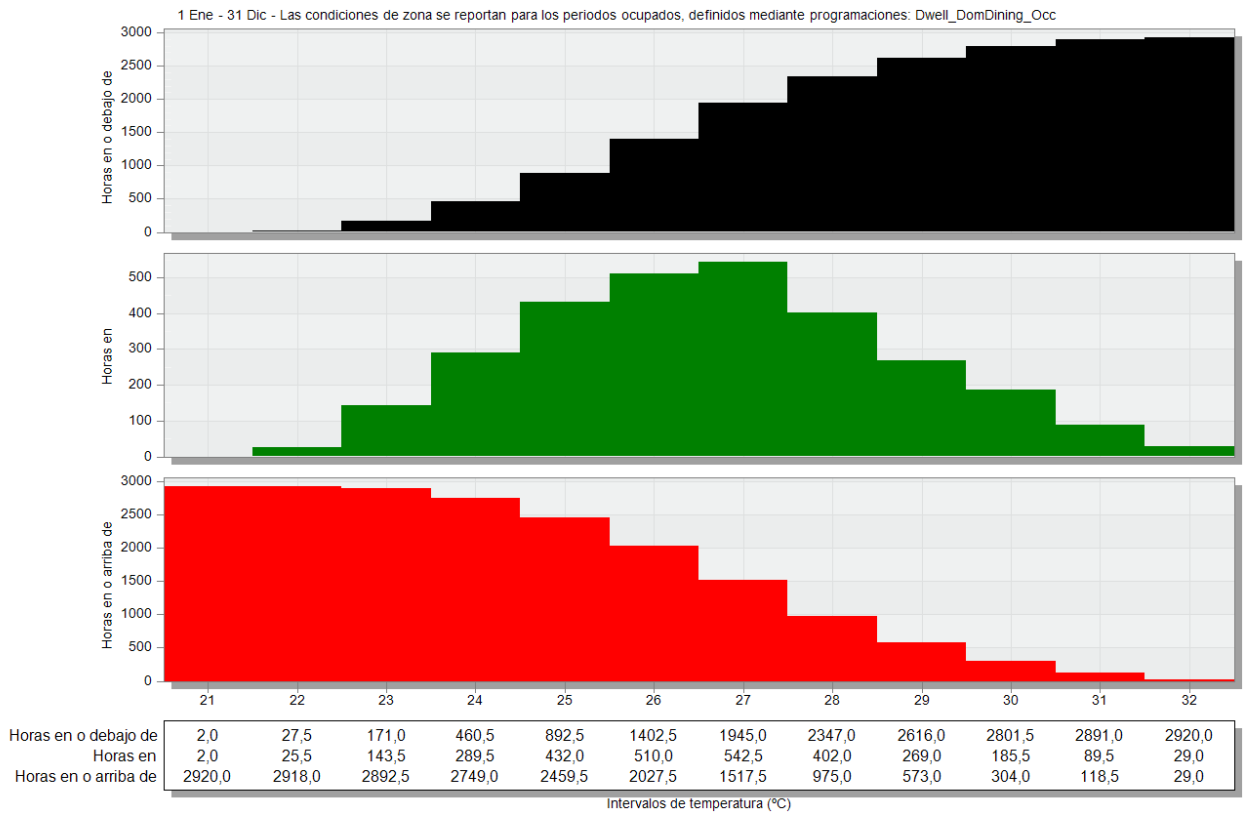


Ilustración 133. Nueva Loja. Distribución de la temperatura interna en espacio Sala-Comedor D. Resultados obtenidos por la autora mediante simulación en DesignBuilder.

## ***Descubre tu próxima lectura***

Si quieres formar parte de nuestra comunidad, regístrate en <https://www.grupocompas.org/suscribirse> y recibirás recomendaciones y capacitación



   @grupocompas.ec  
compasacademico@icloud.com



**Evelyn Yaneth Delgado Gutiérrez**

Arquitecta (Universidad San Gregorio de Portoviejo-Ecuador).  
Máster en Gestión Integral de la Edificación (Universidad de Sevilla-España). Profesional independiente en el área de la construcción, diseño y consultoría.

**Marlon Arturo Cedeño Álava**

Ingeniero en Gestión Empresarial Internacional (Universidad Católica Santiago de Guayaquil-Ecuador). Máster en Economía (Macquarie University-Australia). Máster en Enseñanza del Idioma Inglés (Universidad Estatal del Sur de Manabí-Ecuador). Diplomado en Finanzas (Universidad Técnica Particular de Loja-Ecuador). Estudiante de Doctorado en la Universidad de Perpignan-Francia en Desarrollo Sostenible. Consultor independiente de negocios y finanzas. Docente/Investigador, Universidad Técnica de Manabí. Avenida José María Urbina, EC130105, Portoviejo, Manabí, Ecuador. ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-9642-8022>

**Eduardo Humberto Ortiz Hernández**

Ingeniero Civil (Universidad Técnica de Manabí-Ecuador). Máster en Obras Viales y Pavimento (Universidad Técnica de Manabí-Ecuador). Estudiante de Doctorado en Ingeniería del Terreno en la Universidad de Alicante-España. Docente/Investigador, Departamento de Construcciones Civiles. Facultad de Ciencias Matemáticas, Físicas y Químicas. Universidad Técnica de Manabí. Avenida José María Urbina, EC130105, Portoviejo, Manabí, Ecuador.

**Daniel Alfredo Delgado Gutiérrez**

Ingeniero Civil (Universidad Técnica de Manabí-Ecuador). Máster en Ingeniería Civil y Construcciones Civiles (Instituto Politécnico de Leiria-Portugal). Estudiante de Doctorado en Desarrollo Sostenible en la Universidad de Perpignan-Francia. Docente/Investigador, Departamento de Construcciones Civiles. Facultad de Ciencias Matemáticas, Físicas y Químicas. Universidad Técnica de Manabí. Avenida José María Urbina, EC130105, Portoviejo, Manabí, Ecuador. ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0001-5251-8037>

**compAs**  
Grupo de capacitación e investigación pedagógica



@grupocompas.ec  
[compasacademico@icloud.com](mailto:compasacademico@icloud.com)

ISBN: 978-9942-33-321-6



@grupocompas.ec  
compasacademico@icloud.com

**compas**  
Grupo de capacitación e investigación pedagógica