

EVALUACIÓN DEL CONFORT TÉRMICO EN LA VIVIENDA RURAL EXISTENTE
EN COLOMBIA

JOSEPH ANDREY CARVAJAL CAÑAS
TATIANA VALENCIA ANTONIO



UNIVERSIDAD LA GRAN COLOMBIA
FACULTAD ARQUITECTURA
ARQUITECTURA
BOGOTÁ
2020

Evaluación del confort térmico en la vivienda rural existente en Colombia

Joseph Andrey Carvajal Cañas

Tatiana Valencia Antonio

Trabajo de Grado presentado como requisito para optar al título de Arquitecto(a)

Yuber Alberto Nope



Universidad La Gran Colombia

Facultad Arquitectura

Arquitectura

Bogotá

Agradecimientos

A mis padres por creer he invertir en mi potencial, por cada día darme el aliento para continuar, la confianza a ser mejor día a día y a hacer que este sueño sea realidad, agradezco a mis hermanos por estar junto a mi durante este proceso de crecimiento personal, a mi compañero por el trabajo constante y a cada persona que me ha brindado aprendizaje a lo largo de la carrera.

Tatiana Valencia Antonio

Antes que nada, doy gracias a Dios por darme la oportunidad de conocer a personas tan importantes en el proceso de aprendizaje y en mi desarrollo como persona en todo este proceso, así mismo a estas personas, mis compañeros y maestros que de una u otra forma me enseñaron la manera de vivir la universidad no solo de la manera académica sino también de una manera humana. A mi compañera le agradezco por su dedicación, esfuerzo y pasión para el desarrollo de este trabajo y a mis padres por su amor y dedicación para ayudarme a alcanzar mis metas.

Joseph Andrey Carvajal Cañas

Finalmente agradecemos a quien lee esta sección de nuestra tesis y ser parte del arduo trabajo y proceso de una investigación con conocimientos adquiridos de un trabajo en equipo.

Tabla de contenido

Resumen	18
Palabras claves	18
Abstract	19
Keywords:	19
Capítulo 1. Formulación del problema	20
Introducción	20
Formulación del problema	23
Preguntas problema	23
Justificación.....	24
Hipotesis.....	27
Objetivos	28
Objetivo General	28
Objetivos Específicos	28
Capítulo 2. Marco teórico y estado del arte	29
Introducción.....	29
La vivienda rural en Colombia	29
Adaptabilidad ambiental.....	30
La Vivienda y el confort	32
Emplazamiento	34

Bioclimática y Sostenibilidad.....	35
Confort térmico y eficiencia energética.....	37
Variables pasivas	39
Implementación de la metodología BIM en la arquitectura	40
Metodología BIM	40
Conclusión.....	42
Capítulo 3. Caracterización arquitectónica, constructiva y bioclimática.....	43
Introducción.....	43
Metodología.....	46
Escala de Impacto	46
Clasificación población y muestra	47
Clasificación de la vivienda rural en Colombia	48
Clasificación de la vivienda de acuerdo con su asignación climática	49
Vivienda zona cálido seco	50
Vivienda zona cálido húmedo	53
Vivienda zona templado	55
Vivienda zona fría.....	58
Conclusión.....	61
Capítulo 4. Evaluación del confort térmico	62
Introducción.....	62

Criterios de simulación.....	63
Zonificación de la vivienda según región.....	63
Materiales	67
Transmitancia térmica	69
Confort Térmico	69
Metodología BIM.....	70
Plan de trabajo	70
Matriz de evaluación.....	72
Conclusión.....	73
Capítulo 5. Resultados y conclusiones.....	74
Resultados por día	74
Uribia - Guajira.....	74
Paimado – Choco.....	74
Montenegro - Quindío	75
Chita-Boyacá	75
Resultados por hora.....	76
Uribia-Guajira.....	76
Paimado-Choco.....	76
Montegro-Quindío	76
Chita-Boyacá	77

Conclusión.....	78
Lista Bibliografía	80

Lista de Tablas

Tabla 1 Riesgos ambientales.....	51
Tabla 2. Transmitancia térmica.....	69
Tabla 3. Rango de confort para cada región climática.....	70
Tabla 4. Resultados de simulaciones hechas por día.	74
Tabla 5. Resultados de simulaciones por hora.....	76
Tabla 6. Cuadro de conclusiones frente a resultados de simulaciones	78

Lista de Figuras

Figura 1. Emplazamiento favorable en diversas zonas.....	35
Figura 2 Mapa climatológico.....	43
Figura 3. Mapa físico de Colombia.....	44
Figura 4. 1. Vivienda en palenque, Departamento de Bolívar - Santa Marta.....	44
Figura 5. 2. Vivienda Tipica, Departamento de Bolívar - Isla Fuerte.....	44
Figura 6. 3. Vivienda Tipica, Departamento Guajira - Cabo de la Vela.....	44
Figura 7. 4. Vivienda en palenque, Departamento de Tolima - Icononzo.....	45
Figura 8. 5. Vivienda Tipica, Distrito Capital de Bogotá – Bogotá.....	45
Figura 9. 6. Vivienda Tipica, Departamento de Risaralda - Santa Rosa de Cabal.....	45
Figura 10. 7. Vivienda MALOCA Departamento de Amazonas – Gaia.....	45
Figura 11. 8. Vivienda Departamento de Boyacá.....	45
Figura 12. 9 Vivienda Departamento del Choco, Rio Truando.....	45
Figura 13. 10. Vivienda Tipica, Departamento de Quindio – Salento.....	45
Figura 14. Escalas de impacto del proyecto.....	47
Figura 15. Ineficiencia de servicios públicos.....	48
Figura 16. Características físico-ambientales, región Uribia-Guajira.....	50
Figura 17. Diagrama Psicométrico Guajira - Uribia.....	52
Figura 18 Características físico-ambientales, región Paimado-Choco.....	53
Figura 19. Diagrama Psicométrico Choco – Paimado.....	55
Figura 20. Características físico-ambientales, región Montenegro-Quindio.....	55
Figura 21. Diagrama Psicométrico Quindio – Montenegro.....	57
Figura 22. Características físico-ambientales, región Chita-Boyacá.....	58

Figura 23. Esquema vivienda rural en Boyacá	59
Figura 24. Diagrama Psicométrico Boyacá - Chita	60
Figura 25. Vivienda existente Uribia- Guajira.....	63
Figura 26 Vivienda modificada Uribia – Guajira	63
Figura 27. Vivienda existente Paimado, Rio Quito – Choco	64
Figura 28. Vivienda Modificada Paimado, Rio Quito- Choco	64
Figura 29 Vivienda existente Montenegro – Quindío.....	65
Figura 30. Vivienda modificada Montenegro – Quindio.....	65
Figura 31. Vivienda existente Chita – Boyacá.....	66
Figura 32. Vivienda modificada Chita – Boyacá.....	66
Figura 33. Caracterización de vivienda rural según región	68
Figura 34: Matriz de evaluación	72

Resumen

El trabajo busco evaluar el confort térmico dentro de la vivienda rural existente y cómo esta se comporta según el clima dentro del territorio colombiano, la investigación surge a raíz de la actual pandemia promovida por la expansión del COVID- 19 que ha puesto en evidencia las precarias condiciones de confort térmico y de habitabilidad en las viviendas. Se toma el área rural al ser la que presenta un déficit bastante alto en el NBI (Necesidades Básicas Insatisfecha), se realizó una caracterización arquitectónica, bioclimática, constructiva, social y económica de la vivienda rural ubicada en distintos climas; posteriormente junto a la metodología BIM que permitió evaluar por medio de simulaciones dinámicas el método constructivo de las vivienda rural en Colombia, teniendo en cuenta el material existente y materiales vernáculos por la cultura dentro del país (Adobe, BTC, Bahareque), la orientación (Sur, Norte, Este y Oeste), el clima (Cálido seco, Cálido húmedo, Templado y Frio) y la tipología de la vivienda según región climática (Guajira, Choco, Quindío y Boyacá). Dando un resultado de disconfort o confort, esto analizando por cantidad de horas dentro del rango de confort para cada clima y el día más caluroso de la región elegida, concluyendo en respuesta al confort el mejor material y orientación. Lo anterior fue soportado por mapas de proceso e IDM/BIM (Información Develery Manual / Building Information Modeling) para documentar el proceso de planeación y simulación.

Palabras claves: Confort térmico, Bioclimática, Vivienda rural, BIM, Simulaciones

Abstract

This document sought to evaluate the thermal comfort within the existing rural housing and how it behaves according to the climate within the Colombian territory. Furthermore, it arises in the circumstance of the current pandemic that has highlighted the precarious conditions of thermal comfort and habitability in homes(rural). The rural area often has fairly high deficit in the NBI (Unsatisfied Basic Needs); hence an architectural, bioclimatic, constructive, social and economic characterization of rural housing (located in different climates) was carried out. Later the BIM methodology was used to evaluate through dynamic simulations the construction method of rural housing in Colombia. Those simulations undertook factors such as:the existing material and vernacular materials for the culture within the country (*Adobe, BTC, Bahareque*), the orientation (South, North, East and West), the climate (Warm dry, Warm humid, Temperate and Cold), the typology of the house, climatic regions (Guajira, Choco, Quindío and Boyacá). Each simulation was able to provide a result of discomfort or comfort: Usually a consequence of number of hours within the comfort range for each climate and the hottest day in each given region. Those results allowed us to conclude which was the best material and orientation in response to optimize comfort. Everything was supported by process maps and IDM / BIM (Information Delivery Manual / Building Information Modeling) to document the planning and simulation processes.

Keywords: Thermal comfort, Bioclimatic, Rural housing, BIM, Simulations

Capítulo 1. Formulación del problema

Introducción

Actualmente el gobierno nacional estructuró un plan de VISR (Vivienda de Interés Social Rural) que se desarrolla con base a la tipología estructural de mampostería y muros no estructurales, como también la implementación de infraestructura en redes domiciliarias básicas todo esto a partir de los procedimientos estipulados en la NSR – 10 (Norma Sismo Resistente de 2010); se analiza la habitabilidad de 8 personas por cada una de esas viviendas con el fin de garantizar la comodidad y el confort esperado para cada habitante, sin examinar los factores naturales y la disposición del material frente a las condiciones climáticas de la zona donde se incluye la vivienda. Aunque se consideran las diversas técnicas para el sistema escogido es importante la apropiación cultural frente a las técnicas de cada zona para facilitar el diseño y la amigabilidad de las viviendas con el entorno.

La incorporación de parámetros sostenibles y la implementación de estos resulta favorable en cuanto a la integración del medio ambiente y los desarrollos ambientales de la arquitectura frente al consumo energético elevado de la ciudad promedio, aunque las decisiones de implementación de estos parámetros denotan un aumento sustancial de costos en cuanto a construcción es importante entender que con el tiempo el consumo será la compensación económica de esa inversión, algunos de estos parámetros a la hora de construir o diseñar pueden generar un cambio importante en las edificaciones sin contemplar el costo excesivo en su construcción favoreciendo los entornos donde se empleen; considerando la importancia al integrar factores sostenibles en la sociedad y los criterios indispensables en la inversión de estos

para zonas específicas que contribuyan al mejoramiento de calidad de vida y en el alcance de objetivos mundiales que favorezca el progreso sostenible de comunidades.

Considerando los derechos básicos para la una vida digna es importante observar la vivienda como un tema de prioridad que contempla distintos aspectos para una vida digna, Según las Bases del Plan Nacional de Desarrollo 2014 – 2018.

Es precisamente en las condiciones de habitabilidad donde se encuentran las principales brechas entre lo rural y lo urbano, siendo el déficit habitacional de 68% en lo rural, contra 27% en lo urbano. (Citado por Rodríguez, 2016, p. 1)

Es pertinente de la investigación, exhibir las distintas condiciones a las que se enfrentan las edificaciones y en especial la vivienda rural, para asimilar la empatía de algunos materiales o condiciones con el medio ambiente y su retribución a la larga con el entorno y sus habitantes, con el fin de entender en un aspecto multidisciplinario los enfoques a los cuales se puede direccionar el diseño de la vivienda rural y comprender las labores que se desarrollan en su sector para determinar las relaciones de las familias que viven en ellas.

Se establece que “el estado definirá las condiciones para garantizar el derecho a la vivienda digna a todos los colombianos”(Const. P., art. 51, 1991), pero analizando las distintas políticas y programas nacionales sobre vivienda de interés social resaltan el déficit de atención en materia de vivienda de interés social rural, se evidencia una brecha entre lo urbano y lo rural en la que se otorgaba la menor área mínima a las viviendas de los pobladores rurales sin considerar las necesidades derivadas y sus actividad.

Para este estudio es importante entender la dimensión de los espacios y las condiciones que se evidencian en el ambiente para determinar las variables ambientales sobre las cuales se puede construir o no una vivienda rural;

Un organismo eminentemente activo e interactivo con el medio natural, construido y comunitario, que constituye una herencia, no sólo cultural, sino también de sostén emocional y cohesivo de las familias, apoyado o con gran influencia de sus actividades económicas y comunitarias; este comportamiento contrasta con el que se produce en las viviendas de las ciudades, cuyas actividades ya no fomentan tales características en la familia. (Sánchez, 2006, p.2).

Por lo anterior se consideró pertinente la adaptabilidad de la arquitectura de la vivienda rural actual a las condiciones ambientales propicias para el aprovechamiento energético de las unidades, con el fin de mejorar y garantizar un confort térmico en las viviendas de acuerdo con las condiciones térmicas y geográficas de los climas seleccionados; para determinar las características de las distintas tipologías de vivienda rural en Colombia.

Se considero la orientación de las viviendas para la concepción de la productividad que garantice ganancias de calor, al recibir radiación solar directamente que en conjunto con la materialidad de algunos recursos tradicionales de la zona aportan el impacto suficiente al interior de la vivienda.

Formulación del problema

El desarrollo actual de la vivienda rural no contempla variables de sostenibilidad en sus diseños constructivos.

Preguntas problema

¿Cuáles son las características de la vivienda rural en Colombia?

¿Qué métodos se utilizar en el desarrollo de la vivienda rural?

¿Cómo identificar las falencias de la vivienda rural existentes diseñadas según su clima?

Justificación

En la actualidad los métodos de construcción de la vivienda rural en Colombia cambiaron de ser técnicas vernáculas de barro y tierra, por ladrillo y concreto, esta evolución técnica trae consigo problemas de discomfort interior, obligando a sus ocupantes a vivir con bajas condiciones de habitabilidad, por la mala adaptación de la arquitectura a su entorno ambiental.

El déficit en la forma de construcción de la vivienda rural viene también ligado a que algunas de estas no cuentan con necesidades básicas como lo son agua potable, el alcantarillado, la energía y el gas, en donde épocas de crisis ante la actual pandemia generadas por el COVID-19 son muy importantes tenerlas, según la ECV (Encuesta Nacional de calidad de vida)

En el 2018 tan solo el 8,8% de los hogares rurales tenían acceso a gas natural, mientras que el 80,3% de los hogares en cabecera no contaban con este servicio. Algo similar pasa con el servicio de acueducto ya que la cobertura en centros poblados y rurales dispersos fue del 51,1% de hogares, y en las cabeceras de 97,2%. En acceso a alcantarillado la situación es igual de preocupante con una cobertura de 12,6% en centros poblados y rurales dispersos y de 92,4% en cabeceras. (Ortiz, 2019, parr.5)

Todos estos problemas que se generan en la vivienda rural pueden ser solucionados aplicando principios de sostenibilidad estas son estrategias pasivas que garantizan un una producción de agua potable para los lugares donde esta no alcanza a llegar, la reducción y/o economización del uso de la energía eléctrica y evitando o mejorando el uso del gas para cocinar, logrando mejoramiento en el confort dentro del hogar y el ahorro en servicios difíciles de pagar o adquirir en tiempos de pandemia; esto es posible lograrlo por medio del uso de determinantes

ambientales como lo son el sol y el viento, con tecnologías y un buen manejo de los recursos naturales.

En la actualidad colombiana se piensa en un modelo único de vivienda que se pueda usar en áreas urbanas y rurales, para un único clima sin pensar en la diversidad de ambientes climáticos dentro de Colombia. Es necesario plantear nuevamente que se está haciendo por dignificar las viviendas rurales, si existe un interés a la hora de construirlas, si estas suplen las necesidades de habitabilidad, si pueden ser flexibles para crecer, si dentro de ellas se puede practicar alguna actividad económica, si se diferencian los espacios domésticos a los de trabajo y si se tiene en cuenta el uso de materia prima local, esta economizaría el transporte del material hasta el lugar de empleo y permitirían hacer viviendas más adaptables a su entorno climático.

El uso de la metodología BIM en el desarrollo de modelos de viviendas rurales se vuelve parte importante, determina diferentes puntos de vista y analiza eficiencias en los diseños y procesos constructivos que resultan vitales no solo para la arquitectura del modelo sino también para la estructuración en su entorno resaltando su aprovechamiento en Colombia, este campo en la arquitectura del país no se tiene muy en cuenta para el desarrollo de zonas rurales, y aún menos para un modelo de vivienda rural sostenible, permitiendo modelar desde su cimentación, obra negra y acabados, también nos dejan comprobar por medio de simulaciones cómo se comporta la vivienda rural actual en un área determinada o clima en específico; parte de las funciones BIM es que permite un trabajo multidisciplinario donde simultáneamente las diferentes disciplinas que hacen parte de un proyecto trabajen a la par, con el fin de disminuir tiempos en el desarrollo de un proyecto.

Teniendo en cuentas los diferentes aspectos que se quieren abarcar en esta investigación su finalidad será lograr mejorar los modelos existentes de la vivienda rural haciéndola sostenible por medio de estrategias pasivas usando los programas BIM como apoyo al desarrollo de esta.

Hipotesis

Se busco estructurar un cuadro de estrategias para mejorar los modelos de vivienda rural según su clima, a partir de dos parámetros sostenibles y bioclimáticos (material y orientación) que resolverán necesidades básicas de confort térmico dentro de la vivienda rural según necesidades de los pobladores y su cultura, con el fin de implementar metodología BIM que permite mejorar el proceso de diseño identificando los diferentes problemas que pueden existir en el desarrollo de los modelos, evaluando los productos finales de la vivienda rural sostenible en Colombia y así obtener estrategias necesarias frente a la construcción actual de vivienda rural en diferentes climas.

Objetivos

Objetivo General

Determinar el estado actual de la vivienda rural en Colombia partiendo de técnicas constructivas existentes de nueva tecnología y vernáculas, haciendo énfasis en su envolvente y simulando el confort térmico al interior de esta.

Objetivos Específicos

- Identificar el estado actual de la vivienda rural en Colombia, las características arquitectónicas, constructivas y bioclimáticas.
- Evaluar mediante metodología BIM el confort térmico de la vivienda rural existente en diversos climas dentro de Colombia.
- Estructurar un cuadro de conclusiones frente a las condiciones actuales de la vivienda rural dado a resultados y reflexiones de las simulaciones.

Capítulo 2. Marco teórico y estado del arte

Introducción

Se busco resaltar la importancia de los conceptos bioclimática y sostenibilidad por medio del confort termico y la eficiencia energética en viviendas, para así entender que cada lugar o entorno tiene unas características ambientales diferentes que influyen en el actuar de las personas y así mismo tomando como referencia la vivienda rural en el territorio colombiano, identificando la importancia que esta tiene dentro del país.

Cabe resaltar que la adaptabilidad en el ambiente a intervenir debería ser un factor para tener en cuenta a la hora de construir, este nos podrá dar unas variables pasivas que nos ayudaran a disminuir costos a lo largo de ciclo de vida de la edificación, por esto mismo incluimos a la Metodología BIM como un aliado, esta nos permitirá no solo comprobar la eficiencia de nuestras construcciones desde cero, sino también en construcciones existentes gracias a un mecanismo de 7D (Dimensiones).

La vivienda rural en Colombia

En Colombia solo el 20% de la población es rural es decir 10 millones de personas según un informe del DANE (Departamento Administrativo Nacional de Estadística, 2014) que vive en la ruralidad y el 28% de esta corresponde a personas mayores de 50 años, con esto podemos ver que existe una brecha entre lo urbano y lo rural. Esto se ve reflejado en que sus condiciones que tienden a ser precarias por falta de infraestructura en telecomunicaciones, vias o en la educación misma, esto en temas urbanísticos pero si vamos más a fondo vemos que sus viviendas no cuentan con parámetros de habitabilidad muchas de estas tienen condiciones de hacinamiento son propicias para la trasmisión de enfermedades y la trasmisión de enfermedades frente la

situación de pandemia encontramos que “No se pueden lavar las manos porque no tienen agua potable, no logran hacer la gestión adecuada porque no disponen de saneamiento” (Vera, F. et al, 2019, p.6).

Todo esto genera que sean una de las poblaciones más vulnerables, por la falta de espacio y políticas poco saludables frente a la vivienda rural, pues al ser una minoría se deja a un lado que estas también tienen necesidades y déficit diferentes a las áreas urbanas. La falta de espacio interior y lo pequeña de sus viviendas provoca un disconfort y se hace muy difícil vivir en aislamiento social, en muchos de estos casos los materiales de la vivienda fuerzan a sus ocupantes a salir a ciertas horas del día por que se recalientan o se enfrían por completo.

Adaptabilidad ambiental

El medio ambiente incide en la salud del hombre y en la energía de manera directa, es común encontrar que ciertos días las condiciones atmosféricas hacen que nos sintamos de mejor ánimo y estimulan desarrollar nuestras actividades de forma más activa mientras que otros días el esfuerzo físico y mental es menos productivo, en zonas con altas temperaturas de calor y muy bajas temperaturas de frío los esfuerzos y la energía disminuyen.

Una vez se identifican las zonas a trabajar es importante incluir a la naturaleza como una potencialidad para la condición de vida adecuada siendo un trabajo colaborativo con ella, esto ayuda a lograr una climatización equilibrada, es importante lograr la estabilidad de las condiciones ambientales con el proyecto a construir Olgyay en su libro arquitectura y clima no expone que si “Actuáramos correctamente si, una vez estudiadas las circunstancias climáticas, aplicamos nuestras conclusiones a una estructura específica localizada en un determinado entorno. Manteniéndonos, eso sí, alternas a las variaciones regionales.” (Olgyay,1998, p.10). Con esto vemos la importancia de identificar cual es el entorno en el vamos a implantar nuestro

proyecto arquitectónico en nuestro caso la vivienda rural pues de estos factores naturales se podrán acoger estrategias pasivas o activas que mejoren o que internamente se dé un confort térmico adecuado.

En su libro también nos dice la importancia de mezclar la arquitectura y la climatización estas dos disciplinas unidas logran que obtengamos diseños eficientes y con bajo consumo energético, debemos hacer provecho de las nuevas tecnologías y de las herramientas dadas por la investigación científica. Los métodos universales aplicables el control climático desde la Arquitectura se dividen en cuatro etapas las climáticas, biológicas y tecnológicas y de ultimas el diseño arquitectónico.

Las fases de este método consisten, de forma más detallada, en lo siguiente:

1. Los datos climáticos de una región deben analizarse según las características anuales de sus elementos constituyentes, es decir, temperatura, humedad relativa, radiación solar y efectos del viento. Asimismo, deben tenerse en cuenta los efectos modificados de las condiciones micro climáticas.

2. La evaluación biológica debe estar basada en las sensaciones humanas.

Trasladando los datos del ambiente a una gráfica bioclimática, en intervalos regulares, obtendremos un “diagnostico” de la región, con la importancia relativa de los diversos elementos climáticos. El resultado del proceso descrito puede tabularse en un calendario anual, a partir del cual podremos obtener información acerca de las medidas más convenientes a tomar para recuperar el grado de confort adecuado en cualquier fecha del año.

3. Las soluciones Tecnológicas adecuadas pueden entrarse una vez los requisitos quedan establecidos. Dichas soluciones deben interceptar las adversidades y utilizar las ventajas existentes en la cantidad y el momento apropiados. (Olgyay, 1998, p.11)

Es muy importante definir la elección del lugar y definir sus características pues aspectos como la orientación que sirven para el asoleo de forma positiva en clima frío y en forma negativa en climas cálidos, otro factor es el cálculo para esto es importante tomar en climas fríos la temperatura más baja así se sabrá cuanta radiación se necesita en la vivienda y en climas cálidos tomar la temperatura más alta para saber cuánta radiación debe evitarse.

A estos cálculos se le suman la cantidad de sombra que se necesita en épocas calurosas y en épocas frías y la forma de la vivienda juega un papel importante porque su geometría definirá la sombra según el recorrido solar y estas deben resistir los diferentes impactos ambientales de la zona.

La Vivienda y el confort

El entorno natural esta de forma directa en el organismo, estos están ligados a factores que día a día los tenemos presentes y son ineludibles al sentir, como objetivo es encontrar el equilibrio biológico entre las relaciones físicas y psicológicas, nos esforzamos por buscar el punto de adaptación en el que se requiera un mínimo de energía para llegar al confort.

El confort parte de la forma del emplazamiento de la vivienda, está siendo el refugio del hombre debe diseñarse de forma sustentable y sostenible en donde sea autosuficiente y las relaciones físicas junto a los elementos naturales se encuentren equilibradas.

Es importante identificar los factores ambientales que afectan al confort de una persona, estos pueden variar solo por su ubicación geográfica, se ha podido identificar que las personas

que viven en climas cálidos durante toda su vida tienen unas costumbres y vestimentas que hacen que el cuerpo se adapte al entorno y lo mismo sucede en clima frío y templado. Muchas veces las personas que viven de climas más secos se sienten con menos grados así estén a la misma temperatura que su lugar de origen esto sucede por la relación de la humedad relativa en el entorno y la temperatura.

Los elementos que afectan el confort son el aire, la radiación solar, movimiento del aire y la humedad, estos son medios que tienen la característica de lograr la conducción, conversión, evaporación y radiación siendo los influyentes en el comportamiento metabólico del cuerpo humano pues tendemos a perder 2.5 partes por conversión y 1.5 partes por evaporación todo esto influido a las condiciones térmicas.

El reto de llegar al confort es evitar tensiones negativas dentro de la vivienda estos van ligados al exceso de calor o de frío, es importante que como arquitectos encontremos el punto medio donde la transformación de calor o perdida favorezca el habitar dentro de la vivienda, pues son procesos vitales para el cuerpo.

En la actualidad existen programas que simulan el comportamiento interno de una vivienda dando como resultado un diagrama psicométrico, este nos permitirá identificar las estrategias que se deben aplicar a cada zona climática, es importante que todos seamos conscientes el daño físico y psicológico que puede generar una vivienda sin parámetros bioclimáticos y incluso se piensa que este tema se crea en el siglo XX dado a sus problemáticas de cambio climático, cuando en la realidad desde Vitruvio en su libro de Los 10 libros de la Arquitectura nos habla de la importancia de adaptarnos a la naturaleza, al clima y latitud de cada nación pues estas representan cambios significativos en la adaptación y que incluso estos lugares eran el principal factor de los rasgos de las personas.

Emplazamiento

Para la selección del emplazamiento de una vivienda o edificio es necesario tener en cuenta las necesidades específicas de cada región, su bioclimática, identificando la topografía, las actividades que se desarrollan en el entorno y las características arquitectónicas del lugar. Para esta investigación se es importante dividir en cuatro los lugares del emplazamiento teniendo como principal factor su clima, siendo la zona fría, la zona templada, la zona árida y calida y por último la zona húmeda y calida.

Para la zona fría, debe estar ubicada en una ladera media donde el viento no es visible, su orientación ideal se posiciona al sureste con un ángulo de 45° , aprovechando el sol, distribuyendo de esta forma el calor de forma equilibrada al interior de la vivienda, teniendo en cuenta que en las mañanas el sol llegue a las áreas sociales y en las tardes en las habitaciones.

Para la zona templada se debe tener en cuenta que debe satisfacer periodos calientes como fríos, la exposición al sol debería estar orientada al sur, en donde el flujo de aire sea menos importante situando la vivienda en las partes más bajas de la ladera, la ventaja de esta es la ventilación constante siempre y cuando exista protección al viento, la brisa en temporadas calurosas crece, pero no se presenta de esta forma en temporadas frías pues generalmente no coinciden.

Para la zona calida árida se debe tener presente las altas temperaturas pues estas pueden superar los 30°C hasta pequeños puntos de 40°C , la orientación ideal es la sureste o este y se debe ubicar en la parte más baja de una montaña pues el aire fresco es constante y impide el embalsamiento de este en épocas frías, la vivienda debería ser una solución tipo Patio, esta favorece que el aire entre a todas las habitaciones y permanezca en confort para las horas de la

noche. El viento permite que la exposición al sol diario mantenga un equilibrio a la temperatura interior de un recinto junto a una sombra que debe ser necesaria durante todo el año.

Para la zona calidad húmeda, en esta se debe jugar con la orientación de los árboles y su sombra, permitiendo direccionar el viento este es necesario para llegar al confort, se considera que la orientación sur y norte son las mas adecuadas para esta zona pues van en contra del viento, aunque en su topografía las viviendas deberían estar ubicadas en partes altas ya sea en colinas o montañas.

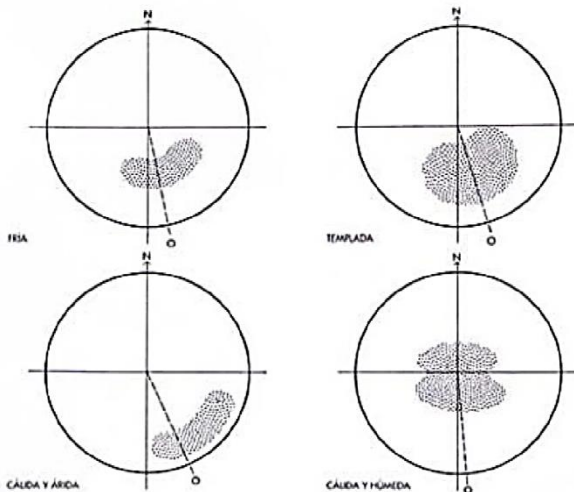


Figura 1. Emplazamiento favorable en diversas zonas.

Tomado de Arquitectura y clima, Olgyay, 1998.

Bioclimática y Sostenibilidad

Es importante identificar que el concepto de estas dos se fundamenta en lo ecológico en donde los recursos naturales deben conservables o en su defecto ser reutilizables y donde se tiene presente el ciclo de vida de las materias primas utilizadas, previniendo las emisiones de efecto invernadero y los residuos no reciclables o en su defecto la disminución es estos, ya que la gran cantidad de material que se utiliza en la construcción no es sostenible y no por falta de existencia

de esto, sino por el desconocimiento de estos en la proyección de un edificio dentro de un ambiente natural. Existen objetivos para llegar a una construcción 100% sostenible, esto son:

- El terreno y la biodiversidad, esta requiere de una integración de políticas ambientales y una estricta planificación del territorio, pues la construcción impacta de forma directa a la biodiversidad al fragmentar áreas naturales o ecosistema.
- La energía que debe controlar el crecimiento de la movilidad por medio de la eficiencia energética.
- Los recursos minerales como último objetivo quieren llegar al correcto uso de la materia prima combinado con el reciclaje y el agua.

Según Laming (1996)

La definición de Construcción Sostenible lleva ecológicos y de los recursos disponibles nos proporcionan una serie de consideraciones a tener en cuenta. La reducción en la utilización de los recursos disponibles se llevará a cabo a través de la reutilización, el reciclaje, la utilización de recursos renovables y un uso eficiente de los recursos. Se tratará de incrementar la vida de los productos utilizados, un incremento en la eficiencia energética y del agua, así como un uso multinacional del terreno (Citado por Alavedra, Domínguez, Gonzalo, Serra, 1997, pp.43-44).

Las áreas naturales y la biodiversidad deben conservarse para esto es importante la restricción del terreno a utilizar y la prevención de emisiones de CO₂.

Según Laming (1996)

El mantenimiento de un ambiente interior saludable y de la calidad de los ambientes urbanizados se llevará a cabo a través de la utilización de materiales

con bajas emisiones tóxicas, una ventilación efectiva, una compatibilidad con las necesidades de los ocupantes, previsiones de transporte, seguridad y disminución de ruidos, contaminación y olores. (Citado por Alavedra et al., 1997, pp.43-44)

De lo anterior podemos deducir los rasgos que debería tener un edificio sostenible:

- Generar unas mínimas cantidades de residuos y contaminación.
- Uso eficiente de las materias primas
- Consumo de energía mínima.
- Mínimo consumo del recurso hídrico
- Utilizar un mínimo de terreno
- Flexibilidad, adaptabilidad y calidad del emplazamiento según necesidades de la zona.
- Confort al interior de la edificación.

Confort térmico y eficiencia energética

Confort térmico: La Organización Mundial de la Salud (OMS) determinó que el confort térmico para que el humano se encuentre en equilibrio térmico ronde en los 20° C, recomendó que la temperatura de los muros sea inferior a los 16°C, pues estos contribuyen a disminuir la sensación térmica al interior de las viviendas en donde se debe calcular la temperatura del ambiente, la temperatura de los muro y humedad relativa del ambiente.

Eficiencia energética en las viviendas: Según el Word Energy Council (WEC) se refiere a la eficiencia energética como los cambios a la disminución de energía utilizada en una actividad económica o para satisfacer las necesidades de un edificio en donde se mantiene un determinado confort térmico, por eso esta ese encuentra asociada a los cambios tecnológicos, económicos y del comportamiento humano.

Cabe destacar que eficiencia energética no es lo mismo que confort térmico. Esto debido a que con sistemas de calefacción y refrigeración es posible obtener confort térmico, pero la idea es conseguirlo mediante un mínimo gasto de energía.

Según Comunian (2011) es posible lograr un grado de eficiencia energética siguiendo alguno de los siguientes pasos:

- Disminuir la demanda de energía
- Optimizar sistemas existentes
- Incorporar sistemas y tecnologías eficientes que satisfagan la demanda con la mayor eficiencia energética
- Sustituir fuentes convencionales de suministro de energía por fuentes renovables

En el caso chileno, el gobierno ha puesto en marcha algunas iniciativas que tienen como objetivo impactar en el mercado de la vivienda en cada uno de los puntos anteriores, como, por ejemplo:

- Programa de reglamentación sobre acondicionamiento térmico de viviendas
- Subsidio para el acondicionamiento térmico de la vivienda
- Subsidios para la reparación y mejoramiento de la vivienda
- Franquicia tributaria a sistemas solares térmicos

La importancia de los programas de gobierno radica en el impacto que tienen sobre el consumo de energía a nivel residencial, por ejemplo, respecto al programa de acondicionamiento térmico de viviendas en Chile, se señala que su importancia se basa en el potencial de ahorro de energía a nivel residencial que se puede lograr.

Cuando se habla de eficiencia energética generalmente se asocia a los ahorros energéticos futuros y el confort ambiental. Es más, la mayoría de los programas energéticos solamente son

evaluados por los ahorros y el desempeño que tienen estos comparado con los costos de su implementación. El análisis comparativo que habitualmente hacen los evaluadores de estas medidas, que son incorporadas en viviendas. La International Energy Agency (IEA), clasifica el impacto de las mejoras en eficiencia energética en cuatro niveles: individual, sectorial, nacional e internacional.

Variables pasivas

- Protección solar de las aberturas
- Ganancia directa solar.
- Ganancia solar por aberturas.
- Aislamiento térmico de la envolvente edilicia.
- Ventilación diurna y refrescamiento nocturno por chimenea solar.
- Orientación.
- Sistema fotovoltaico.
- Iluminación natural.
- Ventilación cruzada selectiva.
- Provisión de agua caliente solar.
- Inercia térmica.
- Diseño compacto.
- Control de infiltraciones y diseño de carpinterías.
- Ventilación controlada en ventanas.
- Aislación térmica en toda su envolvente.
- Aporte calórico adicional por estufa hogar en el centro de la vivienda.
- Invernadero o patio.

- Iluminación natural.

Implementación de la metodología BIM en la arquitectura

Metodología BIM

BIM como método de trabajo ideal por su eficacia a la hora de diseñar y gestionar proyectos arquitectónicos, de ingeniería o industriales. Este se divide en 7 dimensiones en las que se dividen por:

- 1D la idea: Donde se definen las condiciones, la superficie, la volumetría, su localización, el plan de ejecución y el coste de este.
- 2D el boceto: Se proyectan las primeras líneas en el software preferido para modelar.
- 3D modelo de información del edificio: Se genera un modelo 3D que sirve como base para el ciclo de vida, además de aportar de forma gráfica y visual la idea del proyecto incorpora toda la información necesaria para ejecutar las siguientes fases dentro de las dimensiones BIM.
- 4D tiempo: Aquí es donde se definen las fases del proyecto, se establece una planificación temporal en donde se simulan parámetros temporales del ciclo de vida, el viento, la energía y el sol.
- 5D coste: Se estima el gasto del proyecto y su coste, donde su objetivo principal es la disminución de la renta del proyecto a comparación de un proyecto que no utiliza BIM.
- 6D simulación: Se pretende simular de forma alternativa y optima el proyecto para crear una Green BIM, todo esto antes de colocar cualquier material dentro del proyecto.
- 7D manual de instrucciones.

A parte de las dimensiones existen estrategias que ayudan a entender mucho mejor los alcances de BIM dentro de un proyecto.

Se toman como referencia seis entre estas está el diseño inteligente, el análisis y gestión a lo largo del ciclo de vida, una mejor operabilidad, documentación automática, un mejor resultado y la gestión de las instalaciones.

Conclusión

Al identificar las características físico-ambientales de cada región climática permitirá una mayor eficiencia energética dentro del edificio, dándonos beneficios a largo plazo; por esto la labor de implantar la sostenibilidad en nuestros proyectos arquitectónicos debería ser nuestra principal meta. Pudimos encontrar que existen diferentes variables pasivas las cuales funcionan dependiendo al clima y que serán pertinentes para llegar a un confort térmico adecuado.

El emplazamiento juega un papel muy importante pues la forma en como el sol se mueve y su transmisión de calor da a algunas partes de la vivienda aumentarán o disminuirán la entra de calor, así mismo ocurre con el viento al ser ambivalente por épocas del año será estratégico elegir entre la planicie, el pico de una montaña o la ladera de esta; o simplemente utilizando la vegetación como fuente de protección o frescura dependiendo de la región climática.

Estos conceptos serán claves para entender la forma en la que actúa la vivienda rural según su clima dentro del territorio colombiano, si esta contempla algún parámetro de sostenibilidad ya sea en su orientación o emplazamiento dado que la geografía del país es muy diversa y sus condiciones atmosféricas puede variar a tan solo horas de distancia de un punto a otro.

Capítulo 3. Caracterización arquitectónica, constructiva y bioclimática.

Introducción

Con el objetivo de identificar las zonas con mayor variabilidad climática en Colombia se tienen en cuenta la clasificación de koppen aplicada a la climatología del país, determinando así cuatro climas que demuestran la variabilidad climática en el territorio colombiano; el clima cálido Húmedo, el clima cálido seco, el clima templado y el frío.

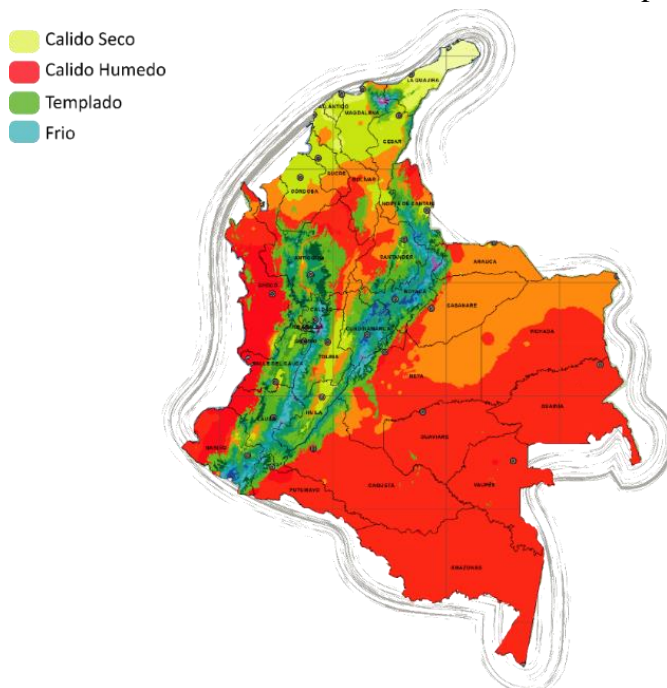


Figura 2 Mapa climatológico

Adaptado del Atlas climatológico IDEAM, 2014

Con lo anterior también se clasificaron diferentes viviendas rurales tradicionales a lo largo del territorio nacional con el fin de determinar las que se encuentran en zonas con mayor índice de ruralidad en el país y a su vez con menor atención en déficit de infraestructura, en su NBI, en su PIM (Producto Interno Bruto) y su cobertura en servicios públicos vitales para la vivienda digna dentro Colombia.



Figura 3. Mapa físico de Colombia

Adaptado de educaplay, Karla Flores, 2010, Recuperado de https://es.educaplay.com/recursos-educativos/1704639-mapa_fisico_de_colombia.html

Figura 4. 1. Vivienda en palenque, Departamento de Bolívar - Santa Marta

Tomado de La vivienda tradicional en el caribe colombiano, Rodrigo Arteaga, 2019, Recuperado de <http://www.revistacredencial.com/credencial/historia/temas/la-vivienda-tradicional-en-el-caribe-colombiano>

Figura 5. 2. Vivienda Tipica, Departamento de Bolívar - Isla Fuerte

Tomado de Galería de Imágenes Escuela del Habitat - CEHAP - Facultad de Arquitectura - Universidad Nacional de Colombia - Sede Medellín, Senia Salazar, 2007, Recuperado de <https://arquitectura.medellin.unal.edu.co/escuelas/habitat/galeria/displayimage.php?album=43&pid=6421>

Figura 6. 3. Vivienda Tipoca, Departamento Guajira - Cabo de la Vela

Tomado de Colombia, La pesca tradicional cabaña en La Guajira, banco de fotos, Istockphoto, 2013, Recuperado de <https://www.istockphoto.com/es/foto/colombia-la-pesca-tradicional-caba%C3%Bl-a-en-la-guajira-gm161827555-23097996>

Figura 7. 4.Vivienda en palenque, Departamento de Tolima - Icononzo

Tomado de Aspectos de la Vivienda rural de Tolima Colombia: Pretil, Revista Universo, 2012, Recuperado de <https://revistauniverso.wordpress.com/2012/05/21/aspectos-de-la-vivienda-rural-de-tolima-colombia-pretil/>

Figura 8. 5.Vivienda Tipica, Distrito Capital de Bogotá – Bogotá

Tomado de Galería de Imágenes Escuela del Habitat - CEHAP - Facultad de Arquitectura - Universidad Nacional de Colombia - Sede Medellín, 2009, Recuperado de <https://arquitectura.medellin.unal.edu.co/escuelas/habitat/galeria/displayimage.php?album=43&pid=6274>

Figura 9. 6.Vivienda Tipica, Departamento de Risaralda - Santa Rosa de Cabal

Tomado de Crisis cafetera e inicio de hotelería rural, hotel la Holanda, 2010, Recuperado de <http://www.fincalaholanda.com/main-contenido-id-5-titulo-historia>

Figura 10. 7.Vivienda MALOCA Departamento de Amazonas – Gaia

Tomado de Maloca: the big house of the amazon, Martin Von Hildebrand, 2019, Recuperado de https://www.gaiaamazonas.org/en/noticias/2019-05-31_maloca-the-big-house-of-the-amazon/

Figura 11. 8.Vivienda Departamento de Boyacá

Tomado de Galería de Imágenes Escuela del Habitat - CEHAP - Facultad de Arquitectura - Universidad Nacional de Colombia - Sede Medellín, Cehap, 2005, Recuperado de <https://arquitectura.medellin.unal.edu.co/escuelas/habitat/galeria/displayimage.php?album=42&pid=313>

Figura 12. 9 Vivienda Departamento del Choco, Rio Truando

Tomado de Chocó, martirizado por expansión de ‘elenos’ y ‘gaitanistas, Verdad Abierta, 2018, Recuperado de <https://verdadabierta.com/choco-martirizado-expansion-elenos-gaitanistas/>

Figura 13. 10.Vivienda Tipica, Departamento de Quindio – Salento

Tomado de La vivienda popular tradicional en la región cafetera central, Revista Credencial, Alberto Saldariaga, 2019, Recuperado de <http://www.revistacredencial.com/credencial/historia/temas/la-vivienda-popular-tradicional-en-la-region-cafetera-central>

Todo esto a partir de la densidad de zonas rurales en Colombia, la clasificación climatológica del país, los déficits en vivienda rural y su falta de recursos, se definen a escala meso los departamentos de Chocó, Guajira, Quindio y Boyacá que cumplen con características ambientales, sociales y culturales para su intervención.

Metodología

Los escenarios analizados se definieron a partir de caracterizaciones físico espaciales como variables complementarias que determinaron el desarrollo y evolución de la población asentada en la zona rural; los espacios fueron analizados a partir de la arquitectura, las cualidades naturales del terreno, los asentamientos y en su cultura, se asumieron elementos que afectarían la permanencia de la población, los usos y el desarrollo social entre la comunidad, en especial por el clima, el suelo, la vegetación, los fuentes de agua y las condiciones que forman a la población, así como también las afectaciones dadas por el COVID-19.

Escala de Impacto

A partir de los análisis desarrollados en la vivienda rural para la investigación es importante definir los niveles a intervenir y cómo impacta en la población.

En este sentido también fue importante contemplar las condiciones de ruralidad en el país a partir de los indicadores de necesidades básicas y las carencias a nivel nacional en el territorio colombiano con el fin de definir las zonas con mayor impacto rural en los diferentes entornos climáticos en el mapa climatológico de Colombia; es de vital importancia la caracterización de la vivienda típica de las zonas y la estructuración tipológica de cada vivienda con el objetivo de

identificar variables espaciales que contribuyan a las dinámicas de intervención de la investigación.

En este enfoque estructural la metodología, la investigación y los instrumentos que la componen siguen fielmente la estructura estipulada por el marco teórico, marco referencial, los objetivos del proyecto esto haciendo énfasis en el análisis efectuado a las zonas de intervención, la vivienda, la forma y la apropiación cultural preconcebida a las viviendas y su método de construcción, como a su vez el emplazamiento de los materiales e impacto ambiental en la concepción del mismo como material de construcción.

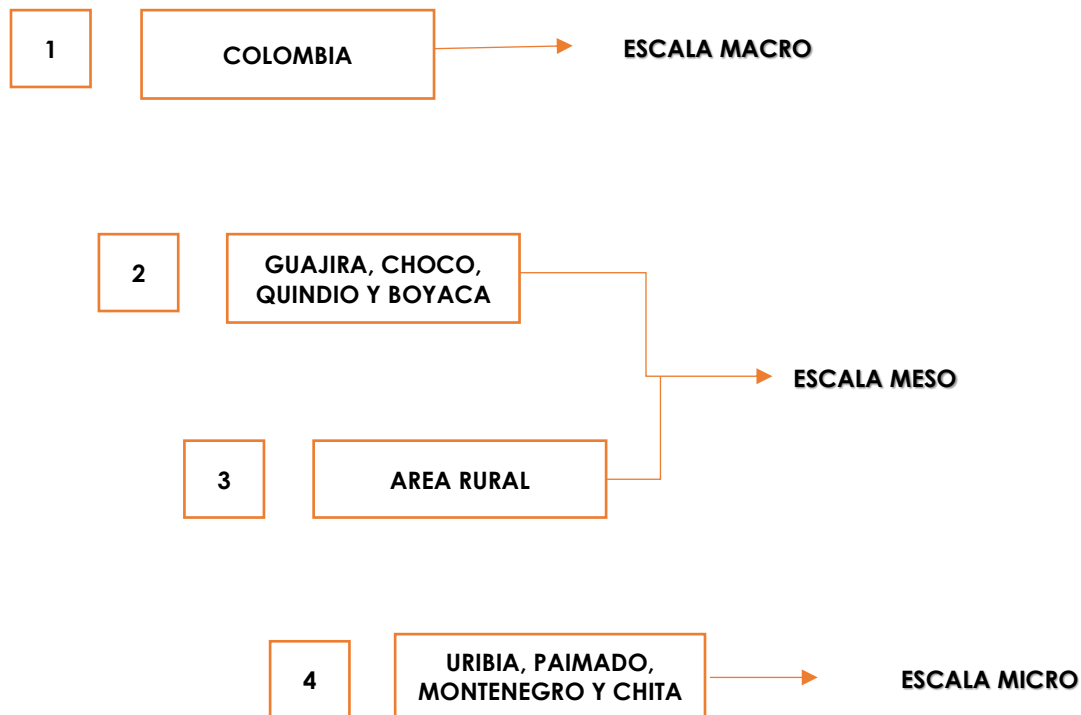


Figura 14. Escalas de impacto del proyecto.

Elaboración propia

Clasificación población y muestra

De acuerdo con la clasificación poblacional determinada en los diversos censos realizados por el DANE en el territorio nacional se analizó a los residentes de área rural dispersa,

donde se contempla la diferencia etaria entre los pobladores y las diferencias generacionales, se logró identificar una brecha entre los diversos departamentos de Colombia y los porcentajes generacionales en su territorio; se toma estos indicadores como principal fuente de información así como también a la población rural étnica con el fin de dar las principales afectaciones que pueden impactar con la investigación y el objetivo general del proyecto.

Lo anterior con el fin de analizar los impactos de gran alcance de la investigación frente a las viviendas rurales y las necesidades a intervenir desde los diferentes grados de edad, las contemplaciones culturales y las dinámicas al interior de las viviendas que afecten gradual o parcialmente a la población desde el confort.

Clasificación de la vivienda rural en Colombia

La Vivienda rural se da a partir de los asentamientos poblacionales y las expansiones frente a las necesidades económicas en Colombia, ya que se dirige su crecimiento a las funciones agrícolas en determinados ambientes, las relaciones sociales de las familias que la habitan quienes construyeron redes de tejido como comunidad la ruralidad.

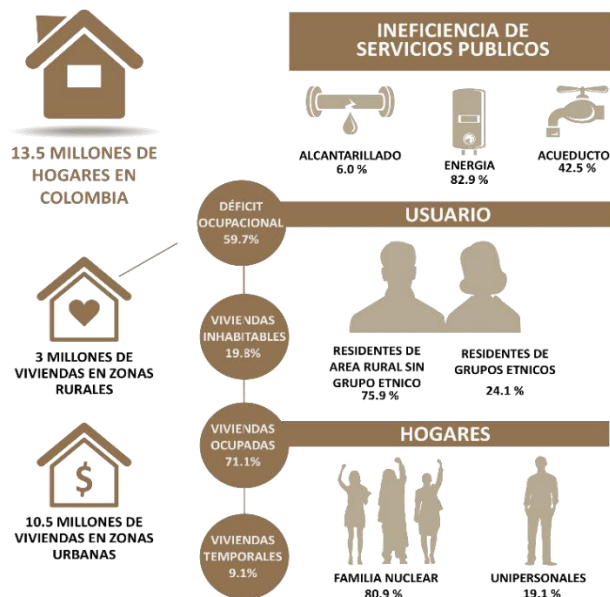


Figura 15. Ineficiencia de servicios públicos

Tomado de Censo Nacional Agropecuario, Dane, 2014

Estas viviendas tienen gran impacto en aspectos Sociales, económicos y culturales, e indirectamente sin contemplarlo en su concepción también impacta, afectan y benefician en aspectos ambientales; según la revista luna azul en el año 2010 especifica que la situación de las viviendas rurales varía también de acuerdo con la zona geográfica y demográfica, y la economía regional y nacional. Además, que exalta parcialmente los casos de emigración al interior y exterior del país y el aumento de la pobreza, y el desalojo de ellas mismas en especial por situaciones sociales específicas de la nación y condiciones ecológicas precarias.

Para el estudio de los espacios y las relaciones que las personas establecen con ellos, la Psicología Ambiental hace una diferenciación entre espacios no construidos y construidos; estos últimos pueden ser externos e internos. La vivienda rural (VR) es un espacio construido, con una parte interna y otra externa. Por las actividades agropecuarias que realiza la familia, la vivienda se encuentra inmersa en ecosistemas naturales que cultiva, conserva, transforma o deteriora. (Sánchez, C., Jiménez, E.,2010, p.2)

A partir de lo anterior también es importante tener en cuenta las carencias en cuanto a infraestructura con las que se construyen las viviendas rurales y en efecto de esto se presentan brechas que demuestran las bajas condiciones de vida de la población en las zonas rurales; en estas zonas, los niveles de educación, la infraestructura en servicios públicos, la conectividad y diferentes condiciones básicas de habitabilidad en el territorio carecen de recursos y implementación eficiente y efectiva.

Clasificación de la vivienda de acuerdo con su asignación climática

A partir de la distribución climática primaria del país y la distribución en el territorio nacional en especial en zonas rurales fue pertinente determinar para cada uno de los climas en

Colombia con el fin de lograr un análisis completo un lugar asignado para cada clima para observar la intervención de la vivienda rural y su entorno.

Los lugares escogidos por su clima, por la precariedad en las viviendas rurales y la baja implementación de técnicas o alternativas sostenibles en el emplazamiento de sus viviendas rurales, así como también factores socio-culturales fueron:

- Guajira
- Choco
- Quindio
- Boyacá

Vivienda zona cálido seco

Guajira – Uribia



Figura 16. Características físico-ambientales, región Uribia-Guajira.

Adaptado del Atlas climatológico IDEAM, s.f.

La región ubicada en la Guajira se encuentra a 10 m s.n.m (Metros Sobre el Nivel del Mar) con temperaturas promedio entre los 24°C a los 34°C, una humedad relativa entre el 67% al 80%, la velocidad de los vientos se encuentra entre los 0km a los 15 km y una precipitación mensual promedio de 6.0mm.

Arquitectura de la vivienda: el territorio está relacionado con la ancestralidad de la región, sus individuos y el linaje. Los habitantes de estas zonas viven en rancherías denominadas así por la presencia de varios edificios en un solo conjunto.

Los Wayúu no se organizan en poblados sino en conjuntos de ranchos cuyos habitantes se encuentran unidos por lazos de parentesco y residencia común. Este tipo de asentamientos dispersos puede estar relacionado con las características semidesérticas del territorio Wayúu el cual requiere mayores extensiones de tierra y mayor distancia entre las viviendas para permitir el sustento de los habitantes.

(Mercado, R. et al, 2016, p.132)

Percepción del Riesgo Natural Frente a la Vivienda

Tabla 1 Riesgos ambientales

Riesgos	Estimación
Inunfaciones	17,9%
Avalanchas	3,2%
Vientos Fuertes	55%
Derrumbes o Deslizamientos de Tierra	1,7%
Basuras o Contaminación	1,7%
Zona de Riesgo por Electricidad o Gas	0,5%
Otro	0,6%
Ninguno	29,9%

Adaptado del Plan Departamental de Gestion del Riesgo LaGuajira, Gobernacion departamento de la Guajira, s.f.

A partir de las probabilidades de afectación natural en las que se conciben las viviendas de la población Wayúu es importante exponer los porcentajes de aceptabilidad de la vivienda frente a posibles catástrofes de origen natural que pueden afectar parcial o totalmente la composición de la vivienda y exponer a sus habitantes.

Caracterización bioclimática

Radiación solar: Por su posición cerca al Ecuador el sol tiene una inclinación al sur de 30°.

Rosa de vientos: Vientos con dirección hacia el este y noreste, con ocurrencias entre los 0km/h a los 25k/h.

Confort térmico:

1. Ventilación natural permanente: Aberturas que propician la renovación de aire y/o utilización de equipos mecánicos que apoyan el movimiento mismo.

2. Aire acondicionado y deshumidificación: Reducción de temperatura y humedad por medio de aparatos electrónicos y deshumidificadores eléctricos que toman la humedad del interior y la condensan al exterior para inyectar luego aire seco.

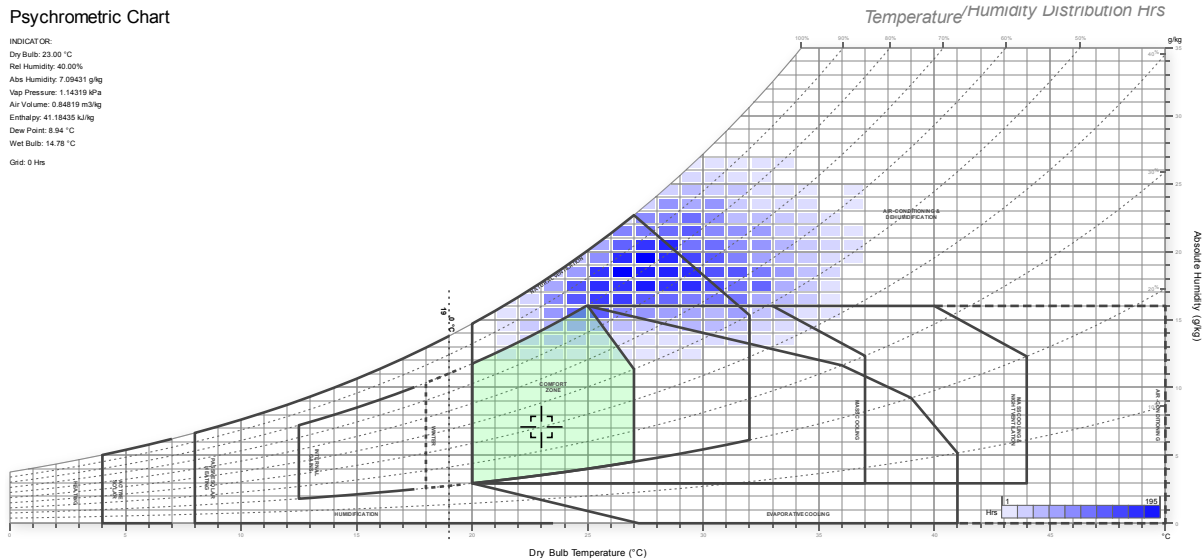


Figura 17. Diagrama Psicrométrico Guajira - Uribia

Tomado de Psychrometric Chart de Andrew Marsh, s.f.

Vivienda zona cálido húmedo

Choco – Paimado, Rio Quito

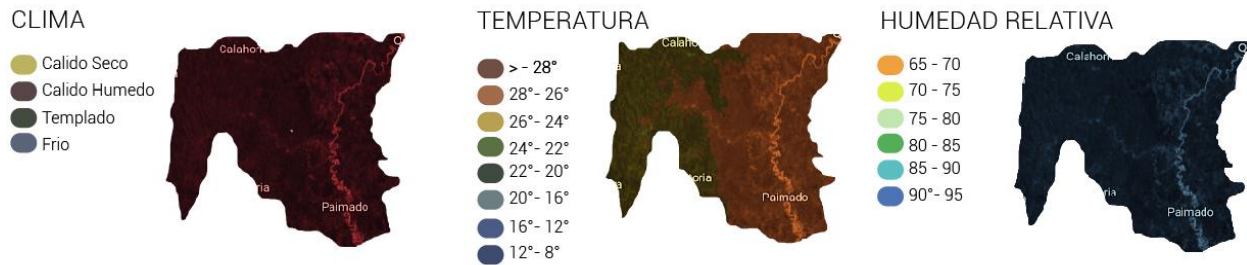


Figura 18 Características físico-ambientales, región Paimado-Choco.

Adaptado del Atlas climatológico IDEAM, s.f.

La región ubicada en el Choco se encuentra a 35m s.n.m, con temperaturas promedio entre los 22°C a los 28°C, una humedad relativa entre el 70% al 95%, la velocidad de los vientos se encuentra entre los 0km a los 7.5km y una precipitación mensual promedio de 10.0mm.

Arquitectura de la vivienda: la vivienda está compuesta por columnas (guayacanes) unidas por travesaños de madera rolliza o madera de arco, esto van unidos entre sí por vigas siendo una estructura sencilla, techo de paja como diseño inicial, aunque con el tiempo se ha implementado el zinc.

El crecimiento urbano de las viviendas es en sentido horizontal, por lo general se desarrollan en una sola planta debido a la precariedad en los sistemas constructivos; son trabajaderos de entramado tradicional, construido con palos de monte frecuentemente ubicado en las zonas más selváticas del departamento.

El modelo se establece en la quebrada de los ríos, de esta forma se mantiene las características autóctonas a parte del volumen, los espacios y la zonificación, con el tiempo se fue transformando el sistema constructivo y se va disminuyendo el uso de palos redondos,

esterillas, labrados por tablas y piezas aserradas en madera, aunque se mantiene el palafito, el zinc se convierte en la mejor elección de cubierta.

La vivienda en algunos casos se inicia por la cubierta y con el tiempo y recursos se va transformando los espacios hasta tener muros y divisiones internas.

El resultado es un modelo de transición. Una variación de este modelo consiste en un volumen principal cuidadosamente construido y cubierto en láminas metálicas y paredes en tablas aserradas, que aloja las alcobas y la sala, y otro secundario, la cocina, adosada o separada, que en muchos casos está cerrada con esterillas y cubierta con hojas de palmas. (Mosquera G.,2016, p75)

Caracterización bioclimática

Radiación solar: Por su posición cerca al Ecuador el sol tiene una inclinación al sur de 30°.

Rosa de vientos: Vientos con dirección hacia sur y sur oeste, con ocurrencias entre los 0 km/h a los 5 km/h.

Confort térmico:

1. Ventilación natural permanente: Aberturas que propician la renovación de aire y/o utilización de equipos mecánicos que apoyan el movimiento mismo.

2. Confort: Zonas donde se presenta una sensación de bienestar para la mayoría de la población.

3. Enfriamiento evaporativo: Control de temperatura donde por medio de superficies secas y oscuras se disminuye la temperatura del aire.

4. Enfriamiento masivo: Control de temperatura por medio de elementos gruesos como muros que controlan el paso de energía.

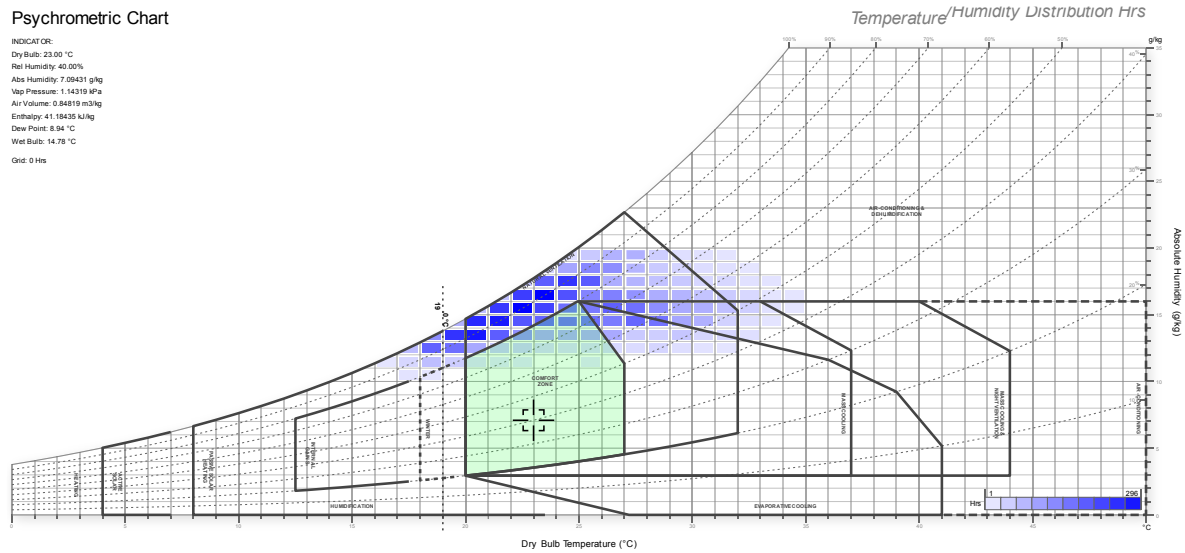


Figura 19. Diagrama Psicométrico Choco – Paimado.

Tomado de Psychrometric Chart de Andrew Marsh, s.f.

Vivienda zona templado

Quindio – Montenegro

CLIMA

- Calido Seco
- Calido Humedo
- Templado
- Frio



TEMPERATURA

- > 28°
- 28° - 26°
- 26° - 24°
- 24° - 22°
- 22° - 20°
- 20° - 16°
- 16° - 12°
- 12° - 8°



HUMEDAD RELATIVA

- 65 - 70
- 70 - 75
- 75 - 80
- 80 - 85
- 85 - 90
- 90 - 95



Figura 20. Características físico-ambientales, región Montenegro-Quindio.

Adaptado del Atlas climatológico IDEAM, s.f.

La región ubicada en el Quindio se encuentra a 1297m s.n.m, con temperaturas promedio entre los 16°C a los 24,5°C, una humedad relativa entre el 67% al 95%, la velocidad de los vientos se encuentra entre los 0km a los 7.5km y una precipitación mensual promedio de 3.0mm.

Las construcciones en las zonas rurales más frecuente son tipologías básicas son muy sencillos: unidades lineales o en ángulo, con corredores por uno o dos costados y habitaciones alineadas sigue siendo espacios de carácter público, seguidos por un corredor semipúblico que es lugar de reunión y estancia; distribuye al interior de la vivienda hacia los demás espacios en una condición más privada de la vivienda conectadas una a la otra; se comunican por vanos abiertos casi siempre en los centros de los muros, los cuales conforman la casa que casi siempre cuenta con un corredor posterior.

Los muros de estas viviendas son en bahareque de guadua generalmente, las cubiertas en tejas de barro, apoyadas en estructuras de guadua. Aun cuando en todas las tipologías que se encuentran en la región cafetera y de las cuales es importante resaltar su abundancia en el municipio de Quindío, se emplea la guadua como elemento de construcción, en las viviendas antioqueñas el apoyo de las cubiertas en tejas de barro se hace con maderas aserradas y la guadua se emplea como refuerzo de los muros de bahareque.

Caracterización bioclimática

Radiación solar: Por su posición cerca al Ecuador el sol tiene una inclinación al sur de 30°.

Rosa de vientos: Vientos con dirección hacia sur-oeste con ocurrencias entre los 0 km/h a los 15 km/h y en ciertos meses tiene dirección al nor-este con ocurrencias entre los 0 km/h a 10 km/h.

Confort térmico:

1. Ventilación natural permanente: Aberturas que propician la renovación de aire y/o utilización de equipos mecánicos que apoyan el movimiento mismo.

2. Confort: Zonas donde se presenta una sensación de bienestar para la mayoría de la población.
3. Zona de masa térmica: Retraso de la transmisión de calor al interior del espacio durante el día e ingreso de aire frío durante la noche.
4. Enfriamiento evaporativo: Control de temperatura donde por medio de superficies secas y oscuras se disminuye la temperatura del aire.
5. Calefacción ganancias internas: Aumento de temperatura que se obtienen por la ocupación de personas u objetos que irradian calor al interior de la vivienda.

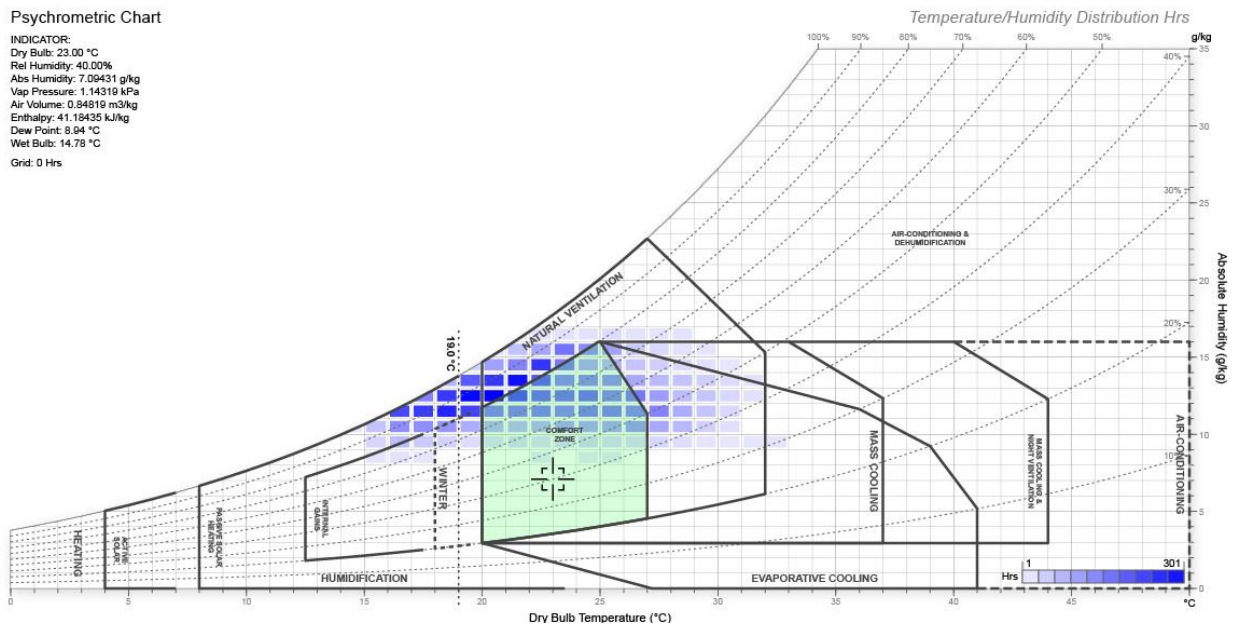


Figura 21. Diagrama Psicométrico Quindío – Montenegro

Tomado de Psychrometric Chart de Andrew Marsh, s.f.

Vivienda zona fría

Boyacá – Chita

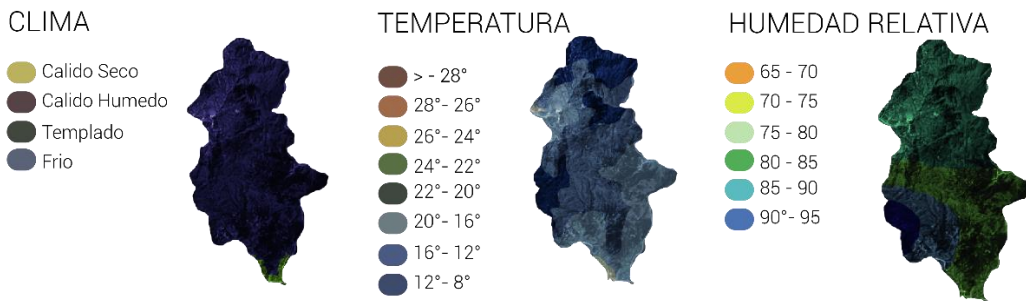


Figura 22. Características físico-ambientales, región Chita-Boyacá.

Adaptado del Atlas climatológico IDEAM, s.f.

La región ubicada en Boyacá se encuentra a 2934m s.n.m, con temperaturas promedio entre los 6°C a los 17°C, una humedad relativa entre el 60% al 90%, la velocidad de los vientos se encuentra entre los 0km a los 12.5km y una precipitación mensual promedio de 1.25mm

Arquitectura de la vivienda: Construidas en bahareque y con techo de paja eran las viviendas autóctonas de los indígenas que hacían parte de este territorio, conformadas por espacios básicos como la sala y habitaciones en su interior y la cocina en la parte exterior de la vivienda. Los emplazamientos de estas suelen ser bastante diferentes, pero en estas se puede identificar la forma en como los campesinos se relacionan con su entorno siendo una característica bastante importante en su cultura.

La vivienda está estructurada por el uso de materiales autóctonos como la teja de barro, el fique, la caña de castilla y materiales de nueva tecnología como lo son el ladrillo el zinc, a esto se le suma una nueva cimentación y emplazamiento.



Figura 23. Esquema vivienda rural en Boyacá

Tomado Departamento Nacional de Planeación, 2017

Caracterización bioclimática

Radiación solar: Por su posición cerca al Ecuador el sol tiene una inclinación al sur de 30°.

Rosa de vientos: Vientos con dirección hacia sur-este con ocurrencias entre los 0 km/h a los 20 km/h.

Confort térmico:

1. Calefacción ganancias internas: Aumento de temperatura que se obtienen por la ocupación de personas u objetos que irradian calor al interior de la vivienda.

2. Calefacción solar pasiva: Ganancia de temperatura por medio de rayos solares que llegan directamente al interior del espacio.

3. Calefacción solar activa: Utilización superficies que calienten fluidos (aire o agua) para que irradien calor y aumento la temperatura.

Psychrometric Chart

INDICATOR:
 Dry Bulb: 23.00 °C
 Rel Humidity: 40.00%
 Abs Humidity: 7.09431 g/kg
 Vap Pressure: 1.14319 kPa
 Air Volume: 0.84819 m³/kg
 Enthalpy: 41.18435 kJ/kg
 Dew Point: 8.94 °C
 Wet Bulb: 14.78 °C
 Grid: 0 Hrs

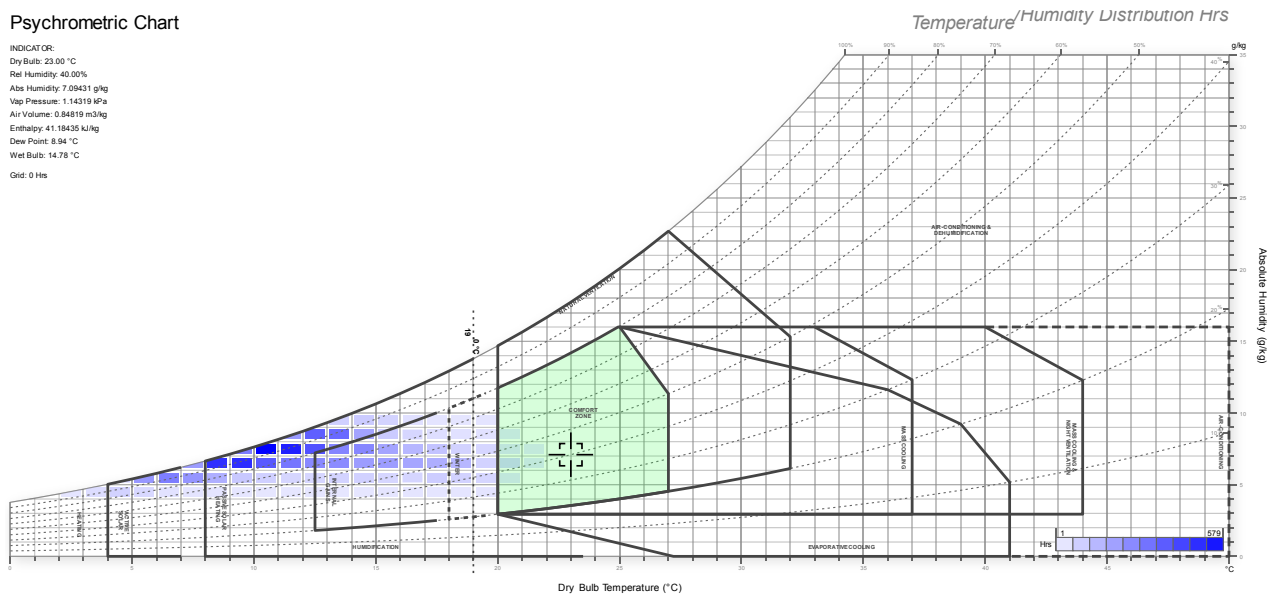


Figura 24. Diagrama Psicométrico Boyacá - Chita

Tomado de Psychrometric Chart de Andrew Marsh, s.f.

Conclusión

Para la investigación los lugares que se eligieron se dieron a partir de un desarrollo selectivo en su nivel de ruralidad y sus características atmosféricas. La elección de los climas y su selección por departamentos se convierte en un factor muy importante para entender el comportamiento climático dentro del territorio colombiano y así mismo la elección de vivienda por región.

La selección de los lugares elegidos por sus aspectos climáticos siendo el más frío, el más cálido seco, el más cálido húmedo y el más templado dentro de Colombia, estos lugares fueron la guajira teniendo características cálidas seca donde la lluvia es casi nula, la presencia de humedad es mínima y todo su territorio no bajan de los 28°C.

Para el cálido húmedo se seleccionó el Chocó siendo una zona con bastante humedad y temperaturas superiores a los 28°C, no cuenta con la presencia de brisas a comparación del cálido seco; en esta zona sus características son temperaturas muy parecidas a las de la guajira sin embargo cuenta con niveles de precipitación y humedad mucho más altos.

Para el clima templado se selecciona el Quindío su temperatura en algunas horas del año puede superar los 26°C pero en general se mantiene por debajo de esta, es una zona bastante húmeda lo cual puede existir sensación de frío en horas de la mañana y calor en horas de la tarde.

Para el clima frío se selecciona Boyacá siendo este uno de los departamentos más frío de Colombia; cuenta con temperaturas que van desde los 8°C como mínimo en promedio ya que se han determinado en algunas zonas que puede llegar a 0°; así como la temperatura máxima que se encuentra es de 24°C una zona con características de humedad, pero donde la lluvia es muy poca.

Capítulo 4. Evaluación del confort térmico

Introducción

La intención de hacer simulaciones en donde se varia la orientación y el material y donde existen variables fijas como la tipología y el clima, terminan siendo factores que dan unas dinámicas de temperatura interior diversas del confort, la vivienda rural tiene unas características en su zonificación las cuales varían según el clima, la región, su cultura y costumbres.

No se puede comparar las viviendas ubicadas en la Guajira con las de Boyacá pues sus culturas van arraigas en la forma de emplazarse dentro del territorio, factores como el clima dan un punto de partida a la manera de construir, por un lado, se podrá ver una vivienda con pequeñas construcciones que se unen entre si formando una vivienda conjunta que permitirá que el viento la atraviere, permitiendo hacer la fresco el lugar, por el otro lado se encuentra una construcción compacta que hace el efecto contrario evitar que el viento entre al 100% dentro de la vivienda tratando de conservar el calor dentro de ella.

La vivienda de cada región que se toma a simular sele acondicionará solo su envolvente, se caracteriza los materiales junto a sus valores físicos, dando como resultado una comparativa entre la temperatura exterior y la temperatura operativa, la cual corresponde a la temperatura interior de la vivienda, se plantea un plan de trabajo el cual servirá de apoyo para realizar dichas simulaciones en softwares que hacen parte de la metodología BIM.

Criterios de simulación

Zonificación de la vivienda según región.

Guajira - Uribia

Vivienda existente

Se caracteriza por ser rancherías con un solo baño, dos habitaciones, cocina y el empaimado es una sección de la vivienda que es abierta más como una sala donde la ventilación es permanente.

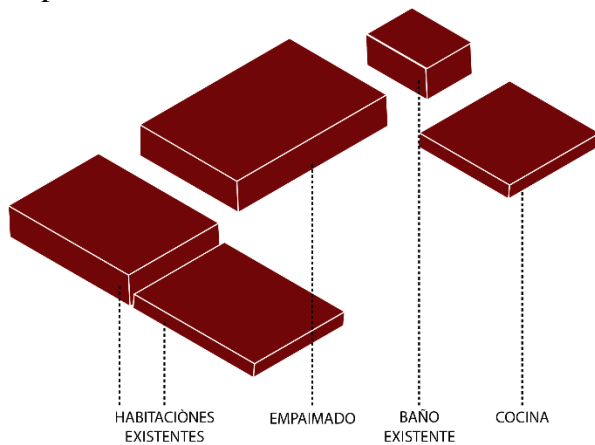


Figura 25. Vivienda existente Uribia- Guajira

Elaboración propia

Vivienda modificada

Se amplía con una habitación de más y un baño, la vivienda pasa de 48 Mts a 71 Mts.

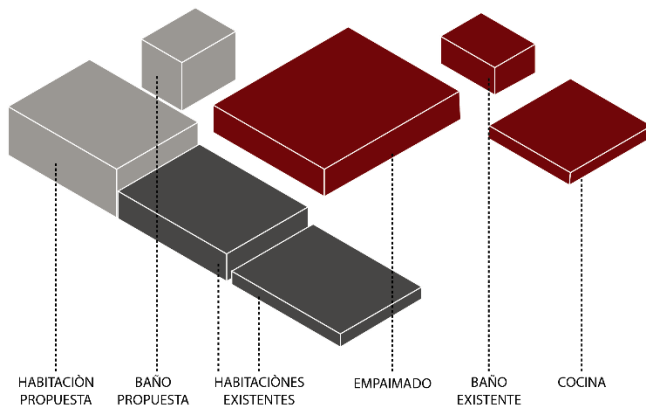


Figura 26 Vivienda modificada Uribia – Guajira

Elaboración propia

Choco - Paimado

Vivienda existente

Se caracteriza por ser viviendas en palafito, a la orilla del río Quito, la vivienda consta de tres habitaciones y un baño, su área social es muy reducida.

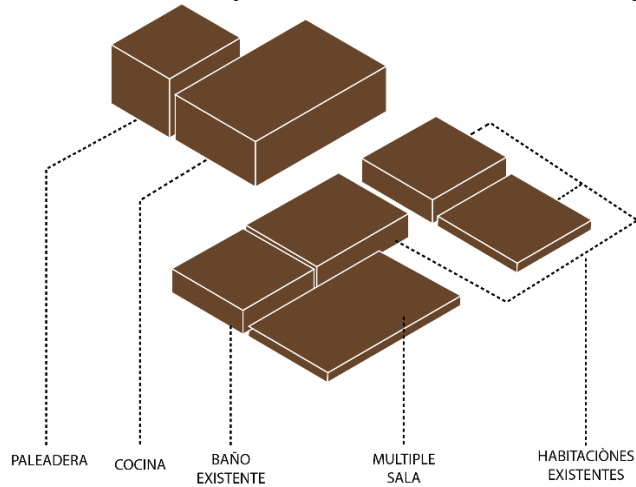


Figura 27. Vivienda existente Paimado, Río Quito – Choco

Elaboración propia

Vivienda modificada

Se amplía con una habitación de más y un baño, ampliación de sala y habitaciones existentes, la vivienda pasa de 30,75Mts a 56,15 Mts.

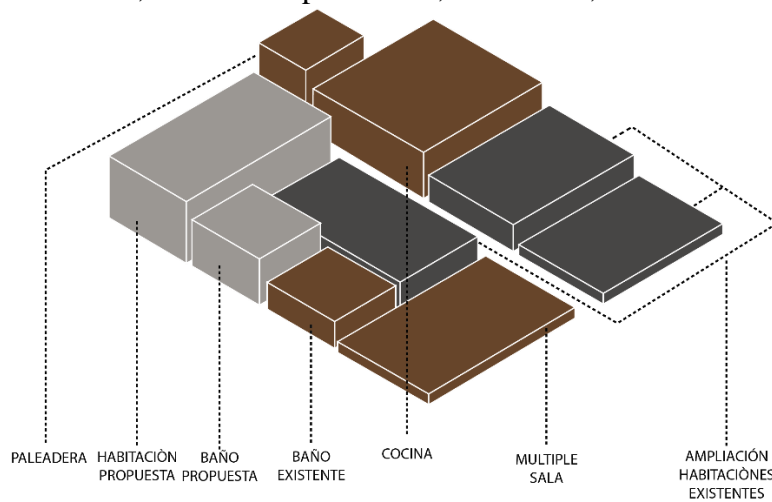


Figura 28. Vivienda Modificada Paimado, Río Quito- Choco

Elaboración propia

Quindío - Montenegro

Vivienda existente

Se caracteriza por ser una vivienda con 4 habitaciones, un baño, cocina y sala comedor, el espacio más grande es la cocina, es donde la mayor parte del tiempo de convive.

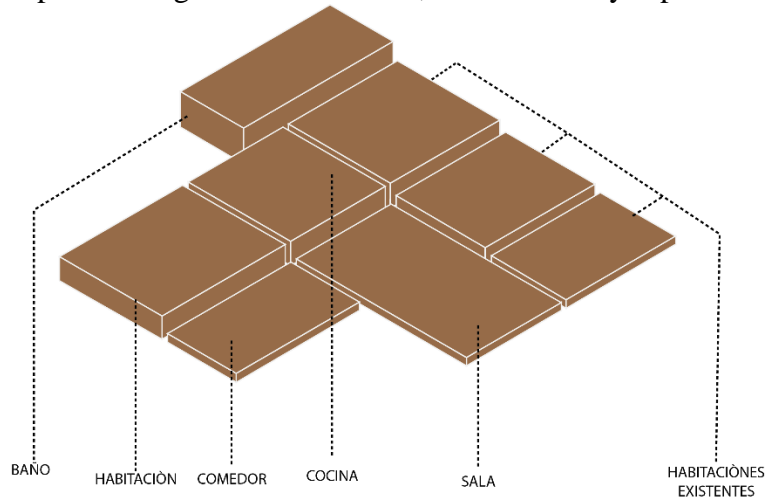


Figura 29 Vivienda existente Montenegro – Quindío

Elaboración propia

Vivienda modificada

Se amplía la vivienda en sus habitaciones y áreas comunes, junto a la adición de un baño, la vivienda pasa de 58 Mts a 90mts

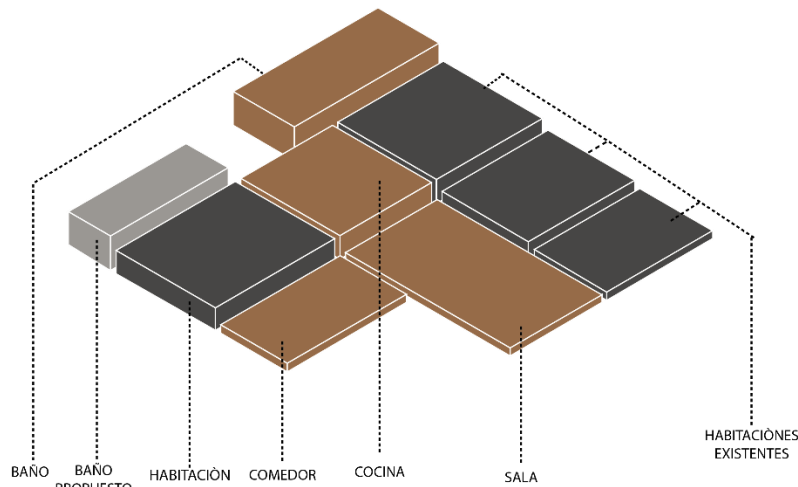


Figura 30. Vivienda modificada Montenegro – Quindío

Elaboración propia

Boyacá - Chita

Vivienda existente

Se caracteriza por ser una vivienda de tres habitaciones con un solo baño exterior, su área social y de cocina no esta dividida.

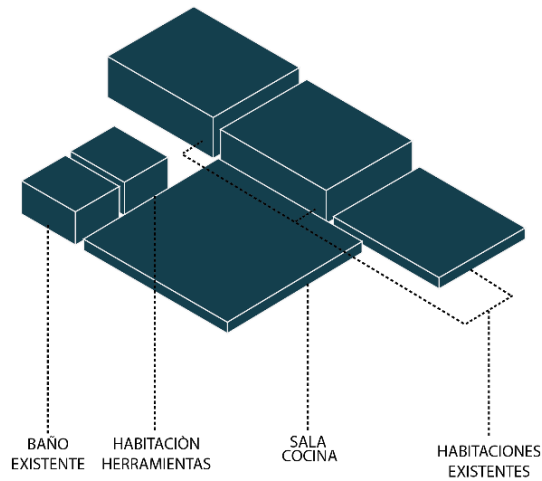


Figura 31. Vivienda existente Chita – Boyacá

Elaboración propia

Vivienda modificada

Se amplía la vivienda haciendo una división de cocina y sala, se añade un baño para suplir necesidades básicas.

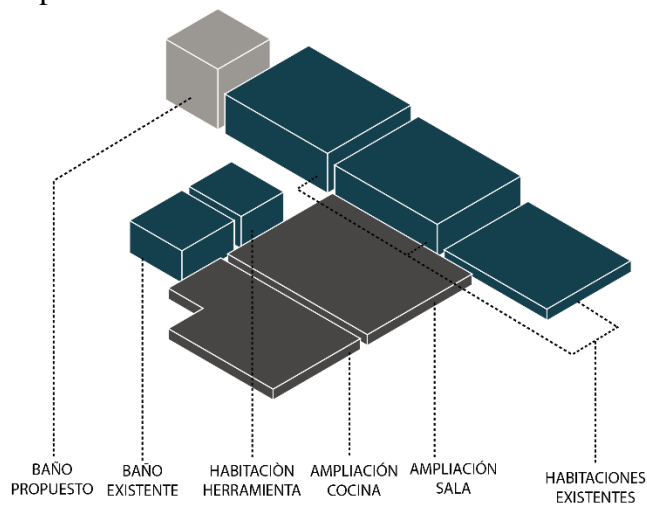


Figura 32. Vivienda modificada Chita – Boyacá

Elaboración propia

Materiales

Piedras

Aislante contra el calor, es considerado un excelente material en la construcción al no requerir mucho mantenimiento, su utilidad es muy elevada a comparación de la madera o el adobe, este puede disminuir la temperatura interior de una vivienda, se recomienda siempre utilizar piedras de la misma región en donde se piensa construir una vivienda para evitar altos cargos económicos en su transporte.

Guadua

Se destaca por su resistencia a la compresión, considerándose un material flexible en la utilización de este dentro de la estructura de una vivienda, permitiendo crear viviendas sostenibles y sísmo resistentes, se debe proteger contra factores ambientales pues su conservación es parecida a la madera.

Teja de barro

Se cocinan de forma que sea necesaria para la construcción, utilizadas para las cubiertas, son placas delgadas y curvas generalmente siendo una mezcla de arcilla con arena. Estas piezas ayudan a dar forma y composición estética a una vivienda.

Mezcla de barro, arcilla

Se considera un material sostenible al ser de origen natural el cual su degradación se hace de forma total, no tiene ningún proceso prefabricado, el material al mojarse en exceso se suaviza permitiendo su maleabilidad, es importante protegerlo de materiales impermeables o el agua, no se descarta el mezcal con otros materiales para hacerlo más resistente, se considera un material tradicional en muchas regiones dentro del territorio colombiano.

Madera

Se considera un elemento muy durable en la construcción si son puestos de la forma correcta, esta favorece fuerzas con la tracción y la compresión, haciéndola resistente a grandes cargas, aunque n cuenta con muy buena elasticidad, se le compara con materiales como el acero.

Mampostería (Ladrillo, Bloque)

Cocida a más de 1000°C, esa exposición tan alta al calor le proporciona resistencia. Esta forma de construcción es la más común en la actualidad mezclando técnicas tradicionales en donde se le añaden piezas en arcilla y cerámica.

Adobe

Es un material elaborado a partir de barro que resulta ser usado tradicionalmente en zonas rurales desde épocas precolombinas para la construcción de viviendas. Se debe utilizar una tiene entre el 15% y el 30% de arcilla para que este material pueda cohesionar bien y el resto de material puede ser arena gruesa o arena normal.

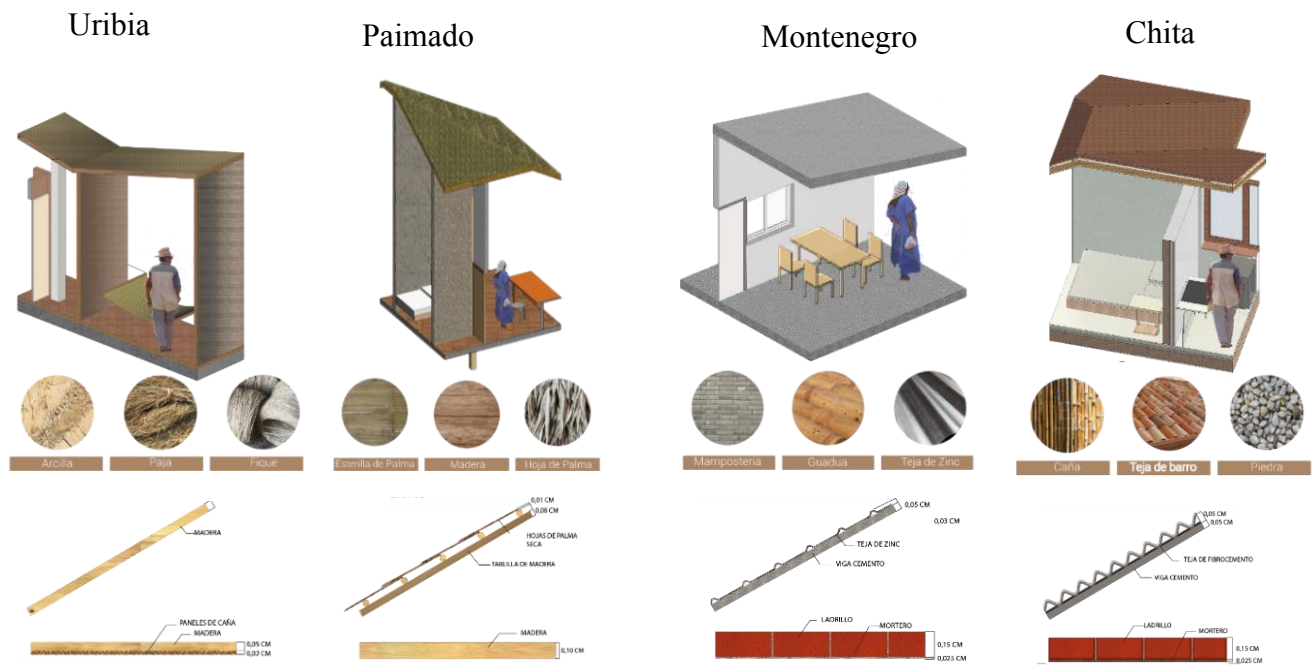


Figura 33. Caracterización de vivienda rural según región

Elaboración propia

Transmitancia térmica

Tabla 2. Transmitancia térmica

MATERIAL	GROSOR	VALOR U
Hoja de palma	10 mm	5,36
Teja de madera	60 mm	1,67
Madera	50 mm	2,07
Teja zinc	18 mm	5,87
Ladrillo arcilla	115 mm	3,49
BTC	120 mm	1,34
Adobe		1,65
Bareque	140mm	1,01
Teja de eternit	103 mm	3,25
Vidrio	4 mm	5,7
Aire	0	0
Mortero	10 mm	5,36
Paneles de Caña	20 mm	1,98

Elaboracion propia

Confort Térmico

La temperatura entre los 18.3°C y 24°C se consideran los grados de confort adecuados para Olgyay, pero para poder analizar cuál es el confort ideal de cada zona climática se utilizó la fórmula de Auliciems.

$$T_n = 17.6 + 0.31 * T_m$$

$$Z_c: T_n \pm 2,5^\circ \text{C}$$

T_n: Temperatura neutra

T_m: Temperatura media anual

Z_c: Zona de confort

Tabla 3. Rango de confort para cada región climática

Municipio	Temperatura Media Anual o Mensual °C	Temperatura Neutra °C	Zona de Confort °C	
			Máxima	Mínima
Uribía	29.2	26.652	29.152	24.152
Paimado	26.6	25.846	28.346	23.346
Montenegro	21.8	24.358	26.858	21.858
Chita	11.2	21.072	23.572	18.572

Elaboración propia

Metodología BIM

Se realiza el modelo en Revit y se exporta a Desing Builder, estos dos programas nos permiten en uno modelar con su orientación, grosores de muros y características arquitectónicas en general y el otro a analizar su comportamiento frente al confort y disconfort de la vivienda.

Plan de trabajo

1. Para el desarrollo de la investigación se estructuro un plan de trabajo donde era importante la caracterización de la vivienda y las determinantes ambientales ah tener en cuenta en la investigación según el alcance para configurar el modelo 3D y la implementación de dichos factores a la simulación.

2. De acuerdo con el numeral anterior fue necesario clasificar la materialidad de las viviendas en existente y los materiales vernáculos como es Bahareque, BTC (bloques de tierra comprimidos) y Adobe; para el caso de la cubierta se determinó el uso de cubierta en arcilla y madera para los casos de Quindío y Boyacá, y así misma cubierta de madera para las viviendas de clima cálido como es el caso de Chocó y Guajira.

3. Para dicha simulación se configuró en Design Builder las propiedades iniciales del programa, la localización y todos los datos básicos de temperatura en cada una de las zonas donde se encuentran las viviendas seleccionadas con los materiales constructivos utilizados en la actualidad, todo esto con el fin de calcular los niveles de confort actuales y su precisión frente a los rangos de confort designados para cada región; para esto y para los demás materiales fue primordial clasificar los materiales por vivienda y analizar las cualidades del material y el valor de transmitancia térmica de cada uno de ellos y en conjunto para su funcionamiento en el interior de ella, así como también fue necesario el evidenciamiento de las ventanas y las aperturas de dichas en la vivienda, explícitamente en el porcentaje de apertura y la infiltración de aire dentro de ella para tener claro el volumen de aire y su renovación.

4. Una vez hechas las simulaciones base se pasa a simular cada una de las viviendas con materiales sostenibles y vernáculos como lo son el Adobe, Bahareque y el BTC y su orientación (estas varían según el clima), para así llegar a una conclusión del material ideal bajo las condiciones climáticas actuales de la vivienda y junto con su orientación.

5. En Design Builder se configura la localización de intervención de los modelos y se exportó el modelo de Revit desde el formato gbXML con la información configurada de las propiedades de material y se verifican las actividades de cada espacio para configurar las temperaturas internas promedio de cada espacio según su función, en la pestaña de configuración se verifican las materialidades, las cargas térmicas según grosores y cualidades de la materialidad como su valor U (Valor de Transmitancia Térmica), su reflectancia y su nivel de infiltración; así como también en los elementos arquitectónicos como puertas marcos y ventanas, y el impacto de los vanos en la edificación.

6. Para la generación de los resultados luego de las configuraciones es importante designar a que nivel de detalle se plantea analizar la vivienda y sus temperaturas para corroborar con más detenimiento el impacto de las temperaturas sobre la vivienda y sobre cada elemento de ella; en esto debemos considerar la actividad de la vivienda y la importancia de las persona, en especial la cantidad de personas, y el área en metros cuadrados designada para cada una con el fin de analizar el metabolismo y las emisiones de calor al interior de cada habitación para eso se decide hacer dos análisis uno en un rango anual y otro diario para la verificación de los impactos del día a día así como también determinar la temperatura media promedio que afecta al interior y exterior, determinando las condiciones del confort.

Matriz de evaluación

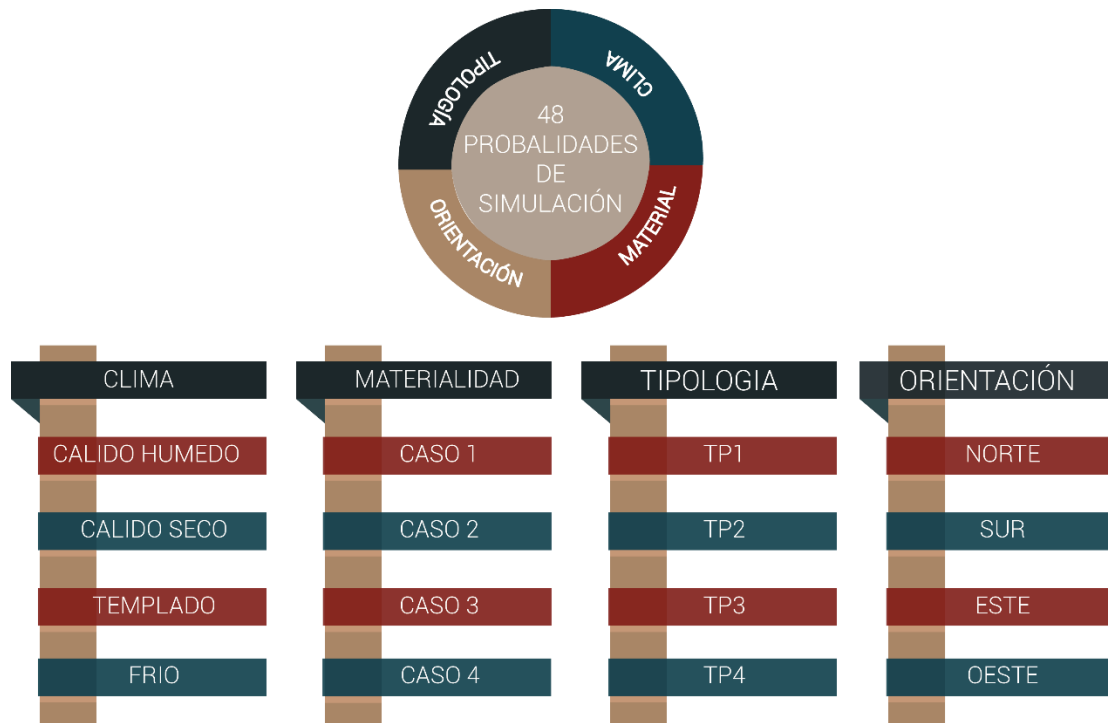


Figura 34: Matriz de evaluación

Elaboración propia

Conclusión

Las simulaciones dinámicas realizadas en Design Builder, facilitaran el entender como se comporta cada vivienda dentro de su región climática y a si mismo si la orientación influye o no en su temperatura interior, la metodología BIM se convierte en un aliado frente a la pandemia del Covid-19 pues para la investigación nos brindó datos reales sin tener que estar en el lugar de elección y con la que se podrá entender mucho mejor los resultados al botarnos datos en gráficas y en tablas.

El resultado final de cada simulación dependerá de las características físicas de los materiales de construcción, así mismo su nivel de renovación del aire de forma natural y su nivel de ocupación por habitante dentro de ella.

Capítulo 5. Resultados y conclusiones

Resultados por día

Tabla 4. Resultados de simulaciones hechas por día.

Lugar	Día	Orientación	Temperatura exterior Min-Max	Material								Rango de Confort
				Existente		Bahareque		Adobe		BTC		
				T.Min	T.Max	T.Min	T.Max	T.Min	T.Max	T.Min	T.Max	
Uribia Guajira	04-sep	Norte	Min 27,7°C - Max 36,6°C	30,8°C	34,1°C	30,8°C	34,0°C	30,8°C	34,0°C	30,8°C	34,1°C	24,15°C 29,15°C
		Sur		30,9°C	34,8°C	30,9°C	34,7°C	30,8°C	34,2°C	30,9°C	34,7°C	
		Este		30,5°C	33,5°C	30,5°C	33,5°C	30,4°C	33,5°C	30,5°C	33,5°C	
		Oeste		30,5°C	33,4°C	30,5°C	33,5°C	30,0°C	33,0°C	30,4°C	33,4°C	
Paimado Choco	27-jul	Norte	Min 21,0°C - Max 34,7°C	24,9°C	31,2°C	24,9°C	30,5°C	24,9°C	31,1°C	24,9°C	31,5°C	23,34°C 28,34°C
		Sur		24,9°C	30,8°C	24,9°C	30,7°C	24,9°C	30,6°C	24,9°C	30,8°C	
		Este		24,9°C	31,0°C	24,8°C	30,2°C	24,9°C	30,8°C	24,9°C	31,4°C	
Montenegro Quindío	19-ago	Norte	Min 17,6°C - Max 32,0°C	25,0°C	32,8°C	21,9°C	35,7°C	21,8°C	32,8°C	21,9°C	34,6°C	21,85°C 26,85°C
		Sur		25,0°C	33,3°C	21,5°C	34,4°C	21,5°C	31,5°C	21,5°C	34,3°C	
		Este		25,1°C	33,5°C	21,6°C	37,5°C	21,6°C	33,4°C	21,6°C	36,3°C	
Chita Boyacá	03-nov	Noreste	Min 8,7°C - Max 11,7°C	15,3°C	17,7°C	13,4°C	16,1°C	13,8°C	16,5°C	13,6°C	16,3°C	18,57°C 23,57°C
		Sureste		15,8°C	18,3°C	13,6°C	16,4°C	14,1°C	16,9°C	13,8°C	16,6°C	

Elaboración propia

Uribia - Guajira

Análisis del confort térmico en el día más caliente del año, esta corresponde a la fecha del 4 de septiembre, orientaciones norte, sur, este y oeste. A pesar de que la vivienda no permanece en el rango de confort en ninguna orientación, se podría decir que la orientación que presento menores temperaturas a las otras fue la Oeste y del mismo modo la que presento altas temperaturas fue la sur. El mejor material para el clima cálido seco es el Adobe y que por el contrario el material que recibió temperaturas bastante altas fue el Bahareque.

Paimado – Choco

Análisis del confort térmico en el día más caliente del año, esta corresponde a la fecha de 21 de Julio, orientación norte, sur y este. Esta permanece gran parte del día en confort siendo la

orientación este la que respondió mejor al confort y la que obtuvo mayores temperaturas fue el norte. El mejor material para la vivienda del clima cálido húmedo es la Bahareque pues las condiciones de desconfort varían en 2° por encima de lo ideal a diferencia de los demás materiales en cuanto al día más caluroso; por otro lado, el peor material fue el BTC.

Montenegro - Quindío

Análisis del confort térmico en el día más caliente del año, esta corresponde a la fecha del 19 de agosto, orientaciones norte, sur y este. Esta permanece una parte significativa en el día dentro del confort, la orientación que mejor respondió fue la sur y la que obtuvo altas temperaturas fue la este. El mejor material para la vivienda del clima templado es el Adobe pues las condiciones de desconfort varían en 4° por encima de lo ideal a diferencia de los demás materiales en cuanto al día más caluroso; por otro lado, el peor material fue el existente.

Chita-Boyacá

Análisis del confort térmico en el día más frío del año, esta corresponde a la fecha del 3 de noviembre, orientaciones noreste y sureste. Está a lo largo del día no logra alcanzar el rango mínimo de confort, la orientación que mejor respondió fue la sureste. El mejor material para la vivienda del clima frío es el Base pues las condiciones de desconfort varían, pero encontramos sobre calentamiento dentro de la vivienda por encima de lo ideal; por otro lado, el peor material fue el Bahareque al tener temperaturas muy bajas.

Resultados por hora

Tabla 5. Resultados de simulaciones por hora

Lugar	Orientación	Material							
		Existente		Bahareque		Adobe		BTC	
		Confort	Dis Confort	Confort	Dis Confort	Confort	Dis Confort	Confort	Dis Confort
Uribia Guajira	Norte	27,84%	72,16%	26,99%	73,01%	26,96%	70,04%	26,95%	73,05%
	Sur	26,95%	73,05%	27,80%	72,20%	27,85%	72,15%	27,84%	72,16%
	Este	29,20%	70,80%	29,17%	70,83%	29,22%	70,78%	29,20%	70,80%
	Oeste	37,77%	62,23%	37,77%	62,23%	37,77%	62,23%	37,77%	62,23%
Paimado Choco	Norte	88,64%	11,36%	90,32%	9,68%	86,84%	13,16%	88,07%	11,93%
	Sur	89,67%	10,33%	86,94%	13,06%	89,66%	10,34%	89,66%	10,34%
	Este	87,98%	12,02%	88,26%	11,74%	87,18%	12,82%	86,52%	13,48%
Montenegro Quindío	Norte	59,54%	40,46%	61,23%	38,77%	62,43%	37,57%	62,19%	37,81%
	Sur	65,21%	34,79%	61,76%	38,24%	65,98%	34,02%	61,74%	38,26%
	Este	63,39%	36,61%	58,89%	41,11%	62,83%	37,17%	59,29%	40,71%
Chita Boyaca	Noreste	34,58%	65,42%	21,37%	78,63%	22,96%	77,04%	21,97%	78,03%
	Sureste	32,96%	67,04%	19,97%	80,03%	21,54%	78,46%	20,48%	79,52%

Elaboración propia

Uribia-Guajira

El material que obtuvo un porcentaje elevado de horas dentro del confort fue el Adobe a pesar de que solo obtiene en el año un 37,77% de horas y la mejor orientación fue la oeste.

Paimado-Choco

El material que obtuvo un porcentaje elevado de horas dentro del confort fue el Bahareque, este gran parte del año permanece en confort con un 90,32% de horas y la mejor orientación fue la norte.

Montenegro-Quindío

El material que obtuvo un porcentaje elevado de horas dentro del confort fue el Adobe, este con un poco más de la mitad del año permanece en confort con un 65,98% de horas y la mejor orientación fue la sur.

Chita-Boyacá

El material que obtuvo un porcentaje elevado de horas dentro del confort fue el existente a pesar de que solo obtiene en el año un 34,58% de horas y la mejor orientación fue la noreste.

Conclusión

Tabla 6. Cuadro de conclusiones frente a resultados de simulaciones

LUGAR	ORIENTACIÓN	CASO 1 EXISTENTE	CASO 2 BAHAREQUE	CASO 3 ADOBE	CASO 4 BTC
URIBIA	NORTE				
	SUR				
	ESTE	X	X	X	X
	OESTE				
PAIMADO	NORTE		X		
	SUR	X		X	X
	ESTE				
MONTENEGRO	NORTE				
	SUR	X	X	X	X
	ESTE				
CHITA	NORESTE	X	X	X	X
	SURESTE				

Elaboración propia

Se determinó que cada lugar de análisis responde de una forma diferente frente al confort, pues las características atmosféricas afectan gravemente en cómo se vive y se habita dentro de un territorio, para los cuatro casos solo una de las viviendas obtuvo un nivel de confort elevado que correspondió al Paimado-Choco está a pesar de considerarse como un clima extremo y el lugar que presentó las peores condiciones fue Chita-Boyacá el clima frío para este caso en específico a pensar que no está dentro del rango de confort, tiene temperaturas superiores a los 21% que para un clima frío son adecuadas, pero se llegaba a un calentamiento excesivo dentro de la vivienda con temperaturas entre los 27°C a los 32° las cuales no son adecuadas para un habitar, pudiendo forzar a salir de la vivienda a las personas que la habitan.

Dentro del mismo análisis resaltamos que las viviendas simuladas con materiales vernáculos respondieron mucho mejor al confort, siendo pertinente adherirnos a estas técnicas

autóctonas y que además son sostenibles al utilizar materiales de la misma región, evitando gastos en transporte y la economía en el costo del material, solo en un caso el material existente respondió a un mejor confort, pero también obtenía temperaturas bastante bajas.

Se llegó a la conclusión que el estado no hace mucho hacia las personas que viven en el área rural dentro del país a pesar de que gran parte del territorio es rural, la mayor concentración de personas se encuentra en lo urbano elevando la importancia de intervención, pero los índices más bajos en habitabilidad del país se encuentran en esa área rural al no tener recursos que suministren por completo a una parte sus necesidades básicas. Queremos llegar a la reflexión de la importancia que se debe tener a la hora de construir una vivienda en la ruralidad pues si pensamos en la sostenibilidad está con sus estrategias pasivas y activas permiten una mejor habitabilidad sin necesidad de hacer grandes cambios en su estilo de vida y aún más importante en su cultura.

Lista Bibliografía

- Alavedra, P., Dominguez, J., Gonzalo, E., Serra, J., (1997). *La construcción sostenible. El estado de la cuestión*. Artículo de Investigación.
- Barranco Arévalo, O. (2015). La arquitectura bioclimática. Artículo de Investigación.
- Bolívar, J., (2016). *Redefinición de la vivienda rural cafetera en Colombia*. El Paisaje Cultural Cafetero como caso de estudio.
- Chicote, M.A. (2015). Análisis energético y de confort térmico de estrategias sostenibles de acondicionamiento térmico de edificios basadas en sistemas radiantes. (Tesis de Doctorado) Universidad de Valladolid. Escuela de Ingenierías Industriales. Valladolid, España.
- Constitución política de Colombia [Const. P.]. (1991). Colombia: Leyer, 13va ed.
- Cortés Cely, O.A (s.f.) Métodos de diseño ambiental en arquitectura. Artículo de investigación.
- Czajkowski, J. (2012). *Evaluación del confort higrotérmico invernal en viviendas unifamiliares del gran la plata mediante auditorías*. Artículo científico.
- Departamento Administrativo Nacional de Estadística [DANE] y Censo Nacional Agropecuario [CNA], (2014). Características de la vivienda y Sociodemográficas de la población residente en el área rural dispersa censada.
- Espinosa Cancino C.F., Cortés Fuentes, A. (2012). Confort higro-térmico en vivienda social y la percepción del habitante. Artículo de Investigación.
- Godoy Muñoz, A. (2012). El confort térmico adaptativo (Tesis de Maestría). Universidad politécnica de Cataluña, España.
- Hidalgo Lopez, O. (2016). *Nuevas técnicas de construcción con bambú*. Ed 1e. Colombia.

- Mercado, R., Iguarán, G., Wouliyuu, A., Ipuana, F., Pérez, E., Iguarán, F., Machado, R., Castillo, E., Lopez, M., Saldarriaga, A., Otálora, L., Lopez, G., Sachica, C., (2016) *Lo que saben los Wayuu*. Universidad de Bogotá Jorge Tadeo Lozano. Ed 1e. Colombia
- Meléndez García, S. J. (2012). *Arquitectura sustentable fachadas bioclimáticas, tecnología fotovoltaica, funcionalidad y estética*. Ed 1e. México: Trillas
- Mosquera, G. (2016) *Vivienda y Arquitectura Tradicional en el Pacífico colombiano*. Patrimonio Cultural Afrodescendiente.
- Norma sismo resistente [NSR-10], (2010), Ministerio de ambiente, vivienda y desarrollo territorial. Asociación Colombiana de Ingeniería sísmica. Recuperado de <https://www.idrd.gov.co/sitio/idrd/sites/default/files/imagenes/9titulo-i-nsr-100.pdf>
- Olgyay, V. (1998). *Arquitectura y clima manual de diseño bioclimático para arquitectos y urbanistas*. Ed 1e. España: Gustavo Gili.
- Ortiz, K. (31 Jul 2019). Por ley, buscan que campesinos en Colombia puedan tener una vivienda digna en zonas rurales. Recuperado de <https://www.rcnradio.com/politica/por-ley-buscan-que-campesinos-en-colombia-puedan-tener-una-vivienda-digna-en-zonas-rurales>
- Quesada Molina, J.P. (Febrero, 2015). Habitabilidad para una vivienda sustentable. https://www.researchgate.net/publication/317318939_PONENCIA_HABITABILIDAD_PARA_UNA_VIVIENDA_SUSTENTABLE
- Rodriguez, L., (2016). Vivienda de Interés Social Rural: un derecho sin una política eficiente y eficaz. Boletín Macrofiscal. No. 14, Recuperado de <https://www.contraloria.gov.co/documents/463406/483337/Bolet%20C3%ADn+Macro+Fiscal+14.pdf/>

Rodríguez Viqueira, M. (2004). *Estudio de arquitectura de arquitectura bioclimática*. Ed 1e. México: Limusa Noriega.

Sánchez, G., Afanador C., Castillo W.,(2016) *Caracterización y tipificación de la vivienda Rural en la Cuenca media del río Guáitara, Nariño*. Apuntes 29(1), 62-79. Recuperado de <http://dx.dio.org/10.11144/Javeriana.apu29-1.ctvr>

Sanchez, C., Jimenez, E.,(2010). La Vivienda Rural, Su Complejidad y Estudios Desde la Diversas Disciplinas. Recuperado de <http://www.scielo.org.co/pdf/luaz/n30/n30a10.pdf>

Tramoyeres González, A. (2019). Bioconstrucción y arquitectura bioclimática para la ejecución de una vivienda ecológica unifamiliar. Valencia, España

Vera, F., Adler, V., Acevedo, P., Rojas, F., Uribe, M. C., Quintero, M. C., Huerta, C., Lew, S., Soulier, M., Nacke, M., Simonez, V. ¿Qué podemos hacer para responder al COVID-19 en la ciudad informal?. Ed 1e. Argentina

Yañez Parareda, G. (2008). *Arquitectura solar e iluminación natural*. Ed 1e. Barcelona, España: Munilla-leira.