



CONFORT TÉRMICO

Guía práctica y técnica para el
mejoramiento del confort térmico en
viviendas rurales de clima frío.



INTRODUCCIÓN



La guía práctica y técnica para el mejoramiento del confort térmico en viviendas rurales de clima frío es una cartilla que brinda lineamientos y conceptos básicos para la optimización o construcción de edificaciones teniendo en cuenta diferentes aspectos que afectan como el contexto, los materiales, el usuario, entre otros, para posteriormente presentar resumidamente el estudio de una casa rural de clima frío y los resultados arrojados para así llegar a conclusiones y recomendaciones de uso en general.

Esta cartilla esta dirigida a personas del común, estudiantes o profesionales que estén interesados en mejorar o construir nuevos proyectos que cuenten con confort térmico en viviendas rurales de clima frío.



CONTENIDOS

- 1 Contenido útil y de fácil lectura.
- 2 Temas de manejo clave en el dominio básico del confort térmico.

CONCEPTOS

Conocer y contextualizar el tema del confort térmico en climas fríos.

CONDICIONES CLIMÁTICAS

Determinar las situaciones y condiciones que inciden directamente en el confort térmico al interior de un espacio.

MATERIALES

Comprender las propiedades térmicas de los materiales para la consolidación de una vivienda.

SIMULACIONES

Datos de entrada a tener en cuenta en caso de utilizar un software especializado para analizar el confort térmico.



CONTENIDOS

- 3 Información para la consolidación y mejoramiento de viviendas.
- 4 Guía paso a paso de acciones y actividades a realizar.

CASO DE ESTUDIO

Aplicación de conceptos y análisis de un caso de estudio de clima frío (Vivienda), incluyendo un presupuesto aproximado.

ESTRATEGIAS DE DISEÑO

Recomendaciones para el diseño de vivienda nueva en clima frío.

REFERENCIAS

Documentos de interés sobre el confort térmico.

ANEXOS

Documentos complementarios a los conceptos y/o términos mencionados en la guía.



Hola ! Somos un grupo de profesionales investigadores y te daremos información valiosa acerca del confort térmico y como influye en el ser humano.

Esta cartilla es un pequeño recorrido en donde trataremos temas de conceptualización, datos climáticos, materialidad y un caso de estudio de la vida real en el cual se ve reflejado todo lo anterior.

Acompáñanos a explorar el confort térmico desde otra perspectiva....



Leonardo



Sarah



Jonathan



Alberto



Liliana



Adriana



Ana



CONCEPTOS

En este apartado se consignan **conceptos básicos relacionados con el confort térmico** que pueden aportar al conocimiento e implementación de **estrategias para las viviendas rurales construidas en clima frío** con materiales comunes.

 Mayor temperatura

 Menor temperatura

Escala de colores relacionados con la temperatura.



CONFORT TÉRMICO

RESUMEN

- Contexto
- Usuario
- Edificio

CONFORT TÉRMICO

Relación entre el
contexto y el edificio
afectando directamente
al usuario.

CONTEXTO

- Temperatura
- Humedad relativa
- Humedad absoluta

EDIFICIO

- Transmitancia térmica
- Conductividad térmica
- Puente térmico
- Inercia térmica
- Punto de rocío
- Infiltración



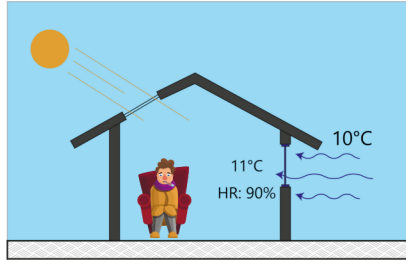
CONCEPTO

CONFORT TÉRMICO

RESUMEN

- Sensación
- Temperatura
- Bienestar
- Humedad

CASO #1



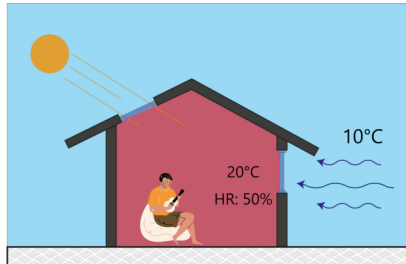
RESULTADOS DE LA COMPARACIÓN

El confort térmico hace referencia a la relación que hay entre la humedad y la temperatura desarrollando una sensación subjetiva del usuario, con respecto a la satisfacción al encontrarse en un determinado espacio, sin necesidad de elementos externos que contribuyan al mejoramiento de la temperatura o la humedad, ofreciendo bienestar mental, físico y social.

De igual manera el confort térmico se ve afectado por las condiciones del contexto en el cual se encuentra una edificación incluyendo el clima, la actividad y dinámicas diarias del usuario.

Rango temperatura confort clima frío: 18°C - 21°C
Rango de humedad relativa confort clima frío: 50% - 70%

CASO #2



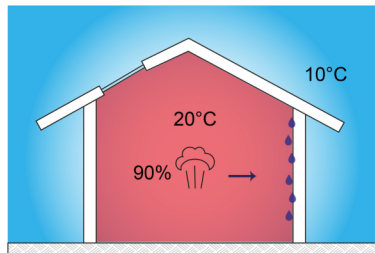
CONCEPTO

LA HUMEDAD

RESUMEN

- Superficie
- Vapor
- Líquido
- Condensación

EJEMPLO



EXPLICACIÓN

La humedad siempre está presente en mayor o menor proporción, y es un valor inversamente proporcional a la temperatura, es decir, con una temperatura de 10°C podría presentarse una humedad del 80% en cambio, con una temperatura de 28°C podría presentarse una humedad del 50%.

RESULTADOS DEL EJEMPLO

La humedad es la cantidad de vapor de agua presente en un área específica, la cual, por una alta temperatura se condensa, pasando de estado gaseoso a estado líquido formando gotas de agua.

La humedad se puede clasificar en humedad relativa o absoluta, midiéndose en porcentaje, siendo inversamente proporcional a la temperatura.



Mayor temperatura



Menor temperatura

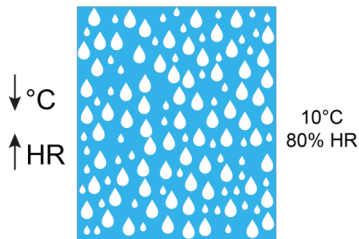
CONCEPTO

LA HUMEDAD RELATIVA

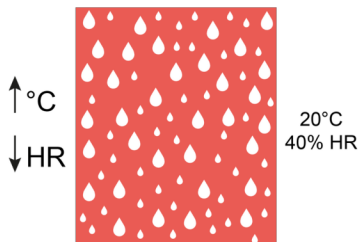
RESUMEN

- Superficie
- Porcentaje
- Área
- Vapor

CASO #1



CASO #2



RESULTADOS DE LA COMPARACIÓN

La humedad relativa (HR) se refiere al porcentaje de vapor de agua que se encuentra presente dentro de un área determinada y es inversamente proporcional a la temperatura ambiente. En este caso se habla de 1 metro cuadrado representando 2 casos contrarios.



Mayor temperatura



Menor temperatura

CONCEPTO

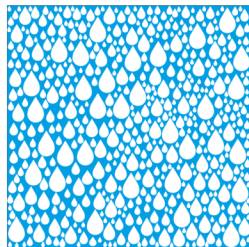
LA HUMEDAD ABSOLUTA

RESUMEN

- Aire
- Vapor
- Máximo
- Superficie

EJEMPLO

MAX
%
ÁREA



EXPLICACIÓN

La humedad absoluta suele presentarse cuando existen temperaturas bajas en la zona de estudio, en este caso se presenta un área de 6 metros cuadrados en donde existe una baja temperatura llegando a la cantidad de humedad máxima que se puede presentar.

RESULTADOS DEL EJEMPLO

Hace referencia a la máxima cantidad de vapor de agua contenido en el aire y se puede encontrar a una temperatura determinada dentro de un área específica.

La humedad absoluta se presenta cuando hay temperaturas demasiado bajas, aumentando el porcentaje de gotas de agua en el sector.



Mayor temperatura



Menor temperatura

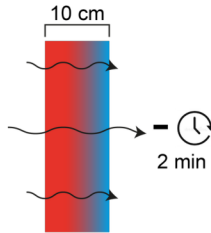
CONCEPTO

TRANSMITANCIA TÉRMICA

RESUMEN

- Material
- Espesor
- Proporción
- Transferencia

CASO #1

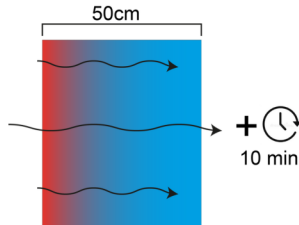


Muro de concreto

RESULTADOS DE LA COMPARACIÓN

Es la velocidad de transferencia de calor teniendo en cuenta el espesor del elemento, contemplando las variables que presentan cada una de las materias primas (tipo, espesor, densidad).

CASO #2



Muro de concreto



Velocidad



Mayor temperatura



Menor temperatura

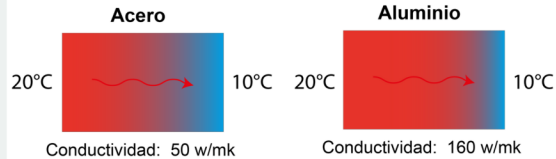
CONCEPTO

CONDUCTIVIDAD TÉRMICA

RESUMEN

- Velocidad
- Material
- Energía
- Proporción

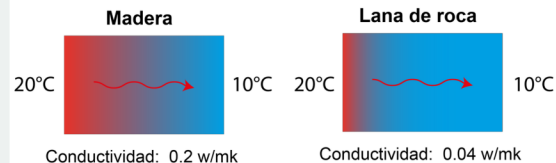
MATERIALES CONDUCTORES



RESULTADOS DE LA COMPARACIÓN

Hace referencia a la velocidad a la cual la energía calórica se transfiere de un material a otro en x cantidad de tiempo, sin depender del espesor o proporción del mismo. Se mide (W/mk) en vatios/metro kelvin. aportando un valor diferente para cada uno de los materiales.

MATERIALES AISLANTES



-  Velocidad
-  Mayor temperatura
-  Menor temperatura

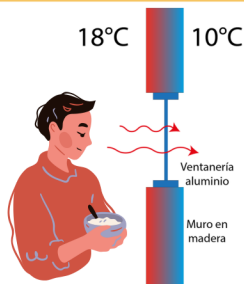
CONCEPTO

PUENTE TÉRMICO

RESUMEN

- Cambio
- Material
- Juntas
- Espesor

EJEMPLO



EXPLICACIÓN

La transmitancia térmica de la madera es 1.5 w/m2k, con respecto a la transmitancia térmica del aluminio que es 5.7 w/m2k, siendo la ventana un puente térmico es decir, es el lugar por donde se genera una pérdida de energía calórica continuamente, debido a la transmitancia del elemento.

RESULTADOS DEL EJEMPLO

Son áreas de la edificación en las cuales hay un cambio de materialidad y espesor en las fachadas, por lo tanto, existe un intercambio de temperatura a mayor velocidad, permitiendo el escape de energía calórica por diferencias en la temperatura interna y externa.



Velocidad



Mayor temperatura



Menor temperatura

Ejemplo:

- Ventanas
- Puertas
- Juntas constructivas

CONCEPTO

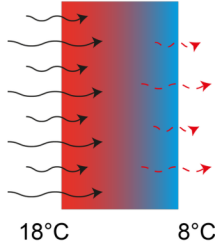
INERCIÁ TÉRMICA

RESUMEN

- Temperatura ambiente
- Absorción
- Liberación

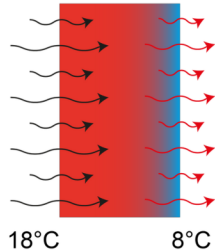
CASO #1

Madera - 0.04 w/m2k



CASO #2

Metal - 12 w/m2k



RESULTADOS DE LA COMPARACIÓN

Es la capacidad que tiene un material de absorber y liberar calor en determinada cantidad de tiempo hasta llegar a una temperatura neutra, teniendo en cuenta su conductividad.

-  Velocidad
-  Mayor temperatura
-  Menor temperatura

Ejemplo:

+ Conductividad = + Velocidad.

- Conductividad = - Velocidad.

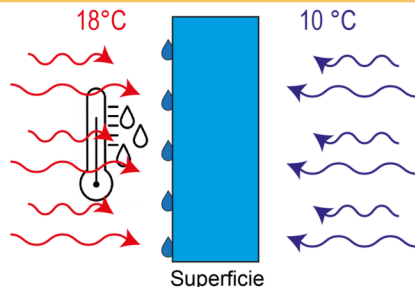
CONCEPTO

PUNTO DE ROCÍO

RESUMEN

- Líquido
- Temperatura
- Condensación
- Escarcha

EJEMPLO



EXPLICACIÓN

Se presenta en el momento en el que la temperatura es inferior a la del punto de rocío, condensando el vapor que se encuentra en área.

Uno de los ejemplos más claros es cuando la superficie de una botella de vidrio tiene pequeñas gotas debido a la condensación del aire en la superficie.

RESULTADOS DEL EJEMPLO

Hace referencia a la relación entre la temperatura que el aire debe alcanzar para que el vapor de agua se condense y cambie de estado a líquido formando gotas de agua o escarcha en una superficie.

Tanto la temperatura como la humedad se pueden verificar relacionando la temperatura con la humedad relativa y las propiedades del material.



Velocidad



Mayor temperatura



Menor temperatura

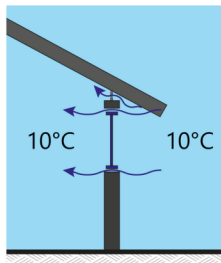
Para verificar el punto de rocío consulte el anexo # 01 al final de la cartilla

CONCEPTO INFILTRACIÓN

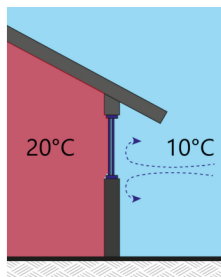
RESUMEN

- Viento
- Ranura
- Junta constructiva

CASO #1



CASO #2



RESULTADOS DE LA COMPARACIÓN

La infiltración es catalogada como una entrada de aire presentando flujo continuamente las 24 horas del día.

Estas suelen estar presentes en las juntas constructivas de elementos con cambio de nivel (muro-cubierta) o en montajes de carpinterías ya bien sea metálicas o de madera, dejando pequeñas aberturas por donde escapa la energía calórica interna de algún espacio.



Mayor temperatura



Menor temperatura



CONDICIONES CLIMÁTICAS

En este apartado se encontrarán aquellas **condiciones ambientales** que se deben tener en cuenta para **generar alternativas constructivas** en la vivienda y así mismo poder aprovecharlas buscando la **eficiencia energética**.

Archivos
EPW

Asoleación

Temperatura

Humedad

Nubosidad

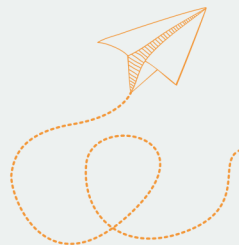
Vientos





ARCHIVOS EPW

Energy plus weather data



Archivos
contiene datos
obtenidos de
bases
meteorológicas.

Este archivo se
puede leer en
diversos
programas
para
interpretar la
información.

Archivo EPW
contiene
información
como
temperatura,
humedad y
vientos.

En diversos
sitios web se
pueden
encontrar
archivos
gratuitos.

Estos datos se
pueden
visualizar tanto
en 2D como en
3D.

Se puede
trabajar
directamente
con los
archivos o
únicamente
visualizar
información.

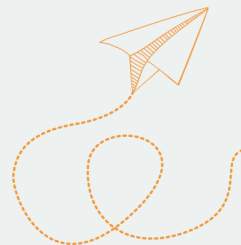


Para ver el archivo climático de una zona específica consulte el anexo # 02 al final de la cartilla.



INSTRUMENTOS DE MEDICIÓN

Condiciones Meteorológicas



El anemómetro es un instrumento utilizado para medir la velocidad del viento.

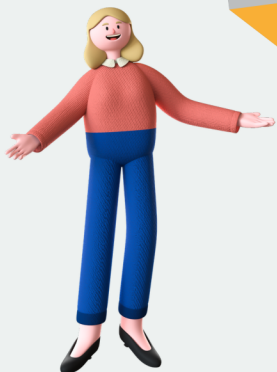
El pluviómetro es un instrumento utilizado para medir la cantidad de caída de agua.

El piranómetro es un instrumento utilizado para medir la radiación solar.

El higrómetro es un instrumento utilizado para medir el porcentaje de humedad.

El termómetro es un instrumento utilizado para medir la temperatura en el día.

El nefobasímetro es un instrumento utilizado para medir la nubosidad.





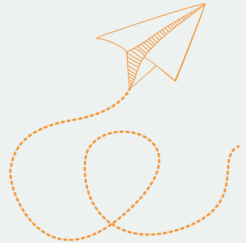
CONDICIÓN CLIMÁTICA

ASOLEACIÓN



Mediante datos obtenidos de estaciones meteorológicas determinar cantidad de radiación directa en el área.

Establecer cuales son los recintos que necesitan una radiación adecuada.



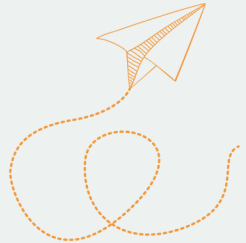
Identificar la trayectoria solar y como inside en la vivienda.

Determinar cuales son los meses del año en los cuales existe mayor radiación solar.



CONDICIÓN CLIMÁTICA

NUBOSIDAD



Identificar los meses en los cuales hay mayor cantidad de nubes.

Mediante datos obtenidos de estaciones meteorológicas determinar cantidad de nubosidad en el área.

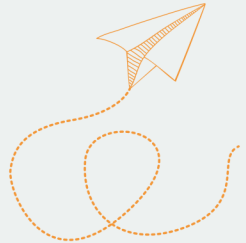
Determinar la cantidad de días soleados o con nubosidad en el año.

Establecer el porcentaje de nubosidad promedio en el año.



CONDICIÓN CLIMÁTICA

TEMPERATURA



Determinar la tasa metabólica y la vestimenta de las personas que habitan el sector.

Identificar la temperatura promedio del área de intervención.

Mediante datos obtenidos de estaciones meteorológicas determinar la temperatura del área.

Definir el método que se implementará para evaluar el confort térmico (gráfico o adaptativo).



CONDICIÓN CLIMÁTICA

HUMEDAD RELATIVA

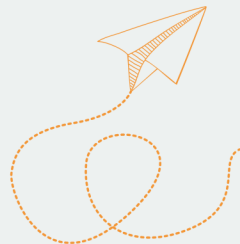


Mediante datos obtenidos de estaciones meteorológicas determinar la humedad del sector.

Identificar el porcentaje de humedad promedio en el año.

Reconocer los picos de humedad que se presentan en el día.

Determinar el método que se implementará para evaluar el confort térmico (gráfico o adaptativo).



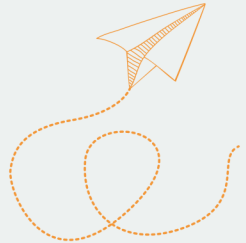


CONDICIÓN CLIMÁTICA

VIENTOS



Mediante datos EPW o un anemómetro determinar la velocidad promedio del viento.



Precisar la dirección del viento a través de la rosa de los vientos.

Determinar la cantidad de renovación de aire que tiene cada uno de los recintos.

Identificar y eliminar toda clase de infiltración en la vivienda.



MATERIALES

En este apartado se encontrarán diferentes **materiales para la composición de muros y/o cubiertas**, los cuales se deben ser tenidos en cuenta para **obtener variaciones respecto al confort térmico al interior de la vivienda de clima frío.**



Tipo de
materiales



Propiedades



Conductividad
térmica



Clasificación



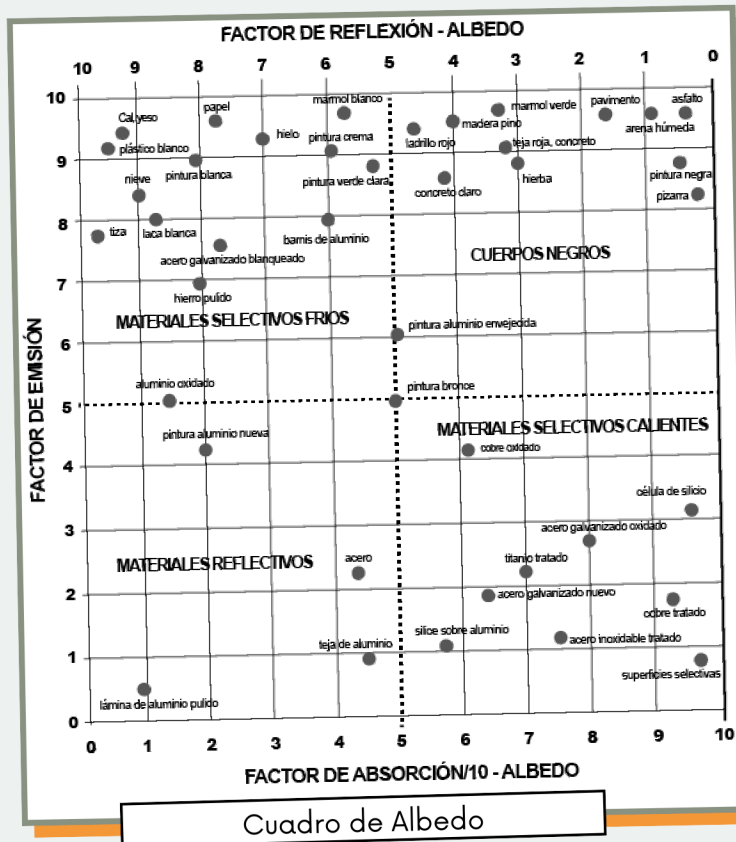
Métodos de
medición



TIPO DE MATERIALES



Para escoger el tipo de material adecuado para la construcción de una vivienda de clima frío, se debe tener en cuenta las características y propiedades de cada uno de ellos.



El factor de reflexión asociado a los materiales de construcción, se refiere a la capacidad que tiene una superficie de reflejar la luz dependiendo de la intensidad con la que provenga la onda.

Factor de reflexión

El factor de emisión es la capacidad que tiene un material para entregar la energía que ha sido recolectada o captada con anterioridad.

Factor de emisión

El factor de absorción se define como la capacidad que tiene un material para absorber y recolectar la energía que incide directamente en él, por cualquiera de los métodos de transferencia.

Factor de absorción

PROPIEDADES

La escogencia correcta de los materiales con los que se construya, van a ser de gran importancia y **establecerán la calidad del confort térmico** que habrá en el interior.



Muchas determinantes deberán ser tenidas en cuenta para **construir una edificación, ya bien sea el uso, el terreno, el clima, o la volumetría planteada.**

PROPIEDADES TÉRMICAS

Las propiedades térmicas de los materiales **hacen referencia a la capacidad de retener, transmitir o acumular la energía calórica** produciendo fenómenos como la **condensación**.

Algunas de estas propiedades son :

- Conductividad térmica
- Resistencia térmica
- Transmitancia térmica
- Coeficiente de dilatación

Las propiedades térmicas de los materiales pueden ser transferidas de una superficie a otra por medio de:

- **Conducción (contacto directo)**
- **Convección (contacto por medio de fluido gaseoso o líquido)**
- **Radiación (contacto indirecto por medio de microondas)**

PROPIEDADES FÍSICAS

Las propiedades físicas son aquellas que se asocian a los materiales de construcción y son **visibles y/o se pueden medir por medio de alguna estrategia.**

Unas de estas propiedades pueden ser:

- Densidad
- Color
- Rigidez

CONDUCTIVIDAD TÉRMICA

MATERIAL	CONDUCTIVIDAD TÉRMICA	DENSIDAD
Lana de Vidrio	0,041 W/m ² K	200 Kg/m ³
Mortero de Cemento	0,090 W/m ² K	1920 Kg/m ³
Madera de Construcción	0,130 W/m ² K	630 Kg/m ³
Madera de Pino	0,148 W/m ² K	640 Kg/m ³
Madera Pesada	0,200 W/m ² K	700 Kg/m ³
Tierra con Paja	0,300 W/m ² K	400 Kg/m ³
Yeso	0,488 W/m ² K	1440 Kg/m ³
Ladrillos de Arcilla	0,814 W/m ² K	1800 Kg/m ³
Tierra Muro Portante	0,850 W/m ² K	2000 Kg/m ³
Vidrio Plano	1,160 W/m ² K	2490 Kg/m ³
Arcilla	1,279 W/m ² K	1460 Kg/m ³
Piedra Arenisca	1,300 W/m ² K	2000 Kg/m ³
Piedra	1,861 W/m ² K	2250 Kg/m ³
Marmol	2,900 W/m ² K	2590 Kg/m ³
Acero	50 W/m ² K	7800 Kg/m ³
Aluminio	160 W/m ² K	2800 Kg/m ³

Cuadro de conductividades

Todos los materiales cuentan con una conductividad térmica medida en **vatio/metro Kelvin** tal como se evidencia en la tabla, en donde **entre más alto sea el valor de la conductividad térmica, mejor será la capacidad de transferir el calor.**

Es decir, **valores mayores a 1 son materiales conductores** (el aluminio - 160 W/mK) y **valores menores a 1 son materiales aislantes** (lana de vidrio - 0.041 W/mK), perdiendo energía rápida o lentamente en un periodo de tiempo específico, teniendo en cuenta también el **espesor del material o las capas que se encuentren implementadas, lo cual hace que la transmitancia térmica se eleve** logrando que la cantidad de energía que pasa por la superficie sea menor.

Que es conductividad térmica.



La combinación de materiales con conductividades térmicas muy altas o muy bajas determinarán la calidad del confort térmico interno de cada uno de los espacios de una edificación.

CLASIFICACIÓN

Los materiales, según sus propiedades térmicas se pueden **catalogar como captadores, aislantes o transmisores**, aportando diferentes cualidades a los elementos constructivos en los cuales se implementen ya bien sea en muros, cubiertas o entrepisos.



Los materiales para la construcción de una vivienda **deben ser escogidos teniendo en cuenta el lugar y el clima** en el cual se quiera consolidar la edificación.

CAPTADORES

Los materiales captadores tienen una conductividad térmica alta (mayor a 1) haciendo que la **energía sea recolectada rápidamente y según las cualidades del material** sea mantenida una X cantidad de tiempo. Algunos materiales captadores utilizados para la construcción son:

- Mármol
- Piedra
- Madera
- Tierra



Los materiales captadores son ideales para recolectar la energía calórica a lo largo de las 12 horas de luz diarias y así mismo liberarla en la noche, **manteniendo una buena temperatura al interior** de una edificación las 24 horas del día.

PIEDRA



MÁRMOL



MADERA



TIERRA



CLASIFICACIÓN

Los materiales, según sus propiedades térmicas **se pueden implementar en una construcción con el fin de encontrar el bienestar del usuario contibuyendo a un buen estado físico, social y mental.**



Los materiales aiantes pueden ser utilizados tanto en climas fríos como en climas cálidos ayudando a que haya una diferencia considerable entre la temperatura interior y la temperatura exterior.

AISLANTES

Los materiales aislantes tienen características específicas, como por ejemplo una conductividad térmica baja (menor a 1) haciendo que la energía se demore mucho tiempo en ser recolectada y así mismo, se demore más tiempo en ser liberada.

Algunos materiales aislantes utilizados para la construcción son:

- Yeso
- Lana de oveja
- Espuma expansiva
- Lana de vidrio

Los materiales aislantes pueden ser **implementados en diferentes elementos constructivos de una vivienda según sea la necesidad**, este tipo de materiales ayudan a retener la temperatura interna y mantenerla estable durante un mayor rango de tiempo.

LANA DE OVEJA



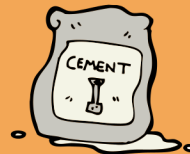
LANA DE VIDRIO



ICOPOR



YESO



CLASIFICACIÓN

Los materiales transmisores son necesarios en todo tipo de edificación, sin embargo, manteniendo una buena relación entre las 3 clasificaciones de materiales se puede obtener un equilibrio para lograr un **rango de confort térmico apropiado**.



Los materiales de las edificaciones corren un papel muy importante en el confort térmico **dejando escapar la energía interna** dependiendo del **cerramiento escogido**.

TRANSMISORES

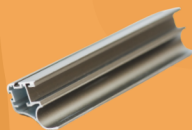
Los materiales transmisores tienen una conductividad térmica alta (mucho mayor a 1) haciendo que **la energía sea recolectada rápidamente pero así mismo sea rápidamente entregada y liberada** en corto tiempo. Algunos materiales transmisores comunes en la construcción son:

- Aluminio
- Acero
- Vidrio
- Cobre



Los materiales transmisores son capaces de permitir el paso de la temperatura de un espacio al otro, debido a su alta **capacidad de absorción y emisión**, recibiendo de una manera rápida la energía pero así mismo liberándola.

ALUMINIO



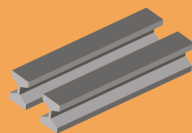
VIDRIO



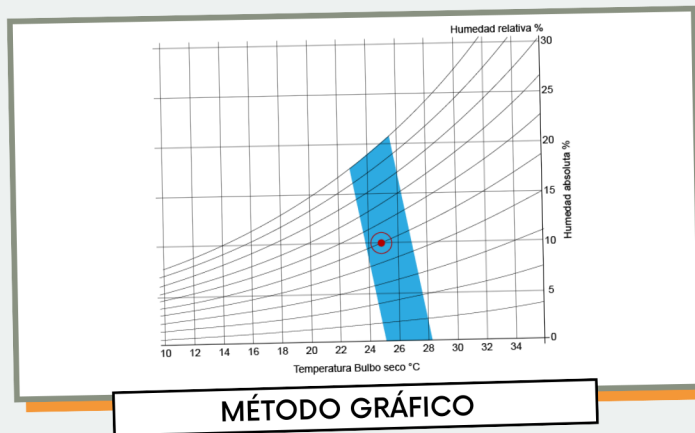
COBRE



ACERO

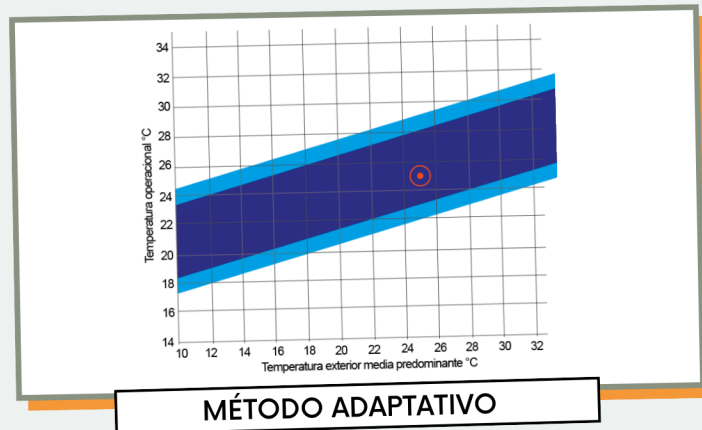


MÉTODOS DE MEDICIÓN



"Es una herramienta de la psicrometría que se utiliza para conocer en profundidad las relaciones entre las condiciones de humedad y temperatura del aire interior." (S&P, 2020, párr. 2).

En el diagrama psicrométrico se plasman las determinantes relevantes respecto al confort térmico, tales como la humedad relativa (medida derecha) y la temperatura (medida inferior) a la cual se encuentra el aire de la zona de estudio, generando una zona de confort (área morada).



Este método tiene origen en diversas investigaciones realizadas en viviendas y edificaciones reales con respecto al comportamiento de sus ocupantes, este **se implementa en espacios en donde las condiciones internas están estrictamente controladas**, puesto que existen acciones que se llevan a cabo para llegar a una condición de confort (vestimenta, alimentación, actividad). De esta manera se encuentran condiciones de confort fuera de los rangos establecidos por métodos gráficos.





SIMULACIONES

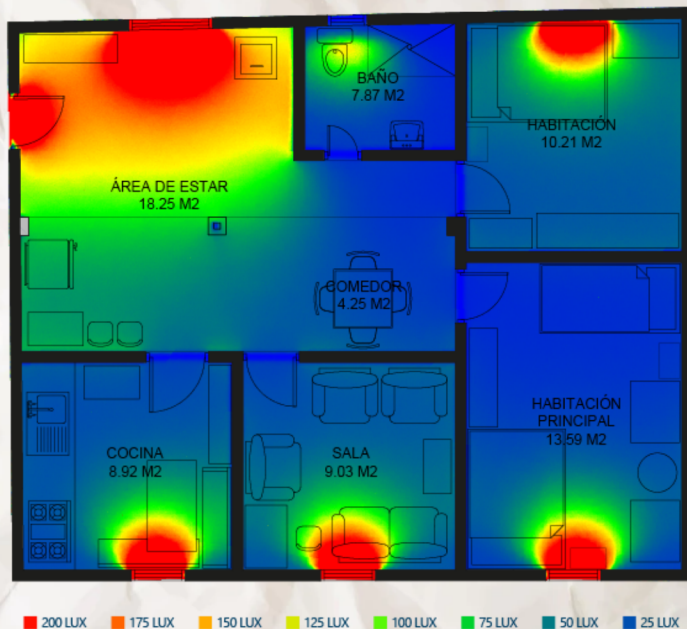
En este apartado se encontrarán algunos de los conceptos y aspectos que se deben tener en cuenta en caso de realizar un análisis de alguna edificación en un **software bioclimático especializado**, en este caso **Dising Builder**.

Este es un **paso opcional** si se quiere profundizar en los valores aproximados con respecto al confort térmico al interior de un recinto.



Datos de entrada

ESTUDIO ILUMINACIÓN NATURAL



DATOS DE ENTRADA

Estos son los principales datos que se deben insertar en el software para una simulación básica pero acertada, sin embargo, todos los proyectos son distintos por la ubicación, el clima o la ocupación de cada uno de los espacios a simular.

Perfil de usuario

- Actividad diaria
- Número de ocupantes
- Vestimenta
- Dinámicas internas



Ventilación

- Cruzada o unilateral
- Cambios hora
- Entradas y salidas
- Tiempo de apertura



Iluminación

- Intensidad
- Tipo de Iluminación
- Entradas de luz
- Distancia de afectación



Materiales

- Espesor
- Densidad
- Características térmicas



Aperturas

- Tipo de apertura
- Tipo de vidrio
- Porcentaje de apertura



Infiltraciones

- Edad de edificación
- Uniones constructivas
- Remates





CASO DE ESTUDIO

En este apartado se encontrarán los resultados obtenidos del estudio de una casa rural existente de clima frío (páramo) combinando diferentes materiales tanto en muros como cubierta, con el fin de mejorar el confort térmico al interior de la vivienda.

Ubicación

Características
arquitectónicas

Materiales
actuales
y tipología

Perfil del
usuario

Asoleación

Nubosidad

Temperatura

Humedad
relativa

Parámetros
de simulación

Simulaciones
(Materiales y
costos).

Mejores
resultados

Conclusiones



UBICACIÓN

Localización de vivienda

La vereda El Guamal está ubicada en el Departamento de Cundinamarca, municipio de Subachoque, corregimiento de La Pradera, situado a una hora y media de distancia de la ciudad de Bogotá. **Se encuentra a 3.200 m.s.n.m dentro del Páramo del Guerrero.**

Motivos de selección

- Condiciones actuales de la vivienda
- Conexión directa con carretera
- Topografía
- Dinámicas familiares
- Materiales comunes
- Vivienda representativa de la zona
- Orientación

Para elegir un lugar de estudio o intervención se deben considerar varios aspectos, entre ellos, **el fácil acceso y el conocimiento de las condiciones climáticas, topográficas, culturales y sociales de la zona.**



CARACTERÍSTICAS ARQUITECTÓNICAS

La vivienda consta de espacios como **cocina, sala, comedor, 2 habitaciones, 1 baño y un patio cubierto (85.92 m²)**, el lavadero se encuentra en el exterior de la vivienda.

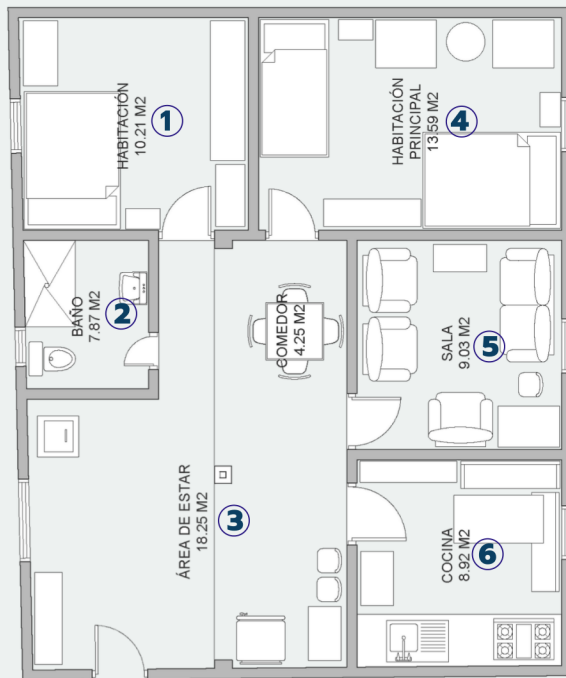
Muros y cubierta están consolidados con **materiales tradicionales** dando un aspecto rústico a la vivienda.

Muros ortogonales y cubierta a dos aguas son características comunes en las viviendas rurales de la zona, junto con pequeños vanos en sus fachadas para iluminar los espacios internos pero sin dejar que el calor interno escape rápidamente por alguna de sus aperturas.

Las características de la vivienda son importantes a la hora de escoger un caso de estudio, puesto que debe contar con todos los espacios apropiados para el habitar del usuario obteniendo diagnósticos acertados.



CARACTERÍSTICAS ARQUITECTÓNICAS



Así se ve la vivienda en su interior, cuenta con los espacios necesarios para que los dos esposos mayores que la habitan a diario tengan calidad de vida.



MATERIALES ACTUALES

La vivienda está consolidada **con materiales** que se pueden conseguir en la zona .

Esta se encuentra construida con materiales de **alta conductividad térmica y bajo factor de inercia térmica** como por ejemplo, ladrillo común en muros, vidrio de 4 mm y ventanería en acero, una cubierta en teja Eternit y listones de madera.

Dichos materiales representan **puentes térmicos e infiltraciones al interior de la vivienda**, generando problemas de confort debido a las condiciones climáticas que se encuentran en el sitio.

Se deben evaluar los materiales de una manera cuidadosa debido a la importancia de **los elementos en fachadas y cubierta, siendo determinantes en el aumento o descenso del confort.**



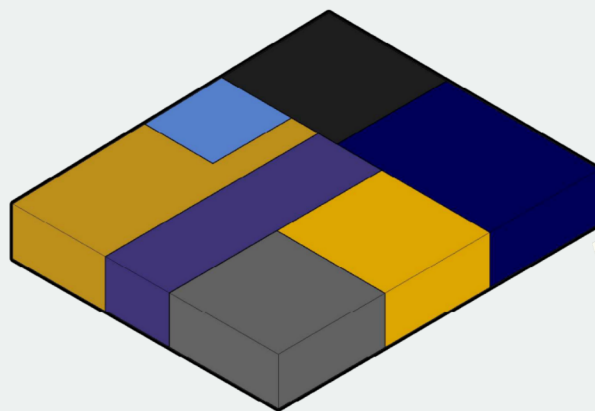
TIPOLOGÍA

La vivienda originalmente estaba conformada de forma lineal y de manera compacta, compuesta por 3 espacios esenciales como la cocina y dos habitaciones.

Con el pasar del tiempo y los requerimientos de los habitantes, fue necesaria la construcción de otra habitación y un baño, para aumentar la comodidad en la misma.

Sin embargo, el patio seguía estando descubierto y la temperatura al interior de la vivienda era muy baja, por dicho motivo se tomó la decisión de cerrar y cubrir el patio, consolidando una puerta de acceso principal a la casa.

Una de las principales razones de selección de la vivienda fue la conformación y la baja transformación que ha tenido a lo largo de los años, ya que solo se han cerrado espacios sin necesidad de expandir la vivienda en cuanto a su altura.



- HABITACIÓN PRINCIPAL
- HABITACIÓN SECUNDARIA
- PASILLO INTERIOR
- PATIO INTERNO
- COCINA
- SALA
- BAÑO



PERFIL DEL USUARIO

La vivienda tiene una **ocupación de 2 personas (1 mujer y 1 hombre)** de más de 50 años cada uno, los cuales habitan la casa.

Dichas personas se dedican a **actividades de ganadería, agricultura y del hogar**. Las jornadas de permanencia habituales son de 2 am a 7 am y después de las 4 pm hasta el siguiente día, **teniendo una tasa metabólica alta durante gran parte del día**.

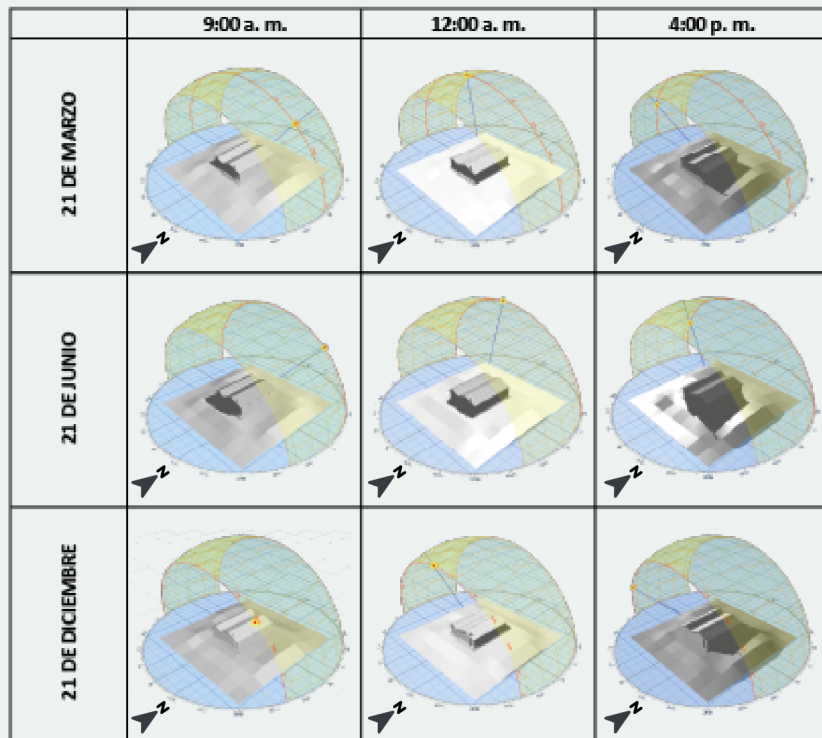
Debido a las características del clima los individuos **tienen una vestimenta pesada, consolidándose por doble pantalón, buzo, chaqueta e incluso ruana y gorro**.

Las características del usuario **son importantes al momento de escoger la vivienda debido a las actividades que realizan y el tiempo de permanencia dentro de cada uno de los espacios.**





CONDICIÓN ASOLEACIÓN



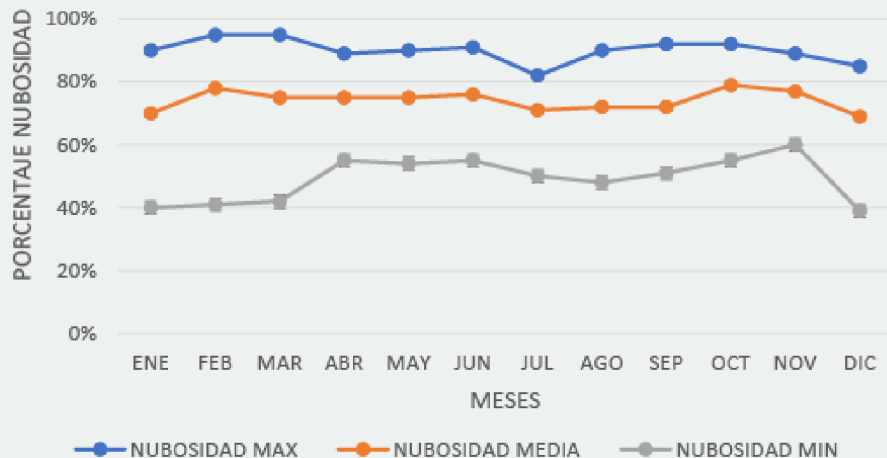
Se toman en cuenta estas 3 fechas correspondientes a los solsticios y equinoccios, ya que son los días más largos del año, mostrando los extremos en los que impacta la trayectoria solar.

La energía recolectada por la fachada **oriental** en horas de la mañana, se pierde a lo largo de la tarde y aún más en horas de la noche.

Existe una carencia de radiación solar sobre la fachada oriental (donde se ubican las habitaciones), esta únicamente recibe sol en las horas de la mañana.



CONDICIÓN NUBOSIDAD



La nubosidad media anual se encuentra **en un 75%**.

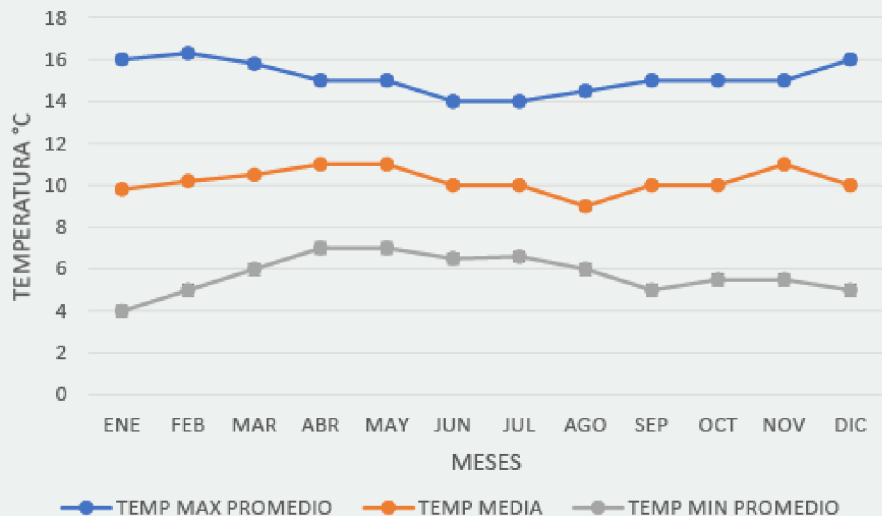
Por las bajas velocidades del viento las **nubes permanecen en el lugar** y no tienen grandes movimientos a lo largo del día.

El sector presenta una gran nubosidad **en todo el año** con porcentajes de entre el **60% y el 80%**.

El área de intervención **presenta una alta nubosidad en todos los meses del año**, haciendo que la radiación directa y captada por la vivienda sea más baja.



CONDICIÓN TEMPERATURA



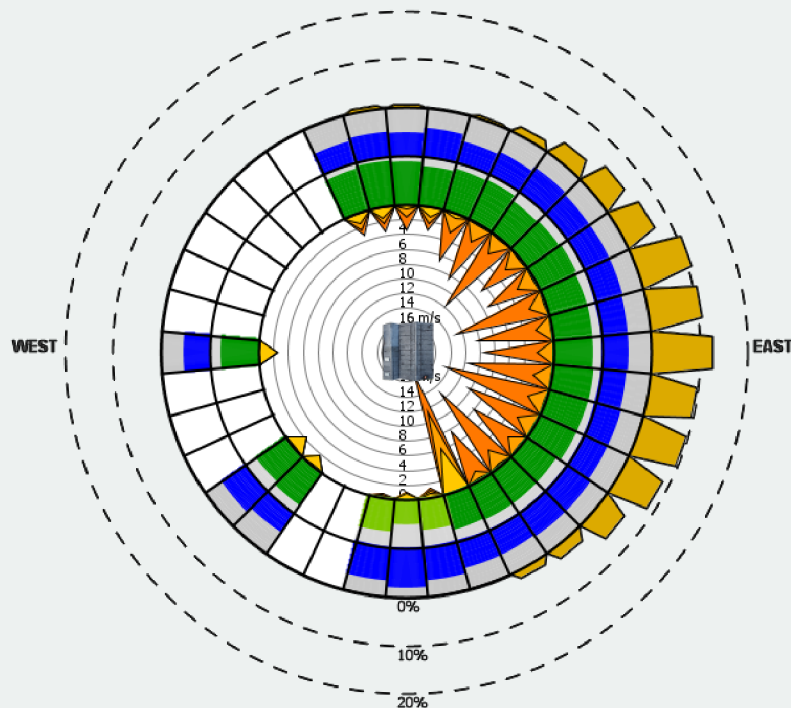
Las viviendas del lugar se ven altamente afectadas por el clima particular de páramo (**frío/húmedo**), siendo la temperatura una de las condiciones más adversas en la zona.

El sector presenta **temperaturas promedio de 10°C en horas del día y de 6°C o menos en la noche.**

En algunas ocasiones la temperatura **desciende a -0°C generando heladas en horas de la madrugada**, afectando las actividades diarias de dicha región.



CONDICIÓN VIENTOS



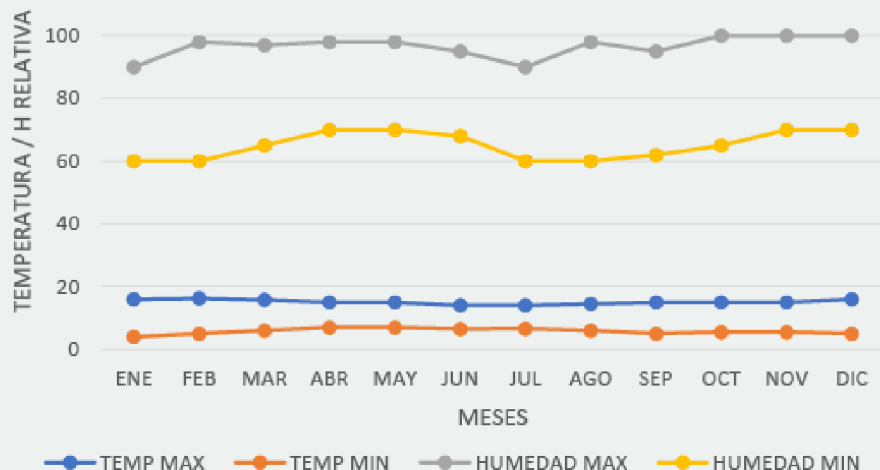
Los vientos son **predominantes del oriente** la mayor parte del año, incidiendo en la vivienda con diferentes orientaciones en los cuadrantes nor-oriente y sur-oriente.

La velocidad del viento la mayor parte del año **se mantiene en los 3 m/s**. Se presentan días de mayor (10m/s) o menor velocidad (1m/s).

Teniendo en cuenta los recorridos que hace el viento desde la parte mas alta de la montaña, **la fachada oriental recibe la corriente fría** viéndose directamente afectada.



CONDICIÓN HUMEDAD RELATIVA



Por la alta humedad relativa experimentada en el sector la vereda El Guamal es considerada territorio con clima frío/húmedo.

La humedad aumenta cuando las temperaturas descienden y desvanece cuando la temperatura aumenta.

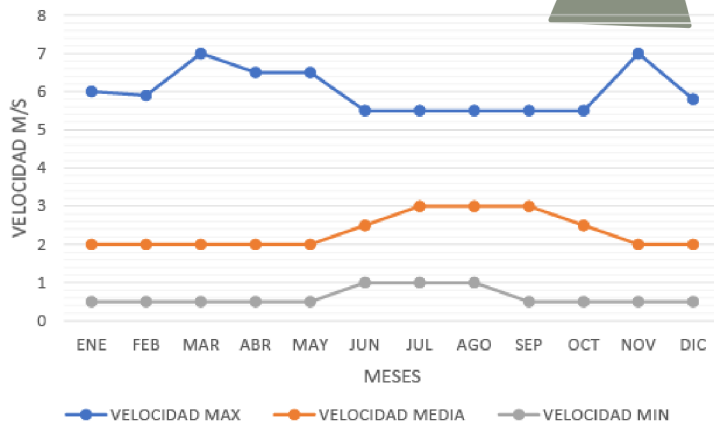
Se presenta una humedad relativa bastante alta gran parte del año, manteniéndose en los rangos del 60% y el 100%.



PARÁMETRO DE SIMULACIÓN VENTILACIÓN

Se tiene en cuenta el porcentaje y el tipo de ventilación con el que cuenta la vivienda, y de esta manera determinar la cantidad de aire que entra y sale del espacio, disminuyendo la temperatura interior.

Se contempla el recorrido que realiza el viento dentro del recinto, ya bien sea ventilación unilateral o cruzada, determinado el caudal de aire que ingresa a la vivienda, hallando la cantidad de cambios hora al interior.



$$\text{Caudal} = 0.025 \times \text{Velocidad} \times \text{Área Apertura}$$

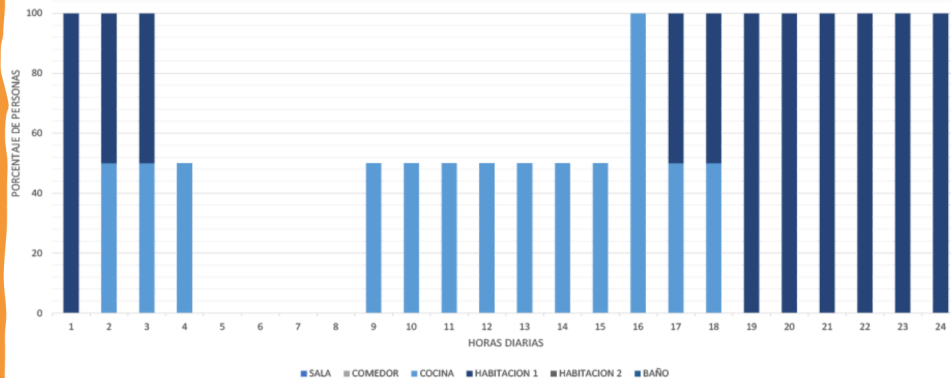
$$\text{Caudal} = \text{Área} \times \text{Velocidad} \times \text{Sen (Dirección)}$$



PARÁMETRO DE SIMULACIÓN OCUPACIÓN

Se debe tener en cuenta la ocupación al interior de la vivienda a evaluar, contemplando la actividad que se realiza en cada uno de los espacios y el tiempo en el que permanecen los habitantes dentro de los mismos.

Al realizar la recolección de datos con respecto a los recintos que se encuentran en la vivienda y la cantidad de ocupantes que la habitan, se relaciona el 100% con la ocupación total de las personas al interior.



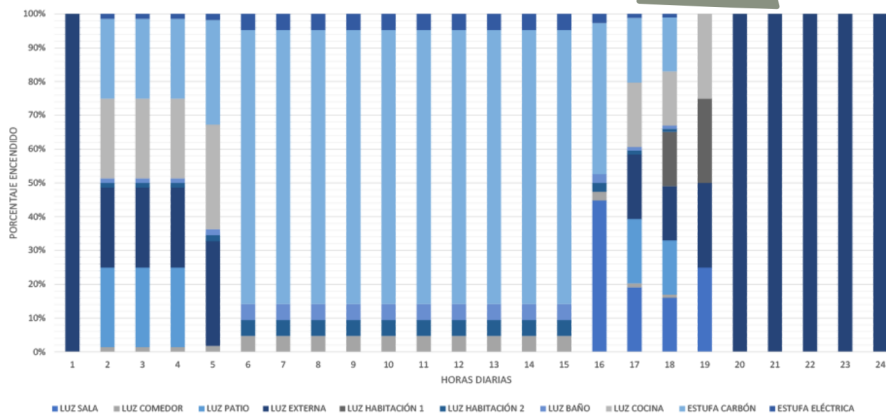


PARÁMETRO DE SIMULACIÓN

GANANCIAS INTERNAS

Se deben tener en cuenta los diferentes ganancias internas que son aportadas a la vivienda, generadas por los electrodomésticos.

Se debe hacer una recolección de datos respecto a los recintos de la vivienda considerando los diferentes elementos que se encuentren dentro de la misma, relacionando el 100% con la cantidad de horas que el elemento esté encendido durante el día.



SIMULACIONES MULTIVARIADAS



Como parte del proceso metodológico para el análisis del confort térmico se elaboran 12 simulaciones multivariadas en el software **Design Builder**, combinando 3 elementos constructivos (muro, cubierta, ventana) los cuales tienen componentes tanto captadores como aislantes, todo esto con el fin de **identificar el mejor material para implementar en la vivienda rural de clima frío.**

Aclaración: Todas las simulaciones coinciden en 2 aspectos:

1. El elemento del contrapiso se mantiene en todas las simulaciones (no se cambia)
2. Las infiltraciones se eliminan (quedando en 1% valor asignado para viviendas actuales)



SIMULACIONES MULTIVARIADAS

SIMULACIÓN CASO BASE

La vivienda se simula mejorando la constitución de muros, cubierta y ventanería que la consolidan. Sobre este, se realizan 12 simulaciones con combinaciones de 3 tipos de muros, 2 tipos de cubierta y 2 tipos de ventanería.



SIMULACIÓN 1 M1 - C1 - V1

MURO : AISLANTE
CUBIERTA : AISLANTE
VENTANERÍA :
LAMINADO

SIMULACIÓN 2 M1 - C1 - V2

MURO : AISLANTE
CUBIERTA : AISLANTE
VENTANERÍA : DOBLE

SIMULACIÓN 3 M1 - C2 - V1

MURO : AISLANTE
CUBIERTA : CAPTADORA
VENTANERÍA :
LAMINADO

SIMULACIÓN 4 M1 - C2 - V2

MURO : AISLANTE
CUBIERTA :
CAPATADORA
VENTANERÍA : DOBLE

SIMULACIÓN 5 M2 - C1 - V1

MURO : AISLANTE
CUBIERTA : AISLANTE
VENTANERÍA :
LAMINADO

SIMULACIÓN 6 M2 - C1 - V2

MURO : AISLANTE
CUBIERTA : AISLANTE
VENTANERÍA : DOBLE

SIMULACIÓN 7 M2 - C2 - V1

MURO : AISLANTE
CUBIERTA : CAPTADORA
VENTANERÍA :
LAMINADO

SIMULACIÓN 8 M2 - C2 - V2

MURO : AISLANTE
CUBIERTA :
CAPATADORA
VENTANERÍA : DOBLE

SIMULACIÓN 9 M3 - C1 - V1

MURO : CAPTADOR
CUBIERTA : AISLANTE
VENTANERÍA :
LAMINADO

SIMULACIÓN 10 M3 - C1 - V2

MURO : CAPTADOR
CUBIERTA : AISLANTE
VENTANERÍA : DOBLE

SIMULACIÓN 11 M3 - C2 - V1

MURO : CAPTADOR
CUBIERTA : CAPTADORA
VENTANERÍA :
LAMINADO

SIMULACIÓN 12 M3 - C2 - V2

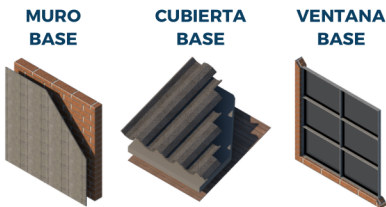
MURO : CAPTADOR
CUBIERTA :
CAPATADORA
VENTANERÍA : DOBLE

VALOR U MATERIALES

PLACA PISO = 5.6 W/M2K
VENTANA = 3.11 W/M2K
CUBIERTA = 1.27 W/M2K
MURO = 2.76 W/M2K

COMPOSICIÓN

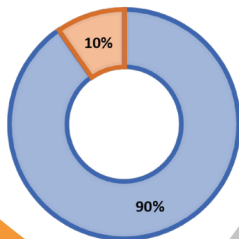
Muro en ladrillo macizo
Cubierta con teja Eternit
Ventanería con marco de acero y
vidrio común.



PRESUPUESTO INTERVENCIÓN M2

No se contempla el valor por metro cuadrado debido a que esta es la simulación base, con materiales con los cuales está construida la vivienda.

RESULTADO HORAS CONFORT AÑO



CONCLUSIÓN

Bajo porcentaje de confort, con el 10% de horas al año. Materiales comunes que no ayudan a aumentar ese porcentaje por si solos.



SIMULACIÓN CASO BASE

VALOR U MATERIALES

PLACA PISO = 5.6 W/M2K
VENTANA 1 = 2.70 W/M2K
CUBIERTA 1 = 0.38 W/M2K
MURO 1 = 1.30 W/M2K

COMPOSICIÓN

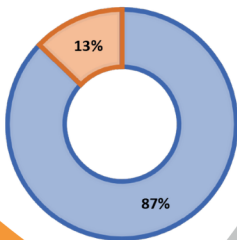
Muro en ladrillo macizo y aislante en lana de oveja. Cubierta con teja Techoline y lana de roca. Ventanería con marco de madera y vidrio laminado de 4mm.



PRESUPUESTO INTERVENCIÓN M2

VENTANA 1 = 202.538 COP
CUBIERTA 1 = 129.081 COP
MURO 1 = 413.146 COP
TOTAL = 46.913.464 COP

RESULTADO HORAS CONFORT AÑO



CONCLUSIÓN

Tiene un aumento de 3% de horas confort respecto a la simulación base.

Debido a los materiales aislantes implementados tanto en la cubierta como en los muros, impidiendo el acceso de energía.



SIMULACIÓN 1 M1 - C1 - V1

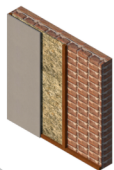
VALOR U MATERIALES

PLACA PISO = 5.6 W/M2K
VENTANA 2 = 2.54 W/M2K
CUBIERTA 1 = 0.38 W/M2K
MURO 1 = 1.30 W/M2K

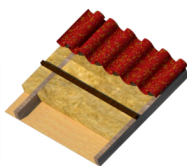
COMPOSICIÓN

Muro en ladrillo macizo y aislante en lana de oveja. Cubierta con teja techoline y lana de roca. Ventanería con marco PVC y vidrio doble con camara sencilla.

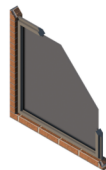
MURO 1



CUBIERTA 1



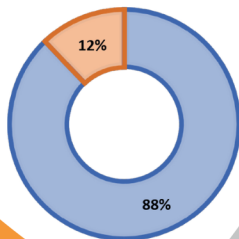
VENTANA 2



PRESUPUESTO INTERVENCIÓN M2

VENTANA 2 = 345.033 COP
CUBIERTA 1 = 129.081 COP
MURO 1 = 413.146 COP
TOTAL = 47733.385 COP

RESULTADO HORAS CONFORT AÑO



CONCLUSIÓN

Tiene un aumento de 2% de horas confort respecto a la simulación base.

Debido a los materiales aislantes implementados tanto en la cubierta como en los muros, impidiendo el paso de energía.



SIMULACIÓN 2 M1 - C1 - V2

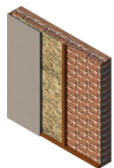
VALOR U MATERIALES

PLACA PISO = 5.6 W/M2K
VENTANA 1 = 2.70 W/M2K
CUBIERTA 2 = 1.17 W/M2K
MURO 1 = 1,30 W/M2K

COMPOSICIÓN

Muro en ladrillo macizo y aislante en lana de oveja. Cubierta con teja Eternit y tierra compactada. Ventanería con marco de madera y vidrio laminado de 4mm

MURO 1



CUBIERTA 2



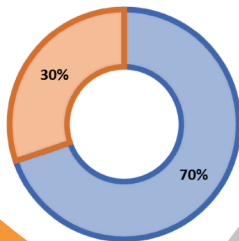
VENTANA 1



PRESUPUESTO INTERVENCIÓN M2

VENTANA 1 = 202.538 COP
CUBIERTA 2 = 239.818 COP
MURO 1 = 413.146 COP
TOTAL = 57.622.929 COP

RESULTADO HORAS CONFORT AÑO



CONCLUSIÓN

Tiene un aumento de 20% de horas confort respecto a la simulación base.

Debido a los materiales aislantes implementados en muros y captadores en cubierta recolectando la mayor cantidad de energía mediante la cubierta.



SIMULACIÓN 3 M1 - C2 - V1

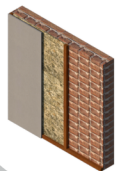
VALOR U MATERIALES

PLACA PISO = 5.6 W/M2K
VENTANA 2 = 2.54 W/M2K
CUBIERTA 2 = 1.17 W/M2K
MURO 1 = 1.30 W/M2K

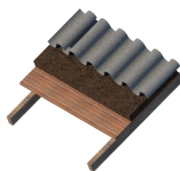
COMPOSICIÓN

Muro en ladrillo macizo y aislante en lana de oveja. Cubierta con teja Eternit y tierra compactada. Ventanería con marco PVC y vidrio doble con cámara sencilla.

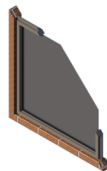
MURO 1



CUBIERTA 2



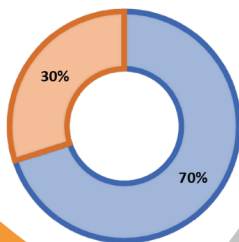
VENTANA 2



PRESUPUESTO INTERVENCIÓN M2

VENTANA 2 = 345.033 COP
CUBIERTA 2 = 239.818 COP
MURO 1 = 413.146 COP
TOTAL = 58.442.850 COP

RESULTADO HORAS CONFORT AÑO



CONCLUSIÓN

Tiene un aumento de 20% de horas confort respecto a la simulación base.

Debido a los materiales aislantes implementados en muros y captadores en cubierta recolectando la mayor cantidad de energía mediante la cubierta



SIMULACIÓN 4 M1 - C2 - V2

VALOR U MATERIALES

PLACA PISO = 5.6 W/M2K
VENTANA 1 = 2.70 W/M2K
CUBIERTA 1 = 0.38 W/M2K
MURO 2 = 0.92 W/M2K

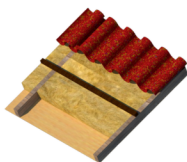
COMPOSICIÓN

Muro en ladrillo macizo y aislante de espuma expansiva, cubierta con teja techoline y lana de roca. Ventanería con marco de madera y vidrio laminado de 4mm.

MURO 2



CUBIERTA 1



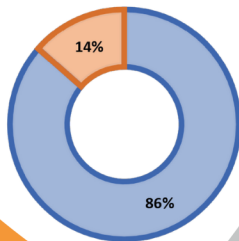
VENTANA 1



PRESUPUESTO INTERVENCIÓN M2

VENTANA 1 = 202.538 COP
CUBIERTA 1 = 129.081 COP
MURO 2 = 202.089 COP
TOTAL = 29822.060 COP

RESULTADO HORAS CONFORT AÑO



CONCLUSIÓN

Tiene un aumento de 4% de horas confort respecto a la simulación base.

Debido a la implementación de materiales aislantes en la cubierta impidiendo el ingreso de energía al interior de la vivienda.

SIMULACIÓN 5 M2 - C1 - V1

VALOR U MATERIALES

PLACA PISO = 5.6 W/M2K
VENTANA 2 = 2.54 W/M2K
CUBIERTA 1 = 0.38 W/M2K
MURO 2 = 0.92 W/M2K

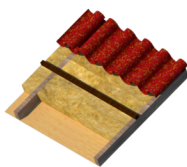
COMPOSICIÓN

Muro en ladrillo macizo y aislante de espuma expansiva, cubierta con teja techoline y lana de roca. Ventanería con marco PVC y vidrio doble con cámara sencilla.

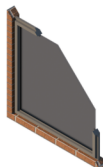
MURO 2



CUBIERTA 1



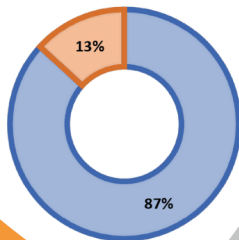
VENTANA 2



PRESUPUESTO INTERVENCIÓN M2

VENTANA 2 = 345.033 COP
CUBIERTA 1 = 129.081 COP
MURO 2 = 202.089 COP
TOTAL = 30.641.981 COP

RESULTADO HORAS CONFORT AÑO



CONCLUSIÓN

Tiene un aumento de 3% de horas confort respecto a la simulación base.

Debido a la implementación de cubierta y muro aislante, obstruyendo el ingreso de energía solar al interior de la vivienda.



SIMULACIÓN 6 M2 - C1 - V2

VALOR U MATERIALES

PLACA PISO = 5.6 W/M2K
VENTANA 1 = 2.70 W/M2K
CUBIERTA 2 = 1.17 W/M2K
MURO 2 = 0.92 W/M2K

COMPOSICIÓN

Muro en ladrillo macizo y aislante de espuma expansiva.
Cubierta con teja eternit y tierra compactada. Ventanería con marco de madera y vidrio laminado de 4mm.

MURO 2



CUBIERTA 2



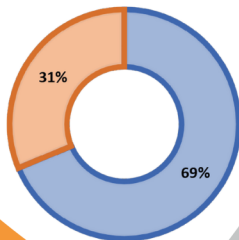
VENTANA 1



PRESUPUESTO INTERVENCIÓN M2

VENTANA 1 = 202.538 COP
CUBIERTA 2 = 239.818 COP
MURO 2 = 202.089 COP
TOTAL = 40.531.524 COP

RESULTADO HORAS CONFORT AÑO



CONCLUSIÓN

Tiene un aumento de 21% de horas confort respecto a la simulación base.

Debido a la implementación de una cubierta de captadora permitiendo el paso de energía al interior de la vivienda y reteniéndola con los muros aislantes.



SIMULACIÓN 7 M2 - C2 - V1

VALOR U MATERIALES

PLACA PISO = 5.6 W/M2K
VENTANA 2 = 2.54 W/M2K
CUBIERTA 2 = 1.17 W/M2K
MURO 2 = 0.92 W/M2K

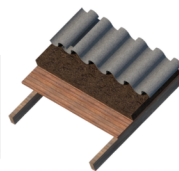
COMPOSICIÓN

Muro en ladrillo macizo y
aislante de espuma expansiva.
Cubierta con teja Eternit y tierra
compactada. Ventanería con marco
PVC y vidrio doble con cámara
sencilla..

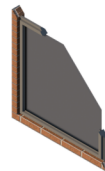
MURO 2



CUBIERTA 2



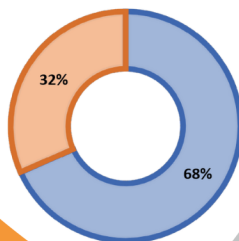
VENTANA 2



PRESUPUESTO INTERVENCIÓN M2

VENTANA 2 = 345.033 COP
CUBIERTA 2 = 239.818 COP
MURO 2 = 202.089 COP
TOTAL = 41351.446 COP

RESULTADO HORAS CONFORT AÑO



■ Disconfort ■ Confort

CONCLUSIÓN

Tiene un aumento de 22% de horas
confort respecto a la simulación
base.

Debido a la implementación de una
cubierta captadora permitiendo el
paso de energía
al interior de la vivienda y
reteniéndola con los muros
aislantes.



SIMULACIÓN 8 M2 - C2 - V2

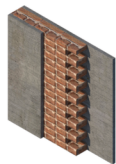
VALOR U MATERIALES

PLACA PISO = 5.6 W/M2K
VENTANA 1 = 2.70 W/M2K
CUBIERTA 1 = 0.38 W/M2K
MURO 3 = 1.64 W/M2K

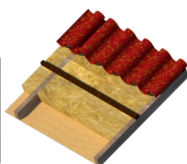
COMPOSICIÓN

Muro en ladrillo macizo y
pañete de 3cm en ambos costados
con teja techoline y lana de roca.
Ventanería con marco de madera y
vidrio laminado de 4mm..

MURO 3



CUBIERTA 1



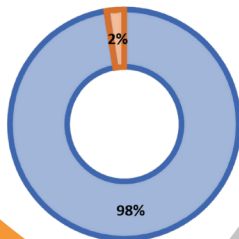
VENTANA 1



PRESUPUESTO INTERVENCIÓN M2

VENTANA 1 = 202.538 COP
CUBIERTA 1 = 129.081 COP
MURO 3 = 102.955 COP
TOTAL = 19.764.793 COP

RESULTADO HORAS CONFORT AÑO



CONCLUSIÓN

Tiene una disminución de 8% de horas confort respecto a la simulación base.
Esto debido a la implementación de cubierta aislante y muro captador, evitando que la energía sea captada por la cubierta.



SIMULACIÓN 9 M3 - C1 - V1

VALOR U MATERIALES

PLACA PISO = 5.6 W/M2K
VENTANA 2 = 2.54 W/M2K
CUBIERTA 1 = 0.38 W/M2K
MURO 3 = 1.64 W/M2K

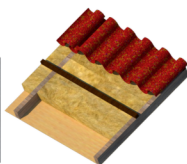
COMPOSICIÓN

Muro en ladrillo macizo y pañete de 3cm en ambos costados con teja techoline y lana de roca. Ventanería con marco PVC y vidrio doble con cámara sencilla.

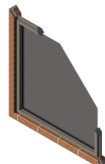
MURO 3



CUBIERTA 1



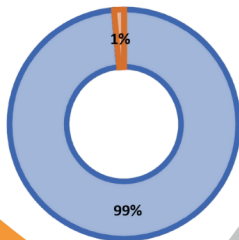
VENTANA 2



PRESUPUESTO INTERVENCIÓN M2

VENTANA 2 = 345.033 COP
CUBIERTA 1 = 129.081 COP
MURO 3 = 102.955 COP
TOTAL = 20.584.715 COP

RESULTADO HORAS CONFORT AÑO



CONCLUSIÓN

Tiene una disminución de 9% de horas confort respecto a la simulación base. Esto debido a la implementación de cubierta aislante y muro captador, disminuyendo la cantidad de energía que pasa por la cubierta hacia el interior.



SIMULACIÓN 10 M3 - C1 - V2

VALOR U MATERIALES

PLACA PISO = 5.6 W/M2K
VENTANA 1 = 2.70 W/M2K
CUBIERTA 2 = 1.17 W/M2K
MURO 3 = 1.64 W/M2K

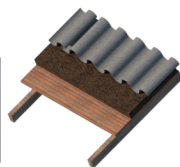
COMPOSICIÓN

Muro en ladrillo macizo y pañete de 3 cm en ambos costados. Cubierta con teja eternit y tierra compactada. Ventanería con marco de madera y vidrio laminado de 4mm.

MURO 3



CUBIERTA 2



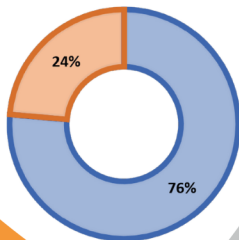
VENTANA 1



PRESUPUESTO INTERVENCIÓN M2

VENTANA 1 = 202.538 COP
CUBIERTA 2 = 239.818 COP
MURO 3 = 102.955 COP
TOTAL = 30.474.258 COP

RESULTADO HORAS CONFORT AÑO



CONCLUSIÓN

Tiene un aumento de 14% de horas confort respecto a la simulación base.

Debido a la implementación de materiales captadores en cubierta y en fachada recolectando la mayor parte de energía.



SIMULACIÓN 11 M3 - C2 - V1

VALOR U MATERIALES

PLACA PISO = 5.6 W/M2K
VENTANA 2 = 2.54 W/M2K
CUBIERTA 2 = 1.17 W/M2K
MURO 3 = 1.64 W/M2K

COMPOSICIÓN

Muro en ladrillo macizo y pañete de 3 cm en ambos costados. Cubierta con teja eternit y tierra compactada. Ventanería con marco PVC y vidrio doble con cámara sencilla.

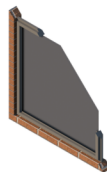
MURO 3



CUBIERTA 2



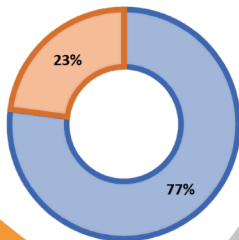
VENTANA 2



PRESUPUESTO INTERVENCIÓN M2

VENTANA 2 = 345.033 COP
CUBIERTA 2 = 239.818 COP
MURO 3 = 102.955 COP
TOTAL = 31294.180 COP

RESULTADO HORAS CONFORT AÑO



CONCLUSIÓN

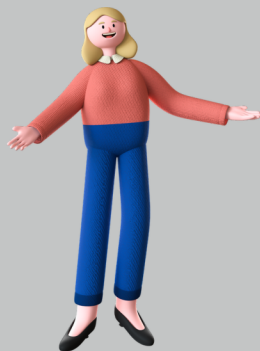
Aumento del 13% de horas confort al año, con respecto a la simulación base.

Materiales captadores tanto en cubierta como en muros, ganancias en el día, pérdidas en la noche.



SIMULACIÓN 12 M3 - C2 - V2

RESUMEN MEJORES SIMULACIONES



	Muro aislante	Muro captador	Cubierta aislante	Cubierta captadora	Horas confort año	Presupuesto final	Huella de carbono	Gasto energético
Simulación 3	☒	☐	☐	☒	 30 %	\$ 57.622.929 COP	82.714 CO2/KG	495.918 MJ/KG
Simulación 4	☒	☐	☐	☒	 30 %	\$ 58.442.850 COP	82.140 CO2/KG	489.703 MJ/KG
Simulación 7	☒	☐	☐	☒	 31 %	\$ 40.531.524 COP	85.927 CO2/KG	541.803 MJ/KG
Simulación 8	☒	☐	☐	☒	 32 %	\$ 41.351.446 COP	85.353 CO2/KG	535.588 MJ/KG
Simulación 11	☐	☒	☐	☒	 24 %	\$ 30.474.258 COP	83.553 CO2/KG	504.431 MJ/KG
Simulación 12	☐	☒	☐	☒	 23 %	\$ 31.294.180 COP	82.980 CO2/KG	498.217 MJ/KG

MEJORES RESULTADOS



SIMULACIÓN 3



- TEJA ETERNIT N6
- TIERRA COMPACTADA 6 CM
- TABLÓN DE MADERA 2 X 10 CM
- REPISA 12 X 6 CM
- VIDRIO LAMINADO 4 + 4MM
- MARCO DE MADERA
- LÁMINA DE YESO 1.27 CM
- LANA DE OVEJA 8 MM
- DURMIENTE 4 X 4 CM
- LADRILLO MACIZO 9 X 12 CM

MURO: AISLANTE
CUBIERTA: CAPTADORA
VENTANERÍA: AISLANTE
30% HORAS CONFORT AÑO

SIMULACIÓN 4



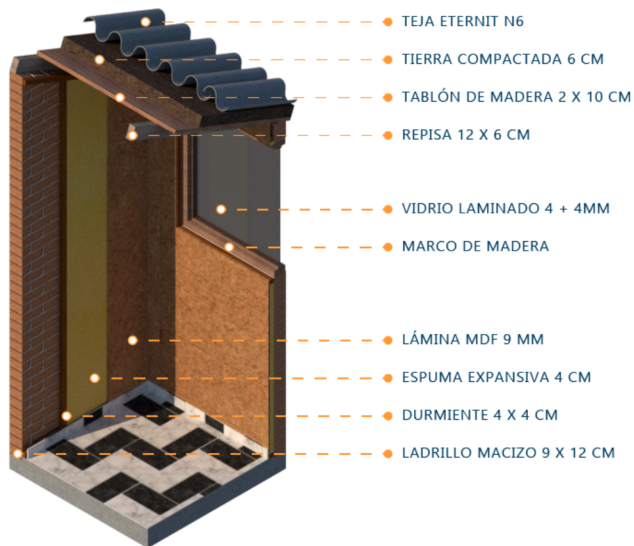
- TEJA ETERNIT N6
- TIERRA COMPACTADA 6 CM
- TABLÓN DE MADERA 2 X 10 CM
- REPISA 12 X 6 CM
- VIDRIO CAMARA 4 MM
- MARCO PVC
- LÁMINA DE YESO 1.27 CM
- LANA DE OVEJA 8 MM
- DURMIENTE 4 X 4 CM
- LADRILLO MACIZO 9 X 12 CM

MURO: AISLANTE
CUBIERTA: CAPTADORA
VENTANERÍA: AISLANTE
30% HORAS CONFORT AÑO

MEJORES RESULTADOS



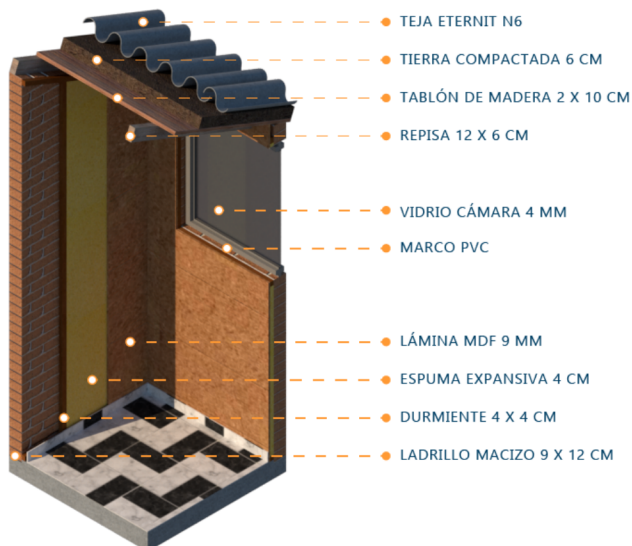
SIMULACIÓN 7



- TEJA ETERNIT N6
- TIERRA COMPACTADA 6 CM
- TABLÓN DE MADERA 2 X 10 CM
- REPISA 12 X 6 CM
- VIDRIO LAMINADO 4 + 4MM
- MARCO DE MADERA
- LÁMINA MDF 9 MM
- ESPUMA EXPANSIVA 4 CM
- DURMIENTE 4 X 4 CM
- LADRILLO MACIZO 9 X 12 CM

MURO: AISLANTE
CUBIERTA: CAPTADORA
VENTANERÍA: AISLANTE
31% HORAS CONFORT AÑO

SIMULACIÓN 8



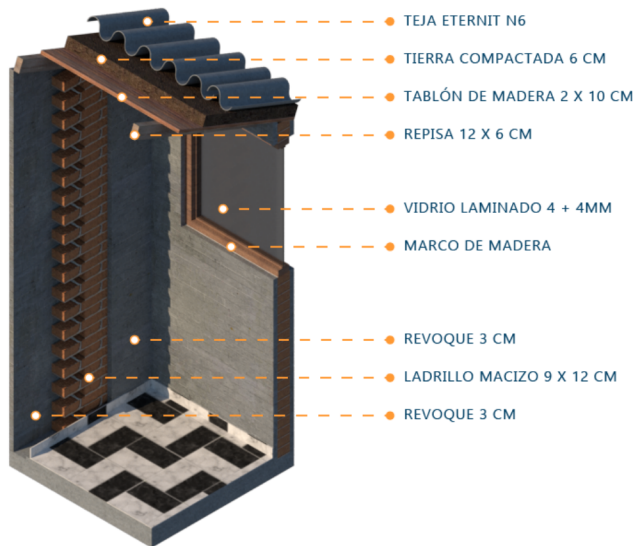
- TEJA ETERNIT N6
- TIERRA COMPACTADA 6 CM
- TABLÓN DE MADERA 2 X 10 CM
- REPISA 12 X 6 CM
- VIDRIO CÁMARA 4 MM
- MARCO PVC
- LÁMINA MDF 9 MM
- ESPUMA EXPANSIVA 4 CM
- DURMIENTE 4 X 4 CM
- LADRILLO MACIZO 9 X 12 CM

MURO: AISLANTE
CUBIERTA: CAPTADORA
VENTANERÍA: AISLANTE
32% HORAS CONFORT AÑO

MEJORES RESULTADOS

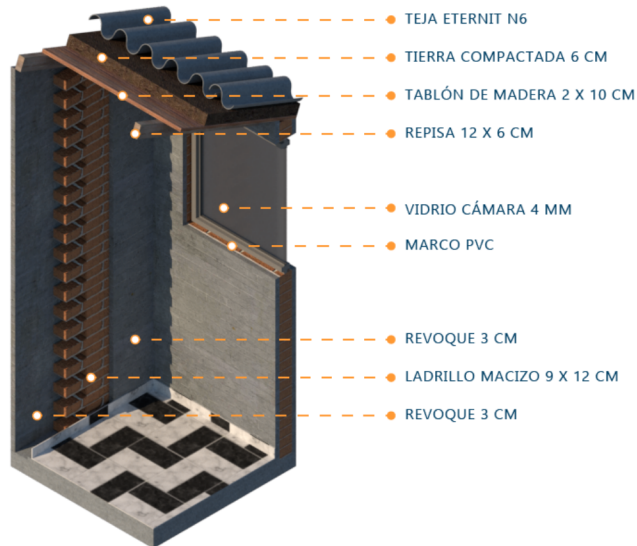


SIMULACIÓN 11



MURO: CAPTADOR
CUBIERTA: CAPTADORA
VENTANERÍA: AISLANTE
24% HORAS CONFORT AÑO

SIMULACIÓN 12



MURO: CAPTADOR
CUBIERTA: CAPTADORA
VENTANERÍA: AISLANTE
23% HORAS CONFORT AÑO

CONCLUSIONES

Las ventanas pequeñas de la vivienda **no permiten el ingreso de radiación solar suficiente** para que el espacio se caliente de una manera eficiente, disminuyendo el confort térmico de la casa en general.

Gracias a las claraboyas que se encuentran en el patio, la radiación solar ingresa a lo largo de las 12 horas de sol (promedio) al día, **generando una ganancia calórica significativa**, sin embargo se pierde por las infiltraciones presentes .



DETERMINANTES

- Orientación
- Infiltraciones
- Materialidad
- Ocupación



CONCLUSIONES

La implementación de **materiales comunes** **afectan directamente en la temperatura interna** de los espacios, reteniendo o liberando energía calórica con mayor frecuencia.

La vivienda tiene un diseño inadecuado en cuanto a su distribución, ya que los espacios **no están ubicados considerando la orientación y ganancia calórica** que se puede llegar a obtener.



DETERMINANTES

- Diseño
- Ventilación
- Ganancias internas
- Actividades diarias





ESTRATEGIAS DE DISEÑO

En este apartado encontrarás estrategias que se pueden aplicar en el diseño y construcción de viviendas nuevas ubicadas en climas fríos, acompañando y aplicando las temáticas ya tratadas a lo largo de toda la guía.

Orientación

Diseño

Vegetación

Lugar

Iluminación
Ventilación

Materialidad

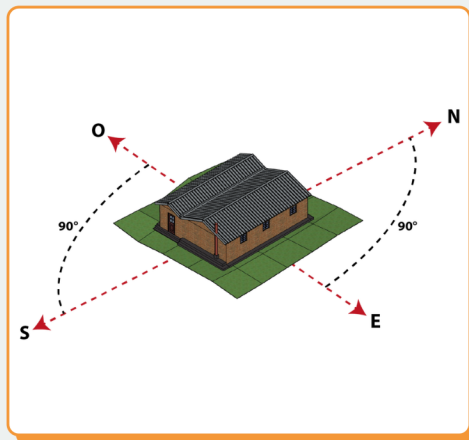
Volumetría

Construcción



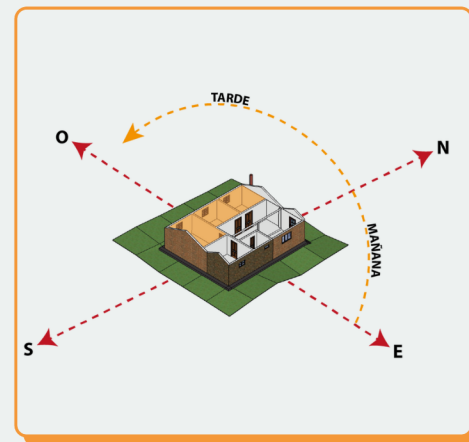
ORIENTACIÓN

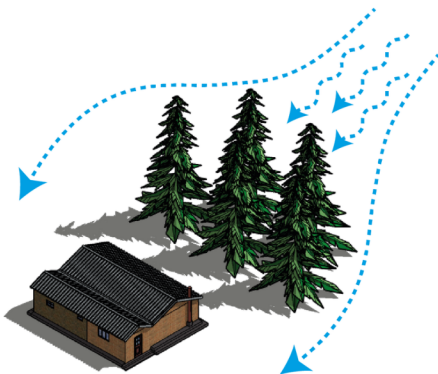
La orientación adecuada para la vivienda, se puede lograr ubicando las fachadas más largas siguiendo el recorrido solar, es decir, al oriente y al occidente, permitiendo así, el ingreso de radiación solar a la vivienda durante las horas de la mañana y de la tarde, garantizando la captación de energía en los espacios ubicados allí.



DISEÑO

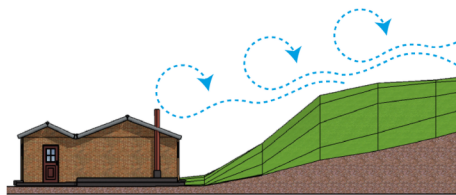
La distribución interna, es muy importante, se recomienda ubicar al occidente espacios como habitaciones las cuales se ocupan en la noche, de esta manera se garantiza que la energía que se recolecta en el transcurso de la tarde va a ser emitida durante la noche calentando el espacio.





Como estrategia para controlar la renovación de aire (cambios hora) dentro de la vivienda o en lugares donde se tenga impacto directo del viento, se pueden implementar barreras verdes, con el fin de evitar que este enfrié las superficies, disminuyendo la temperatura interior.

VEGETACIÓN

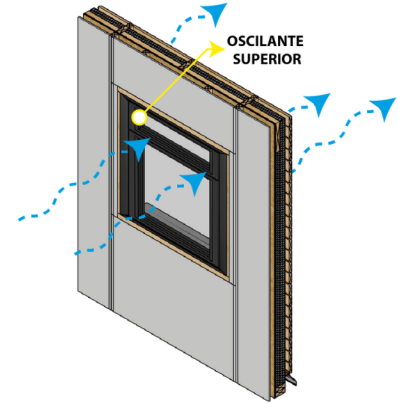


El terreno se puede usar como una barrera natural, disminuyendo la cantidad de viento que incide en la vivienda, ya que usualmente la brisa suele seguir el recorrido impuesto por la topografía del lugar, ayudando a que el aire no impacte directamente sobre la vivienda a gran velocidad.

LUGAR

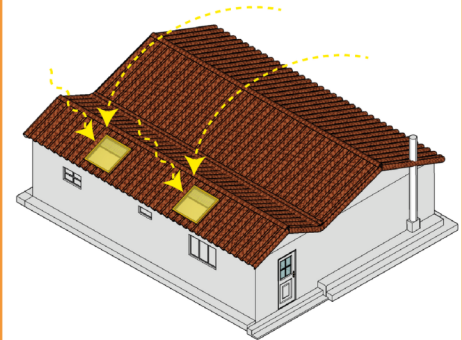
VENTILACIÓN

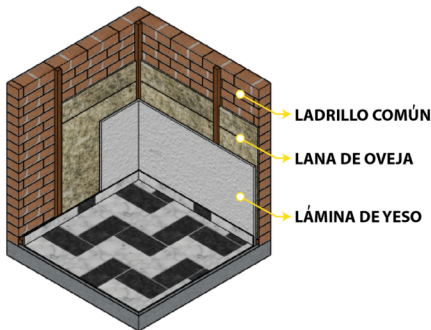
Se recomienda que las ventanas sean abatibles en la parte superior, permitiendo que ingrese la ventilación necesaria a la vivienda de manera controlada y con menor velocidad, moderando la cantidad de cambios hora que se pueden generar debido al impacto del viento sobre la vivienda.



ILUMINACIÓN

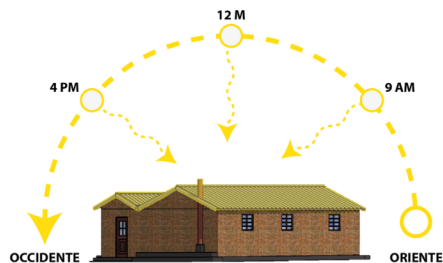
Los vanos en las cubiertas (claraboyas) son una buena opción en espacios de circulación o en los que no se encuentren adyacentes a las fachadas. Estos elementos deben controlarse para que no sean puentes térmicos implementando materiales que tengan baja transmitancia térmica.





Se recomienda la combinación de materiales captadores en cubierta y aislantes en muros según la conductividad térmica de cada uno de ellos, teniendo en cuenta la composición de la vivienda, la trayectoria solar y la ubicación geográfica que tenga cada uno de los recintos, teniendo en cuenta también la actividad y la ocupación de cada uno de ellos.

MATERIALIDAD

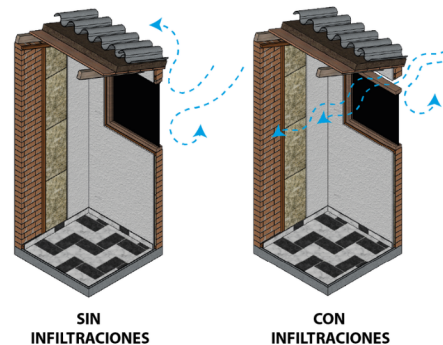


Debido a que la cubierta es el elemento que capta mayor radiación solar a lo largo del día, se recomienda generar viviendas que estén consolidadas por un solo nivel y en forma alargada, de esta manera toda la energía que es recolectada a través de esta se emitirá de una manera eficiente.

VOLUMETRIA

INFILTRACIONES

Se debe eliminar cualquier tipo de infiltración o paso de viento descontrolado hacia el interior de los recintos, las cuales usualmente se presentan en la unión de elementos constructivos como muros y ventanas, puertas, cubiertas, de esta manera generar una hermeticidad en la vivienda.



CONTRAPISO

Se debe eliminar el contacto directo, por medio de la implementación de materiales aislantes en la construcción del contrapiso, impidiendo el paso de bajas temperaturas provenientes del terreno de soporte construcción hacia el interior de la vivienda.





ANEXOS

En este apartado se encontrarán diferentes apoyos informativos relacionados directamente con los apartados anteriormente mencionados, como lo son: las condiciones climáticas, las características de los materiales y parámetros de simulación.

Diagrama
Psicrométrico

Archivos
EPW

Cuadro de
Albedo



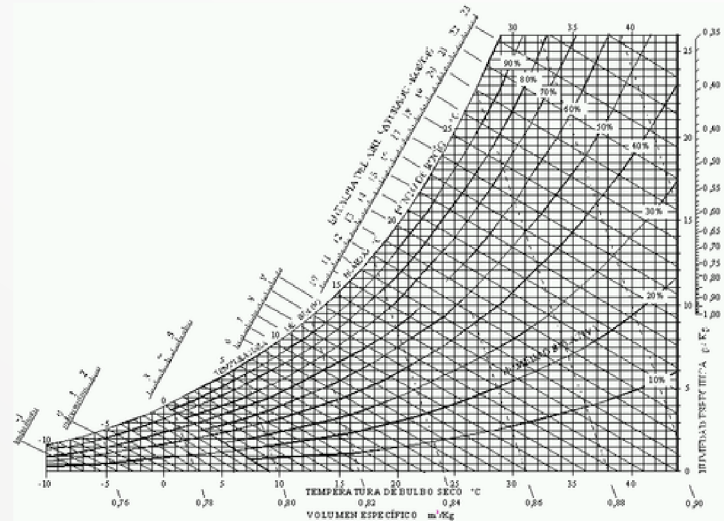
ANEXO 1

DIAGRAMA PSICROMÉTRICO

El diagrama psicrométrico es una herramienta que relaciona la humedad y la temperatura al interior de un espacio determinado.

En el diagrama psicrométrico se puede determinar el volumen específico, humedad específica, punto de rocío, humedad relativa, temperatura de bulbo húmedo y temperatura de bulbo seco.

Logrando acondicionar espacios para que sean confortables para el usuario por medio de una buena temperatura y humedad deseada.



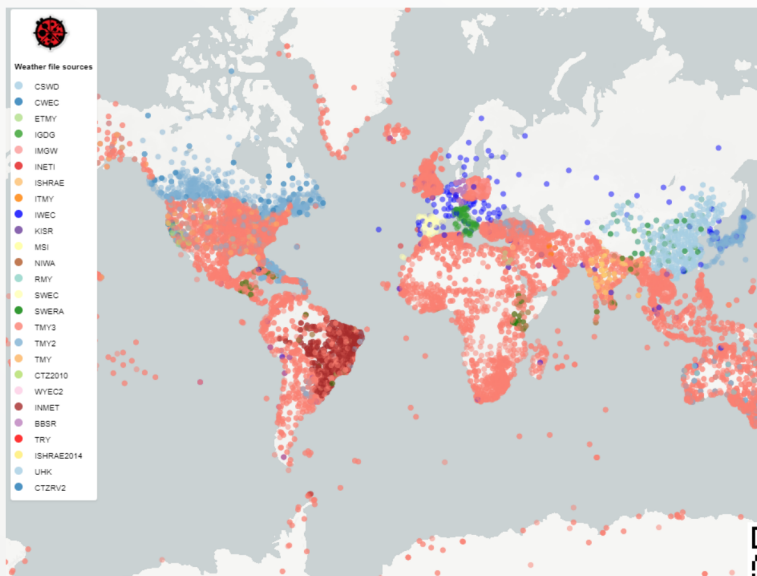
ANEXO 2

ARCHIVO EPW (ENERGY PLUS)

Los archivos EPW son archivos que contienen datos meteorológicos los cuales son digitados en programas para simulaciones energéticas.

Se pueden obtener en bases de datos a nivel mundial en donde se encuentra información de ciudades que cuenten con bases meteorológicas.

Los archivos EPW son compatibles con aplicaciones descargadas o en línea, como por ejemplo Climate Consultant o en línea en la aplicación de Andrew Marsh.



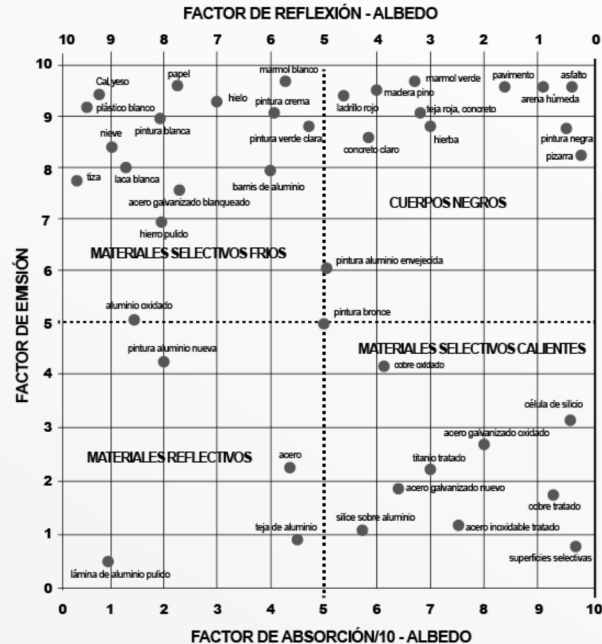
ANEXO 3

MATERIALES CUADRO DE ALBEDO

El cuadro de albedo es una herramienta que indica el factor de emisión, de transmisión y de reflexión de algunos materiales usados para la construcción.

Se divide en 4 secciones diferentes según las características térmicas que tenga el material: materiales selectivos fríos, materiales calientes, cuerpos negros y cuerpos reflectivos.

Cuenta con una escala de 1 a 10, según el factor de emisión del material e inversamente proporcional a la capacidad que tiene el material de reflejar o absorber la energía.





REFERENCIAS

- Asociación Colombiana de Acondicionamiento del Aire y de la Refrigeración. (2017). Reglamento Técnico de Instalaciones Térmicas en Edificaciones.
http://www.cceecol.org/images/archivos/Biblioteca/RITE_2017_FINAL.pdf.
- Blender, M. (2015a, 10 de marzo). El confort térmico. Arquitectura & energía - Eficiencia energética y sostenibilidad en arquitectura y edificación. <http://www.arquitecturayenergia.cl/home/el-confort-termico/>
- Cabrerizo, B. (2012). Evaluación del confort térmico en viviendas con cerramientos de mampostería de ladrillo cerámico. Centro de Investigaciones en Arquitectura y Urbanismo – CIAU Universidad Privada Boliviana, 1(1), 71-83. <https://www.upb.edu/revista-investigacion-desarrollo/index.php/id/article/view/48>
- Chávez, J. (2012). Zona variable de confort térmico.
<https://www.tesisenred.net/bitstream/handle/10803/6104/07CAPITULO2.pdf?sequence=7&isAllowed=y>
- Conductividad térmica. (2020). Thermtest instruments Latin America.
<https://thermtest.com/latinamerica/que-es-la-conductividad-termica>
- Fernández, X. Rubio, C. & Guevara, F. (2019). Rehabilitación energética de viviendas en España: confort térmico y efectividad. Energy rehabilitation of homes in Spain: thermal comfort and effectiveness. Anales de edificación, 5(1), 37-50. <https://doi.org/10.20868/ade.2019.3913>



REFERENCIAS

- González, S. (2017). Diseño de las estrategias de confort térmico para hábitat de emergencia (proyecto que suplente las necesidades de confort térmico inmediato para damnificados por desastres naturales, en clima extremo cálido y frío). [Tesis de maestría, Universidad católica de Colombia]. RIUCaC. <https://repository.ucatolica.edu.co/bitstream/10983/15090/1/Dise%C3%B1o-de-las-estrategias-de-confort-t%C3%A9rmico-para-h%C3%A1bitat-de-emergencia.pdf>
- S&P. (2018, 12 de mayo). Humedad. El Blog de la ventilación eficiente. <https://www.solerpalau.com/es-es/blog/humedad-relativa-especifica-absoluta/>
- S&P. (2020, 2 de noviembre). ¿Qué es el diagrama psicrométrico? El Blog de la ventilación eficiente. <https://www.solerpalau.com/es-es/blog/diagrama-psicrometrico/>
- Saldarriaga, A. (2014). Guía. Hábitat rural y vivienda campesina en Colombia. Premio Corona Pro Hábitat. <https://empresa.corona.co/storage/app/media/Premio%20Corona/Publicaciones/2013-2014-pcor-publicacion-estudiantil.pdf>
- Silva, M., Depaz, R., & Alva, O. (2017). Mejoramiento del confort térmico de vivienda en uso en la ciudad de Huaraz con el aprovechamiento de la energía solar pasiva.
- García, I. & Beltrán, J. (2017). Prototipo adaptable de unidad habitacional agroecológica (uha) para el ecosistema de páramo, con caso de estudio en Mongua, Boyacá. [Trabajo de grado, universidad piloto de Colombia]. Re-pilo. <http://polux.unipiloto.edu.co:8080/00051266.pdf>