

VIVIENDA RURAL BIOCLIMÁTICA
CORREGIMIENTO TRES ESQUINAS –
TULUÁ, VALLE DEL CAUCA
Especialización en Arquitectura Bioclimática

Autor[es]

Arquitecto _____ Andrés Felipe Serna Rivas

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE PEREIRA

Pereira

2021



CONTENIDO

1. RESUMEN [ABSTRACT]	3
2. INTRODUCCIÓN	4
3. OBJETIVOS	5
4. CONDICIONES MORFOLÓGICAS, SOCIALES Y CLIMÁTICAS	6
5. ESTRATEGIAS BIOCLIMATICAS Y SOSTENIBLES	16
6. DESARROLLO PROYECTUAL	18
7. CONCLUSIONES	37
8. BIBLIOGRAFÍA	38

1. RESUMEN [ABSTRACT]

La vivienda rural bioclimática se realiza tomando como base el CONCURSO PÚBLICO DE IDEAS PARA EL DISEÑO DE PROTOTIPOS DE UNIDADES HABITACIONALES SOSTENIBLES Y PRODUCTIVAS PARA LA RURALIDAD DEL D.C., sumándole una comprensión de las diferentes variables que presenta el corregimiento de Tres Esquinas, el cual con un clima cálido húmedo y las diferentes interacciones que el ser humano desarrolla al interior de la vivienda, proporciona las necesidades y alternativas de diseño. Concluyendo en una propuesta que responda a las necesidades de confort y habitabilidad para las personas que residen en este territorio y similares.

Palabras clave: Vivienda rural bioclimática, Sostenible, Productiva, Tres Esquinas, Cálido húmedo, Confort, Habitabilidad.

The bioclimatic rural housing is carried out based on the PUBLIC CONTEST OF IDEAS FOR THE DESIGN OF PROTOTYPES OF SUSTAINABLE AND PRODUCTIVE HOUSING UNITS FOR THE RURALITY OF DC, adding an understanding of the different variables presented by the village of Tres Esquinas, with a warm humid and the different interactions that human beings develop inside the house, provide the needs and design alternatives. Concluding in a proposal that responds to the needs of comfort and habitability for the people who reside in this territory and the like.

Keywords: Bioclimatic rural housing, Sustainable, Productive, Tres Esquinas, Warm humid, Comfort, Habitability.



2. INTRODUCCIÓN

El presente trabajo explora el desarrollo de una unidad de vivienda bioclimática, sostenible y productiva para la zona rural del corregimiento de Tres Esquinas en el municipio de Tuluá, con el propósito de implementar técnicas que respondan a las condiciones físico espacial y ofrezcan una respuesta a las necesidades de habitabilidad y confort en la ruralidad.

El corregimiento de Tres Esquinas por su cercanía con el área urbana está dentro de los planes de expansión del municipio, y siendo este uno de los mayores productores agrícolas, no se debe permitir el despojo de la cultura e interdependencia que tienen estos territorios frente al avanzado crecimiento poblacional y urbano, forzando a la población rural habitar de manera contraria a la de sus raíces.

La vivienda rural es parte importante en el desarrollo de un territorio, debido a sus dos distintivas características como son, ofrecer un refugio que responda a las diferentes condiciones que se presentan en el territorio, y la de brindar una protección alimenticia y económica mediante la ejecución de técnicas para la producción de materias primas.

Teniendo en cuenta estos antecedentes se determina desarrollar un diseño que explore condiciones y criterios logrando de manera eficiente el confort habitacional, un ahorro energético, el tratamiento de residuos y el aprovechamiento de las mismas, conjuntamente identificar las características climáticas y paisaje inmediato para una correcta localización de la pieza arquitectónica.



3. OBJETIVOS

Objetivo General

Proyectar una propuesta de vivienda rural con aplicación de estrategias bioclimáticas para climas cálido-húmedo en el corregimiento de Tres esquinas, Tuluá, Valle del Cauca, contribuyendo al bienestar y confort humano.

Objetivos Específicos

- Enunciar las condiciones morfológicas, sociales y climáticas del municipio de Tuluá para que estos arrojen lineamientos que ayuden a la adaptabilidad de la edificación.
- Definir estrategias bioclimáticas y sostenibles para la conformación técnica de una vivienda rural en climas cálido-húmedo
- Validar las hipótesis bioclimáticas plasmadas por las estrategias optadas, a partir de simulaciones en maqueta y software especializados



4. CONDICIONES MORFOLÓGICAS, SOCIALES Y CLIMÁTICAS

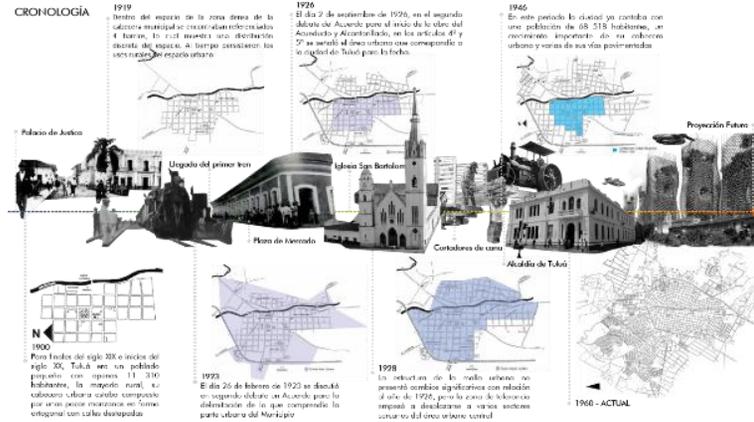


Ilustración 1- Cronología Municipio de Tuluá [Fuente: ARIAS SOLARTE, J. P. (s. f.). [MALLA URBANA DE TULUÁ]. <https://bibliotecadigital.univalle.edu.co/> <https://bibliotecadigital.univalle.edu.co/bitstream/handle/10893/14388/CB-0576597.pdf;jsessionid=C86E09CAD26EF896>

El Municipio de Tuluá está ubicado en la zona Centro del Departamento del Valle del Cauca a 102 km. de Cali, a 172 km de Buenaventura y a 24 km de Buga.

“Su influencia socioeconómica se extiende sobre las localidades vecinas de Andalucía, Bugalagrande, Bolívar, Riofrío, Roldanillo, Trujillo, Zarzal, Sevilla, Buga, San Pedro y otras cuya población total asciende aproximadamente a 600.000 habitantes según el DANE, (Proyección ajustada al censo de 2005)”

La población del municipio según datos del DANE para el 2018 se encuentra en los 221.701 habitantes. Los hogares que conforman esta población se distribuyen entre 1 a 3 personas en un 70.97% y el 29.03% de los hogares están compuestos por 4 o más personas

Población total: 221,701

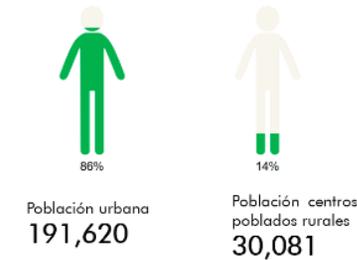


Ilustración 2 - Total población municipio de Tuluá (Fuente: Elaboración propia)

La infraestructura de este territorio está conformado por su casco urbano y las viviendas que se encuentran en los centros poblados rurales y las fincas dispersas en su jurisdicción

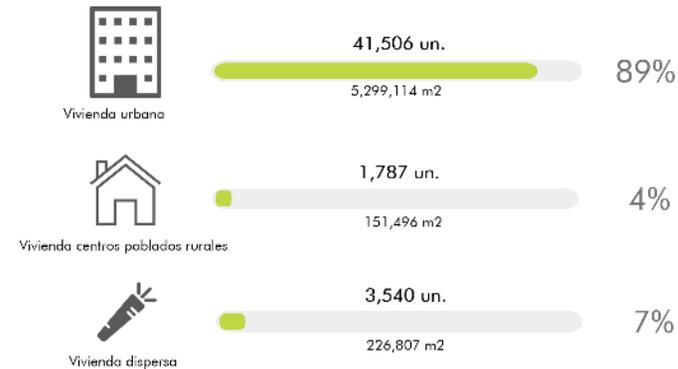


Ilustración 3 - Unidades de Vivienda (Fuente: Elaboración propia)

El territorio propio del municipio de Tuluá es extenso y está conformado por los ríos Tuluá y Morales, además por su

configuración en la cordillera central abarca numerosos pisos térmicos.



Ilustración 4 - Localización Tuluá (Fuente: Elaboración propia)

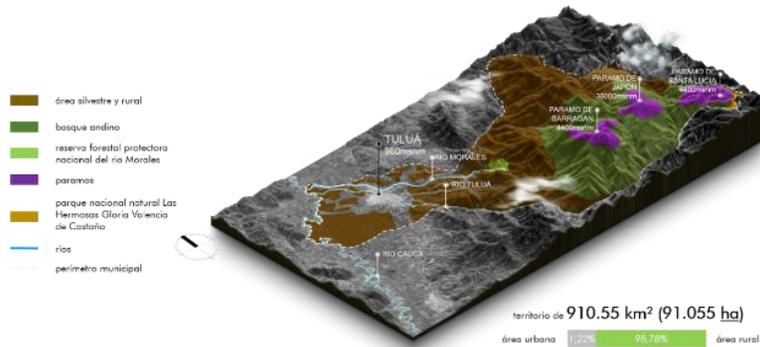


Ilustración 5 - Geografía Tuluá (Fuente: Elaboración propia)

El corregimiento de Tres Esquinas se georreferencia a los 4° 7' 2.251" N, 76° 13' 12.042" W con una altitud de 960msnm. Se ubica al noroccidente del casco urbano de la ciudad de Tuluá, brindando una conexión con las veredas La Palmera, Bocas de Tuluá y el municipio de Andalucía.



Ilustración 6 - Localización Corregimiento de Tres Esquinas (Fuente: Google Earth)

“Área rural o resto municipal: se caracteriza por la disposición dispersa de viviendas y explotaciones agropecuarias existentes en ella. No cuenta con un trazado o nomenclatura de calles, carreteras, avenidas, y demás. Tampoco dispone, por lo general, de servicios públicos y otro tipo de facilidades propias de las áreas urbanas.”¹

Tres esquinas es un corregimiento que abarca una población de 2.427 habitantes y se caracteriza por sus actividades agrícolas, teniendo en su extensión 5,42 km² destinados a cultivos permanentes como lo son de aguacate, maracuyá,

¹ DANE. (s. f.). Conceptos básicos. <https://www.dane.gov.co/>. Recuperado 24 de mayo de 2021, de https://www.dane.gov.co/files/inf_geo/4Ge_ConceptosBasicos.pdf

2021

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE PEREIRA

cítricos y papaya; cultivos transitorios que se componen del pepino cohombro, pimentón, tomate, ahuyama, maíz tecnificado, cimarrón y cilantro.²

El territorio está conformado por un centro poblado y unas viviendas dispersas que en su totalidad dan 1.071 inmuebles. En el centro poblado las viviendas y edificaciones tienen similitud con las características arquitectónicas presentes en el suelo urbano, desplazando la identidad rural y consolidando un suelo más urbanizado, disminuyendo las zonas verdes y las actividades agropecuarias.



Ilustración 7 - Centro Poblado (Fuente: Google Street View)



Ilustración 8 - Centro Poblado (Fuente: Google Street View)

Las fachadas están compuestas por colores fuertes y llamativos, con ventanas pequeñas y amplios retrocesos del paramento de la vía (2-3mt). Para la protección a la radiación solar, se adecuan con amplios aleros de láminas de zinc y algunos cuentan con elementos arbóreos que les ayude a generar sombra. Los antejardines se constituyen de suelos duros y en su mayoría con cerramientos



Ilustración 9 - Centro Poblado (Fuente: Google Street View)



Ilustración 10 - Centro Poblado (Fuente: Google Street View)

² Cámara de Comercio de Tuluá. (2019, diciembre). TULUÁ DATOS 2018. <https://camaratulua.org/wp-content/uploads/2016/02/calidad/page/TULUA-DATOS-2018.pdf>

Las fincas y las viviendas dispersas en área de Tres esquinas se caracterizan por su arquitectura colonial, con la utilización de la teja de barro, el gran alero que tiene en el recibo del inmueble, como también en su mayoría son edificaciones de un piso en un 90%. Su entorno se encuentra conformado por cultivos y pequeñas plazas donde distribuyen el ganado y aves de corral. Gran parte de estas viviendas son habitadas por personas mayores entre 50 – 80 años



Ilustración 11 - Fincas y viviendas dispersas (Fuente: Google Street View)



Ilustración 12 - Ilustración 10 - Fincas y viviendas dispersas (Fuente: Google Street View)

La materialidad utilizada en los muros es de ladrillo revestidos con estuco y pintura, pero las más antiguas no cuentan con un reforzamiento estructural y sus cubiertas se ven directamente afectadas. Las habitaciones están relacionadas con la cocina que a su vez es el espacio de la sala, además los baños y el lavadero se encuentran al final del inmueble. Cuentan con una pasarela perimetral que ayudado con los soportes de la cubierta ubican hamacas y una zona de estar.



Ilustración 13 - Fincas y viviendas dispersas (Fuente: Google Street View)

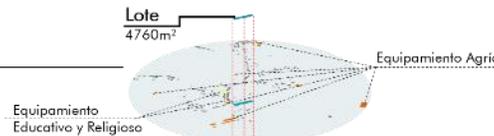


Ilustración 14 - Fincas y viviendas dispersas (Fuente: Google Street View)



Infraestructura Existente

Al ser una zona rural, las viviendas y los equipamientos se desarrollan de manera dispersa siguiendo la forma de las vías principales



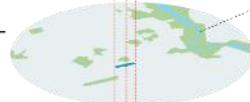
Estructura Económica

Las mayores extensiones de tierras están constituidas por plantaciones agrícolas y actividades agropecuarias, siendo uno de los principales corregimientos que aportan a la economía del municipio



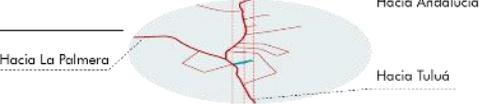
Estructura Ambiental

La cualidad del entorno ha permitido el desplazamiento de bosques nativos, quedando como principal corredor ecológico el río Tuluá y sus costados



Puntos de Acceso

El sector es atravesado por una vía secundaria que comunica el municipio de Tuluá con el Municipio de Andalucía, esta también es utilizada por maquinaria pesada por las actividades que hay en su entorno



Tres Esquinas

El corregimiento se caracteriza por su amplia extensión y una topografía llana con leves elevaciones en su territorio

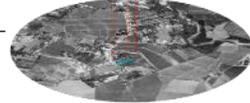


Ilustración 15 - Análisis Morfológico (Fuente: Elaboración Propia)

El sitio para el estudio de caso se encuentra en la entrada sur del corregimiento de Tres Esquinas, la distancia hacia el centro de la ciudad de Tuluá desde este punto se encuentra a 4.9km, por una vía que se encuentra muy fracturada por la cantidad de vehículos de carga pesada que pasan por el sector, debido a las actividades económicas que allí se desarrollan.

La estación meteorológica con el código 26105160 de donde se toman los datos climáticos, se encuentra en el aeropuerto Farfán. El cual se encuentra en línea recta del sitio a 3.1km, permitiendo características climáticas similares.

La nomenclatura del sitio es 0179 según el registro catastral, cuenta con un área de 4760m2 y con dos edificaciones: la primera construcción es de tipo residencial y está conformada

por tres habitaciones, un baño, es de un solo piso y su área actual es de 86m2 construidos. La segunda construcción es de tipo residencial, pero está adaptada como una bodega contando con un solo espacio de un piso y su área es de 64m2 construidos.



Ilustración 16 - Localización Sitio (Fuente: Elaboración Propia)



Ilustración 17 - Localización Sitio (Fuente: Google Earth)

Análisis e interpretación de datos climáticos

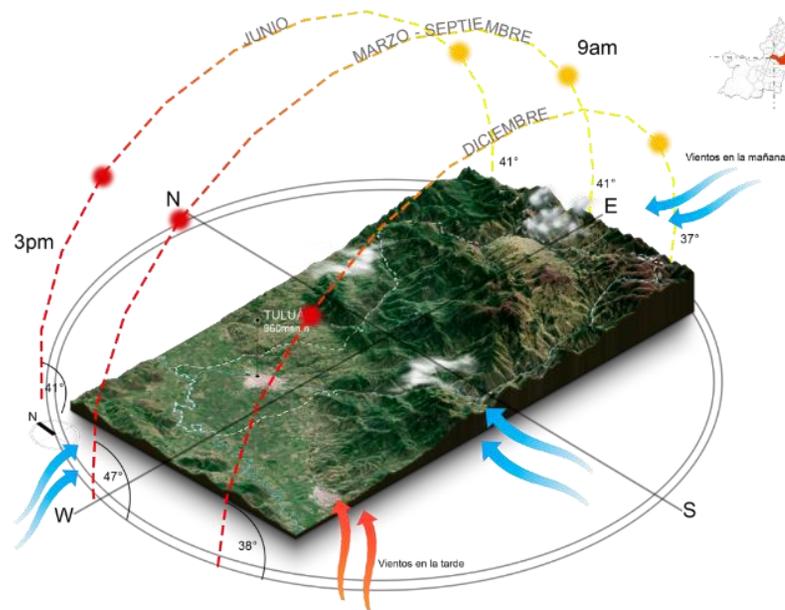


Ilustración 18 - Características Climáticas (Fuente: Elaboración Propia)

De acuerdo al IDEAM la clasificación del clima de la región del valle es:

- Según la clasificación de Koppen: Clima tipo A (tropical lluvioso de sabana con verano seco)
- Según la clasificación de Caldas-Lang:
 - Cálido Húmedo: 22,7%
 - Cálido Superhúmedo: 31,3%
 - Templado Húmedo: 16,3%³

En la zona llana del municipio de Tuluá se caracteriza por unas altas temperaturas presentes en la mayoría de las horas diurnas, dándole una clasificación de clima cálido húmedo, presentando temperaturas que van desde los **19-20°** en las horas más tempranas, hasta los **28-30°**, en las horas comprendidas entre las 9am hasta las 3pm con un promedio anual de humedad de un **78%**

Además, por estar en el valle que conforma la cordillera central y occidental, los vientos provienen de todas las direcciones, pero las corrientes más fuertes provienen desde el este, pasando por el sur y sur occidente y se complementan con los vientos que vienen desde el pacífico al occidente del territorio.

³ IDEAM. (s. f.). ATLAS CLIMATOLÓGICO DE COLOMBIA. ATLAS IDEAM. Recuperado 1 de mayo de 2021, de <http://atlas.ideam.gov.co>

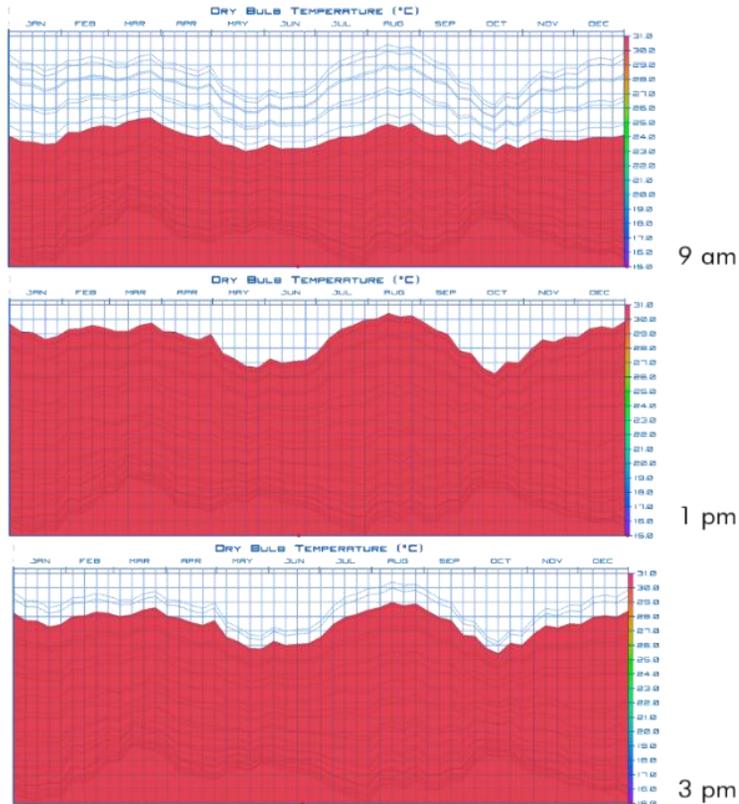


Ilustración 19 - Temperatura (Fuente: [Software Climático]. [s. f.]. AndrewMarsh.com. <http://andrewmarsh.com/>)

La temperatura máxima promedio se halla en el rango de 28°C entre 11pm a 3pm llegando a los 30°C, la temperatura media es de 24°C y se encuentra entre 9am a 11am y 3pm a 5pm y la temperatura mínima promedio es de 19°C entre 7am a 9am, 5pm a 8pm y en horas de la noche a la madrugada llegando a unos mínimos de 18°C

Tuluá tiene la característica de presentar lluvias anuales de 1302,1mm, permitiendo una mayor vaporación en la atmosfera, dando lugar a una humedad promedio del 78% permitiendo generar sensaciones de calor más elevadas a las presentes en el espacio. También se ve reflejado que los meses con menos precipitaciones como lo son diciembre a febrero y julio hasta agosto, presentan las más altas temperaturas llegando a máximos de 30°C

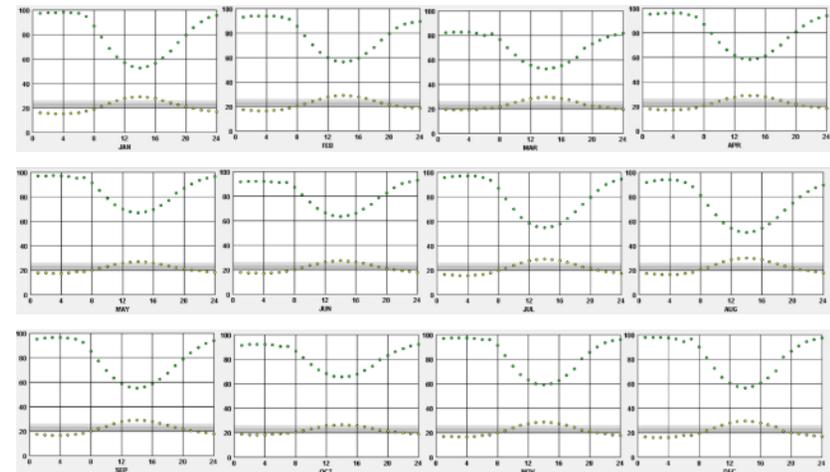


Ilustración 20 - Humedad (Fuente - Software Climate Consultant)

Con el cruce de información de temperatura y humedad, la mayoría de horas se encuentran entre la zona de confort y horas frías, pero estas horas son las que se encuentran desde las 4pm, siguiendo hacia la madrugada y empezando la mañana, llegando hasta las 10 a 11 de la mañana en los meses más fríos.

También se ve reflejado que, para encontrar las condiciones más adecuadas para encontrar la zona de confort en la mayoría de las horas diurnas, es necesaria las estrategias de ventilación natural en las edificaciones. Además, para las horas

nocturnas son necesarias las estrategias pasivas de calefacción. Esta zona de confort está establecida entre los 21.5°C hasta los 28.5°C

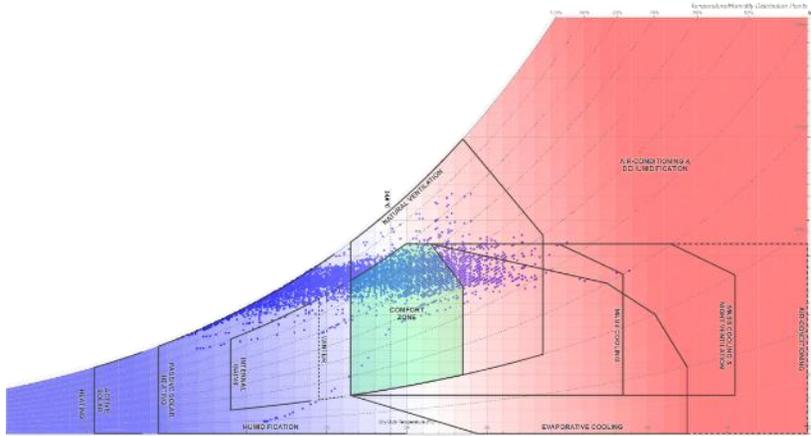


Ilustración 21 - Carta Psicrométrica (Fuente: [Software Climático]. (s. f.). AndrewMarsh.com. <http://andrewmarsh.com/>)

De acuerdo al método adaptativo de ASHRAE 55-2020, teniendo una temperatura exterior media de 24°C, es recomendable que los ambientes se encuentren en el rango de 22.7°C a 29.5°C para que el 90% de los usuarios se encuentren cómodos, teniendo una ventilación de 0,9m/s

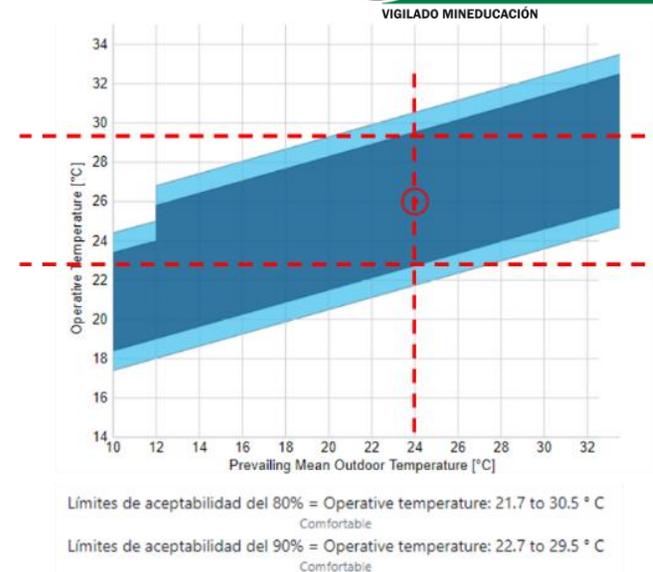


Ilustración 22 - Método Adaptativo (Fuente: CBE. (s. f.). Confort termico [Gráfico]. CBE Thermal Comfort Tool. <https://comfort.cbe.berkeley.edu/>)

Con el análisis de la Carta Psicrométrica y el método adaptativo de ASHRAE 55-2020, se determina que la temperatura para generar la zona de confort se debe manejar entre los 22.7°C hasta los 28.5°C

Para la región del Valle se calcula un promedio de 4 a 5 horas de brillo solar y un promedio de 4.5 a 5.0 kwh/m2. Estos datos demuestran la cantidad de carga calórica directa que tiene el lugar y del cual se debe proteger, debido a que esta carga se acumula en las edificaciones y luego es disgregada en las horas nocturnas hacia el ecosistema.

También estos datos muestran la capacidad de carga energética aprovechable que tiene el sector, estas características pueden ser aprovechables para la utilización de celdas captadoras de energía solar.

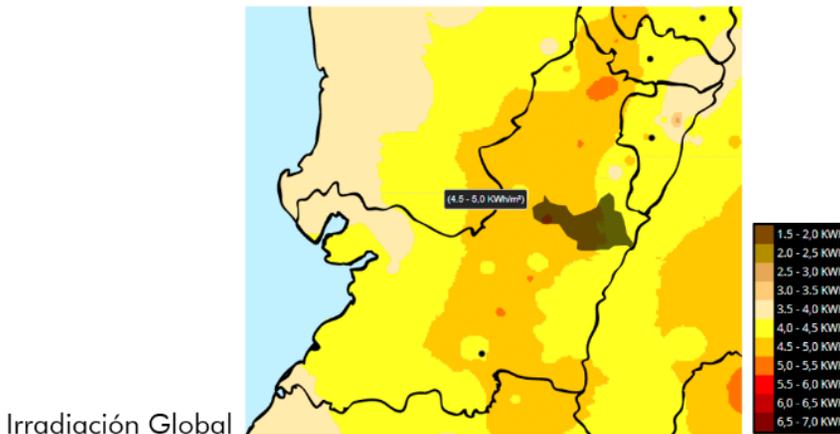
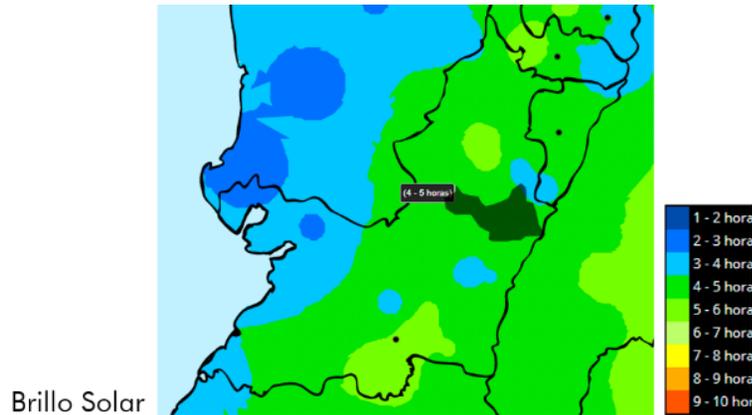


Ilustración 23 - Brillo e Irradiación (Fuente: IDEAM)

Para el sector de Tres Esquinas los rangos de irradiación van desde los 3.5 a 4.28 kWh/m², siendo los meses de febrero, marzo, julio, agosto y septiembre con más radiación solar.

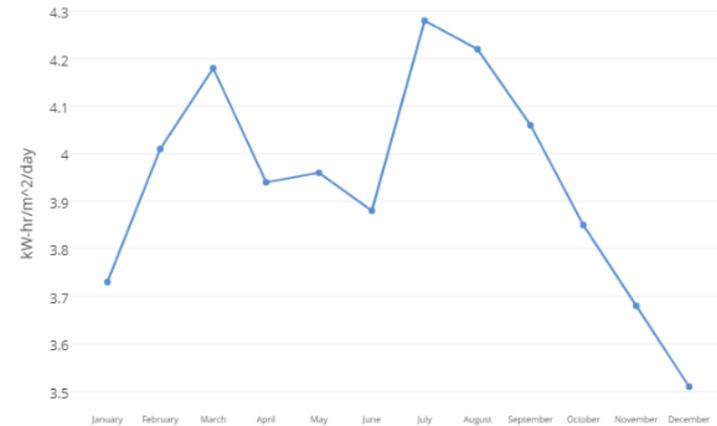
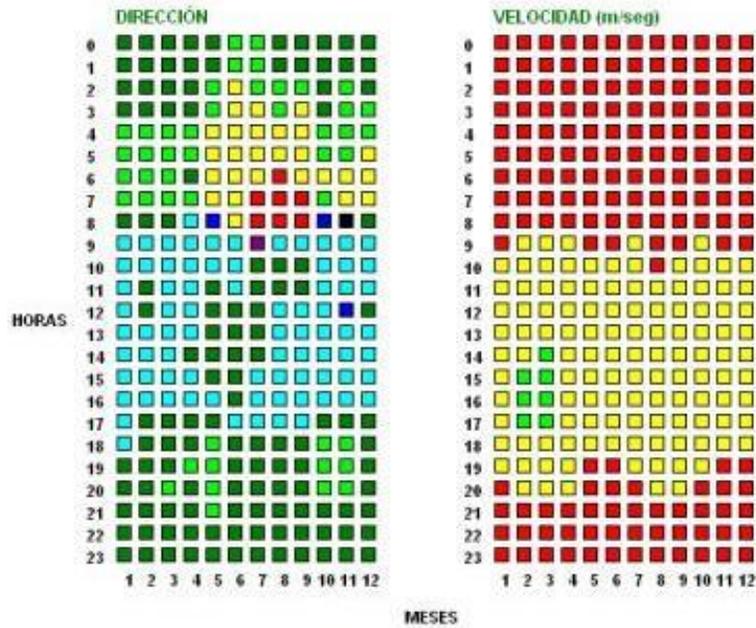


Ilustración 24 - Fuente: NASA, (s. f.). Incidencia insolación del cielo en una superficie horizontal [Gráfico]. NASA Prediction Of Worldwide Energy Resources. <https://power.larc.nasa.gov/data-access-viewer/>

Para la ciudad de Tuluá los vientos tienen la característica de que no hay una constante anual para la dirección del mismo y sus velocidades, además la geografía del lugar también permite que haya corrientes desde todas las direcciones. Al mismo tiempo para las horas de más altas temperatura se percibe una velocidad entre 1.5 a 2.5 m/s catalogándose en la escala de Beaufort⁴ como brisas ligeras que permiten sensaciones de frescura

⁴ VentDepot. (s. f.). Escala Beaufort. <http://www.ventdepot.net/>. <http://www.ventdepot.net/mexico/informaciontecnica/Escala%20Beaufort%20VentDepot.pdf>



Convenções para DIRECCIÓN y VELOCIDAD del viento en m/seg

DIR:	N	NE	E	SE	S	SW	W	NW
VEL:	<0.5	0.5-1.5	1.5-2.5	2.5-3.5	3.5-4.5	4.5-5.5	>=5.5	

J.P.P.H

Ilustración 25 - Dirección y Velocidad del Viento (Fuente: IDEAM)

En el análisis por meses se observa que la dirección del viento y la intensidad varían según cada mes. Pero se evidencia una constante en las direcciones Nor-Este, Sur, Sur-Este y Sur-Oeste, además el porcentaje de duración son más extensas. También se muestra que los meses de ENERO y DICIEMBRE, se caracterizan por tener las velocidades más bajas.

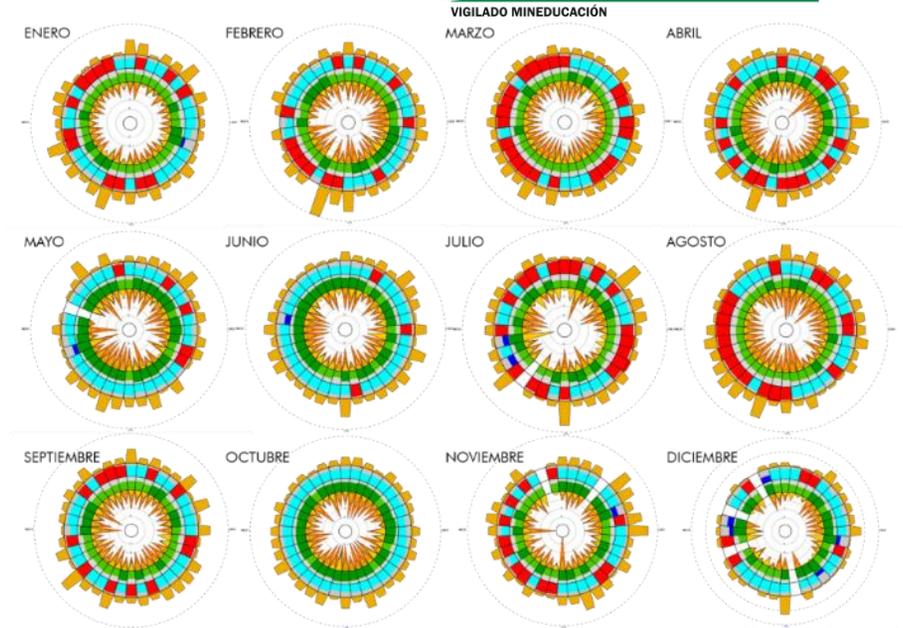


Ilustración 26 - Vientos (Fuente - Software Climate Consultant)

Acorde a esta información se determina que la dirección más efectiva para aprovechar la ventilación, se debe direccionar entre el sur y sur-oeste para las horas más calientes que van desde las 10am hasta las 4pm.

5. ESTRATEGIAS BIOCLIMATICAS Y SOSTENIBLES

Fachada perpendicular a la dirección del viento para ventilación cruzada

Recurrir a las aberturas orientadas perpendicularmente a los vientos dominantes, asociadas con aberturas en el lado opuesto, proporcionando ventilación cruzada natural. El uso adecuado de la ventilación cruzada puede disminuir la temperatura del aire interior aproximadamente 1.5°C por debajo de la temperatura de aire exterior.

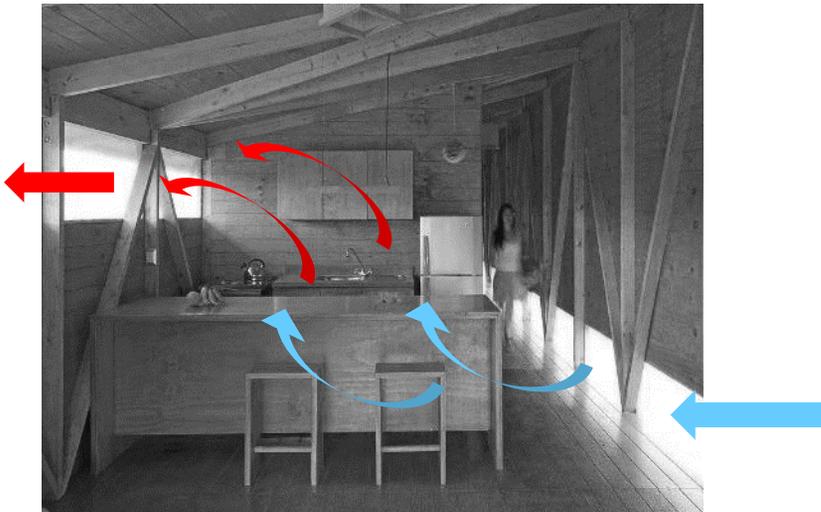


Ilustración 27 - ArchDaily. (s. f.). Cabañas Morerava / AATA Arquitectos [Fotografía].
https://www.archdaily.co/co/02-71843/cabanas-morerava-aata-arquitectos?ad_medium=gallery

Amplios aleros y permeabilidad de fachada

Extender aleros o voladizos para cubrir toda la fachada que está más expuesta a la radiación solar y espacios que están al

aire libre contiguos a estas, como también persianas horizontales exteriores para dar sombra y permitir la ventilación



Ilustración 28 - ArchDaily. (2017, 27 abril). [Para esos días, volver al primer día].
<https://www.archdaily.mx/mx/869418/discursos-inspiradores-del-primer-dia-en-una-escuela-de-arquitectura4>

Cubierta con colores claros

La superficie de la cubierta es la más expuesta al sol, siendo la que más radiación recibe, para esto es necesario los techos fríos que están compuestos por áreas que reflejan la luz solar utilizando colores claros y materiales con buena emisividad térmica

Utilizar espacios con doble altura

Con espacios más elevados se procura que se mantenga el aire fresco en las partes bajas ayudado con aberturas en las partes más altas para que el aire caliente salga más rápido de la edificación.

Fachadas largas orientadas al norte y sur

Las Fachadas más cortas orientarlas hacia el este - oeste y que la superficie en fachada que recibe radiación solar sea menor. Consultando la mejor orientación con el software **Weather tool**, arroja que las fachadas que están mejor orientadas se encuentran mirando hacia el nor-occidente a unos 337.5° y las fachadas que se encuentren hacia el nor-oriente a unos 67.5° son las más castigadas, debido a la incidencia solar en el territorio de Tuluá.

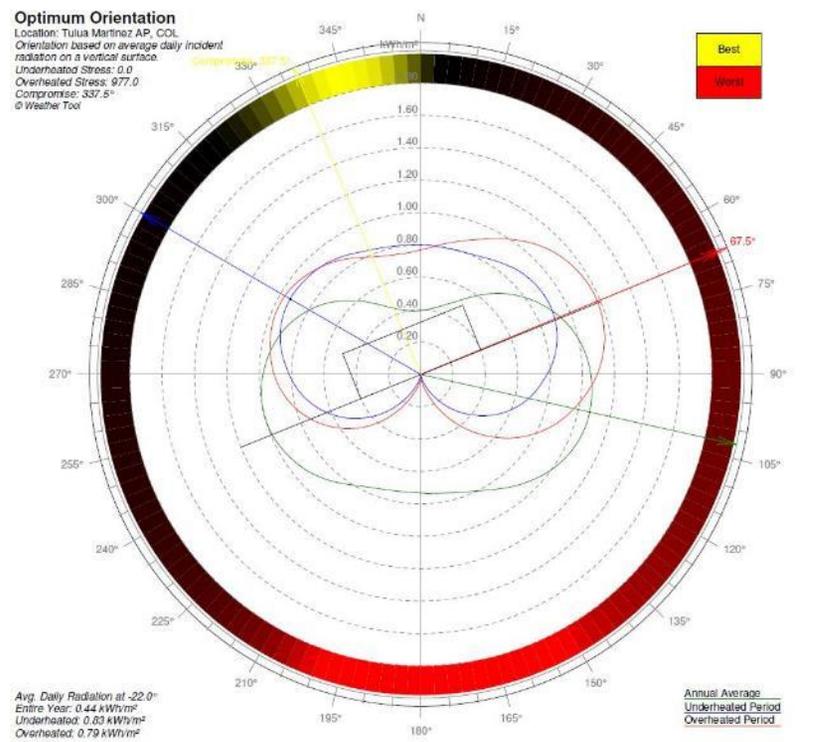


Ilustración 29 - Orientación Óptima (Fuente - Software Weather tool)

Muros con masa térmica o cámaras de aire

Para mantener el ambiente fresco durante el día y la noche, es necesario que los muros no acumulen altas temperaturas. Con la ayuda de materiales que puedan frenar el rápido crecimiento de temperatura y con el aire fresco de la noche, permite que las fachadas que están expuesta constantemente a la radiación, no disipen el calor hacia los espacios internos.

Árboles y vegetación que den sombra a las caras más expuestas al sol

Las paredes y las superficies sombreadas son más frías que aquellas que no tienen sombra. Las temperaturas que se dan bajo la sombra de los árboles se pueden reducir entre 1-5 C°, comparadas con las temperaturas del exterior.

Al tener vegetación alrededor de la edificación ayuda a reducir la temperatura del aire y la reflectividad de la luz solar.

Energías alternativas

Con el aprovechamiento de la energía generada por la radiación presente, es posible la utilización de paneles solares que aporten a la reducción de costos operativos de la vivienda

Manejo eficiente del agua

Aprovechar las precipitaciones del territorio para el almacenamiento de las aguas lluvia y posteriormente su utilización en los equipos sanitarios y trabajos agrícolas.



2021

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE PEREIRA

6. DESARROLLO PROYECTUAL

Concepto:

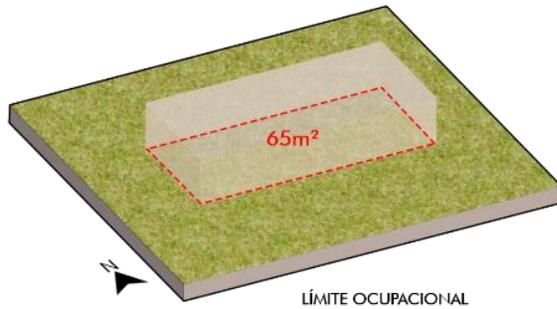


Ilustración 30 - Esquema 1 (Fuente: Elaboración propia)

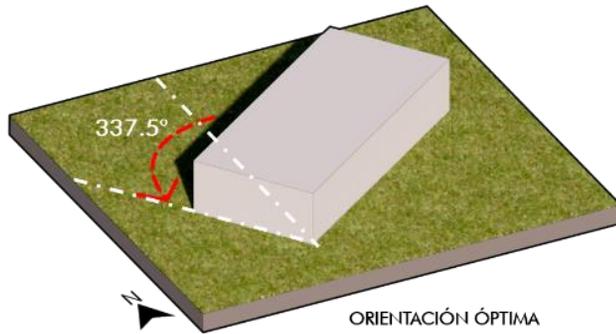


Ilustración 31 - Esquema 2 (Fuente: Elaboración propia)



Ilustración 32 - Esquema 3 (Fuente: Elaboración propia)

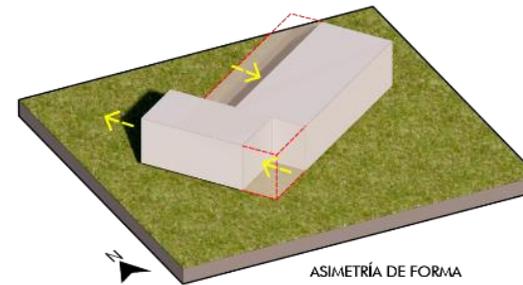


Ilustración 33 - Esquema 4 (Fuente: Elaboración propia)

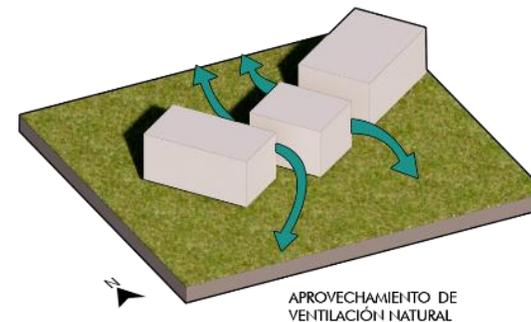


Ilustración 34 - Esquema 5 (Fuente: Elaboración propia)

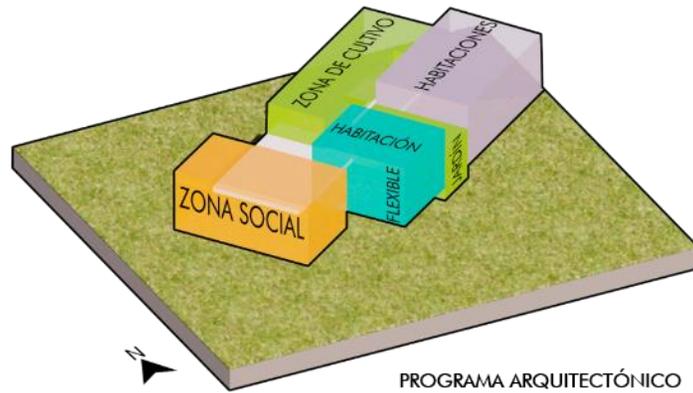


Ilustración 35 - Esquema 6 (Fuente: Elaboración propia)

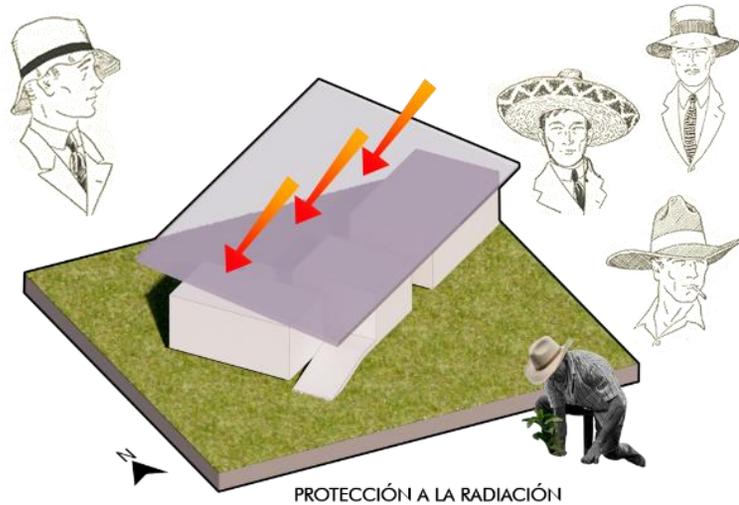


Ilustración 36 - Esquema 7 (Fuente: Elaboración propia)

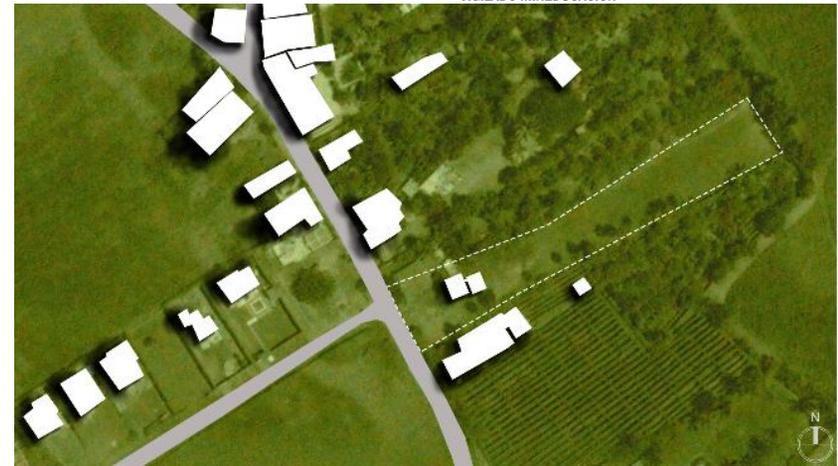


Ilustración 37 - Localización (Fuente: Elaboración Propia)

La materialidad de la pieza arquitectónica responde a las necesidades de permeabilidad, buscando generar una mayor ventilación en el espacio interno, además que sea de fácil acceso para buscar un equilibrio en el proceso constructivo y la energía utilizada para dicho proceso. Los jardines y las zonas productivas contribuyen a la generación de microclimas, permitiendo ambientes con temperaturas más bajas que el exterior y la absorción del agua que se genera en los momentos con mayores precipitaciones.



2021

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE PEREIRA

Estrategias bioclimáticas:

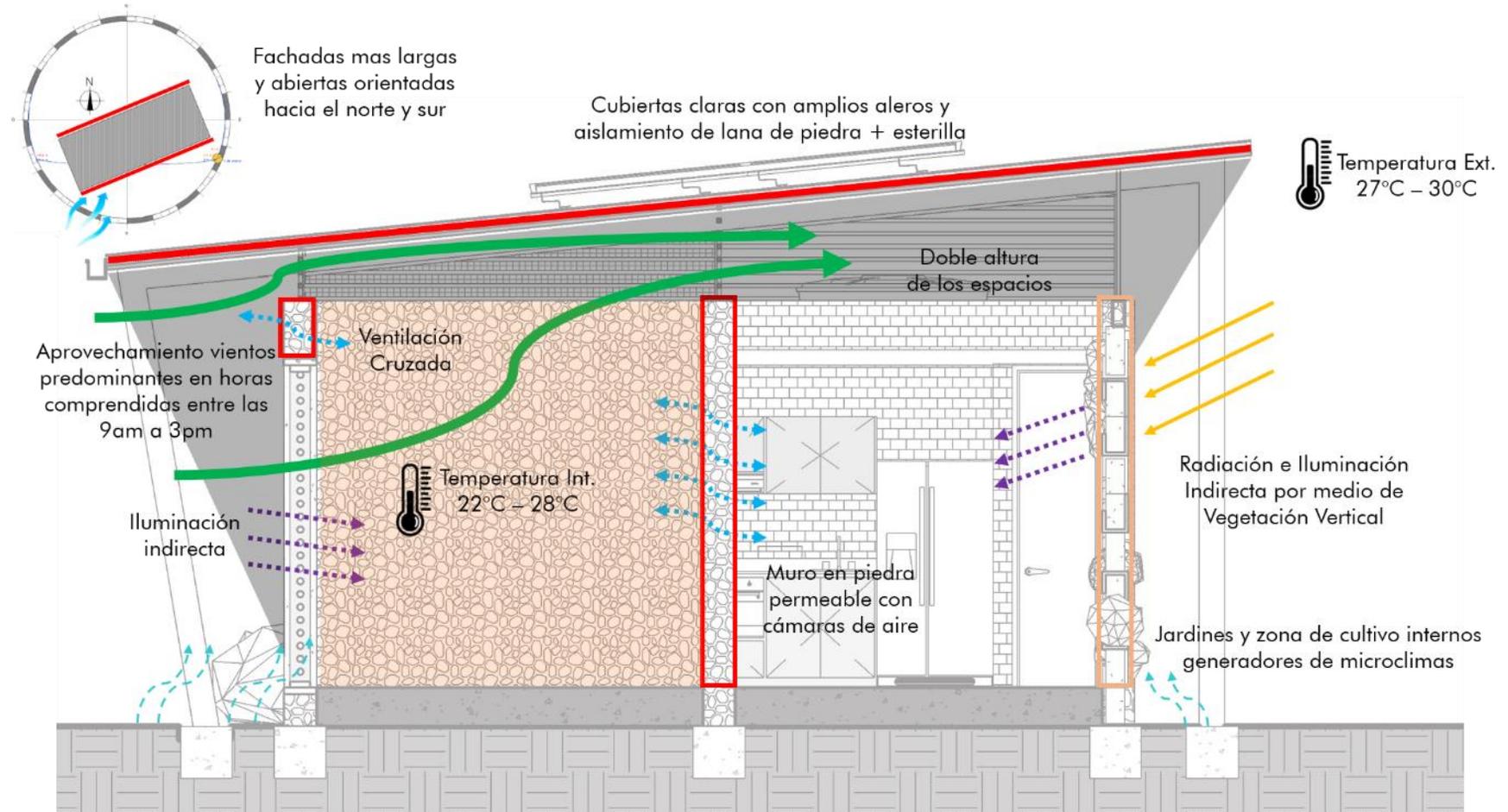


Ilustración 38 - Resumen propuestas bioclimáticas (Fuente: Elaboración Propia)



Arquitectura:

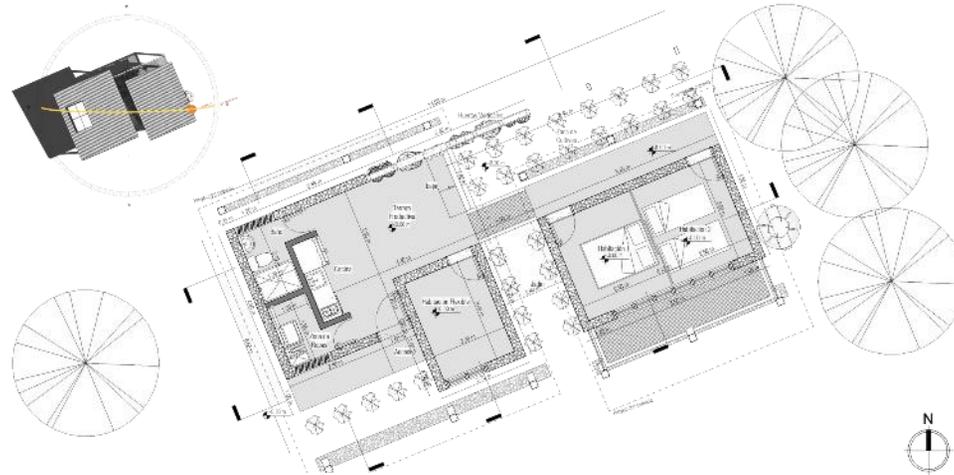


Ilustración 42 - Planta de Acceso

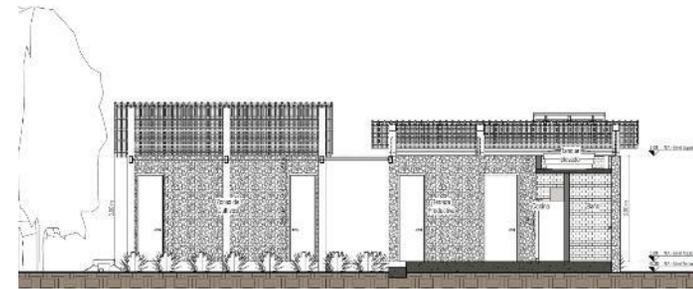


Ilustración 39 - Sección 1

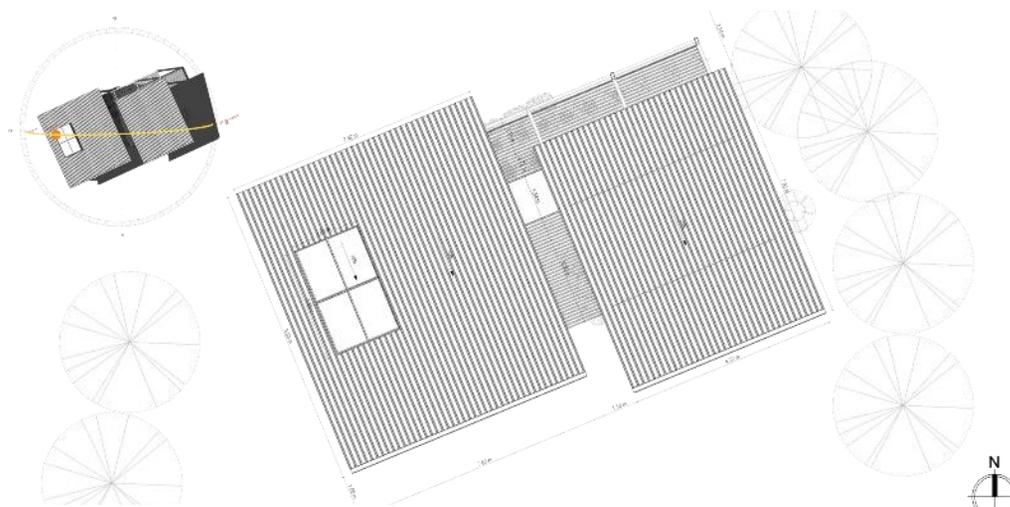


Ilustración 41 - Planta de Cubiertas

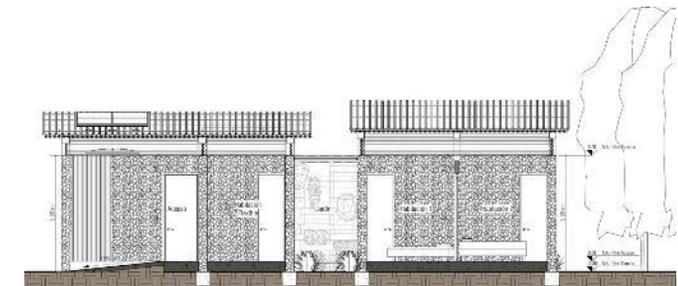


Ilustración 40 - Sección 2

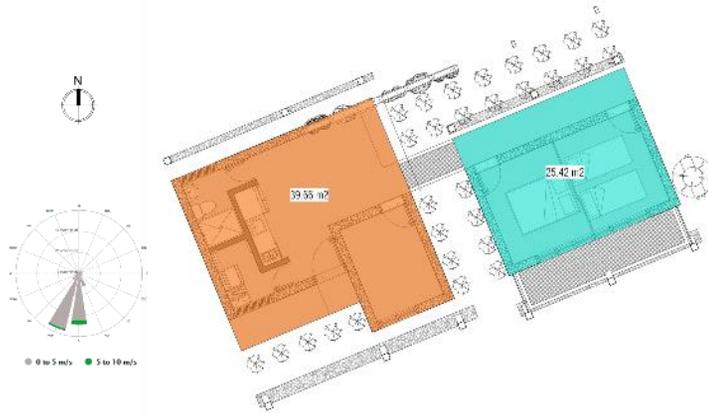


Ilustración 43 - Planta de Áreas



Ilustración 44 - Sección 3



Ilustración 45 - Sección 4

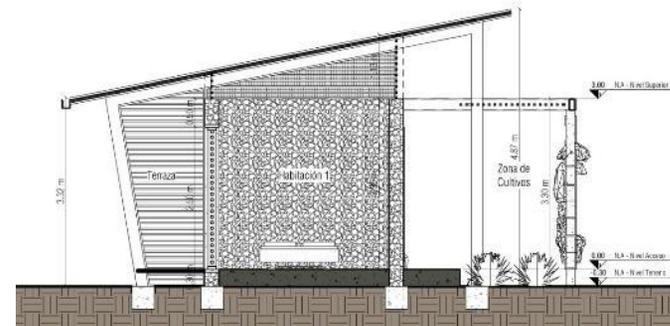


Ilustración 46 - Sección 5



Ilustración 47



VIGILADO MINEDUCACIÓN

Detalles:



Ilustración 48 - Detalle Jardín vertical y Materialidad

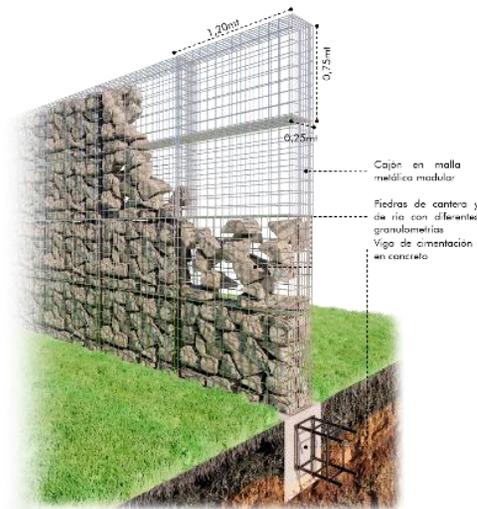


Ilustración 49 - Detalle Muro Gavión

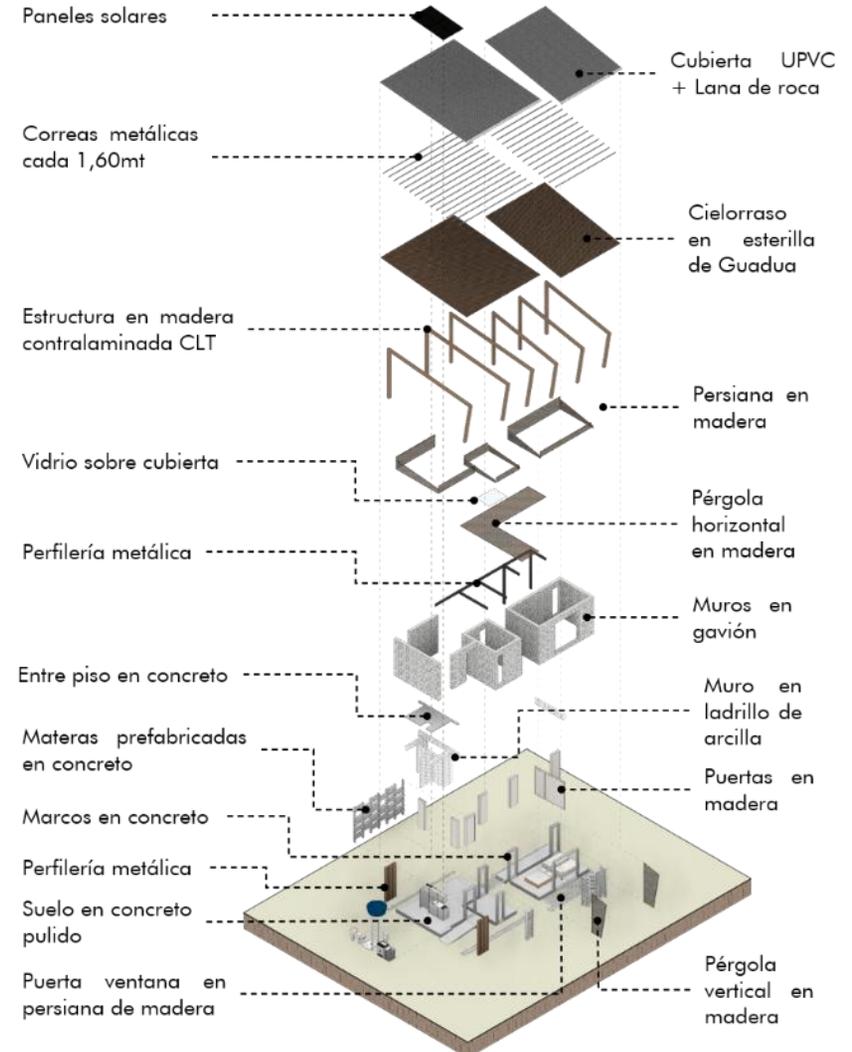


Ilustración 50 - Axonometría



Render:



Ilustración 51 - Render 1



Ilustración 53 - Render 3



Ilustración 52 - Render 2



Ilustración 54 - Render 4



Ilustración 55 - Render 5



Ilustración 56 - Render 6

Análisis de sombras:

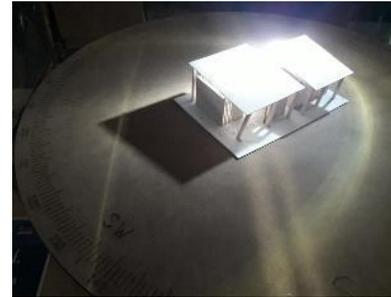


Ilustración 57 - Sombra Junio 21, 9am

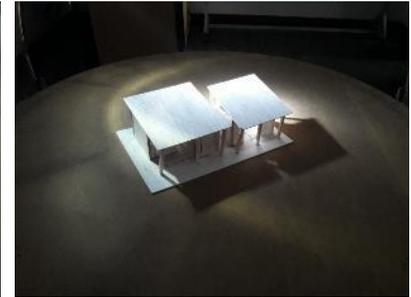


Ilustración 58- Sombra Junio 21, 3pm

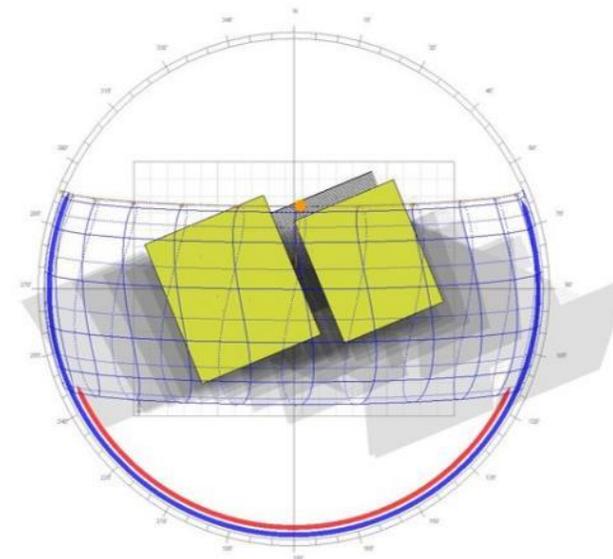


Ilustración 59 - Sombras Solsticio de Junio - Programa: Ecotect

En el solsticio de junio la cubierta propuesta permite una amplia zona de sombra hacia el sur de la vivienda, además en las horas



de la tarde las habitaciones se encuentran en sombra evitando el sobrecalentamiento del espacio interno.



Ilustración 60 - Sombra Diciembre 21, 9am Ilustración 61 - Sombra Diciembre 21, 3pm

En el solsticio de Diciembre las sombras se reflejan al norte del proyecto. El acceso y las ventanas que se encuentran al sur de los bloques de habitaciones son los que reciben mayor incidencia solar, para evitar la radiación directa se generan amplios aleros y protecciones verticales.

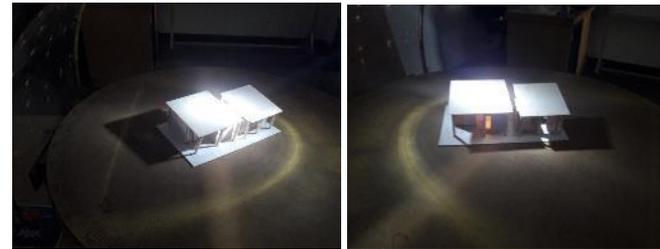


Ilustración 63 - Sombra Marzo 21, 9am Ilustración 64 - Sombra Marzo 21, 3pm

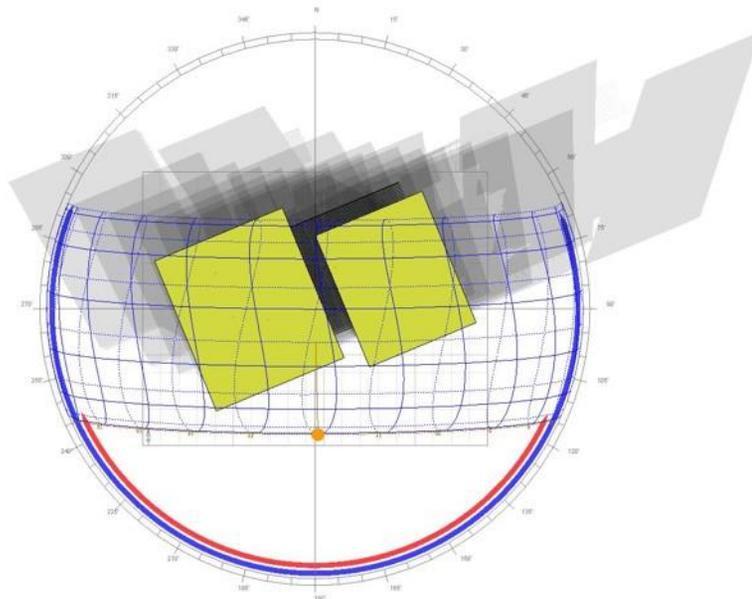


Ilustración 62 - Sombras Solsticio de Diciembre - Programa: Ecotect

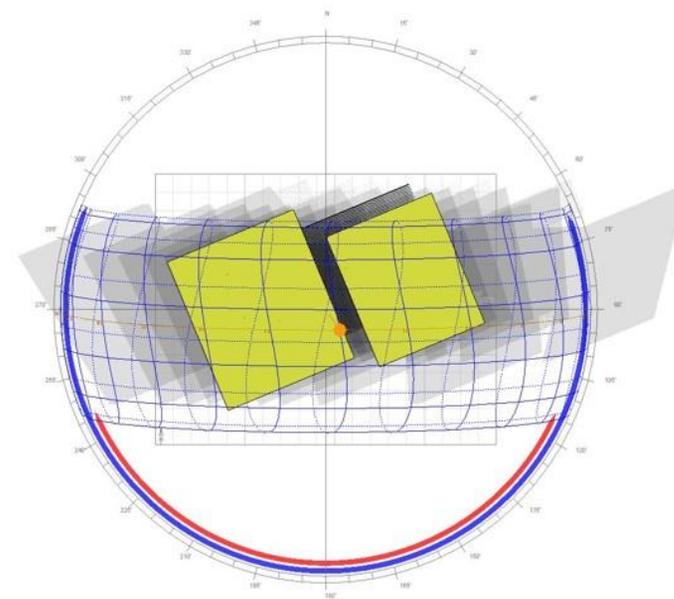


Ilustración 65 - Sombras Equinoccios Marzo y Septiembre - Programa: Ecotect

Por la posición geográfica del municipio, presenta sombras similares en los meses de los equinoccios como lo son Marzo y Septiembre, variando muy leve en su posición. La amplia cubierta es ideal para evitar la radiación directa en los espacios internos, ayudando a bajar la sensación termita que se presenta en el lugar

Análisis de vientos sur-occidente:

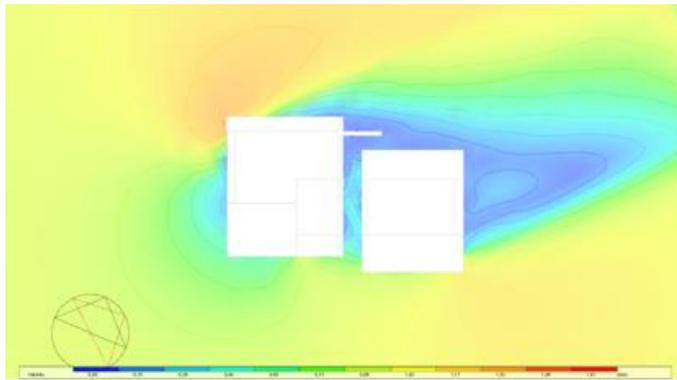


Ilustración 66 - Vientos Exteriores - CFD DesignBuilder

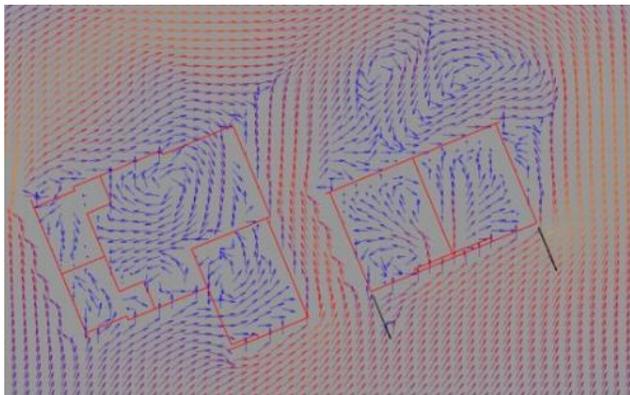


Ilustración 67 - Vientos Internos - Ecotect



Ilustración 68 - Túnel de viento - U. Javeriana Cali

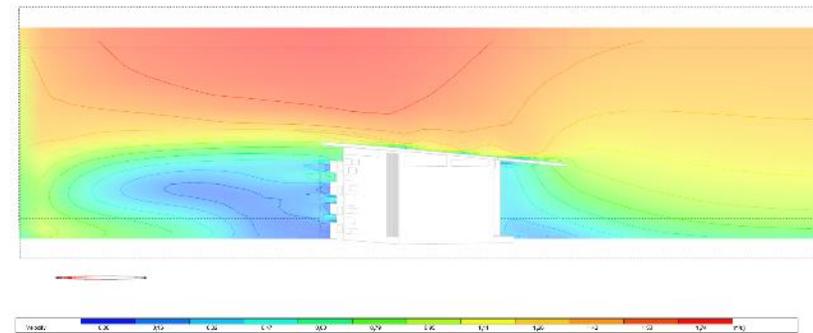


Ilustración 69 - Vientos - CFD DesignBuilder

El bloque inicial de la vivienda al estar en barlovento y el jardín interno y la zona de cultivos, permiten una succión del viento que ayuda a distribuir el viento al interior de la vivienda, renovando y extrayendo el aire caliente que se genera en el sitio

Análisis sDA – Autonomía Lumínica:

El análisis sDA mide la capacidad lumínica diurna de un espacio en un rango de **300lux**. Los valores buenos de iluminación van desde el **55%** y los óptimos van desde el **75%**

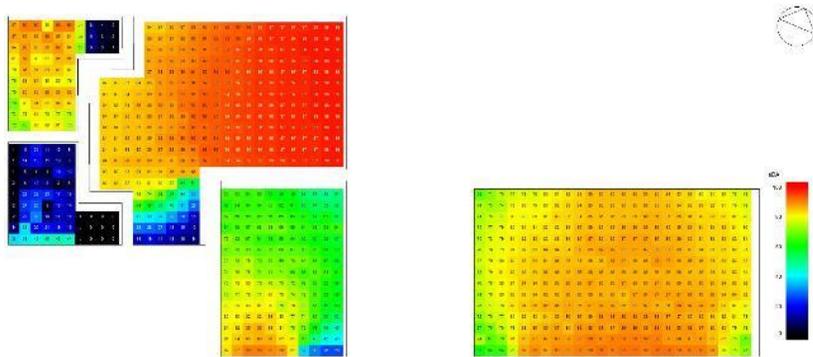


Ilustración 70 - Análisis sDA - DesignBuilder

Cocina y zona de trabajo- el 90,12% del área cumple con los valores óptimos de iluminación

Habitación flexible – el 75,09% del área esta en el rango bueno de iluminación (55%) y el 23% del área está en los rangos óptimos de iluminación

Habitación doble – el 94.40% del área cumple con los valores óptimos de iluminación

Análisis UDI – Niveles de Iluminación:

Indica el porcentaje anual de horas de ocupación en que el espacio tendrá niveles entre **200** y **2000 lux** (rango útil de iluminación). Los niveles buenos van desde el **55%** y los niveles óptimos a partir desde el **75%**

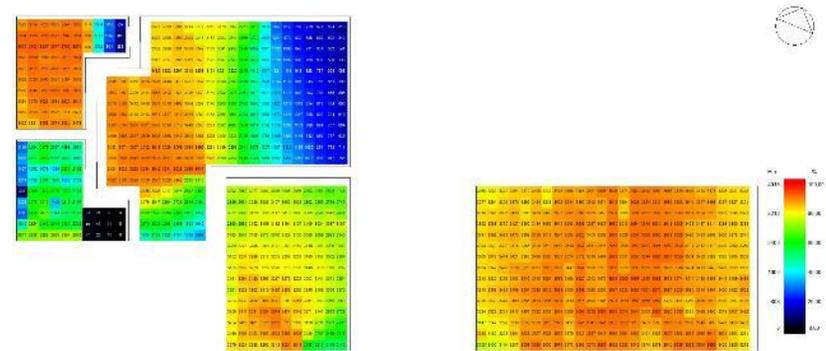


Ilustración 71 - Análisis UDI - DesignBuilder

Cocina y zona de trabajo- el 44,58% del área cumple con los valores óptimos de iluminación el cual es la zona de la cocina, y el 58,28% se encuentra en el rango bueno

Habitación flexible – el 75,09% del área esta en el rango de óptima iluminación

Habitación doble – el 100% del área cumple con los valores óptimos de iluminación

Análisis ASE – Rayo de sol directo sobre la superficie:

Este análisis es un porcentaje del área de suelo que recibe más de 1000 lux durante más de 250 de 3650 horas anuales, los valores óptimos son hasta el 10%, si los valores son demasiados altos, los espacios que reciben demasiado luz directa, reduce la comodidad provocando deslumbramiento.

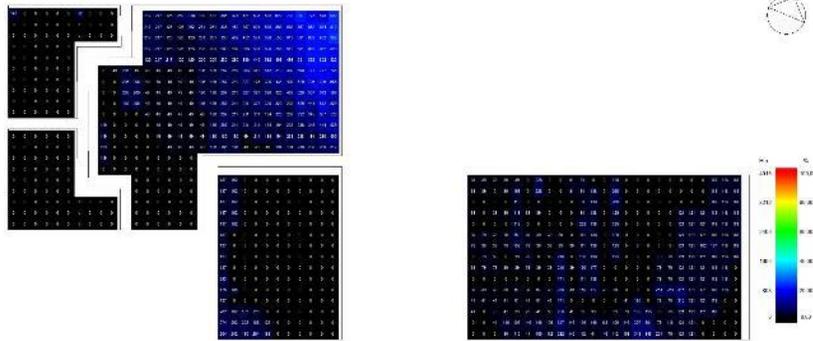


Ilustración 72 - Análisis ASE - DesignBuilder

Cocina y zona de trabajo- el 98,18% del área se encuentra en el rango del 10%

Habitación flexible – el 63,69% del área se encuentra en el rango del 10%

Habitación doble – el 96,80% del área se encuentra en el rango del 10%

Conclusión del Confort Adaptativo:

Al aplicar todas las estrategias expuestas y los materiales propuestos, el rango de confort adaptativo para el clima de la ciudad de Tuluá, genera una aceptabilidad del **90,06%** para el 80% de las personas que habiten la vivienda.

Las horas que se encuentran fuera de este rango, se pueden afrontar por medio de elementos de abrigo para las horas frías; para las horas de calor que son el 4,16% representan solo **45 minutos** al día, permitiendo adaptarse naturalmente al clima sin necesidad de elementos mecánicos.

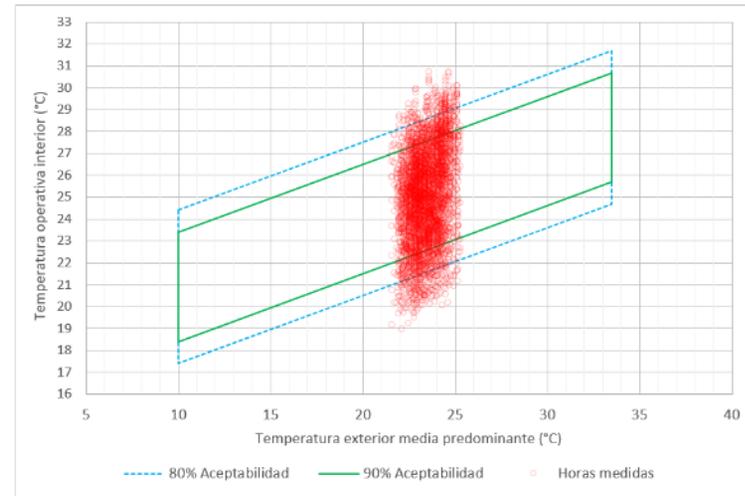


Ilustración 73 - Gráfica confort adaptativo

Resultados de confort adaptativo conforme al estándar ASHRAE 55-2017		
Horas medidas NO válidas:	0	
Horas medidas válidas:	4.015	
Horas medidas TOTALES:	4.015	
Horas dentro de 90% de aceptabilidad:	2.920	72,73%
Horas fuera de 90% de aceptabilidad:	1.095	27,27%
Horas fuera de 90% de aceptabilidad - Calor :	525	13,08%
Horas fuera de 90% de aceptabilidad - Frio :	570	14,20%
Horas dentro de 80% de aceptabilidad:	3.616	90,06%
Horas fuera de 80% de aceptabilidad:	399	9,94%
Horas fuera de 80% de aceptabilidad - Calor :	167	4,16%
Horas fuera de 80% de aceptabilidad - Frio :	232	5,78%

Nota: Las horas medidas no válidas son las que quedan fuera de rango de temperaturas exteriores establecido en el estándar ASHRAE 55 (entre 10 y 33.5 °C).

Ilustración 74 - Resultados de confort adaptativo ASHRAE 55-2017



2021

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE PEREIRA

Estrategias sostenibles:

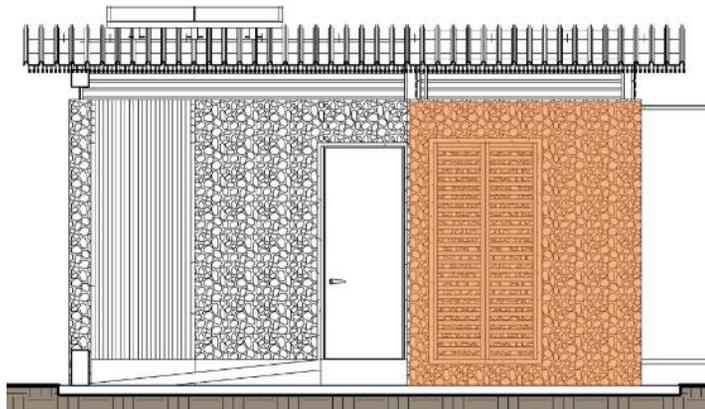
-Clasificación del clima:

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

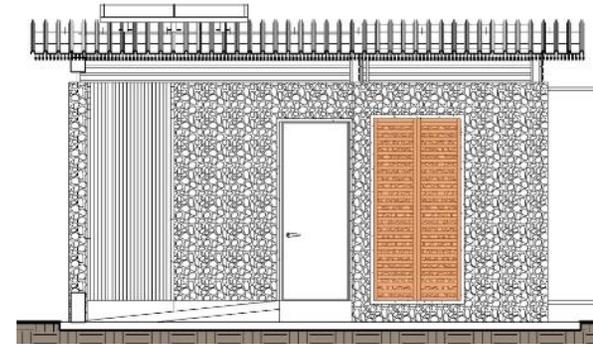
Ilustración 75 - Clasificación del clima - Anexo N°1

El municipio de Tuluá tiene una temperatura promedio de 24°C con una humedad promedio del 78%

-Relación Ventana/Pared (habitación flexible):



Área bruta de pared exterior = 8,91m²

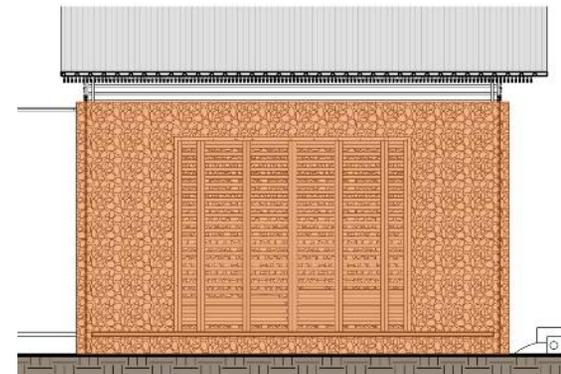


Área de vidrio = 3,00m²

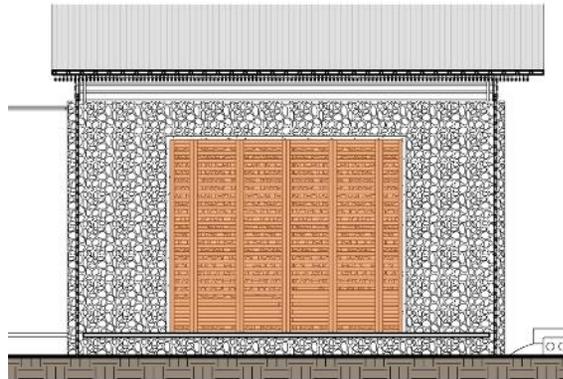
$$3,00 / 8,91 = 34\%RVP$$

La habitación flexible cumple con lo estipulado en la resolución 0549, el cual estipula que la relación ventana pared debe estar por debajo del 40%

-Relación Ventana/Pared (habitación doble)



Área bruta de pared exterior = 18,65m²



Área de vidrio = 7,50m²

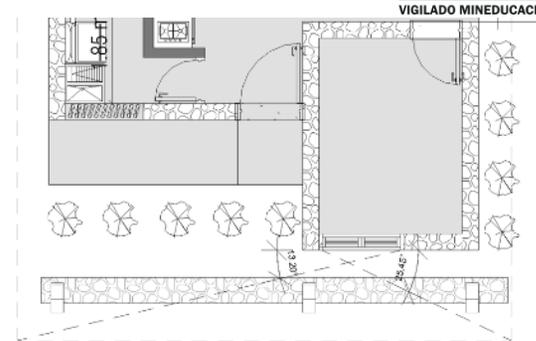
$$7,50 / 18,65 = 40\%RVP$$

La relación ventana pared que hay en las habitaciones se encuentra al límite de lo establecido en la resolución, pero con la ayuda de los aleros de la cubierta, ayuda al ahorro de energía, evitando la utilización de ventilación mecánica

-Protección Solar (habitación flexible):



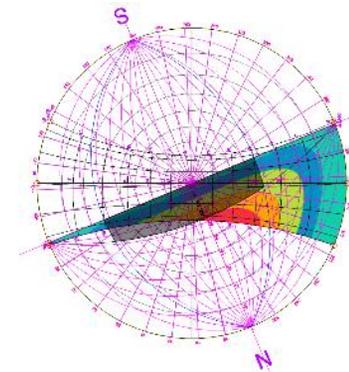
VSA = 63,26°



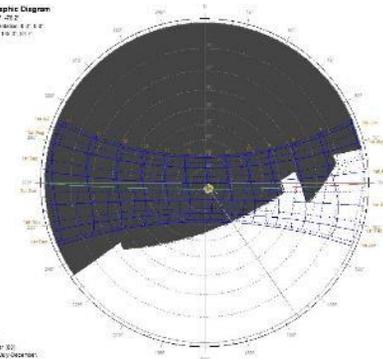
HSA = 13,20°

HSA = 25,45°

Los elementos de sombreado verticales **VSA** y los elementos de sombreado Horizontales **HSA**, no superan los **70°**, estos ayudan a obtener un ahorro de energía en un 11% al 17% de la vivienda



Stereographic Diagram
Location: 4° 14' 00" S
Altitude: 1820 m a.s.l.
Date: 19/01/2011
HSA: 13,20°
VSA: 63,26°



File: 0229
Date: 2/11/2011 10:
User: msc

-Energía solar:

Cantidad	Consumo	Horas	Energía
Nevera			
1	80	24	1920
Airrocera			
1	700	0,4	280
Lavadora			
1	700	1	700
Tv Led			
2	40	4	320
Equipo Audio			
1	70	4	280
Computador			
1	200	4	800
Carg. Celular			
4	30	2	240
Bombillos			
7	5	5	175
Potencia del Inversor (Wh)			1985
Total Energía en 24 Horas (Watts)			4715

Ilustración 77 - Consumo aparatos eléctricos (fuente: www.solartex.co/calculadora-de-eléctrico/)

El consumo diario para la vivienda es de **4715w (4,715Kw)**, para responder a esta necesidad es necesario **3.52** paneles de **340w**, abarcando el **100%** del consumo diario.

Los 4 paneles monocristalinos representan un peso de **95,2Kg** sobre la cubierta

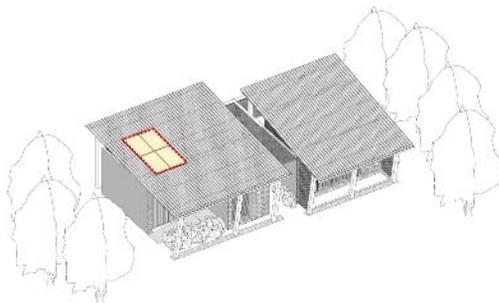


Ilustración 78 - Localización paneles solares

Paneles Monocristalino 340W-24V

Consumo Energía día: **4715wh**

Promedio Horas Pico Solares anuales: **3.94kwh/m²**

Potencia solar requerida: **1196,70w**

Paneles requeridos: **3,52und.**

= 6.8m²

= 100% de consumo diario

Peso añadido a cubierta: **95.2Kg**

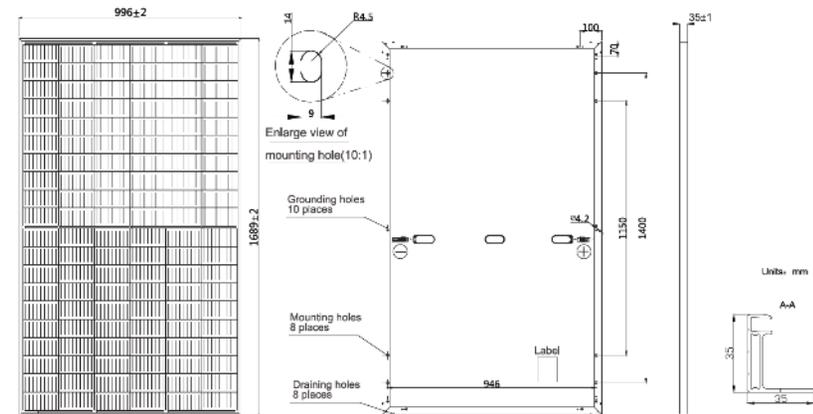


Ilustración 79 - Ficha técnica panel solar (Fuente: <https://autosolar.co/pdf/datasheet-ja-solar-340w.pdf>)

La utilización de paneles solares para el municipio de Tuluá está regulada por la empresa **CELSIA** por medio de la **Resolución CREG 080 DEL 2019**, Por la cual se establecen reglas generales de comportamiento de mercado para los agentes que desarrollen las actividades de los servicios públicos domiciliarios de energía eléctrica y gas combustible.



Ilustración 80 - Radiación solsticio de Junio

Para el solsticio de Junio la radiación que recibe la cubierta es de **5,49Kwh/m²**.



Ilustración 82 - Radiación Equinoccios

Para el equinoccio la radiación que recibe la cubierta es de **5,89Kwh/m²** y **5,82Kwh/m²** siendo los días con mayor radiación directa sobre la cubierta.

La fecha más crítica es en el solsticio de Diciembre, donde es necesaria la utilización de la energía local por medio de un inversor híbrido que permite convertir la energía continua en corriente alterna, pero además se puede utilizar tanto con la red eléctrica como con baterías solares, esta versatilidad permite suministrar la demanda adecuada de energía en cada momento, priorizando el uso de energía solar generando un mayor ahorro de energía.



Ilustración 81 - Radiación solsticio de Diciembre

Para el solsticio de Diciembre la radiación que recibe la cubierta es de **2,41Kwh/m²**

-Manejo eficiente del agua:

Consumo diario:

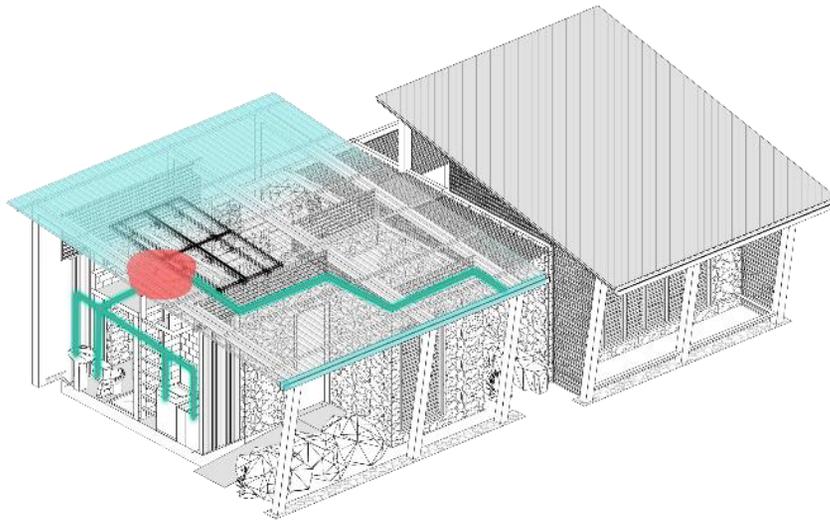
Inodoro ahorrador dual: **20L/día**Lavamanos con control de flujo: **0,5L/día**Lavadora eficiente: **4,29L/día**Lavadero con control de flujo: **1,11L/día**Total consumo diario: **25,9L/día**Total, consumo mensual: **777L/mes****0,777m³/mes**Total consumo anual: **9324L/año****9,324m³/año**

Ilustración 83 - Recolección agua lluvia cubierta 1

Área de cubierta: **67.82m²**Precipitación anual: **1302mm**Coeficiente de escorrentía: **0.7**Potencial de recolección anual de aguas lluvia (ARWHP):
61,81m³/año**61811 L/año**

El área de la cubierta 1 brinda la capacidad de recolectar el agua suficiente para los aparatos que se utilizaran en la vivienda, brindando autonomía de la red de acueducto. El agua de lluvia no se utiliza para la cocina, en este caso se utiliza la conexión al acueducto del sector.

PRECIPITACIÓN (mm)												
ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ANUAL
80,7	85,9	146,7	156,1	135,3	82,8	61,9	60,3	108,5	156,1	140,6	87,3	1302,1

Para los meses donde hay menor precipitación no hay inconveniente por el área que ocupa la cubierta y su potencial de recolección.

- Potencial de recolección mes de Julio: **2938L/mes – 2,93m³/mes**
- Potencial de recolección mes de Agosto: **2862L/mes – 2,86m³/mes**

-Manejo eficiente del agua (consumo agrícola):

Área de cubierta: **50.38m²**

Precipitación anual: **1302mm**

Coefficiente de escorrentía: **0.7**

Potencial de recolección anual de aguas lluvia (ARWHP):

45.92m³/año

45916 L/año

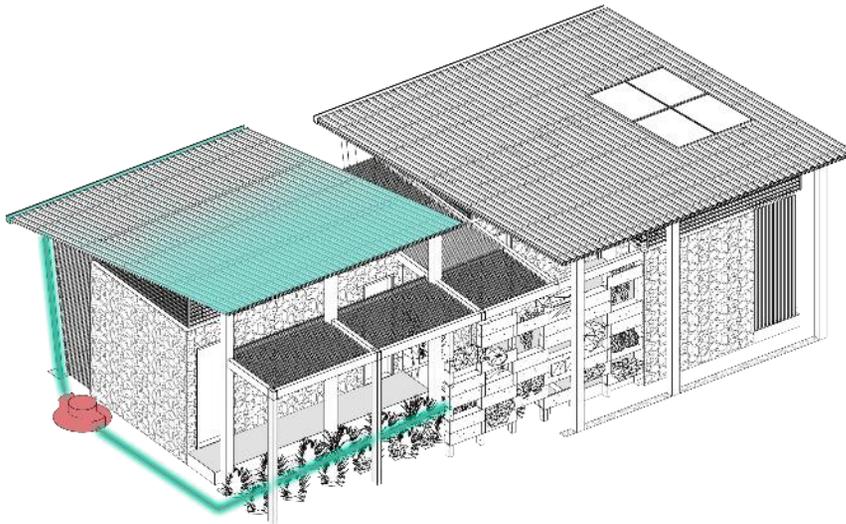


Ilustración 84 - Recolección agua lluvia cubierta 2

7. CONCLUSIONES

- El entendimiento del lugar por medio de sus características morfológicas, culturales, sociales y económicas, permiten evidenciar la manera como el ser humano vive y experimenta su entorno inmediato, evidenciando los distintos comportamientos que el hombre genera para la adaptabilidad y supervivencia.
- El factor climático es esencial a la hora de proyectar una ideología de hábitat, debido a que nos presenta la forma y cualidades que se deben implementar para ocupar ese entorno en específico de manera correcta.
- Por medio de estrategias sostenibles y la utilización de materiales del lugar, se pretende una disminución de energía, reduciendo la huella de carbono y permitiendo una construcción más amigable con el medio ambiente y de bajo consumo.
- Estableciendo criterios de diseño y el manejo de diversas herramientas y software, permite tomar unas decisiones más puntuales y adecuadas para el desarrollo de la arquitectura, disminuyendo el azar de elementos y métodos que conllevan al momento de plasmar una idea arquitectónica.

8. BIBLIOGRAFÍA

- ARIAS SOLARTE, J. P. (s. f.). [MALLA URBANA DE TULUÁ]. <https://bibliotecadigital.univalle.edu.co/>
<https://bibliotecadigital.univalle.edu.co/bitstream/handle/10893/14388/CB-0576597.pdf;jsessionid=C86E09CAD26EF896>
- DANE. (s. f.). *Conceptos básicos*. <https://www.dane.gov.co/>. Recuperado 24 de mayo de 2021, de https://www.dane.gov.co/files/inf_geo/4Ge_ConceptosBasicos.pdf
- Cámara de Comercio de Tuluá. (2019, diciembre). TULUÁ DATOS 2018. <https://camaratulua.org/wp-content/uploads/2016/02/calidad/page/TULUA-DATOS-2018.pdf>
- IDEAM. (s. f.). ATLAS CLIMATOLÓGICO DE COLOMBIA. ATLAS IDEAM. Recuperado 1 de mayo de 2021, de <http://atlas.ideam.gov.co>
- [Software Climático]. (s. f.). AndrewMarsh.com. <http://andrewmarsh.com/>
- CBE. (s. f.). Confort térmico [Gráfico]. CBE Thermal Comfort Tool. <https://comfort.cbe.berkeley.edu/>
- NASA. (s. f.). Incidencia insolación del cielo en una superficie horizontal [Gráfico]. NASA Prediction Of Worldwide Energy Resources. <https://power.larc.nasa.gov/data-access-viewer/>
- ArchDaily. (s. f.). Cabañas Morerava / AATA Arquitectos [Fotografía]. https://www.archdaily.co/co/02-71843/cabanas-morerava-aata-arquitectos?ad_medium=gallery
- Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio (MVCT). (2015, julio). *Guía de construcción sostenible*. <http://ismd.com.co/wp-content/uploads/2017/03/Anexo-No-1-Gu%C3%ADa-de-construcci%C3%B3n-sostenible-para-el-ahorro-de-agua-y-energ%C3%ADa-en-las-edificaciones.pdf>