



# MEJORAMIENTO DE ENVOLVENTES PARA LA EFICIENCIA ENERGÉTICA Y CONFORT DE VIVIENDAS EN LA CIUDAD DE CUENCA



**Autor: Leidy Beatriz Avila Contreras**  
C.I. 1400686679

Director: Phd. Arq. Juan Felipe Quesada Molina  
C.I. 0102260148

Cuenca-Ecuador 2017

**Universidad de Cuenca**  
Facultad de Arquitectura y Urbanismo



UNIVERSIDAD DE CUENCA

---

# **UNIVERSIDAD DE CUENCA**

Facultad de Arquitectura y Urbanismo

## **Mejoramiento de envolventes para la eficiencia energética y confort de viviendas en la ciudad de Cuenca.**

Director: Phd. Arq. Juan Felipe Quesada Molina  
C.I. 0102260148

Para la obtención del título de:Arquitecto  
**Autor: Leidy Beatriz Avila Contreras**  
**C.I. 1400686679**

Cuenca, Enero del 2017



## RESUMEN

El trabajo de grado forma parte del proyecto de investigación “Método de Certificación de la Construcción Sustentable de la Vivienda” ganador del XIII Concurso de Proyectos de Investigación de la Universidad de Cuenca.

La tesis presenta un estudio y análisis de factores medioambientales, constructivos y energéticos de cinco viviendas de la ciudad de Cuenca, para conocer: tipo de vivienda, sistema constructivo y transmitancia térmica de la envolvente (factor U), además mediante el uso de la (NEC11) capítulo de eficiencia energética se conocerá que vivienda cumple con la normativa vigente actualmente en cuanto: temperatura ambiental interior y factores mínimos de transmitancia térmica de la envolvente.

Con la ayuda de estrategias bioclimáticas y el uso de un adecuado sistema constructivo se intentará corregir el problema de confort ambiental interior.

**Palabras claves: Confort interior, vivienda envolvente, eficiencia energética, estrategias bioclimáticas, soluciones constructivas, Cuenca.**

## ABSTRACT

Degree work is part of the research project “Method of Certification of Sustainable Housing Construction” Contest winner XIII Research Project at the University of Cuenca.

The thesis presents a study and analysis of environmental, construction and energy factors of five homes in the city of Cuenca, to give has to know: type of housing, construction system and thermal transmittance of the envelope (U factor), also using the (NEC11) energy efficiency chapter be known that housing complies with current regulations regarding currently has ambient temperature and minimum internal factors thermal transmittance of the envelope.

With the help of bioclimatic strategies and the use of a suitable construction system it will attempt to correct the problem of indoor environmental comfort.

**Keywords: indoor comforts, enveloping home, energy efficiency, bioclimatic strategies, constructive solutions, Cuenca.**



## INDICE

Introducción General.....		2.1.2.-Factores climáticos.....	20
<b>1.-CAPITULO I.-Antecedentes</b>		2.1.3.-Confort ambiental.....	22
Introducción.....	13	2.1.4.-Flujo de calor y balance térmico.....	24
1.1.-Antecedentes.....	13	2.1.5.-Estrategias bioclimáticas.....	28
1.2.-Planteamiento del Problema.....	14	2.2.-Normativa internacional y nacional.....	29
1.3.-Hipótesis.....	16	2.2.1.-Normativa en España.....	29
1.4.-Objetivos.....	16	a.-Limitación del consumo de energía.....	29
1.4.1.-Objetivo general.....	16	b.-Limitación de la demanda energética.....	29
1.4.2.-Objetivos específicos.....	16	2.2.2.-Normativa en Chile.....	31
1.5.-Metodología.....	16	2.2.3.-Normativas en Ecuador.....	33
1.6.-Justificación.....	16	2.2.3.1.-Consideraciones generales.....	34
<b>2.-CAPITULO II: Normativa de la envolvente, características, criterios, estándares y demandas para alcanzar el confort interior.</b>		a.-Conceptos generales.....	34
Introducción.....	19	b.-Zonas climáticas.....	35
2.1.-Conceptos clave.....	20	c.-Criterios arquitectónicos.....	36
2.1.1.-Técnica constructiva.....	20	2.2.3.2.-Limitación de la demanda energética.....	39
		a.-Generalidades.....	39
		b.-Exigencias de diseño.....	41



c.-Exigencias arquitectónicas.....	43	d.-Vivienda N°4.....	89
2.3.-Conclusiones.....	44	e.-Vivienda N°5.....	98
<b>3.-CAPITULO III: Investigación de los sistemas constructivos de la envolvente de paredes de ladrillo ubicados en la ciudad de Cuenca.</b>		3.4.-Discusión de resultados.....	106
Introducción.....	48	3.5.-Conclusiones.....	109
3.1.-La ciudad de Cuenca.....	49	<b>4.-CAPITULO IV: Propuesta de mejoramiento de la envolventes del sistema constructivo tradicional de Cuenca</b>	
3.1.1.-Factores del clima de la ciudad de Cuenca.....	50	Introducción.....	114
a.-Temperatura ambiental.....	50	4.1.-Descripción de la vivienda y ubicación.....	115
b.-Humedad.....	51	4.2.-Estado actual de la vivienda.....	116
c.-Precipitaciones.....	52	4.3.-Estrategias.....	121
d.-Vientos.....	53	4.4.-Propuestas de mejoramiento de la envolvente.....	127
e.-Zonatérmica.....	54	4.5.-Propuesta seleccionada.....	138
3.2.-Resultados de las encuestas.....	55	4.6.-Conclusiones.....	148
3.3.-Estudio de Viviendas.....	60	<b>5.-CAPITULO V: Conclusiones y Recomendaciones.....</b>	
3.3.1.-Descripción.....	60	5.1.-Conclusiones.....	150
3.3.2.-Análisis de las viviendas.....	62	5.2.-Recomendaciones.....	151
a.-Vivienda N°1.....	63	<b>6.-BIBLIOGRAFÍA.....</b>	153
b.-Vivienda N°2.....	71	<b>7.-ANEXOS.....</b>	157
c.-Vivienda N°3.....	80		



UNIVERSIDAD DE CUENCA

---

### **Cláusula de derechos de autora**

Leidy Beatriz Avila Contreras, autora de la tesis "Mejoramiento de envolventes para la eficiencia energética y confort de viviendas en la ciudad de Cuenca.", reconozco y acepto el derecho de la Universidad de Cuenca, en base al Art. 5 literal c) de su reglamento de propiedad intelectual, de publicar este trabajo por cualquier medio conocido o por conocer, al ser este requisito para la obtención de mi título de (Arquitecta). El uso que la Universidad de Cuenca hiciere de este trabajo, no implicará afección alguna de mis derechos morales o patrimoniales como autora.

Cuenca, 05 de Enero del 2017

Leidy Beatriz Avila Conteras  
C.I.:1400686679



### **Cláusula de propiedad intelectual**

Leidy Beatriz Avila Contreras, autora de la tesis “Mejoramiento de envolventes para la eficiencia energética y confort de viviendas en la ciudad de Cuenca.”, certifico que todas las ideas, opiniones y contenidos expuestos en la presente investigación son de exclusiva responsabilidad de su autora.

Cuenca, 05 de Enero del 2017

Leidy Beatriz Avila Contreras  
C.I:1400686679



UNIVERSIDAD DE CUENCA

---

### **Dedicatoria**

La presente tesis esta dedicada a mis padres Jorge y Teresa por su apoyo incondicional y por sobre todo a mi esposo Xavier y mi hijo Mateo quienes son mi inspiración para lograr esta meta.



### **Agradecimientos**

Mi agradecimiento a los catedráticos de la Universidad de Cuenca por transmitir sus enseñanzas y conocimientos en especial a mi director de tesis al Arq. Felipe Quesada, quien guió la presente tesis y la culminación de la misma, para lograr tan anhelada meta.



Foto.1:Centro de la ciudad de Cuenca. Fuente:<http://cuenca.com.ec/es/galeria-de-imagenes-videos-y-postales>



## INTRODUCCIÓN GENERAL

Desde finales de los años 60, se ha tomado conciencia del medio ambiente y que los recursos que tenemos a nuestra disposición son limitados. Luego de desastres causados por el hombre como la catástrofe de Minatama en Japon (intoxicación marina de mercurio) se dieron las primeras mareas negras así como también la revolución industrial causando contaminación del aire, y sobretodo afectando a la salud de hombre y del medio ambiente. Es por ello que en 1972 en Estocolmo se da la primera conferencia internacional del medio ambiente.(Alain Chatelet, 2003)

Las modificaciones del medio ambiente natural deberían ser obligatoriamente gestionadas a partir de una estrategia de sostenibilidad, es decir que el medio ambiente construido y sus modificaciones sean planeados en términos económicos, ambientales y sociales a fin de garantizar que las construcciones perduren para las futuras generaciones. (Domingo Acosta, 2007)

La presión por la cantidad, antes que por la calidad, y las mediocres respuestas en el diseño especialmente en construcciones llamadas de

interés social , así como la búsqueda irreflexiva de una reducción de costos ha hecho desechable algunas construcciones que no tienen ninguna consideración de tipo energético , así incrementan los costes de mantenimiento y reparación de las construcciones y sobretodo afectando la salud de sus ocupantes.

En las viviendas de la ciudad de Cuenca se han identificado que la transmitancia térmica de los elementos no cumplen índices adecuados, es decir la capacidad de almacenar el calor durante el día es baja, por lo que generalmente en horas de ausencia de radiación solar al interior de las viviendas no se cuenta con una temperatura ambiental confortable.(Guillen, 2012)

La envolvente de la vivienda es por donde se dan las mayores pérdidas de calor por falta de un sistema constructivo apto para la zona en la que nos encontramos, creando al interior espacios inconfortables.

Es por ello que el presente trabajo se centra en el desarrollo de una técnica constructiva mejorada de pared de ladrillo que permita alcanzar el confort

interior y reducir el consumo energético.

En la (Foto. 1) se puede ver la ciudad de Cuenca.

-Alain Chatelet, P. F., Pierre Lavigne. (2003). *Arquitectura Climática, Una contribución al desarrollo sustentable*, Tomo 2, Conceptos y dispositivos (Vol. 2). México: Universidad de Talca.

Guillen, V. (2012). *Criterios Bioclimáticos para el Diseño de Viviendas Unifamiliares en la ciudad de Cuenca*. (Arquitecto), Universidad de Cuenca, Cuenca.

-Domingo Acosta, A. C. (2007). *Edificaciones sostenibles, Estrategias de investigación y Desarrollo*. Instituto de Arquitectura Tropical, Fundación Príncipe Claus para la cultura y el desarrollo. Venezuela, 12

# **CAPÍTULO I**

---

**ANTECEDENTES**

---

## INTRODUCCIÓN

El primer capítulo corresponde a la problemática que vive nuestro país por la falta de utilización, concientización y conocimiento de la normativa vigente de la NEC 2011 su capítulo de eficiencia energética y criterios de arquitectura bioclimática.

### 1.1.-ANTECEDENTES

“La arquitectura por sí sola no puede resolver los problemas ambientales del mundo, pero puede contribuir significativamente a la creación de hábitats humanos más sostenibles.” Anónimo.

La preocupación por el ambiente surgió a partir de la Conferencia de las Naciones Unidas celebrada en Estocolmo en 1972, cuando pudieron constatar las consecuencias de la industrialización en los países desarrollados, que consumen los recursos naturales en forma depredadora, de tal forma que amenazan el equilibrio natural del planeta. En la (Fig. 1) se puede apreciar la ilustración.

En esta perspectiva, desde hace más de 30 años, todos los países desarrollados han establecido

estrictas y progresivas regulaciones sobre la demanda de energía de las edificaciones, el comportamiento de la envolvente de las viviendas y edificios, la calidad de aire interior, la eficiencia de los equipos de calefacción, etc., Llegándose hoy a la certificación obligatoria con respecto de la demanda de energía máxima de las edificaciones. (María, 2014)

También el IPCC (Panel Intergubernamental sobre el Cambio climático) ha confirmado que el cambio climático de nuestro habitat es una causa antropogénica, también reconoce que el sector de la construcción como uno de los mayores contaminadores de gas de efecto invernadero, por los no adecuados procesos de diseños y construcción, donde es necesario realizar cambios a corto plazo, a fin de lograr la incorporación de un diseño solar pasivo y activo para efectos de calefacción y enfriamiento de los edificios. (Sánchez Michelle, 2011)



Fig. 1: Contaminación de la tierra.

Fuente: <https://cherispeak.wordpress.com/2013/01/20/civil-war-are-we-there-yet>.

-María, M. (2014). Clasificación de sistemas constructivos de envolventes verticales opacas desde el punto de vista desde su sostenibilidad (Arquitecto), Universidad de Cuenca, Cuenca.  
-Sanchez Michelle, B. N., Audi Marti. (2011). Clasificación de sistemas constructivos de envolventes verticales opacas desde el punto de vista desde su sostenibilidad.



## 1.2.-PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

En los últimos cien años se ha producido un gran esfuerzo por mejorar el ambiente interior con el objetivo de generar salud y comodidad para las personas que viven, trabajan y se recrean en esos ambientes más del 90% de su tiempo. (Bluyssen, 2010). En la (Foto. 2) se presenta el confort interior.

Para un arquitecto es necesario tener en conocimiento que la forma de una edificación no solo se constituye por su geometría, sino también por las manifestaciones medio ambientales.

De hecho, las condiciones de uso de una obra estarán definidas por el sonido, ruido, temperatura, movimiento del aire, luz y otros factores. Hoy en día es necesario un ambiente confortable aquel que permita desarrollar una actividad en forma óptima y permanente. (Renato, 2008)

El problema de falta de confort interior se crea en algunas ocasiones por la orientación que toma la edificación en especial en países de clima templado, donde es necesario climatizadores que mejoran las condiciones pero no corrigen el error, en latitudes en los cuales el clima es suficientemente benigno para que en cualquier

estación la arquitectura por si solo logre conseguir el confort interior. (Pierre, 2003)

Las repercusiones que tenemos en nuestro medio son los altos consumos energéticos, ya que no se optimizan los recursos naturales y en algunos casos tenemos edificaciones que no brindan una calidad de vida agradable y confortable.

En países como Chile que presenta la vivienda un alto consumo energético se ha optado por programas de reacondicionamiento térmico de la envolvente, estrategias decisivas para el ahorro y eficiencia energética. Donde el país mediante normativas establece los mínimos requerimientos que debe presentar los elementos arquitectónicos de la vivienda en cuanto a las condiciones de transmitancia y resistencia térmica. (Escocia, 2012)

En nuestro país en los últimos años se ha creado una política que norma la eficiencia energética de los edificios, pero que todavía no se la pone en práctica. Además el problema además se debe a la "presencia de subsidios a la electricidad y al gas licuado de petróleo han hecho que los

constructores prefieran economizar en la inversión inicial de las viviendas para resolver el problema del confort posteriormente usando equipos activos de alto consumo energético."(NEC 11,2011)

Teniendo el Ecuador la tarifa eléctrica más baja de toda la región de Latinoamérica con 0,08 centavos de dólar, mientras que Brasil 0,28; en Colombia 0,19, Perú 0,14; de acuerdo al consumo vigente que realicen los hogares. El Estado gasta anual un monto de 100 millones de dólares en total de subsidio eléctrico a nivel nacional. (Ibarra, 2015).

Es por ello que hoy en día los profesionales del campo de la construcción no toman en consideración el gasto que el estado ecuatoriano hace al subsidiar estos recursos y el pueblo lo único que hace es consumirlo en gran medida y no se toma conciencia del daño provocado, ya que estos recursos podrían ser bien aprovechados.

También los problemas son sociales ya que la población más vulnerable destina un mayor porcentaje de su ingreso económico en gas, electricidad, agua y combustible.

En Ecuador el déficit de vivienda sumado a los niveles de pobreza, han hecho que muchas de las edificaciones construidas en el país sean de bajo presupuesto, economizando en materiales que hacen que estas viviendas no alcancen los niveles de confort adecuados, también la falta de un marco legal que regule la eficiencia de las edificaciones durante su vida útil, que hace que los diseñadores no tomen en cuenta este parámetro a la hora de la concepción de las edificaciones. (NEC 11,2011). La tendencia histórica para el año 2020 indica que esta situación no va a variar de manera significativa, para reducir esta tendencia es necesario cambiar las formas de construcción en el país con el fin de reducir el consumo de energía durante la operación de la edificación.” (NEC 11,2011). El estudio del INEC señala que la ciudad de Cuenca es la tercera ciudad que registra el mayor consumo de energía eléctrica por hogar. En la ciudad de Cuenca en un alto porcentaje no se toman en cuenta el ambiente interior que se genera en las viviendas, por falta de un control

y diseño, que se enfoque en función de generar confort a bajos costos aprovechando al máximo los recursos naturales como ventilación natural, radiación solar. etc. Además de la utilización de un sistema constructivo de acuerdo a la actividad que se realice al interior del recinto.

En la actualidad no existe una técnica constructiva aprobada o impuesta por la NEC Norma Ecuatoriana de la Construcción que indique cuales deben ser las características técnicas y térmicas de los materiales como por ejemplo el ladrillo.

Es por ello, que la presente tesis busca investigar todas las características térmicas que tiene el sistema constructivo de muro de ladrillo, para lograr proponer un sistema constructivo mejorado con estrategias para alcanzar la eficiencia energética en la envolvente , que cumpla con las exigencias de confort, sostenibilidad y sustentabilidad.



Foto. 2: Confort interior. Fuente:<http://ecogreenhome.es/el-mejor-aislamiento-termico>

- Bluyssen, P. (2010). Understanding the Indoor Environment: How To Assess and Improve Indoor Environmental Quality of People? (pp. 10). Department of Architectural Engineering, Faculty of Architecture, Delft University of Technology.
- Renato, D. (2008). Acondicionamientos Arquitectura y Técnica. Chile, Santiago: Escuela de Arquitectura, Pontificia Universidad Católica de Chile.
- Pierre, L. (2003). Arquitectura Climática, Una contribución al desarrollo sostenible. México.
- Escocia, G. T., Celis, . (2012). Mejoramiento de envolventes para eficiencia energética de viviendas en el centro-sur de Chile., 13.
- Norma Ecuatoriana de la Construcción NEC 11. NEC 11,(2011) Capitulo 13, Eficiencia Energética en la Construcción en Ecuador.
- Ibarra, O. (2015). La Focalización del subsidio a los combustibles y su incidencia en las finanzas públicas. (Maestría en Finanzas y Tributación.), Universidad de Guayaquil, Guayaquil. (116)



### **1.3.-HIPÓTESIS**

El uso de una técnica constructiva mejorada de paredes de ladrillo, incrementa el confort interior y reduce el consumo energético.

### **1.4.-OBJETIVOS**

#### **1.4.1.-OBJETIVO GENERAL**

Desarrollo de una técnica constructiva mejorada de pared de ladrillo que permita alcanzar el confort interior y reducir el consumo energético.

#### **1.4.2.-OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- 1.-Estudio de la transmitancia térmica de las envolventes, los criterios, estándares y demandas para la eficiencia energética y el confort al interior de una vivienda en la ciudad de Cuenca.
- 2.-Evaluar los sistemas constructivos de paredes de ladrillo de viviendas ubicados en la ciudad de Cuenca.
- 3.- Desarrollar propuestas de las envolventes de viviendas de paredes de ladrillo para lograr la eficiencia energética y confort interior.

### **1.5.-METODOLOGÍA**

El trabajo de grado se encuentra desarrollado en cinco capítulos el primer capítulo cuenta la problemática que afronta el mundo, América Latina y nuestro país por temas energéticos. El segundo capítulo trata sobre la preocupación sobre el medio ambiente y sobre todo en términos de consumo energético, además estudia la normativa vigente internacional, en Chile y en Ecuador como mayor referente la NEC 2011(Norma Ecuatoriana de la Construcción) la cual establece las premisas mínimas para que una vivienda alcance condiciones de confort. En el tercer capítulo se analizarán y evaluarán variables medioambientales de cinco viviendas de la ciudad de Cuenca, utilizando el software Ecotect, trabajo en campo y encuestas para la toma de datos. Además se muestra una discusión de resultados que mediante la utilización de la NEC 11, para definir en qué porcentaje se cumple la normativa. En el cuarto capítulo tenemos la propuesta de mejoramiento de la vivienda, en el que se planteará un reacondicionando térmico de la envolvente interior mediante estrategias

bioclimáticas.

Como quinto capítulo tenemos las conclusiones y recomendaciones generales el trabajo de tesis.

### **1.6.-JUSTIFICACIÓN**

Este estudio formará parte del proyecto de investigación “método de certificación de la construcción sustentable de viviendas”.

Los resultados de este estudio nos servirán para conocer la realidad de las viviendas de nuestra ciudad de Cuenca, donde por primera vez se realiza un estudio de este tipo.

En el presente trabajo se conocerá el estado actual de las viviendas mediante la utilización de software de análisis energéticos, estudio de campo y encuestas. Presentará estrategias mejoramiento de envolvente si existiera falta de confort. Este documento podría servir para consultas para estudiantes y profesionales de la construcción.

También es necesario mencionar la necesidad de nuevos métodos constructivos que colaboren a un ahorro económico, y que mejore la calidad de vida de los usuarios, aprovechando los recursos naturales que tenemos a nuestra disposición.

# **CAPÍTULO II MARCO TEÓRICO**

---

**Normativa de la envolvente, características, criterios, estándares y demandas para alcanzar el confort interior.**

---



## INTRODUCCIÓN

El segundo capítulo corresponde al estado de arte donde se dan a conocer conceptos y criterios más relevantes que abarcan la envolvente de una edificación además de las normativas actuales existentes tanto internacional como nacional que nos se utilizará posteriormente para el estudio de casos.

### **Aplicación de eficiencia energética en diseño y construcción.**

La eficiencia y el ahorro energético es una de las principales preocupaciones de la sociedad actual, debido al elevado número de recursos energéticos consumidos por los diferentes sectores.

El consumo energético se entiende como el cociente entre la demanda requerida por un espacio y el rendimiento que le ofrecen sus sistemas y materiales; por lo tanto para lograr disminuir el consumo de energía sin reducir las condiciones de confort interior, es necesario actuar tanto en la reducción de demanda como en el aumento de los rendimientos de la envolvente de una edificación.(Moreno, 2011).

La coherencia en el aprovechamiento energético

exige un ajuste a periodos y condiciones de uso de la edificación mediante la configuración formal, dimensional y física de los elementos de la envolvente de la edificación acordes a las necesidades energéticas previstas en los diferentes ciclos diarios. (Foto. 3 y 4)



Foto. 3: Freiburg Alemania.

Fuente: <http://www.renovablesverdes.com>



Foto. 4: Urbanización sostenible. Freiburg Alemania.

Fuente: <http://www.renovablesverdes.com>.

Moreno, J. (2011). Evaluación energética de los puentes térmicos en edificación. (Máster), Universidad Politécnica de Madrid, Escuela Universitaria de Arquitectura Técnica., Madrid. (151)

## 2.1.-CONCEPTOS CLAVES

### 2.1.1.-TÉCNICA CONSTRUCTIVA

#### Sistema constructivo

Un sistema constructivo nace de la búsqueda por solucionar las necesidades de sus habitantes le dio al hombre la necesidad de desarrollar sus destrezas, herramientas y usos de materiales de su entorno que le permitan satisfacer sus necesidades.

#### Materiales

Son los componentes de los elementos constructivos y arquitectónicos de una edificación. Los materiales que impliquen un mejor comportamiento hacia el medio ambiente, por su bajo consumo energético, por su escaso nivel contaminante o por su mejor comportamiento como residuo, en el proceso de diseño y construcción de una obra, que posibiliten disminuir costos ambientales y de energía. Ver (Foto. 5)

#### Normativa

La palabra normativa refiere al conjunto de normas, reglas, o leyes, que son o pueden ser aplicables en una materia específica, teniendo en cuenta que una norma es un precepto jurídico o ley que regula la conducta de un individuo en una sociedad

Leidy Avila Contreras

o espacio determinado, permitiendo así la regulación de ciertas actividades, las normas deben ser respetadas por todos aquellos sujetos hacia los cuales va dirigida, de lo contrario, es decir, el no cumplimiento de la norma acarrea consigo una sanción o pena que deberá ser cumplida por su infractor.

### 2.1.2.-FACTORES CLIMÁTICOS

#### Clima

“Puede definirse el clima o modelo meteorológico de una región si se dispone de una serie de datos para un periodo suficientemente largo”.(Dalencon, 2008).Las condiciones de clima son los puntos de partida para dar una respuesta arquitectónica, siendo estos también basados en la experiencia de las condiciones locales. Ver (Foto. 6)

#### Temperatura ambiental

La temperatura del aire depende específicamente de la radiación solar, la temperatura expresa la cantidad de energía solar almacenada por una superficie y que es cedida mediante la velocidad del aire a una superficie de menor temperatura. (Dalencon, 2008)



Foto 5: Materiales de construcción. Fuente: <https://www.google.com.ec/imgres?imgurl=http%3A%2F%2F4.bp.blogspot.com>



Foto. 6: Cajas-Cuenca-Ecuador. Fuente: <https://www.google.com.ec/imgres?imgurl=http%3A%2F%2Fwww.forosecuador.com> Dalencon, R. (2008). Acondicionamientos Arquitectura y Técnica. Chile, Santiago: Escuela de Arquitectura, Pontificia Universidad Católica de Chile.

### Humedad relativa

El aire a mayor temperatura tiene una mayor capacidad de contener vapor de agua.

“El aire atmosférico contiene una gran cantidad de vapor de agua, que varía en función de la altura y de la temperatura.” Mientras más es la temperatura el aire tiene una superior capacidad de contener vapor de agua y esta se define en % entre la cantidad de vapor de agua contenida en el aire a una misma temperatura a esto se lo conoce como humedad relativa.

La principal relación de confort higrotérmico es la de humedad y temperatura. (Dalencon, 2008)

### Precipitaciones

Las precipitaciones se forman por agregación de la humedad en suspensión hasta el punto de caer por gravedad, se producen por la convección de masas de aire y su carga de humedad, por las elevaciones de masas de aire causadas por las barreras topográficas y orográficas y por los movimientos convergentes de aire. Ver (Foto 7)

La unidad base es el litro por metro cuadrado (l/m<sup>2</sup>), normalmente expresado en mm y se cuantifica en promedios mensuales.(Dalencon, 2008)

Leidy Avila Contreras

### Radiación solar y soleamiento

La cantidad de energía que alcanza la tierra se encuentra dado por la inclinación que la tierra presenta a la incidencia de la radiación solar, por la inclinación de 23° 27'. Ver (Fig. 2)

La cantidad de energía disponible se cuantifica en W/m<sup>2</sup> y depende del ángulo de incidencia del sol sobre la tierra por ejemplo 1.360 W/m<sup>2</sup> para 90° y 962 W/m<sup>2</sup> para 45° y 0W/m<sup>2</sup> para 0°. (Dalencon, 2008)

### Vientos

Los vientos se generan a partir de diferencias de presión en la atmósfera causadas por los diversos factores climáticos, en particular por el calentamiento diferenciado de las masas de aire. Los parámetros de viento que se registran son: la velocidad y dirección basadas en sistemas de coordenadas polares, por lo que se conoce como rosa de los vientos. (Dalencon, 2008)

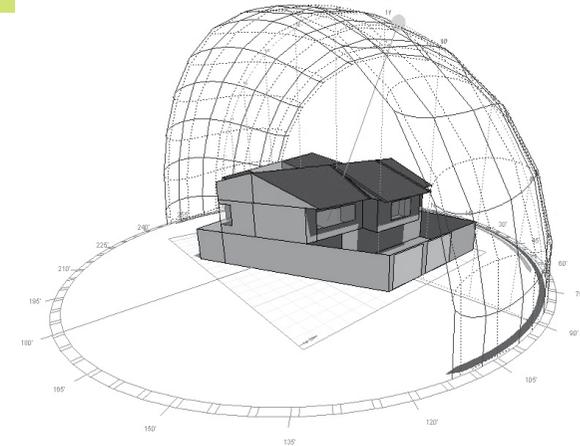


Fig. 2: Trayectoria solar y soleamiento

Fuente: La autora



Foto. 7: Precipitaciones-Cuenca-Ecuador. Fuente:<http://www.elcomercio.com/actualidad/lluvia-aguacero-cuenca-inundaciones-clima.html>

Dalencon, R. (2008). Acondicionamientos Arquitectura y Técnica. Chile,Santiago: Escuela de Arquitectura, Pontifica Universidad Católica de Chile.

### 2.1.3.-CONFORT AMBIENTAL

**Confort Térmico.-**Según la norma ISO 7730 el confort térmico es una condición mental en la que se expresa la satisfacción con el ambiente térmico”

El confort térmico depende de algunos factores externos como: la temperatura y velocidad del aire, la humedad relativa y entre otros aspectos internos como la actividad física, la cantidad, tipo de vestimenta y el metabolismo de cada individuo.

Para que exista confort térmico, las edificaciones deben mantenerse dentro de los siguientes rangos según la (NEC 2011)

- Temperatura del aire ambiente: entre 18 y 26 °C
- Temperatura radiante media de superficies del local: entre 18 y 26 °C
- Velocidad del aire: entre 0,05 y 0,15 m/s
- Humedad relativa: entre el 40 y el 65 % .

En la siguiente (Fig. 7) se expresa lo antes mencionado.

**Balance Térmico.-** El hombre obtiene su energía de las calorías que le producen los alimentos. Una vez consumidos se transforman

en otras formas de energía o se acumulan como grasas o hidratos de carbono.

Las formas de energía en las que se transforma son la energía mecánica y el calor, este sirve para mantener la temperatura corporal interna de 37° C. Al mantener dicha temperatura el cuerpo constantemente estará perdiendo el calor hacia su entorno físico

**Confort higrotérmico.**

El bienestar higrotérmico se establece cuando el cuerpo pierde calor a la velocidad adecuada. El ritmo a la que pierde calor el organismo se denomina velocidad o actividad metabólica (M) (Godoy, 2012).La actividad de intercambio de energía entre el cuerpo humano y el entorno que lo rodea se calcula con la siguiente expresión:

$$M = \pm CV \pm R \pm EV$$

Donde:

M Velocidad del metabolismo

CV Intercambios por convección

R Intercambios por radiación

EV Pérdidas por evapotranspiración. Ver (Fig. 3).

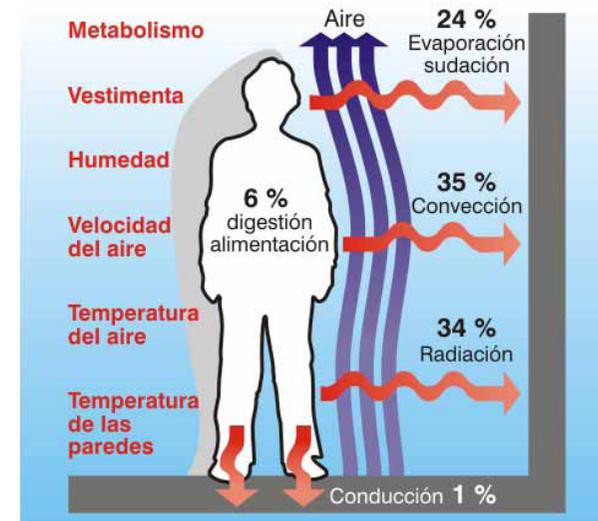


Fig. 3: Parámetros que intervienen en el confort térmico.

Fuente: [http://www.alhaurindelatorre.es/others/ecee/web\\_ecee/envolvente.html](http://www.alhaurindelatorre.es/others/ecee/web_ecee/envolvente.html)

-Norma Ecuatoriana de la Construcción NEC 11.  
 NEC 11,(2011) Capitulo 13, Eficiencia Energética en la Construcción en Ecuador.  
 -Godoy, A. (2012). El confort térmico adaptativo, Aplicación en la edificación en España.  
 Dalencon, R. (2008). Acondicionamientos Arquitectura y Técnica. Chile,Santiago: Escuela de Arquitectura, Pontificia Universidad Católica de Chile.

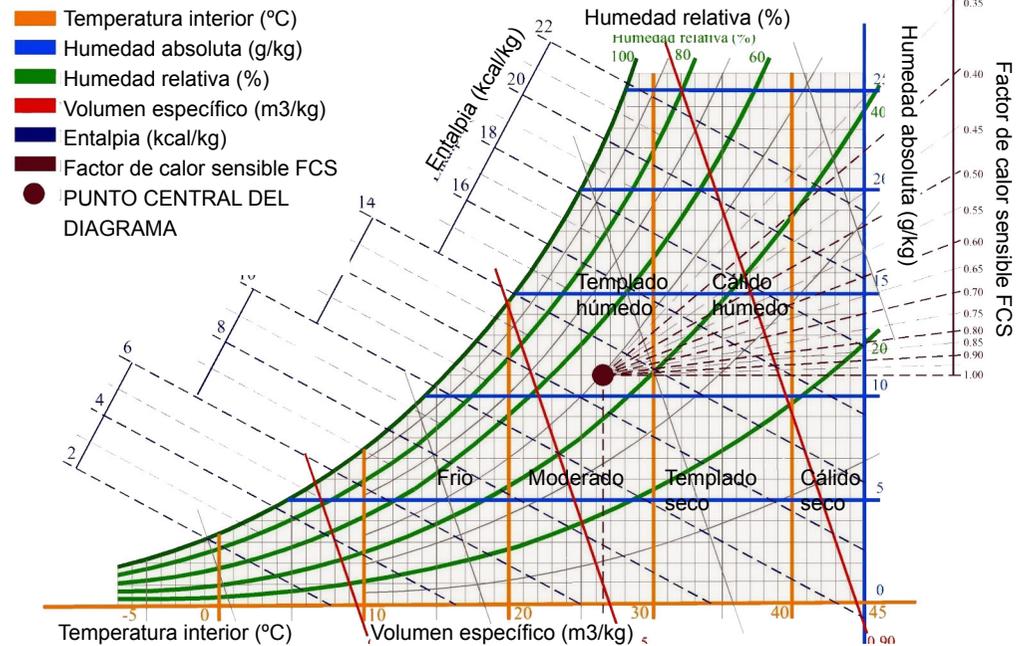


## Diagrama de Confort

La mayoría de los de los sistemas de cuantificación de bienestar higrotérmico tienen una traducción gráfica definido en estándares internacionales como el ASHRAE 55-81 que define las condiciones de confort en relación al uso del recinto, las características de los usuarios y el nivel de actividad que se espera para el recinto. (Diag. 1)

Un patrón a seguir para la evaluación del confort térmico es el Diagrama Bioclimático de Givoni, en este diagrama es cuantitativo y los parámetros utilizados son: la temperatura del aire interior, los niveles de humedad interior y movimiento del aire, estos análisis se utilizan para determinar estrategias de confort interior.

### DIAGRAMA PSICROMETRICO



Diag. 1: Diagrama psicrometrico. Fuente: [http://improveyourwork.blogspot.com/2012/11/acondicionamiento-termico-en-la\\_8901.html#.V-k\\_Q\\_nhC6o](http://improveyourwork.blogspot.com/2012/11/acondicionamiento-termico-en-la_8901.html#.V-k_Q_nhC6o) Grafico 17

Dalencón, R. (2008). Acondicionamientos Arquitectura y Técnica. Chile, Santiago: Escuela de Arquitectura, Pontificia Universidad Católica de Chile.



## 2.1.4.-FLUJO DE CALOR Y BALANCE TÉRMICO

### Resistencia térmica.- (Valor Rt)

La transmisión de calor de un elemento se da a través del espesor del material y depende de la resistencia que ofrece al paso del calor.

La fórmula se define

$$R = e/\lambda$$

de donde:

e= espesor del material (m)

$\lambda$ =conductividad térmica del material (w/mk)

Conductividad  $\lambda$  es una propiedad de los materiales de transferir calor medido por unidad de tiempo en un metro de superficie. (Dalencon, 2008)

La resistencia térmica de una envolvente está compuesta por varios elementos así que su resistencia térmica final es la suma de todas sus resistencias de acuerdo a los distintos materiales.

$$R_t = R_1 + R_2 + R_3 + \dots + R_n$$

En la siguiente (Tabla 1) se presenta valores de conductividad de algunos materiales.

-Dalencon, R. (2008). Acondicionamientos Arquitectura y Técnica. Chile,Santiago: Escuela de Arquitectura, Pontificia Universidad Católica de Chile.

Tabla 1.-Valores de conductividad.

Valores de conductividad $\lambda$ de algunos materiales de construcción		
Material	Densidad Aparente	Conductividad térmica $\lambda$
	(Kg/m <sup>3</sup> )	(W/mk)
Adobe	1100 a 1800	0,9
Aire quieto a 0°C	0,0012	0,024
Aluminio	2700	210
Fibro cemento	1000	0,23
Fundición y acero	7850	58
Hormigón armado	2400	1,63
Ladrillo mazizo hecho a mano	—	0,5
Ladrillo mazizo hecho a maquina	1400	0,6
Lana mineral, colchoneta	90	0,037
Madera, álamo	380	0,091
Madera, pino	410	0,104
Poliestireno expandido	20	0,0384
Poliuretano expandido	40	0,025
Vidrio plano	2500	1,2
Yeso cartón	700	0,26

Fuente:Dalencon, R. (2008). Acondicionamientos Arquitectura y Técnica. Chile,Santiago: Escuela de Arquitectura, Pontificia Universidad Católica de Chile.

**Transmitancia térmica. (valor U)**

La transmisión de calor es el fenómeno por el cual el calor se transporta de regiones de alta a de baja temperatura dentro de un mismo material o entre diferentes cuerpos. Cuanta más alta sea la conductividad térmica de un material más rápida será su capacidad de calentamiento y de acumulación. Las unidades son W/ (mk), aunque también se expresa como kcal/ (h•m•°C).(Escocia, 2012)

A mayor transmitancia de un elemento de la envolvente de un edificio, mayores serán las pérdidas de calor durante el invierno y mayores ganancias durante el verano. La transmitancia térmica es inversamente proporcional de la resistencia térmica del elemento. (Dalencon, 2008)

Su fórmula es:  $U=1/R(W/ m^2K)$

En la (Tabla 2) se tiene valores de resistencia térmica.

Tabla 2: Valores de resistencia térmica.

Valores de resistencia térmica $R_t$ transmitancia térmica o referencial para soluciones constructivas genéricas	
Soluciones constructiva	Resistencia térmica, $R_t = M^2k/W$
Albañilería de ladrillo artesanal de 285x143x58 mm, cantería 20 mm	0,37
Albañilería de ladrillo artesanal de 285x143x58 mm, cantería 20 mm, estuco 25 mm ambas caras	0,41
Albañilería de ladrillo artesanal de 285x143x58 mm, cantería 20 mm, estuco y revestimiento interior de fibrocemento, con poliestireno expandido de 30 mm	1,11
Albañilería de bloques de hormigón de 190 mmx140 mm, sin aislamiento, junta de mortero menor o igual a 14 mm	0,32
Albañilería de bloques de hormigón de 190 mmx140 mm, con estuco exterior o interior 15 mm	0,33
Muro de hormigón armado de espesor 130 mm, sin aislamiento térmico	0,25
Muro de hormigón armado de espesor 260 mm, sin aislamiento térmico	0,33
Tabique estructura metálica galvanizada 60 mm, yeso cartón interior 12,5mm, OSB 9,5 mm exterior, aislamiento poliestireno expandido 50 mm (10Kg/m <sup>3</sup> ), barreras de vapor y humedad)	1,36

Fuente: Dalencon, R. (2008). Acondicionamientos Arquitectura y Técnica. Chile, Santiago: Escuela de Arquitectura, Pontificia Universidad Católica de Chile.

-Escocia, G. T., Celis, . (2012). Mejoramiento de envolventes para eficiencia energética de viviendas en el centro-sur de Chile., 13.



### **Humedad y condensación**

La humedad es el porcentaje de vapor de agua que se encuentra presente en el ambiente.

La humedad en la envolvente es el segundo componente fundamental de la sensación de confort y tiene diferentes formas de presentarse y moverse como: en estado líquido o vapor de agua, que es agua en contacto con un edificio y se mueve por capilaridad; los vapores que se condensan en los intersticios de la envolvente.

Las fuentes de donde proviene el agua en su mayoría es de la lluvia o de agua que se encuentra en el suelo.

La condensación del vapor de agua se produce por la saturación de volumen de aire al que se incorpora mayor humedad en estado gaseoso, como ocurre en baños y cocinas o al reducirse una temperatura en contacto con el exterior. (Dalencon, 2008)

La humedad y temperatura están íntimamente relacionados con la envolvente de la edificación.

### **Aislamiento Térmico**

Aislamiento térmico es una propiedad de los materiales para oponerse al paso del calor por conducción. (NEC-2011)

Existen tres formas de aislamiento térmico: aislamiento por reflexión, aislamiento por resistencia y aislamiento por capacidad térmica.

Es importante que los aislantes sean colocados de forma correcta y así evitar pérdidas de calor en la envolvente. (Dalencon, 2008)

**Aislamiento por reflexión.-**Este aislamiento se opone al paso de calor por radiación, es decir el material no tiene la capacidad de absorber radiación. (Dalencon, 2008)

**Aislamiento por resistencia.-**Consiste en utilizar un material de alta resistencia térmica. Estos materiales poseen baja conductividad térmica que a menudo se tratan de espumas rígidas o lanas minerales con pequeños espacios de aire. (Dalencon, 2008)

**Aislamiento por capacidad térmica.-**Radica en utilizar materiales con una gran capacidad de almacenar calor y de ceder en un largo tiempo. (Dalencon, 2008)

A esto se lo conoce como inercia térmica, a la propiedad de los materiales para demorar al cambio de temperatura, esto depende de su masa, densidad y calor específico. Ejemplos como poliestireno, fibra mineral, fibras de vidrio o celulosa, poliuretano etc. (Dalencon, 2008)

-Dalencon, R. (2008). Acondicionamientos Arquitectura y Técnica. Chile, Santiago: Escuela de Arquitectura, Pontificia Universidad Católica de Chile.

## Balance térmico y comportamiento de la envolvente

Un edificio se podría considerar como un sistema térmico que actúa con el medio exterior y frecuentemente adverso con las exigencias de confort.

Con la construcción y el medio ambiente se dan intercambios de calor ya sea pérdidas o ganancias por conducción a través del espesor de la envolvente; pérdidas o ganancias por ventilación a través de obturaciones en la envolvente; ganancias solares por radiación solar directa e indirecta a través de superficies opacas; ganancias internas por la actividad en la residencia o calefacción y pérdidas evaporativas. (Dalencon, 2008)

El equilibrio significa una temperatura estable, el balance térmico se da cuando los diferentes flujos de calor hacia y desde el edificio son igual a cero.

$Q_c + Q_v + Q_r + Q_i + Q_e = 0$  donde:

$Q_c$  = Conducción

$Q_v$  = Ventilación

$Q_r$  = Radiación solar directa ( $Q_{rd}$ ) e indirecta ( $Q_{ri}$ )

$Q_i$  = Internas

$Q_e$  = Evaporación

Podemos observar en la (Fig. 4).

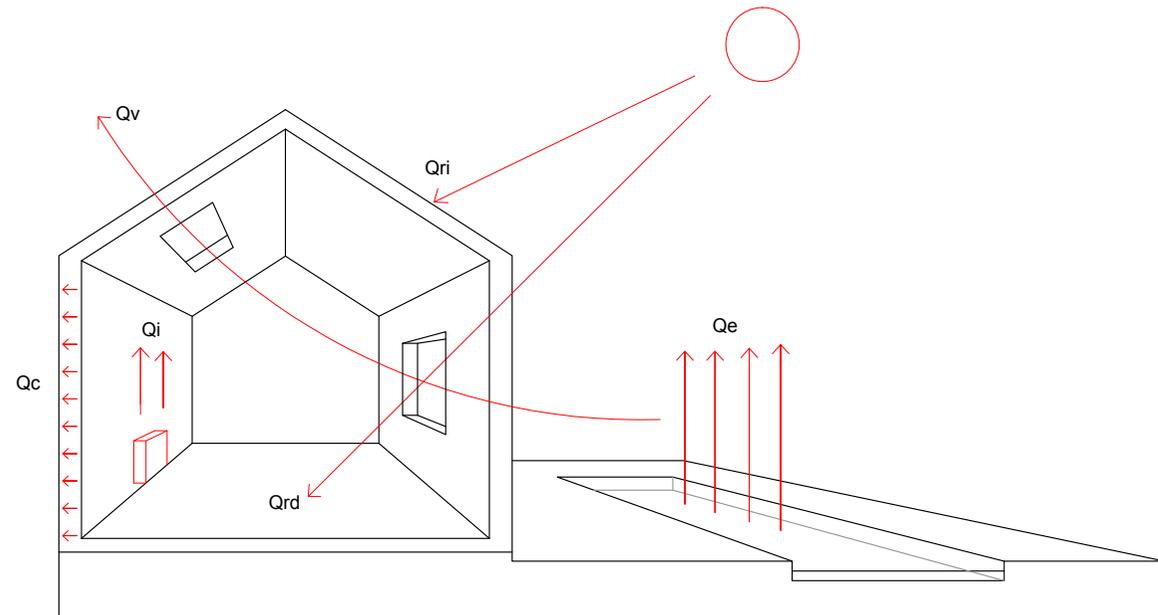


Fig. 4: Balance térmico, flujos de calor.

Fuente: Dalencon, R. (2008). Acondicionamientos Arquitectura y Técnica. Chile, Santiago: Escuela de Arquitectura, Pontificia Universidad Católica de Chile.

## 2.1.5.-ESTRATEGIAS PARA UN DISEÑO BIOCLIMÁTICO

### Estrategias de captación de radiación solar.

En la (Fig. 5) se muestra las distintas formas de captación.

**Ganancia directa:** Se da mediante elementos transparentes, la radiación solar entra directamente al espacio, las masas expuestas se calientan. Una parte de la radiación atraviesa la superficie vidriada, una parte es absorbida y la otra es reflejada. (Dalencon, 2008)

### La orientación y la inclinación

La superficie vidriada respecto al ángulo de incidencia del sol es uno de los factores para ganancia solar. (Dalencon, 2008)

### Ganancia indirecta

Esta ganancia se da a través de los elementos opacos de la envolvente, la radiación solar calienta la superficie opaca y este calor es transportado hacia el interior; las superficies opacas tienen mayor capacidad de absorción. (Dalencon, 2008)

### Estrategias de acumulación

Están basados en la capacidad de almacenamiento de los volúmenes y del material del cual están contruidos. El calor acumulado por radiación se

transporta a través del volumen por conducción.

Materiales como el hormigón, albañilerías macizas o el agua absorben y entregan calor con lentitud y los materiales de menor masa o con propiedades aislantes como fibras minerales o madera no tienen capacidad de acumular calor. (Dalencon, 2008)

### Inercia térmica

La magnitud de inercia térmica medida en horas depende de la masa del elemento y de la conductividad del material.

Se trata de que un muro con mucha inercia térmica entrega el calor acumulado durante el día en la noche. (Dalencon, 2008)

### Estrategias de conservación

Para incrementar la conservación de energía es necesario mejorar la resistencia térmica de la envolvente, con materiales aislantes de óptima calidad. El diseño es también uno de los puntos principales como: un volumen compacto, protección de superficies vidriadas, reducción de pérdidas por infiltración y el control de puentes térmicos. (Dalencon, 2008)

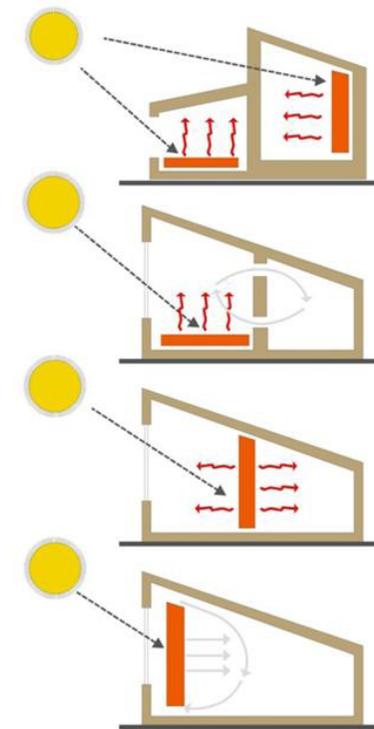


Fig. 5: Inercia térmica

Fuente: <http://www.certificadosenergeticos.com/inercia-termica-construccion-edificios-eficientes>

-Dalencon, R. (2008). Acondicionamientos Arquitectura y Técnica. Chile, Santiago: Escuela de Arquitectura, Pontificia Universidad Católica de Chile.



## 2.2.-NORMATIVA INTERNACIONAL Y NACIONAL

### 2.2.1.-Normativa en España (CTE) Código Técnico Español.

*Este Documento Básico tiene por objeto establecer reglas y procedimientos que permiten cumplir el requisito básico de ahorro de energía*

#### **a.-Limitación del consumo de energía**

Su requisito básico ahorro de energía consiste en conseguir un uso racional de la energía necesaria en la utilización de las edificaciones, reduciendo a límites sostenibles, y su consumo proceda de fuentes de energías renovable. Partiendo desde su proyecto, construcción, uso y mantenimiento.

#### **Objetivo**

Los procedimientos de cálculo del consumo energético es determinar el consumo de energía primaria es decir procedente de fuentes de origen no renovables (tipo combustible o electricidad) utilizados en calefacción, refrigeración e iluminación etc.

#### **-Exigencia de la demanda energética**

La envolvente debe ofrecer características térmicas tales que limite la demanda energética necesaria para alcanzar el confort térmico, en función del clima de la localidad uso de la edificación y de las estaciones del año, así como

por sus características de aislamiento e inercia, permeabilidad al aire y exposición a la radiación sola, reduciendo el riesgo de aparición de humedades de condensación y tratando adecuadamente los puentes térmicos para evitar pérdidas o ganancias de calor y problemas higrotérmicos .

#### **Aplicación**

-En edificaciones de construcción nueva y ampliaciones de edificios existentes.

-Se excluyen de la norma edificaciones de poco tiempo de uso menor a dos años.

-Edificios que no sean residenciales tales como industriales, defensa y agrícolas.

-Edificios aislados con una superficie menor a 50 m2.

#### **Cumplimiento de la exigencia.**

Para justificar el cumplimiento de la exigencia se deberá presentar la siguiente información: Definición de la zona climática, procedimiento de cálculo de demanda y consumo energético, demanda de servicios técnicos como calefacción y refrigeración etc., disposición de los servicios técnicos para satisfacer necesidades, rendimiento de los diferentes equipos técnicos, consumo de

energía procedente de energías no renovables.

#### **b.-Limitación de la demanda energética**

#### **Aplicación**

-En edificaciones de construcción nueva y edificios de nueva construcción e intervención en edificios existentes.

-Se excluyen de la norma edificaciones de poco tiempo de uso menor a dos años.

Edificios históricos

Edificios que no sean residenciales tales como industriales, defensa y agrícolas.

Edificios aislados con una superficie menor a 50 m2.

#### **Cumplimiento de la exigencia**

Existe un límite de demanda de calefacción y refrigeración que no se debe sobrepasar.

Transmitancia térmica de las zonas opacas de los muros, cubiertas y suelos que formen parte de la envolvente térmica del edificio, no deben superar los valores establecidos.

#### **Datos para el cálculo de la demanda**

Productos de construcción

Características exigibles a los cerramientos y particiones interiores de la envolvente térmica.



En la presente (Tabla 3) se presenta las soluciones constructivas diseñadas para reducir la demanda energética, tales como invernaderos adosados muros trombe etc. Cuyas prestaciones o comportamiento térmico no se describen adecuadamente mediante la transmitancia térmica, pueden superar los límites establecidos. En la (Tabla 4) se muestra la transmitancia térmica de medianerías y particiones interiores que delimiten las unidades de uso residencial de otras de distinto uso o de zonas comunes del edificio. Cuando las particiones interiores delimiten unidades de uso residencial entre sí no se superarán los valores establecidos.

### Productos de construcción

Las edificaciones se caracterizan térmicamente a través de las propiedades higrotérmicas de los productos de construcción que componen su envolvente térmica.

Características técnicas como su conductividad térmica medida en (W/mk), puertas y ventanas se caracterizan mediante su transmitancia térmica U (W/m<sup>2</sup>K) y el factor solar en caso de las ventanas y lucernarios. Además debe incluirse en la memoria técnica los cálculos justificativos de dichos valores

Leidy Avila Contreras

Tabla 3: Valores de Transmitancia térmica.

Tabla de transmitancia térmica máxima de elementos de la envolvente térmica						
Paramento	Zona climática en invierno					
	$\alpha$	A	B	C	D	E
Transmitancia térmica de muros y elementos en contacto con el terreno(1) [W/m <sup>2</sup> ·K]	1,35	1,25	1,00	0,75	0,60	0,55
Transmitancia térmica de cubiertas y suelos en contacto con el aire [W/m <sup>2</sup> ·K]	1,20	0,80	0,65	0,50	0,40	0,35
Transmitancia térmica de huecos(2) [W/m <sup>2</sup> ·K]	5,70	5,70	4,20	3,10	2,70	2,50

Fuente: Documento Básico HE. Ahorro de Energía, CTE C.F.R. (2014).

Tabla 4: Valores de Transmitancia térmica.

Tabla de transmitancia térmica límite de particiones interiores de limiten unidades del mismo uso U en W/m <sup>2</sup> k						
Tipo de elemento	Zona climática en invierno					
	$\alpha$	A	B	C	D	E
Particiones horizontales	1,90	1,80	1,55	1,35	1,20	1,00
Particiones verticales	1,40	1,40	1,20	1,20	1,20	1,00

Fuente: Documento Básico HE. Ahorro de Energía, CTE C.F.R. (2014).



### 2.2.2.-Normativa en Chile

#### -Acondicionamiento térmico “Programa de Protección al Patrimonio Familiar”

“Los retos que se enfrenta Chile son dos: primero aumentar la capacidad instalada en el país y la segunda reducir la creciente demanda energética en la cual se han enfocado mediante la implementación de un programa de acondicionamiento térmico de viviendas con vigencia desde el año 2000 que divide al país en 7 zonas térmicas. En la (Foto. 5 y 6) se presenta dos viviendas intervenidas en Chile.

El programa consta de tres etapas.

- La primera etapa regula las cubiertas en el año 2000.
- La segunda etapa regula muros, ventanas y pisos ventilados en el año 2007.
- Tercera etapa pretende terminar en la certificación energética.”(Escocia, 2012).

#### Objetivos

- Mejorar la calidad de vida de la población con un mínimo costo. Alcanzar una temperatura de 20° C.
- Reducir el deterioro de los materiales por la

exposición de cambios de temperatura y alto porcentaje de humedad.

-Reducir el consumo de energía en el sector residencial.

Mejoramiento de la envolvente de la vivienda contribuye a la optimización y reducción de recursos energéticos para climatización y mejoran el confort térmico.

-Estimular el desarrollo de los sectores productivos y académicos. El programa ha presentado e incorporado 280 soluciones constructivas “Listado oficial de soluciones constructivas para el acondicionamiento térmico”. (Chile, 2011)

#### Acreditación Térmica

-Las exigencias de acondicionamiento térmico se aplican a los elementos de la envolvente de la vivienda que:

-Separen el ambiente interior del exterior de la vivienda.

-Separen el ambiente interior de la vivienda de un espacio inmediato no acondicionado.

-Los elementos que no cumplen con la normativa: Elementos estructurales como columnas,

cadenas y vigas.

Elementos cercanos a recintos acondicionados.

Puertas opacas.

-Cumplimiento de exigencia normativa en cuanto a coeficiente de transmitancia y resistencia térmica ver (Tabla N5). (Chile, 2011)

Tabla 5 : Transmitancia térmica y resistencia térmica.

Tabla de Exigencias de transmitancia y resistencia mínimas de acuerdo a cada zona térmica						
Zona	Techos		Muros		ventilados	
	U	Rt	U	Rt	U	Rt
	W/M2k	m2k/W	W/M2k	m2k/W	W/M2k	m2k/W
1	0,84	1,19	4,00	0,25	3,60	0,28
2	0,60	1,67	3,00	0,33	0,87	1,15
3	0,47	2,13	1,90	0,53	0,70	1,43
4	0,38	2,63	1,70	0,59	0,60	1,67
5	0,33	3,03	1,60	0,63	0,50	2,00
6	0,28	3,57	1,10	0,91	0,39	2,56
7	0,25	4,00	0,60	1,67	0,32	3,13

Fuente: Acondicionamiento térmico-Envolvente térmica de edificios-Cálculo de resistencias y transmitancias térmicas., NCh853 C.F.R. (1991).

-Escocia, G. T., Celis, . (2012). Mejoramiento de envolventes para eficiencia energética de viviendas en el centro-sur de Chile., 13 -Acondicionamiento Térmico “Programa de Protección al Patrimonio Familiar” Región de Magallanes. Chile (2011).

## -Proyecto de Acondicionamiento

### Fases de proyecto de acondicionamiento térmico:

- 1.-Evaluación de la vivienda existente.
- 2.-Diagnóstico
- Levantamiento planimétrico de la vivienda.
- Materialidad de la vivienda y especificaciones técnicas.
- Cálculo de superficie vidriada y transmitancia térmica (U) de la solución constructiva existente. (Chile, 2011). Ver (Fig. 5) y (Foto.8, 9 y 10.)

### Beneficios:

- El confort térmico mejora y por consiguiente la salud de sus habitantes de las viviendas.
- Reduce los gastos de calefacción.
- Mejora la apariencia de las viviendas.
- Mayor durabilidad de los materiales, ya que si se impermeabilizan las paredes impide filtración de agua lluvia, viento y humedad producto de condensaciones en muros y cielo raso.
- Intervención y corrección de daños menores que en un futuro se requiera menor costo. (Chile, 2011)
- Escocia, G. T., Celis, . (2012). Mejoramiento de envoltentes para eficiencia energética de viviendas en el centro-sur de Chile., 13
- Acondicionamiento Térmico "Programa de Protección al Patrimonio Familiar" Región de Magallanes. Chile (2011).

Leidy Avila Contreras



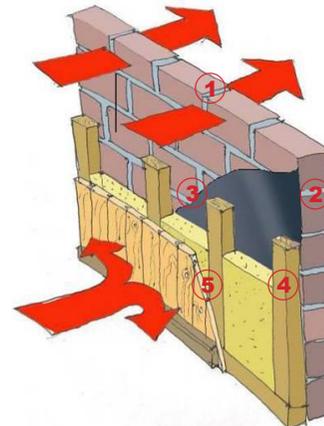
Foto 8: Intervención con ventana doble vidrio

Fuente: Acondicionamiento térmico-Envoltente térmica de edificios-Cálculo de resistencias y transmitancias térmicas., NCh853 C.F.R. (1991).



Foto 9: Intervención en paredes interiores

Fuente: Acondicionamiento térmico-Envoltente térmica de edificios-Cálculo de resistencias y transmitancias térmicas., NCh853 C.F.R. (1991).3.



### Simbología:

- 1.-Mampostería de ladrillo
- 2.- Papel fieltro N° 10.
- 3.- Entramado pino 45 x 45 mm.
- 4.- Lana de vidrio.
- 5.- Entablado madera.

Fig. 5:Técnica constructiva utilizada para aislamiento térmico.

Fuente: Acondicionamiento térmico-Envoltente térmica de edificios-Cálculo de resistencias y transmitancias térmicas., NCh853 C.F.R. (1991).



Foto. 10: Vivienda reacondicionada térmicamente Región IX Angol., Chile. Fuente: Escocia, G. T., Celis, . (2012). Mejoramiento de envoltentes para eficiencia energética de viviendas en el centro-sur de Chile., 13.



### 2.2.3.-Normativa en Ecuador

La Norma Ecuatoriana de la Construcción (NEC 2011) capítulo trece “Eficiencia Energética en la Construcción en Ecuador”.

En el siguiente diagrama se muestra la parte de la norma Ecuatoriana a ser estudiada, primero consideraciones generales y segundo limitación de la demanda energética.

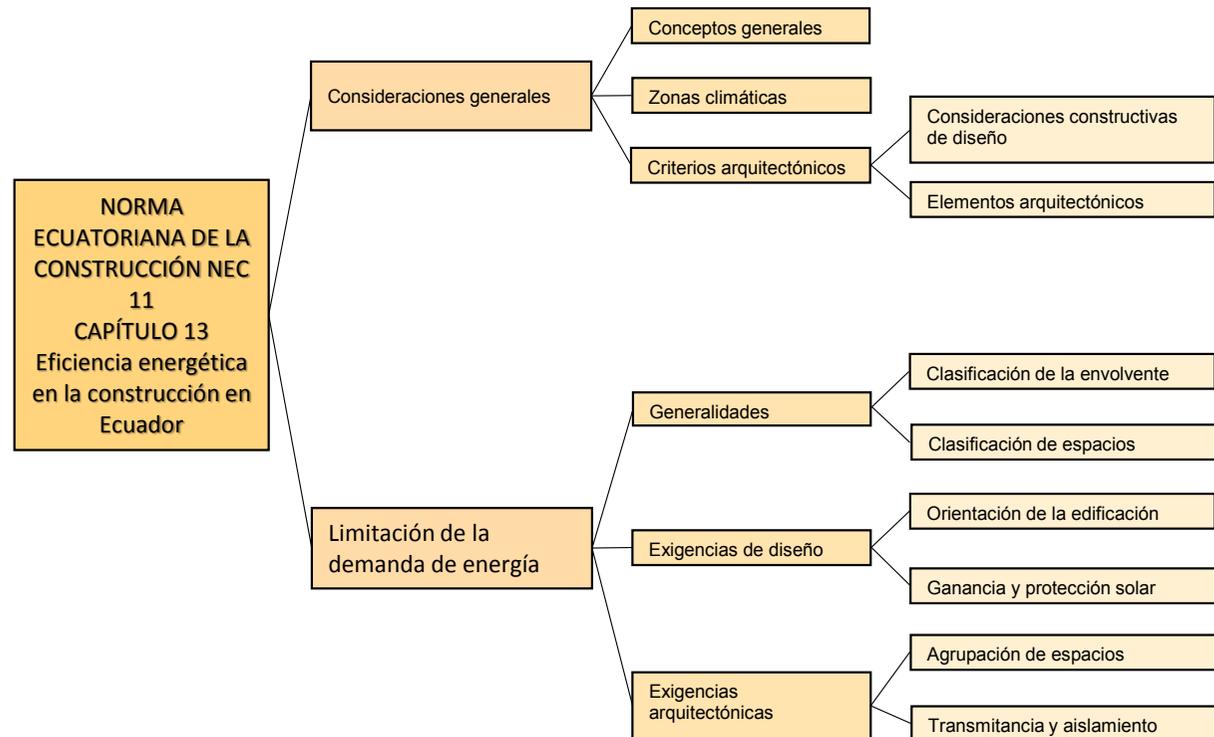
#### -Consideraciones Generales

- Conceptos generales
- Zonas climáticas
- Criterios arquitectónicos

#### -Limitación de la demanda de energía.

- Generalidades
  - Clasificación de la envolvente
  - Clasificación de espacios
- Exigencias de diseño
  - Orientación de la edificación
  - Ganancia y protección solar
- Exigencias arquitectónicas
  - Agrupación de espacios
  - Transmitancia y aislamiento

A continuación se tratará cada uno de los temas.



Diag. 2: Norma Ecuatoriana de la Construcción. Fuente:-Norma Ecuatoriana de la Construcción NEC 11. NEC 11,(2011) Capitulo 13, Eficiencia Energética en la Construcción en Ecuador.

**Objetivos:**

Establecer especificaciones y características mínimas que deben ser tomadas en cuenta en el diseño y en la construcción; uso y mantenimiento de las edificaciones del país reduciendo así el consumo de energía.

**Alcance:**

La norma ecuatoriana será aplicada en los siguientes 10 años posteriores a su publicación.

Construcciones nuevas.

Rehabilitación de edificios existentes con una superficie útil superior a 1000 m<sup>2</sup>.

Transformaciones de edificios comerciales y administrativos.

Se excluyen:

Edificios o monumentos de valor histórico o arquitectónico reconocido.

Construcciones provisionales con un tiempo menor a 2 años.

Edificaciones no residenciales como talleres, industriales y agrícolas.

**2.2.3.1.-CONSIDERACIONES GENERALES****a.-Conceptos básicos**

-Consideraciones energéticas de los edificios y sus instalaciones para cuantificar el consumo energético.

-Consideraciones de uso de productos nocivos para el ambiente y la salud de las personas.

-Consideraciones del uso de materiales y recursos naturales: agua, suelo, madera, etc.

-Consideraciones indirectas como la contaminación visual, ruidos, transporte, inclusión socio-cultural. (NEC 2011)

**b.-Entorno de la edificación****Planteamientos urbanísticos**

Los programas habitacionales y edificaciones futuras en fase de diseño, se debe justificar técnicamente los siguientes aspectos.

-Diseño con criterio de ciudad compacta.

-Diseño de accesibilidad mediante movilidad sostenible.

-Consideración de la orientación que facilite el cumplimiento de los parámetros normativos de las edificaciones en cuanto a ganancia o protección solar y ventilación natural.

-Respeto e integración de áreas verdes utilizando vegetación autóctona. (NEC 2011)

**Entorno**

En un proyecto o reforma de una construcción es necesario realizar un análisis del entorno social, cultural, geográfico, climatológico (vientos, temperaturas, precipitaciones, humedad), patrimonio (histórico y ancestral); respetando además las normas y reglamentaciones u ordenanzas de construcción locales. (NEC 2011)

-Norma Ecuatoriana de la Construcción NEC 11.

NEC 11,(2011) Capitulo 13, Eficiencia Energética en la Construcción en Ecuador.



## b.- Zonas climáticas

Se agrupa al país en seis zonas térmicas que dependen del clima, además este puede variar localmente dependiendo de algunos factores como: la altitud relativa del terreno, pendiente de la zona, vientos que se forman por vegetación, edificaciones aledañas, emplazamiento dentro de la ciudad y proximidad a masas de agua. (NEC 2011). En la siguiente (Tabla 6), se puede observar en que zona climática en la cual se encuentra la ciudad de Cuenca por el rango de temperatura, se podría decir que la ciudad de Cuenca está ubicada en la ZT3, que es la tercera zona térmica. Para conocer cuál es la zona climática a la que pertenece alguna ciudad, se debe guiar por el rango de temperatura.

A continuación se presenta una (Tabla 7) de ciudades con las temperaturas mínimas, medias y máximas dependiendo de cada ciudad.

Tabla 6: Zonas climáticas

Tabla de zona climática	
Zona climática	Rango de temperatura según datos del INHAM
ZT1	6-10(°C)
ZT2	10-14(°C)
ZT3	14-18(°C)
ZT4	18-22(°C)
ZT5	22-25(°C)
ZT6	25-27(°C)

Fuente.-Norma Ecuatoriana de la Construcción NEC 11. NEC 11,(2011) Capitulo 13, Eficiencia Energética en la Construcción en Ecuador.

Tabla 7: Temperatura mínima, media y máxima de algunas ciudades del Ecuador.

Tabla promedio años (2000-2008) de datos de temperatura media, máxima y mínima y humedad relativa				
Provincia	Temperatura			Humedad relativa
	Mínima	Media	Máxima	Media %
Azuay	11,04	17,41	24,49	78,99
Cotopaxi	8,74	14,03	19,85	75,44
Cañar	7,46	11,93	16,84	76,35
Loja	12,16	16,17	21,61	74,35
Tungurahua	7,78	12,7	18,77	76,02
Pichincha	9,41	15,57	22,82	76,58
Esmeraldas	21,37	25,06	27,4	85,61
Los Ríos	33,15	25,04	29,04	79,24
Manabí	21,13	25,11	30,75	76,98
Galápagos	21,54	24,25	27,92	81,84
Guayas	21,86	25,39	29,44	79,24
Pastaza	17,12	20,77	26,09	87,13
Napo	22,07	25,72	31,25	86,58

Fuente.-Norma Ecuatoriana de la Construcción NEC 11.

NEC 11,(2011) Capitulo 13, Eficiencia Energética en la Construcción en Ecuador.

-Norma Ecuatoriana de la Construcción NEC 11.

NEC 11,(2011) Capitulo 13, Eficiencia Energética en la Construcción en Ecuador.

### c.-Criterios arquitectónicos

#### Consideraciones constructivas de diseño:

La piel exterior de una edificación es por donde se dan las pérdidas y ganancias de calor, y el volumen almacena la energía del edificio.

Para la geometría del edificio se debe tener en cuenta el clima de la región y microclima de la ubicación de la construcción como los siguientes:

-En climas cálidos y húmedos se recomienda formas elevadas, con grandes aberturas

Que faciliten la ventilación y la sombra del edificio.

-En climas cálidos y secos es mejor la construcción compacta y pesada, con gran inercia térmica, para amortiguar las variaciones exteriores de temperatura.

-En climas fríos los edificios deben ser compactos, bien aislados constructivamente y con reducidas infiltraciones de aire.

#### Orientación de la edificación

La disposición de la vivienda con respecto a la orientación geográfica determina la exposición de radiación solar y al viento, interviniendo directamente en la temperatura ambiental y

humedad relativa al interior de las edificaciones.

Además es conveniente agrupar y ubicar los distintos espacios según su uso y horas de ocupación. Ver (Fig. 6.)

#### Ganancia y protección solar

En las zonas climáticas frías es necesario favorecer la incidencia de radiación solar sobre las superficies vidriadas y climáticas cálidas se debe usar elementos de protección sobre las superficies vidriadas.

#### Optimización de radiación solar.

En las zonas frías el almacenamiento de calor en las fachadas generado por la radiación solar se debe dar en elementos macizos de materiales como: hormigón, piedra, arcilla. El calor acumulado irá cediendo por convección y radiación en la noche. Además se debe limitar los intercambios de temperatura con el exterior, reforzando el aislamiento térmico y disminuyendo el movimiento del aire.

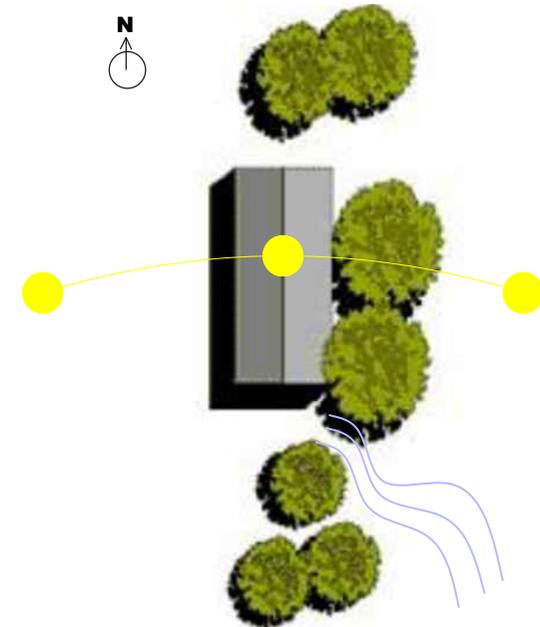


Fig. 6: Forma y disposición de una vivienda.

Fuente: <http://www.casasrestauradas.com/diseño-de-una-vivienda-sostenible-fachadas/>



## Elementos arquitectónicos

La transmisión de calor a través de la envolvente se conoce como conducción  $Q_c$ , sin embargo es en el interior de los elementos que se produce distintos modos de transmisión de calor como son por: convección, radiación y conducción.

Las pérdidas de calor se da a través de la envolvente que está formada por muros, techumbres, pisos, puertas y ventanas, con un comportamiento típico de cada elemento, en que la transmisión de calor se dan a través del espesor del elemento. (Dalencon, 2008)

En la (Foto. 11) se muestra la envolvente de una vivienda intervenida térmicamente.

**Muros.**-Los muros se dividen en dos casos con y sin cámara de aire. Si existiera una cámara de aire se puede asociar a ella una resistencia térmica según su espesor, que se suma a las resistencias de los demás materiales que son componentes del muro.

Y en el segundo caso sin cámara de aire, solo se suman las resistencias de cada elemento del muro. (Dalencon, 2008)

**Techumbres.**-La forma de transmisión

de calor a sus entretechos es por convección en épocas de frío la forma de perder calor puede ser por convección a el cielo raso y desde cielo raso a entretecho pérdida por conducción; desde entretecho a cubierta pérdida por conducción.

Si se requiere la optimización del desempeño término es necesario reducir pérdidas evitando filtraciones. Las cubiertas sin entretecho suelen tener sobrecalentamiento por la falta de ventilación. (Dalencon, 2008)

**Pisos.**-Las pérdidas de piso en contacto con el suelo son mínimos en comparación a superficies que se encuentran en contacto con el exterior y por juntas de paramentos verticales.

Un caso distinto es en pisos en contanto con el exterior que incluyen pérdidas o ganancias de calor por convección. (Dalencon, 2008)

**Puertas y ventanas.**-Son elementos que presentan poca resistencia térmica y generalmente presentan juntas con filtraciones. Para mejorar su desempeño en ventanas se suele utilizar doble capa de vidrio hermético. También sus marcos deben ser optimizados con buenos sellos y baja conductividad. (Dalencon, 2008).



Foto. 11: Envoltura de una vivienda en Chile.

Fuente: [http://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0717-69962013000200016](http://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0717-69962013000200016).

-Dalencon, R. (2008). Acondicionamientos Arquitectura y Técnica. Chile, Santiago: Escuela de Arquitectura, Pontificia Universidad Católica de Chile.

## Color

En las construcciones es necesario considerar la calidad de luz (natural o artificial) y la reflexión que la luz tiene sobre los planos coloreados para evitar deslumbramientos. En la (Tabla 8) y (Foto. 12) se observa las diferentes tonalidades que podemos utilizar siempre teniendo en cuenta la zona térmica para emplear el color correcto. “Es recomendado en las zonas térmicas ZT1,ZT2 y ZT3 el color usado en paredes exteriores tenga un índice de reflexión no mayor al 60%.” (NEC 2011)

Tabla 8: Reflexión de radiación solar por color de plano.

Reflexión de radiación solar en función del color de la superficie	
Color	% Reflejado
Blanco cal	80
Amarillo limón	70
Amarillo oro	60
Azul claro	40-50
Rosa salmón	40
Gris cemento	32
Anaranjado	25-30
Beige	25
Verde vegetal	20
Ladrillo	18
Rojo	16
Negro	5

Fuente: Norma Ecuatoriana de la Construcción NEC 11.NEC 11,(2011) Capitulo 13, Eficiencia Energética en la Construcción en Ecuador.

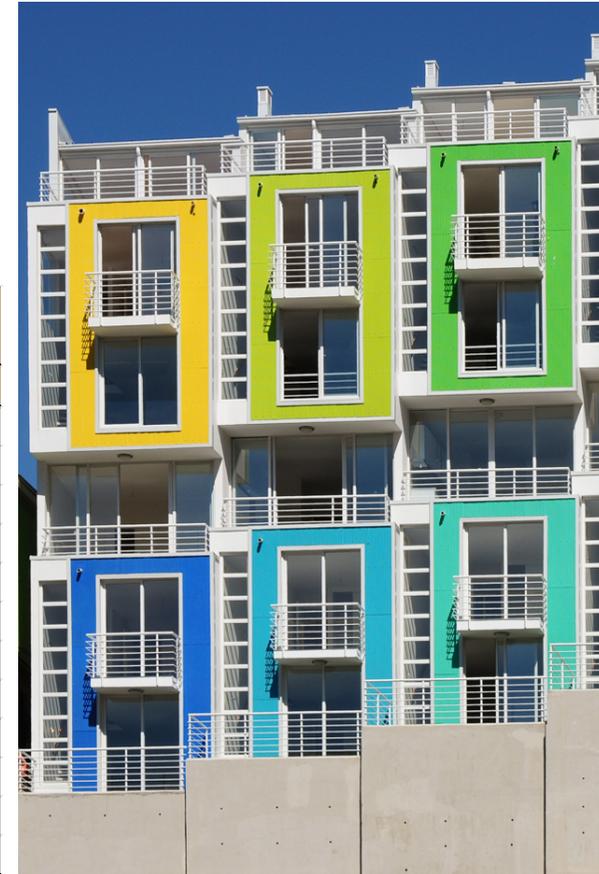


Foto. 12: Lofts Yungay II , Valparaíso, Chile.

Fuente: <http://blogyarq.blogspot.mx/2011/06/lofts-yungay-ii-rearquitectura.html>

Norma Ecuatoriana de la Construcción NEC 11.NEC 11,(2011) Capitulo 13, Eficiencia Energética en la Construcción en Ecuador.

Leidy Avila Contreras

### 2.2.3.2.-Limitación de la demanda energética

#### a.-Generalidades

La limitación energética es el conjunto de procedimientos a seguir para lograr una vivienda energéticamente sustentable en función de las condicionantes ambientales.

#### La Envolvente

“La envolvente del edificio está compuesta por todos los cerramientos que limitan espacios habitables con el ambiente exterior (aire, terreno u otro edificio) y por todas las particiones interiores que limitan los espacios habitables con los no habitables que a su vez estén en contacto con el ambiente exterior.” (NEC11,2011)

“La piel del edificio actúa como filtro entre las condiciones externas e internas para controlar la entrada de aire, calor, frío, luz, ruidos y olores.” (Olyay, 2010).

En las (Foto. 13 y 14) se demuestra que la envolvente es respuesta a la latitud donde se encuentra.



Foto. 13: Edificio del Centro de Innovación Anacleto Angelini, de la Universidad Católica de Chile.

Fuente: <http://www.t13.cl/noticia/nacional/alejandro>.



Foto. 14: Ayuntamiento de Murcia. Rafael Moneo.

Fuente: <http://sheslostctrl.co.uk/post/36889401698/subtitilas-raphael-moneo-murcia-city-hall>

Norma Ecuatoriana de la Construcción NEC 11.

NEC 11,(2011) Capitulo 13, Eficiencia Energética en la Construcción en Ecuador.

Leidy Avila Contreras



## Clasificación de la envolvente

Las viviendas contarán con una envolvente de características tales que limite adecuadamente la demanda energética, necesaria para alcanzar el confort térmico, acústico, iluminación y de calidad de aire en función del clima de la localidad y del uso del edificio.

Los cerramientos de los espacios habitables se clasifican según su diferente comportamiento térmico:

Cerramientos en contacto con el aire:

-Parte opaca, constituida por muros de fachada, cubiertas, suelos en contacto con el aire exterior y los puentes térmicos integrados.

-Parte semitransparente, constituida por huecos (ventanas y puertas) de fachada y lucernarios de cubiertas. (NEC11,2011)

En la siguiente (Fig. 7) y (Tabla 9) se muestra la envolvente según superficie de contacto.

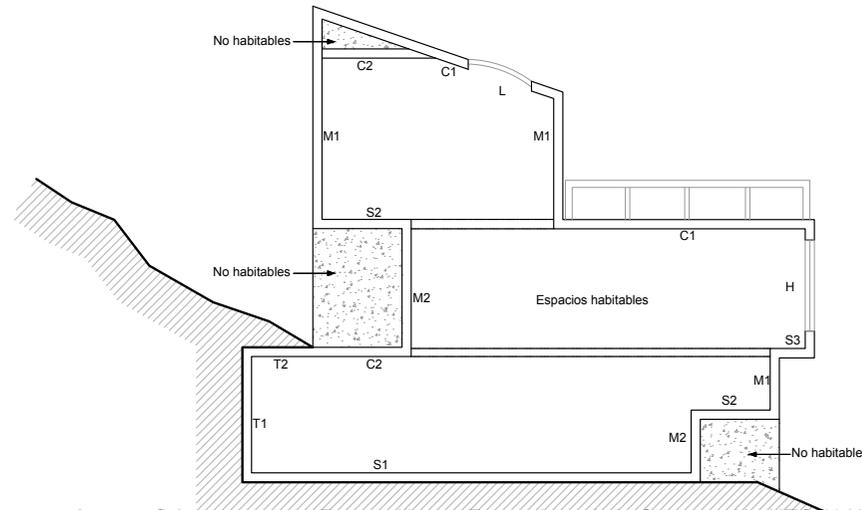


Fig. 7: Envolvente según superficie en contacto. Fuente: Norma Ecuatoriana de la Construcción NEC 11.NEC 11,(2011) Capítulo 13, Eficiencia Energética en la Construcción en Ecuador.

Tabla 9: Clasificación de la envolvente según superficie en contacto.

Clasificación de la envolvente según superficie en contacto						
Cerramientos y particiones interiores	Cubierta			Fachada		
	C1	C2	L	M1	M2	H
Componentes	En contacto con el aire	En contacto con el espacio no habitable	Lucernario	Muro en contacto con el aire	Muro en contacto con espacios no habitables	Huecos
Cerramientos y particiones interiores	Cubierta			Cerramientos en contacto con el terreno		
	S1	S2	S3	T1		T2
Componentes	Apoyado sobre el terreno	En contacto con el espacio no habitable	En contacto con el aire exterior	Muro en contacto con el terreno		Cubiertas enterradas

Fuente: Norma Ecuatoriana de la Construcción NEC 11.NEC 11,(2011) Capítulo 13, Eficiencia Energética en la Construcción en Ecuador.

Norma Ecuatoriana de la Construcción NEC 11.

NEC 11,(2011) Capítulo 13, Eficiencia Energética en la Construcción en Ecuador.

## Clasificación de espacios

La limitación energética es el conjunto de procedimientos a seguir para lograr una vivienda energéticamente sustentable en función de las condicionantes ambientales.

Clasificación de espacios de acuerdo a su uso, se dividen en uso pasivo y uso activo.

### Los de uso activo son:

-Áreas sociales y de trabajo como: salas, comedores, oficinas, talleres, locales comerciales, aulas bibliotecas, auditorios, guarderías etc.

-Áreas de descanso como: dormitorios, habitaciones, salas de espera etc.

### De uso pasivo son:

-Área húmeda como: baños, piscinas, turcos, saunas, lavanderías, jardines y patios interiores etc.

-Áreas no habitables como: bodegas, parqueaderos, cuartos de máquinas etc. (NEC, 2011)

## b.-Exigencias de diseño

### Orientación de la edificación

En las zonas térmicas ZT1, ZT2 y ZT3 se recomienda que las fachadas principales tengan orientaciones este y oeste ya que maximizan la ganancia solar directa en la mañana o en la tarde. Según (NEC 11). Podemos observar la orientación en la (Fig. 8) y (Tabla 10).

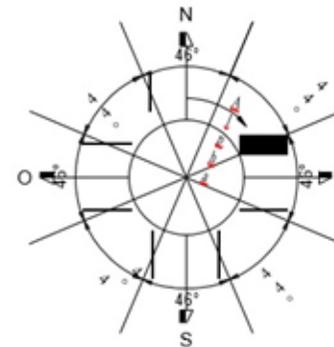


Fig. 8: Orientación

Fuente: Fuente: Norma Ecuatoriana de la Construcción NEC 11, (2011) Capítulo 13, Eficiencia Energética en la Construcción en Ecuador.

Tabla 10: Ángulo de Orientación

Orientación								
Ángulo	-23<math>\alpha</math>23	23<math>\alpha</math>67	67<math>\alpha</math>113	113<math>\alpha</math>157	157<math>\alpha</math>-157	-157<math>\alpha</math>-113	-113<math>\alpha</math>-67	-67<math>\alpha</math>-23
Orientación	Norte	Noreste	Este	Sureste	Sur	Suroeste	Oeste	Noroeste

Fuente: Norma Ecuatoriana de la Construcción NEC 11, (2011) Capítulo 13, Eficiencia Energética en la Construcción en Ecuador.

## Ganancias y protección solar

Este cálculo es necesario a fin de evitar que posteriormente en las viviendas sea necesario la instalación de climatizadores. La ganancia solar depende de la superficie receptora; muros y vanos en contacto con el aire, cubiertas y tragaluces.

Las ventanas juegan un papel fundamental en la habitabilidad de las viviendas ya que condicionan el diseño térmico y controlan el ingreso de luz natural; el aislamiento acústico y las infiltraciones de agua.

Principales factores a considerarse.

- 1.-Aislamiento térmico.-ganancias y pérdidas por diferencia de temperatura de aire (aire del interior -aire exterior).
- 2.-Control solar.-ganancias de calor por radiación solar.
- 3.-Transmisión de luz porcentaje de luz que ingresa respecto de la luz incidente.
- 4.-Fugas térmicas .-por ventilación controlada o las infiltraciones incontroladas de ventanas y puertas. (Indalum, 2006)

En las siguientes tablas se presenta una relación de superficie de ventanas y superficie total de fachada (Tabla 11 y 12).

Tabla 11: Relación de ventanas/ superficie total de fachadas en (%) vidrio de (U:5,4)

Relación de superficie de ventanas y superficie total de fachada con vidrio monolítico (SGCH<0,85;U<5,4)			
Zona climática	Orientación		
	N-S	NO-SO-NE-SE	E-O
ZT1	20	35	50
ZT2	30	35	50
ZT3	40	35	30

Fuente: Norma Ecuatoriana de la Construcción NEC 11. NEC 11,(2011) Capitulo 13, Eficiencia Energética en la Construcción en Ecuador.

Tabla 12: Relación de ventanas/ superficie total de fachadas en (%) vidrio de (U:3,8).

Relación de superficie de ventanas y superficie total de fachada con vidrio monolítico (SGCH<0,85;U<3,8)			
Zona climática	Orientación		
	N-S	NO-SO-NE-SE	E-O
ZT1	40	55	70
ZT2	50	55	50
ZT3	60	50	40

Fuente: Norma Ecuatoriana de la Construcción NEC 11. NEC 11,(2011) Capitulo 13, Eficiencia Energética en la Construcción en Ecuador.

Hueco mediano (planta) Hueco grande (planta)

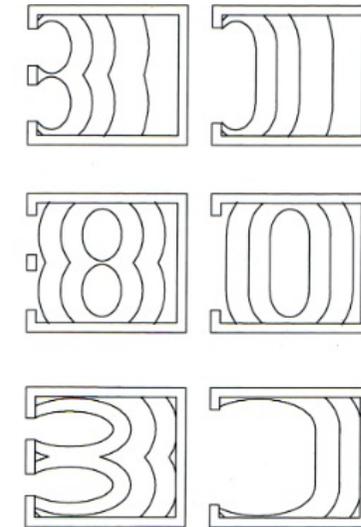


Fig. 9: Relación de ventana y superficie de fachada. Fuente: <http://docplayer.es/8361141-La-ventana-analisis-y-estrategias-respecto-a-la-energia-solar-anexo-heliodon-y-su-competencia.html>

-Indalum. (2006). Consideraciones técnicas para la selección de una ventana térmica. Indalum (Ed.), (pp. 36). Chile.

-Norma Ecuatoriana de la Construcción NEC 11. NEC 11,(2011) Capitulo 13, Eficiencia Energética en la Construcción en Ecuador.



### c.-Exigencias arquitectónicas

**Agrupación de espacios.**-Se recomienda los lugares de uso activo ubicarlos donde obtenga mejor radiación solar e iluminación natural mientras que los de uso pasivo en lugares de baja radiación solar e iluminación natural. (NEC, 2011)

#### **Transmitancia y aislamiento térmico máximo en cerramientos**

En la siguiente (Tabla 13) tenemos los coeficientes de transferencia U máximos en función del tipo de cerramiento y la zona climática, la ciudad de Cuenca se encuentra en la zona ZT3, ya que la ciudad presenta un clima entre 14°C a 18°C.

Estos valores serán utilizados para comparar con los datos obtenidos de las viviendas analizadas y si están cumpliendo con la normativa existente.

Tabla 13: Coeficiente de transferencia U máximos en función del tipo de cerramiento y de la zona climática.

Coeficiente global U en función del tipo de cerramiento y la zona climática W/m <sup>2</sup> k							
Zona climática	T <sub>m</sub> °c	Fachadas contacto con el aire	Cerramiento en contacto con el terreno	Cubiertas en contacto con el aire	Cerramiento en contacto con espacios no habitados no ventilados y medianeras	Cerramientos en contactos con espacios no habitados ventilados	Ventanas y lucernarios
ZT1	6,0-10,0	1,00	1,00	0,75	1,40	1,15	5,70
ZT2	10,0-14,0	1,25	1,25	1,00	1,80	1,50	5,70
ZT3	14,0-18,0	1,80	1,80	1,50	2,50	2,50	5,70

Fuente: Norma Ecuatoriana de la Construcción NEC 11.NEC 11,(2011) Capitulo 13, Eficiencia Energética en la Construcción en Ecuador.

Norma Ecuatoriana de la Construcción NEC 11.

NEC 11,(2011) Capitulo 13, Eficiencia Energética en la Construcción en Ecuador.



## 2.3.-CONCLUSIONES

Se dan a conocer los conceptos más relevantes que es necesario para nuestro posterior estudio y las estrategias para el mejoramiento de la envolvente térmica. Además la normativa en España CTE, la Ordenanza de Eficiencia Energética en Chile (INN )Instituto Nacional de Normalización y la NEC (Norma Ecuatoriana de la Construcción), capítulo 13 de eficiencia energética como tema principal la limitación de la demanda de energía, en general las normas presentan un análisis semejante de las viviendas, así como también se divide a los países en diferentes zonas térmicas de acuerdo a la altura sobre el nivel de mar como lo es el caso de la CTE, la norma en Chile y Ecuador divide en zonas térmicas al país de acuerdo al promedio de temperatura ambiental. Podemos apreciar en los requerimientos mínimos de transmitancia térmica del CTE, el factor U de los componentes de la vivienda son más exigentes que los de nuestra normativa esto se debe a que en España se presentan condiciones de clima extremo como el invierno y verano, Chile incluso presenta niveles altos de exigencia de transmitancia en nuestro

país la norma es menos exigible en cuanto a aislamiento de la vivienda.

La ordenanza para nuestro país no presenta ningún análisis técnico de los materiales y sistemas constructivos que pueden ofrecer las transmitancia exigibles en la norma, en lo contrario en España y Chile se presentan diferentes soluciones constructivas que pueden utilizarse y cada las características térmicas de cada uno de sus elementos, este nos muestra como han avanzado otros países en términos de eficiencia energética en países como Chile que hoy en día apunta a que sus viviendas cuenten con una certificación energética.

# **CAPITULO III**

---

**Investigación de los sistemas constructivos de la envolvente de paredes de ladrillo ubicados en la ciudad de Cuenca.**

---



Foto. 15: Vista aérea de la ciudad de Cuenca. Fuente: <http://www.panoramio.com/photo/1405253>



## INTRODUCCIÓN

En la primera parte de este capítulo se analizará las encuestas de las viviendas donde obtendremos los materiales y el sistema constructivo más utilizado en la ciudad de Cuenca.

Además como segundo punto se estudiará los factores de clima de la ciudad de Cuenca como temperatura ambiental, humedad relativa, precipitaciones, vientos durante los últimos 10 años con la base de datos de la estación meteorológica del Centro de Estudios Ambientales (C.E.A) de la Universidad de Cuenca. Tercero se desarrollará un análisis de cinco viviendas unifamiliares como muestra de la ciudad, de las cuales se tomarán mediciones medioambientales durante ocho días; los datos obtenidos son de temperatura ambiental, humedad relativa, radiación solar, para obtener más información de la vivienda también se realizarán cálculos en el programa Ecotec, adquiriendo del programa: temperatura ambiental, humedad relativa, que nos servirá para realizar una comparativa con los datos obtenidos ; otros datos que resultarán del software serán transmitancia térmica de la

envolvente y sombras proyectadas.

La cuarta parte se pretende conocer cuales podrían ser las debilidades que tienen cada uno de los hogares y si estos cumplen con las condiciones de confort.

Llegando así a conocer la vivienda más desfavorable en términos de confort, es decir la que no cumple condiciones aceptables del ambiente interior, también cuales son los sistemas constructivos eficientes energéticamente.



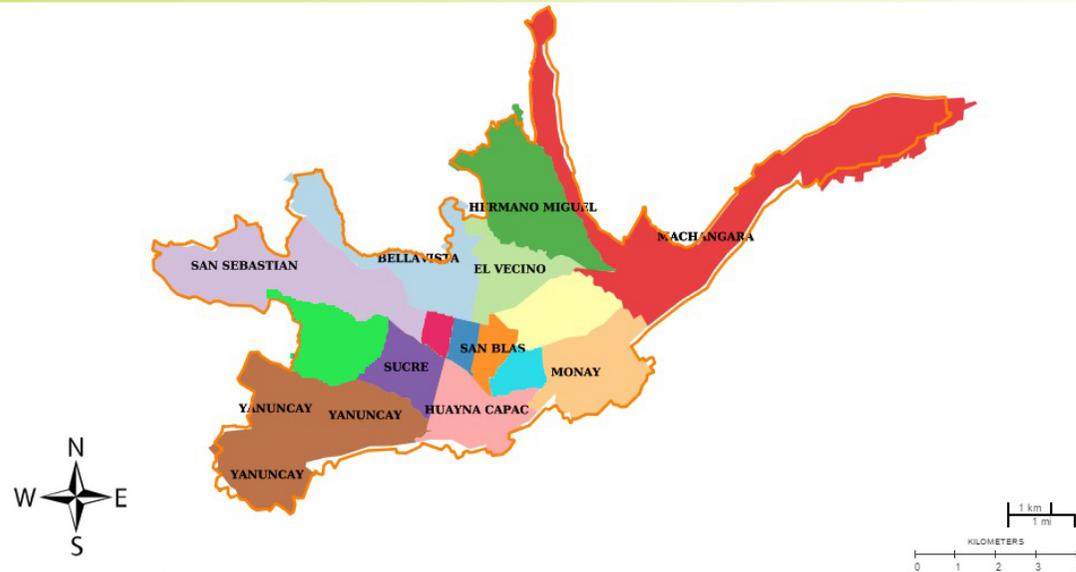
### 3.1.-LA CIUDAD DE CUENCA

El cantón Cuenca se ubica en el Austro del país, en la provincia del Azuay, provincia que junto con Cañar y Morona Santiago.

La ciudad de Cuenca está ubicada geográficamente entre las coordenadas 2°39' a 3°00' de latitud sur y 78°54' a 79°26' de longitud oeste, con una altura en la zona urbana se encuentra a una altitud de 2560 msnm aproximadamente.

En el siguiente (Mapa 1) se muestra la ciudad de Cuenca con sus parroquias urbanas, que a las quince parroquias urbanas se les denomina la ciudad de Cuenca, con un área de 72.32 km<sup>2</sup>.

El área total del cantón es de 3086 km<sup>2</sup>, ocupando el área urbana apenas el 2.34%. (Bermeo, 2012)



Mapa 1: Ciudad de Cuenca con sus parroquias urbanas

Fuente: <http://ide.cuenca.gob.ec/geovisor/map/viewer.seam?param=3&mode=1>

#### Simbología:

	Bellavista		Huayna Capac
	Cañaribamba		Machángara
	El Batán		Monay
	El Sagrario		San Blas
	El Vecino		San Sebastian
	Gil Ramires Dávalos		Sucre
	Hermano Miguel		Totoracocho
			Yanuncay

-Bermeo, H. (2012). Dipecho VII . Implementación de la Metodología de Análisis de Vulnerabilidades a nivel cantonal- Cuenca. (pp. 180). Universidad de Cuenca, Cuenca.



### 3.1.1.-FACTORES DEL CLIMA DE LA CIUDAD DE CUENCA

Desde la antigüedad la inventiva del hombre le ha permitido desafiar los rigores ambientales, el refugio se convirtió en la defensa más elaborada contra climas hostiles, a medida que evolucionaba el refugio se acumulaban experiencias que se diversificaban para afrontar los retos de la gran variedad de climas. (Olyay, 2010)

#### a.-Temperatura ambiental

Temperatura periodo (2006-2015).

Analizando las (Tabla 14 y 15) y (Gráf. 1 y 2) podemos decir que el año en el que se registró una menor temperatura fue en el año 2008 con una temperatura de 15.24 grados centígrados mientras que en el año en el que se registró una mayor temperatura fue en el 2013 con una temperatura de 16.08 grados centígrados.

Además las menores temperaturas se encuentran entre los meses de junio a septiembre, mientras que las máximas temperaturas entre los meses de octubre a febrero. El promedio estimado de temperatura de 15.63 °C.(ver anexo 1 y 2 ).

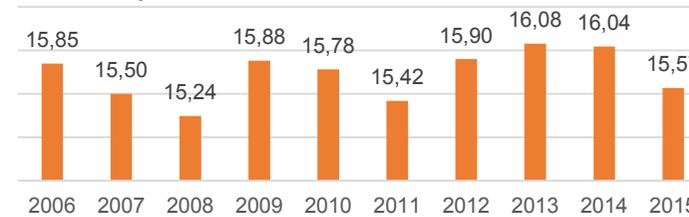
Olyay, V. (2010). Arquitectura y clima, Manual de diseño bioclimático para arquitectos y urbanistas (Primera ed.). Rubi, Barcelona: Graficas 92.

Leidy Avila Contreras

Tabla 14: Temperatura ambiental por años

Tabla de temperatura ambiental de la ciudad de Cuenca por años (periodo 2006-2015)										
Años	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
Promedio	15,85	15,50	15,24	15,88	15,78	15,42	15,90	16,08	16,04	15,57

Fuente: Estación meteorológica del C.E.A. de la Universidad de Cuenca

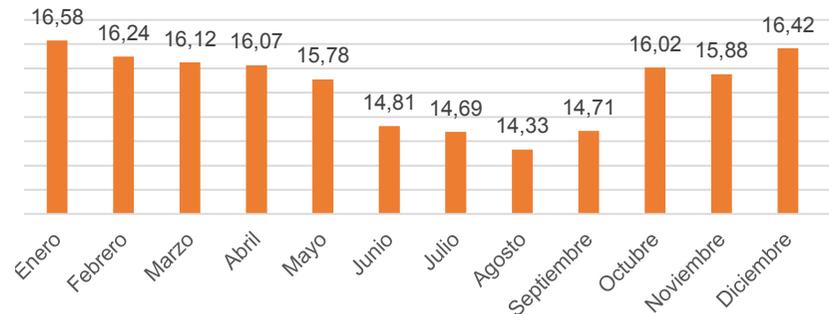


Gráf. 1: Temperatura ambiental por años. Fuente: Estación meteorológica del C.E.A. de la Universidad de Cuenca

Tabla 15: Temperatura ambiental por meses.

Tabla de temperatura ambiental de la ciudad de Cuenca por meses (periodo 2006-2015)												
Meses	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
Promedio	16,58	16,24	16,12	16,07	15,78	14,81	14,69	14,33	14,71	16,02	15,88	16,42

Fuente: Estación meteorológica del C.E.A. de la Universidad de Cuenca



Gráf. 2: Temperatura ambiental por meses. Fuente: Estación meteorológica del C.E.A. de la Universidad de Cuenca



**b.-Humedad relativa**

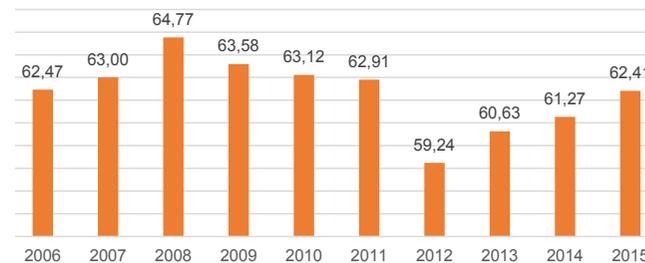
**Humedad periodo (2006-2015)**

Observando las (Tabla 16 y 17) y (Gráf. 3 y 4) el año que se registró mayor humedad es el 2008 con una humedad relativa de 64.77 %, mientras que en el año 2012 se registró una menor humedad relativa de 59.24 %. Los meses de mayor humedad se registraron en abril, mayo y junio, siendo el mes de mayo el que registró una mayor humedad con 64.40 % mientras que el mes que registró una menor humedad de 59.30 % fue el mes de octubre. El promedio de humedad relativa se encuentra en los 62.30 %. (Ver anexo 3 y 4)

Tabla 16: Humedad relativa por años

Tabla de humedad relativa en (%) de la ciudad de Cuenca por años (periodo 2006-2015)										
Años	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
Promedio	62,47	63,00	64,77	63,58	63,12	62,91	59,24	60,63	61,27	62,41

Fuente: Estación meteorológica del C.E.A. de la Universidad de Cuenca



Gráf. 3: Humedad relativa por años. Fuente: Estación meteorológica del C.E.A. de la Universidad de Cuenca

Tabla 17: Humedad relativa por años

Tabla de humedad relativa en (%) de la ciudad de Cuenca por meses (periodo 2006-2015)												
Meses	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
Promedio	62,47	63,00	63,50	63,60	64,40	64,30	62,50	61,30	60,20	59,30	60,00	62,20

Fuente: Estación meteorológica del C.E.A. de la Universidad de Cuenca



Gráf. 4: Humedad relativa por meses. Fuente: Estación meteorológica del C.E.A. de la Universidad de Cuenca



**c.-Precipitaciones**

**Precipitaciones periodo (2006-2015)**

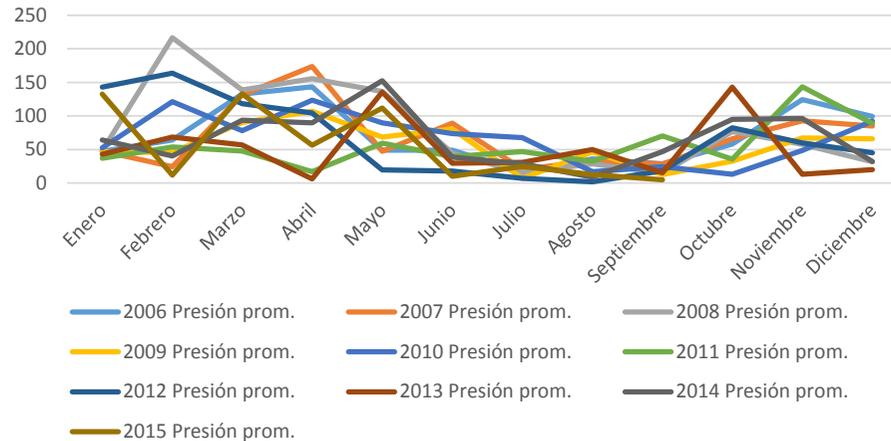
En la (Tabla 18) y (Gráf. 5) podemos observar que en el año que se registró mayores precipitaciones fue en el 2008 con un promedio de 80.26 mm; mientras que en el año 2013 se registró una menor precipitación con 50,94 mm.

Los meses de mayor precipitación se registraron en los meses de marzo, abril y mayo siendo el mes de marzo que presentó mayores precipitaciones con 101,87 mm; mientras que el mes que registró una menor precipitación fueron los meses de julio y septiembre con una precipitación de 26,28 mm.

Tabla 18: Precipitaciones por años y meses en (mm).

Tabla de precipitaciones en (mm) de la ciudad de Cuenca por años y meses (periodo 2006-2015)											
Meses	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	Presión prom.
	Presión prom.										
Enero	47,2	47,7	48,2	46,3	52,2	37	143,1	43	64,1	132,4	66,12
Febrero	63,9	24,3	216,3	45,6	121,4	53,8	163,5	68,3	40,4	11,9	80,94
Marzo	132,4	131,3	138,6	89,9	77,8	47,5	118,1	56,8	93,5	132,8	101,87
Abril	143,3	173,5	155,4	107	123,3	16,8	104,2	5,9	89,6	56,4	97,54
Mayo	48,8	47,1	136,5	68,4	89,7	59,2	19,7	135,7	152,5	111,8	86,94
Junio	49,1	89,1	44,4	80,6	73,5	39,5	17,8	29,6	38,6	9,8	47,20
Julio	15,6	20,3	15	6,8	67,5	46,8	6,9	30,9	28,5	24,5	26,28
Agosto	35,8	32,8	28,4	46,3	16,9	32	1,8	50	8,7	12,7	26,54
Septiembre	28,5	28	14,6	12,6	24,1	70,2	18,4	15,1	46,7	4,6	26,28
Octubre	58,1	65,9	76,6	32,6	13,2	35,7	82,3	143	94,9		66,92
Noviembre	124,4	92,7	57,4	66,9	48,5	143,3	59,8	13	96		78,00
Diciembre	99,3	84,8	31,7	66	92,4	88,6	44,9	20,1	32,1		62,21
Promedio	70,53	69,79	80,26	55,75	66,71	55,87	65,04	50,95	65,47	55,21	63,56

Fuente: Estación meteorológica del C.E.A. de la Universidad de Cuenca



Gráf. 5: Precipitaciones por años y meses en (mm). Fuente Estación meteorológica del C.E.A. de la Universidad de Cuenca



**d.-Vientos**

**Velocidad del viento periodo (2006-2015)**

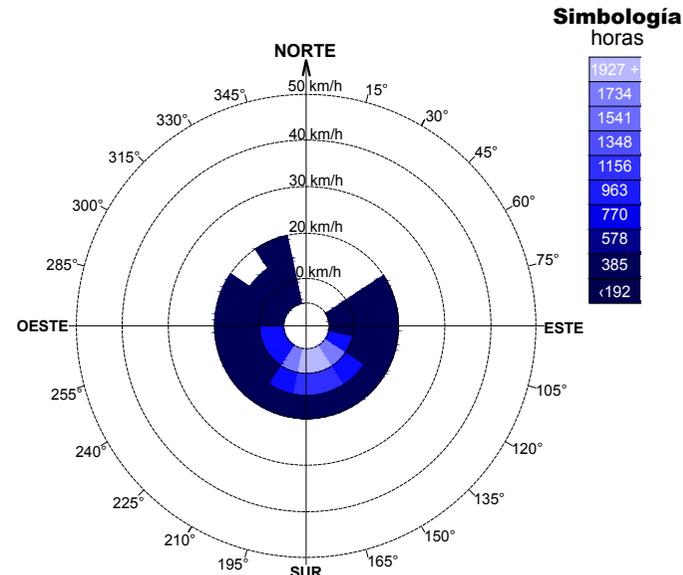
Los meses de mayor velocidades de viento se registraron en los meses de septiembre, octubre, noviembre y diciembre siendo el mes de noviembre el de mayor velocidad con 28.14 Km/h; mientras que el mes de menor velocidad fue el mes de junio con 19.38 Km/h. (ver anexos 6, 7, 8, y 9)

En la (Tabla 19) y (Gráf. 6) podemos observar que los vientos más predominantes vienen del sureste al suroeste con una velocidad de 4.16 m/s

Tabla 19: Velocidad de Viento en (Km/h) y (m/s)

Tabla de velocidad de viento en (Km/h) y (m/s) de la ciudad de Cuenca por dirección predominante (periodo 2006-2015)								
Dirección	N	NE	E	SE	S	SW	W	NW
Velocidad Km/h	14,14	13,98	1,18	13,89	14,98	14,79	1,80	12,09
Velocidad m/s	3,93	3,86	0,33	4,16	4,11	4,11	0,50	3,36
Dirección predominante %	5,3%	8,9%	0,2%	17,7%	14,0%	16,2%	0,2%	3,4%

Fuente: Estación meteorológica del C.E.A. de la Universidad de Cuenca



Gráf. 6: Dirección predominante de vientos. Fuente: Estación meteorológica del C.E.A. de la Universidad de Cuenca

## Zona térmica

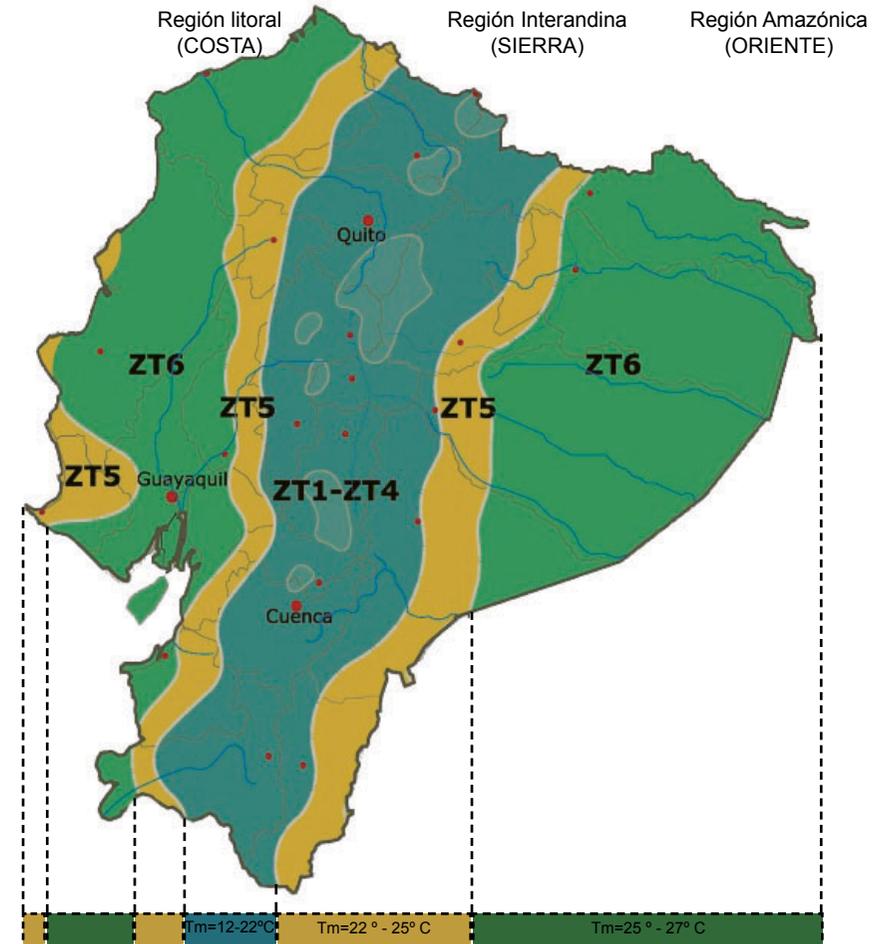
En la siguiente (Tabla 20), podemos observar en la zona climática en la cual se encuentra la ciudad de Cuenca, que es la ZT3. En el (Mapa 2) se puede entender las diferentes zonas térmicas en la que se encuentra dividido el país. De acuerdo a la temperatura ambiental media.

Tabla 20: Zona climática, temperatura media de algunas ciudades capitales de provincias del Ecuador.

Tabla de zonas climáticas de acuerdo a su temperatura ambiental media.		
Capitales de Provincias	Zona climática NEC-11	Temperatura media (°C)
Santa Elena	ZT5	23,8
Portoviejo	ZT6	25,1
Guayaquil	ZT6	26,1
Santo Domingo	ZT5	24,2
Cuenca	ZT3	15
Quito	ZT2	13,6
Latacunga	ZT2	13,5
Tulcán	ZT2	10,9
Puyo	ZT4	20,8
Francisco de Orellana	ZT6	26,6
Loja	ZT3	16

Fuente: Guillen, V. (2014). Metodología de evaluación de confort térmico exterior para diferentes pisos climáticos en Ecuador. Congreso Nacional del Medio Ambiente, 15.

Leidy Avila Contreras



Mapa 2: Mapa de niveles térmicos en función de las zonas climáticas Ecuador.

Fuente: Guillen, V. (2014). Metodología de evaluación de confort térmico exterior para diferentes pisos climáticos en Ecuador. Congreso Nacional del Medio Ambiente, 15



### 3.2.-RESULTADOS DE LAS ENCUESTAS

El estudio se realizaron en el área urbana del cantón Cuenca, en 280 viviendas de nivel particular considerando las 15 parroquias de Cuenca que son: Bellavista, Cañaribamba, El Batán, El Sagrario, El Vecino, Gil Ramires Dávalos, Hermano Miguel, Huayna Capac, Machángara, Monay, San Blas, San Sebastian, Sucre, Totoracocha y Yanuncay.

Con las indicaciones proporcionadas en los objetivos y antecedentes de la investigación se determina que los resultados proporcionaron estimaciones sobre la demanda por características de calidad y valoración de indicadores de sustentabilidad medioambientales asociados a la vivienda a nivel de ciudad de Cuenca.

El diseño específico de muestreo estadístico que se ha establecido es del tipo Probabilístico, polimetálico y aleatorio. La unidad de muestreo es el sector censal (UPM). El número de sectores a seleccionarse esta en función del número de viviendas que existan en cada parroquia y de la distribución por nivel socioeconómico

(A; B; C+; C-; D) siendo A las de mayor nivel socioeconómico y D las de menor nivel. Ver (Tabla 21)

Leidy Avila Contreras

Tabla 21: Resumen tipología de vivienda.

Tabla de viviendas a realizarse las encuestas			
Parroquia	Número de viviendas	%	Muestra de viviendas
Bellavista	8069	7%	18
Cañaribamba	3742	3%	8
El Batán	7664	6%	17
El Sagrario	2736	2%	6
El Vecino	9417	8%	21
Gil Ramirez Dávalos	3006	2%	7
Hermano Miguel	4931	4%	11
Huayna Capac	5464	4%	12
Manchángara	6876	6%	16
Monay	6458	5%	15
San Blas	3418	3%	8
San Sebastián	31890	26%	73
Sucre	5823	5%	13
Totoracocha	7628	6%	17
Yanuncay	16518	13%	38
Total general	123640	100%	280

Fuente: Grupo de Investigación "método de certificación de la construcción sustentable de viviendas"



## Tipología de la vivienda en la ciudad de Cuenca

En las encuestas realizadas en los quince parroquias de la ciudad de Cuenca se constató que la tipología de vivienda más predominante es la casa adosada entre dos viviendas con un porcentaje del 80%, siguiendo la casa aislada con un porcentaje del 15%, luego el departamento adosado con un porcentaje del 4% y por último el departamento aislado con un porcentaje del 1%. La vivienda aislada se presenta en un mayor porcentaje en la parroquia Huayna Capac con un porcentaje del 42%.

Las parroquias en las que se presenta en un 100% casas adosada entre dos viviendas son Bellavista, Cañaribamba, El Sagrario, Gil Ramires Dávalos y Sucre.

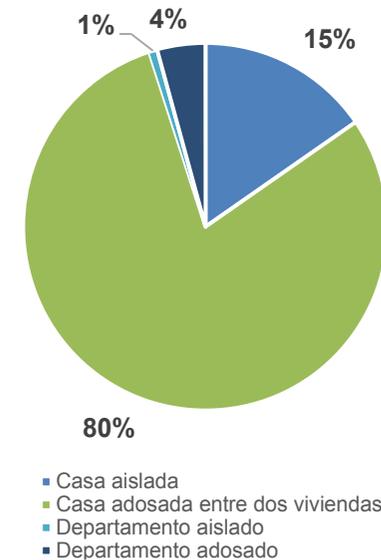
El departamento aislado se presenta con un mayor porcentaje del 1% en la parroquia San Sebastián, además que en esta parroquia se presentan las cuatro tipologías de vivienda.

El departamento adosado se presenta con mayor porcentaje en las parroquias El Batán con 18% y Monay con 13%. Ver (Tabla 20) y (Gráf. 7)

Tabla 22: Resumen tipología de vivienda.

Tabla de tipo de vivienda en la ciudad de Cuenca					
Parroquia	Casa aislada	Casa adosada entre dos viviendas	Depto. aislado (tiene 4 vistas)	Depto. adosado	Total
Bellavista	0%	100%	0%	0%	100%
Cañaribamba	0%	100%	0%	0%	100%
El Batán	6%	71%	6%	18%	100%
El Sagrario	0%	100%	0%	0%	100%
El Vecino	0%	90%	0%	10%	100%
Gil Ramirez Dávalos	0%	100%	0%	0%	100%
Hermano Miguel	27%	73%	0%	0%	100%
Huayna Capac	42%	50%	0%	8%	100%
Manchángara	25%	75%	0%	0%	100%
Monay	33%	53%	0%	13%	100%
San Blas	25%	75%	0%	0%	100%
San Sebastián	25%	73%	1%	1%	100%
Sucre	0%	100%	0%	0%	100%
Totoracocha	0%	88%	0%	12%	100%
Yanuncay	13%	84%	0%	3%	100%
<b>Total</b>	<b>15%</b>	<b>80%</b>	<b>1%</b>	<b>4%</b>	<b>100%</b>

Fuente: Grupo de Investigación "método de certificación de la construcción sustentable de viviendas"



Gráf. 7: Tipología de la vivienda en la ciudad de Cuenca.

Fuente: Grupo de Investigación "método de certificación de la construcción sustentable de viviendas"



## Materiales predominantes en las viviendas

Los materiales predominantes de las viviendas de la ciudad de Cuenca son para paredes interiores y exteriores de ladrillo con un porcentaje del 58% como material principal y el bloque con un porcentaje del 21% como material secundario, los acabados únicamente son pintado de paredes con un porcentaje del 79 %, siguiéndole que se deja en estado natural con un promedio del 11%, cielo raso de estuco y estructura vista, los vanos de las edificaciones en su mayor porcentaje son de material distinto al estudiado en las encuestas y en segundo lugar tenemos la madera con un porcentaje del 48%, las cubierta de eternit con un porcentaje del 54% y teja con 36%, piso de madera con 44% y cerámica con el 42% y la estructura de las viviendas es de hormigón armado con el 79% y madera con el 17%.

En la siguiente (Tabla 23) se presenta los materiales predominantes de las edificaciones.

Tabla 23: Materiales predominantes en la ciudad de Cuenca.

Tabla de materiales predominantes en las viviendas de la ciudad de Cuenca									
Materiales	Muros exteriores	Acabados en Fachada	Vanos	Muros interiores	Acabados muros interiores	Cielo raso	Cubierta	Piso	Estructura
Ladrillo	58%			63%				1%	
Bloque	21%			24%					
Piedra	8%			3%					
Madera	1%		48%	3%		12%		44%	17%
Tierra	1%								
Hormigón	2%			1%				5%	
Natural		15%			11%				
Revestido pintado		8%			8%				
Pintado		74%			79%				
Estructura vista						9%			
Estuco						72%			
Aglomerado						1%			
Teja							36%		
Loza							6%		
Eternit							54%		
Zinc							4%		
Alfombra								1%	
Cerámica								42%	
Vinil								1%	
Metálica									3%
Hormigón armado									79%
Otros	9%	3%	52%	5%	3%	5%		6%	1%
No sabe				1%					

Fuente: Grupo de Investigación "método de certificación de la construcción sustentable de viviendas"



### Análisis de preguntas de confort ambiental

Las preguntas de confort ambiental se realizan para conocer el grado de comodidad presentan las viviendas en la ciudad de Cuenca.

En los resultados se dieron a conocer la percepción del ambiente interior de sus viviendas y fueron las siguientes: **muy fría** en la mañana y todo el tiempo con un porcentaje del 45%, **algo fría** todo el tiempo con un porcentaje del 41% y **fresca** todo el tiempo con un porcentaje del 87%.

Estos valores presentados son porcentajes altos, es decir se confirma que las viviendas en la ciudad de Cuenca no cumplen con las exigencias de un ambiente interior confortable. El 69 % de las personas siente que su vivienda es **algo calurosa** todo el tiempo, cabe resaltar que en este porcentaje se encuentran las personas de nivel económico A y B, ya que sus viviendas se construyen con materiales de mejor calidad, existe un diseño arquitectónico previo, pero el problema no se soluciona ya que no se alcanza niveles de confort porque no se utiliza un sistema constructivo de acuerdo a las exigencias de la vivienda. Los datos pueden ser observados en las siguientes (Tabla 24 y 25) y (Gráf. 8 y 9).

Tabla 24: Resultados de la pregunta . ¿En qué momento del día siente su vienda, muy fría, algo fría, fresca, algo calurosa o muy calurosa?

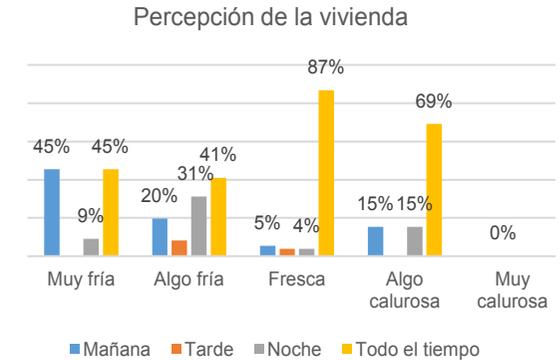
Tabla de percepción del ambiente interior de la vivienda					
	Percepción	Mañana	Tarde	Noche	Todo el tiempo
Total	Muy fría	45%	0%	9%	45%
	Algo fría	20%	8%	31%	41%
	Fresca	5%	4%	4%	87%
	Algo calurosa	15%	0%	15%	69%
	Muy calurosa	0%	0%	0%	0%

Fuente: Grupo de Investigación "método de certificación de la construcción sustentable de viviendas"

Tabla 25.-Percepción del ambiente interior.

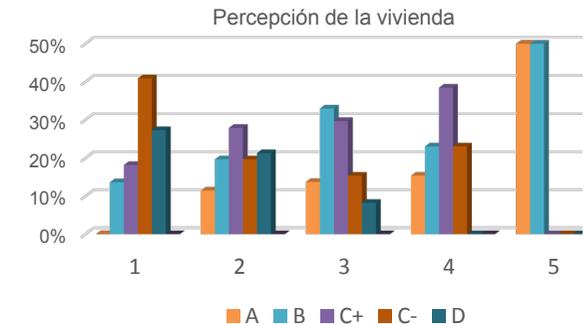
Tabla de percepción del ambiente interior de la vivienda por nivel socio económico.					
NSE	Muy fría	Algo fría	Fresca	Algo calurosa	Muy calurosa
A	0%	11%	14%	15%	50%
B	14%	20%	33%	23%	50%
C+	18%	28%	30%	38%	0%
C-	41%	20%	15%	23%	0%
D	27%	21%	8%	0%	0%
<b>Total</b>	<b>100%</b>	<b>100%</b>	<b>100%</b>	<b>100%</b>	<b>100%</b>

Fuente: Grupo de Investigación "método de certificación de la construcción sustentable de viviendas"



Gráf. 8: Percepción de vivienda.

Fuente: Grupo de Investigación "método de certificación de la construcción sustentable de viviendas"



1.-Muy fría 2.-Algo fría 3.-Fresca 4.-Algo calurosa 5.-Muy calurosa

Gráf. 9: Percepción de vivienda.

Fuente: Grupo de Investigación "método de certificación de la construcción sustentable de viviendas"



## Resumen de preguntas de confort interior.

Las respuestas a la pregunta 1 a las que se hicieron a los habitantes de las viviendas fue en un 42% positiva y en un 58%, lo que significa que en las viviendas de la ciudad de Cuenca existen infiltraciones de aire.

La pregunta 2 solo un 2% de la población utiliza un sistema de calefacción y de este porcentaje el 20% utiliza calefactor a gas y el 80% calefactor eléctrico portátil. Los meses que usan calefacción son Julio, Agosto, Diciembre o cuando hace frío.

La tercera pregunta el 14% de las personas creen que su vivienda necesita calefacción, y como se puede observar en la tabla mientras mas baja el nivel socioeconómico la necesidad aumenta esto se debe a que las viviendas mientras menor sea su calidad técnica en cuanto a materiales, seguimiento y construcción más problemas ocasionará en el futuro en términos energéticos. La pregunta 4 es muy favorable ya que el 92% de las personas aprovechan la luz natural. La pregunta 5, solo el 4% de las personas realizaría una reforma en la envolvente de su hogar para mejorar la temperatura interior.

En la (Tabla 23) y (Gráf. 10) se presenta un resumen de las preguntas antes mencionadas.

Leidy Avila Contreras

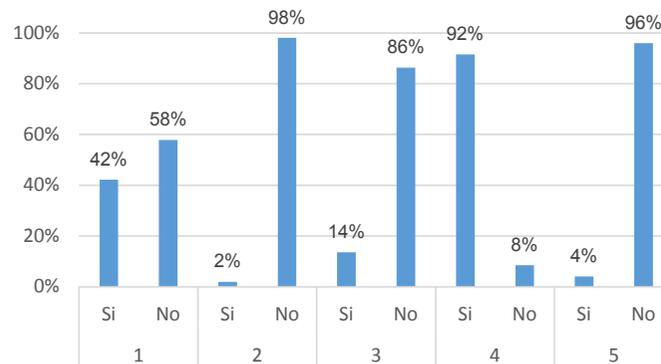
Tabla 26: Resumen de preguntas

Tabla resumen de preguntas de confort interior										
	1		2		3		4		5	
NSE	Si	No	Si	No	Si	No	Si	No	Si	No
A	37%	63%	6%	94%	3%	97%	91%	9%	3%	97%
B	38%	62%	3%	97%	6%	94%	95%	5%	3%	97%
C+	44%	56%	1%	99%	11%	89%	94%	6%	1%	99%
C-	48%	52%	0%	100%	21%	79%	92%	8%	8%	92%
D	44%	56%	0%	100%	26%	74%	85%	15%	6%	94%
Total	42%	58%	2%	98%	14%	86%	92%	8%	4%	96%

### Preguntas

- 1.-¿Siente corriente de aire en el interior de su vivienda?
- 2.- ¿Usa algún sistema para calefacción de su vivienda?
- 3.-¿Cree usted que necesita calefacción en su vivienda?
- 4.-¿Abre usted las cortinas de las habitaciones durante el día para aprovechar la luz natural?
- 5.-¿Usted realizaría algún tipo de reforma en las paredes exteriores para mejorar la temperatura de su casa?

Fuente: Grupo de Investigación "método de certificación de la construcción sustentable de viviendas"



Gráf. 10: Percepción de vivienda. Fuente: Grupo de Investigación "método de certificación de la construcción sustentable de viviendas"



### 3.3.-ESTUDIOS DE VIVIENDAS

#### 3.3.1.-DESCRIPCIÓN

En el estudio de viviendas se desea establecer el nivel de confort que actualmente tienen las viviendas para hacer una propuesta de envolvente y así lograr una buena condición de vida para sus usuarios.

La vivienda debe proporcionar bienestar que se define como un conjunto de factores que participan en la calidad de vida de las personas y que hacen que su existencia posea todos aquellos elementos que dan lugar a la tranquilidad y satisfacción humana.

#### **Materiales y métodos de análisis**

Para la presente tesis se realizó un estudio de campo, mediante toma de datos de variables ambientales y físicas realizadas en las viviendas como parte del trabajo de investigación realizado por el proyecto: "Método de Certificación de la Construcción Sustentable de la Vivienda." ganador del XIII Concurso de Proyectos de Investigación de la Universidad de Cuenca.

Se utilizaron dos tipos de técnicas para recolección de datos que son: el estudio de campo y la otra para el análisis el software (AUTODESK® ECOTECT® Analysis, 2011 versión educativa). Ayudando este software para el análisis energético, térmico, basado en el Método de las Admitancias desarrollado por el Chartered Institute of Building Service Engineers (CIBSE).

La toma de datos fueron en dos espacios sociales como: sala, comedor; uno privado el dormitorio principal. Las mediciones fueron registradas durante una semana en los meses de octubre y noviembre, las variables fueron: Temperatura interior (C°), humedad relativa interior (% HR), niveles de radiación solar (W/m<sup>2</sup>), siendo los datos registrados las 24 horas del día cada hora. Los equipos utilizados para la toma las mediciones de temperatura ambiental, humedad relativa y radiación son los que se presentan en la siguiente (Tabla 27).

Tabla 27: Equipos utilizados en trabajo en campo.

Tabla de equipos		
Equipo	Marca	Modelo
Sensor de Temperatura (Thermistor)	Apogee	ST-100
Sensor de Humedad relativa	Omega	HX71-V1
Piranómetro	Apogee	SP-212

Fuente: Grupo de Investigación "método de certificación de la construcción sustentable de viviendas"

#### **Universo y muestra**

Para el estudio se consideró el tipo de vivienda según las bases de datos del Censo de Vivienda del año 2010 reporta para el país un total de 4'654.309 viviendas, de las cuales el 4.649.330 son denominadas viviendas particulares y 60,6 % (2'809.433) son urbanas y el resto 39,4% rurales. (Clasificación oficial de urbano y rural del Instituto Nacional de Estadísticas y Censos (INEC)). Viviendas unifamiliares adosadas, se consideraron cinco viviendas ubicadas en diferentes sectores.

#### **VARIABLES ANALIZADAS**

Temperatura ambiental, humedad relativa, radiación, sombras y envolvente.

## Software y equipos utilizados en el análisis de las viviendas.

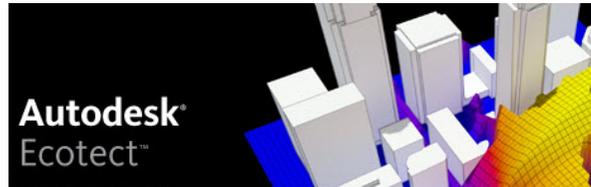


Fig. 10: Programa Ecotect utilizado en las simulaciones de las viviendas para obtener datos medio ambientales.

Fuente: La Autora



Foto. 16: Sensor de radiación (Piranómetro).

Fuente: <http://www.alphaomega-electronics.com/es/radiacion-solar/2609-ms-602-piranometro.html>



Foto. 17: Sensor de humedad relativa.

Fuente: <http://www.omega.com/pptst/HX71.html>

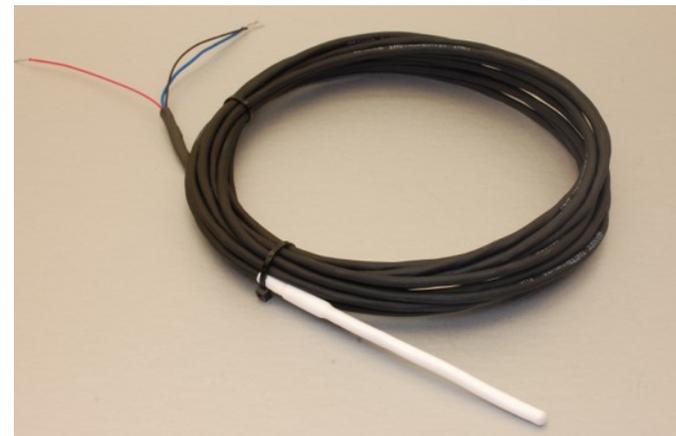


Foto. 18: Sensor de temperatura ambiental (THERMISTOR). Fuente: <http://www.idelsur.com/>

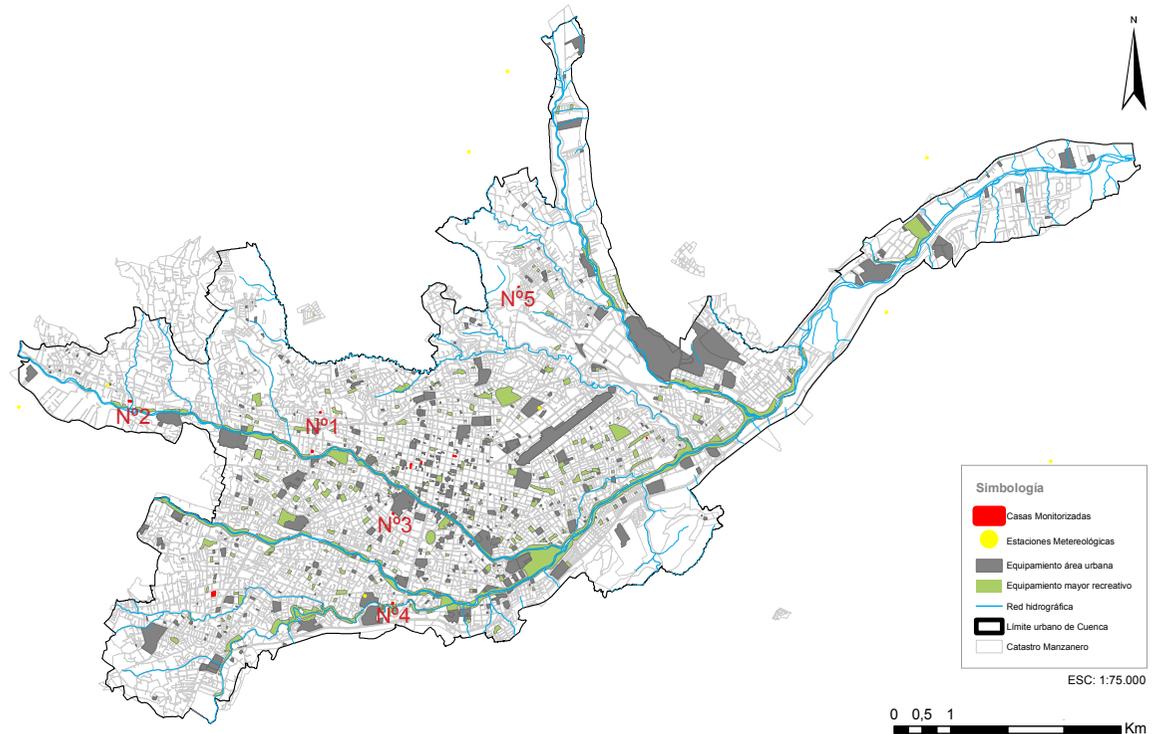
### 3.3.2.-ANÁLISIS DE LAS VIVIENDAS



Foto. 19: Vista aérea de la ciudad de Cuenca. Fuente: <http://www.turismo-ecuador.com/ecu/?p=187>

Las viviendas analizadas se escogieron por la ubicación que se encuentran dentro del casco urbano tratando de abarcar todos los sectores de la ciudad de Cuenca, además de la apertura de sus hogares para realizar levantamientos planimétricos, colaborarnos en encuesta y cuidado de los equipos que se dejan en sus viviendas para la toma de datos medioambientales. En el (Mapa 3) se muestra donde se encuentran cada una de las viviendas analizadas.

Leidy Avila Contreras



Mapa 3: Ubicación de las viviendas de estudio en el plano de Cuenca.

Fuente: Grupo de Investigación "método de certificación de la construcción sustentable de viviendas"

Vivienda N°1.-Ubicada en las calles el Apio y Guabisay

Vivienda N°2.-Ubicada en la avenida Ordoñez Laso. Urbanización Río Amarillo

Vivienda N°3.-Ubicada en la Calle Honorato Loyola. Sector Universidad de Cuenca

Vivienda N°4.-Ubicada en la calle de retorno y Diego Velásquez.

Vivienda N°5.-Ubicada en la calle Tomás Clavo del Curto. Sector los Trigales Bajos manzana U222

## a.-Vivienda N°1

La toma de datos fueron registrados del 7 al 13 de octubre del 2015, se trata de un domicilio unifamiliar adosado, cuenta con una orientación este-oeste, y se encuentra localizada en la calles Apio y Guabisay. (Fig.11)

La vivienda cuenta con 169.20 m<sup>2</sup> desarrollada en una sola planta, la materialidad de muros de espesor de 15 cm que está compuesto de ladrillo con recubrimiento de mortero de hormigón, cubierta de teja y ventanas de aluminio y vidrio.

Los ambientes son: dos dormitorios, estudio, sala, comedor, cocina, área de lavado y dos baños completos. (Foto. 20 y 21)

### Ubicación



Fig. 11: Ubicación.

Fuente Grupo de Investigación "método de certificación de la construcción sustentable de viviendas"

### Fotos



Foto. 20: Fachada de vivienda.

Fuente: Grupo de Investigación "método de certificación de la construcción sustentable de viviendas"

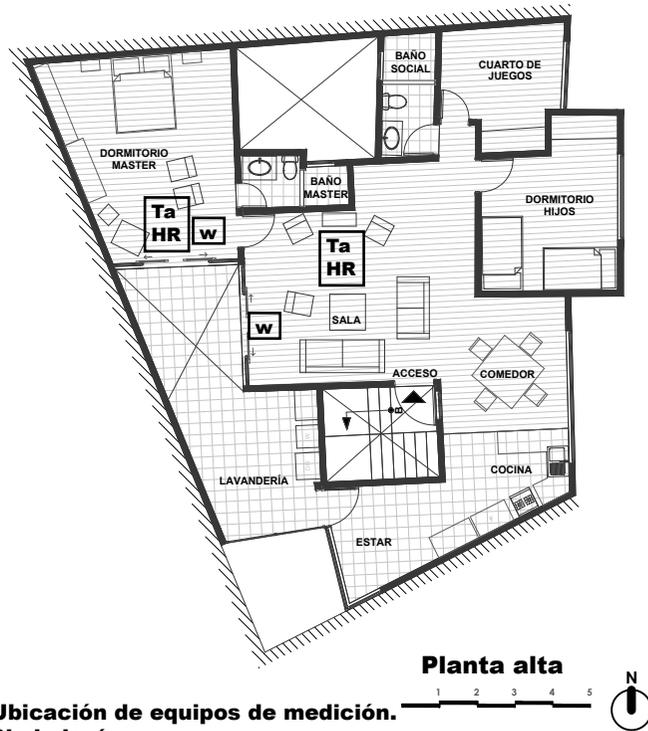


Foto. 21: Sala con vista hacia patio exterior.

Fuente: Grupo de Investigación "método de certificación de la construcción sustentable de viviendas"



## Planos arquitectónicos



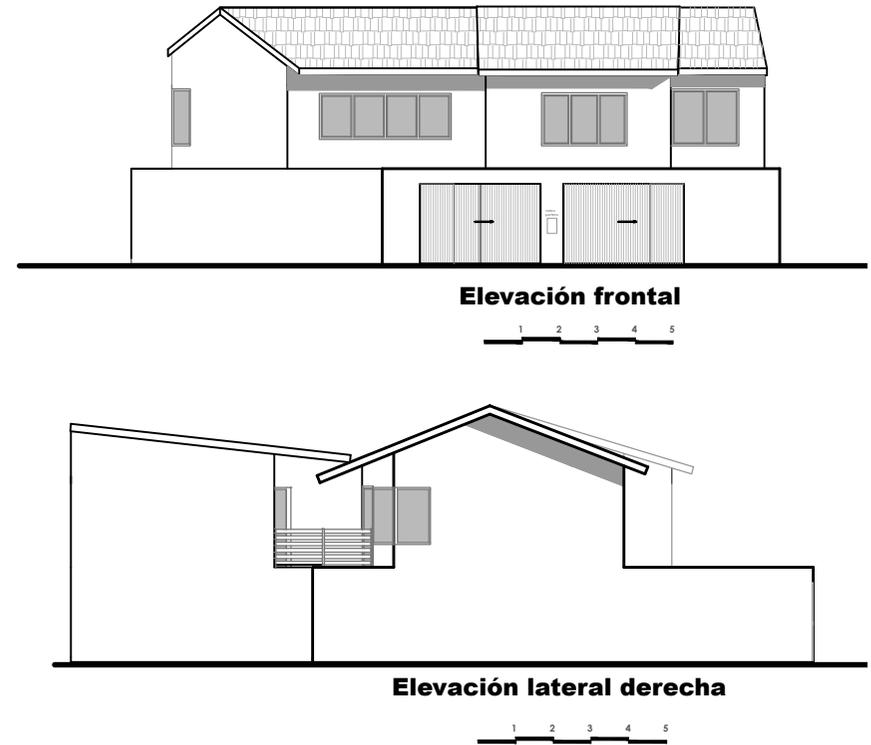
**Ubicación de equipos de medición.**

**Simbología:**

- Ta.-Temperatura del aire en °C.
- HR.-Humedad relativa del aire en %
- W.-Niveles de radiación en W/m<sup>2</sup>

Fig. 12: Planos arquitectónicos.

Fuente: Grupo de Investigación "método de certificación de la construcción sustentable de viviendas"





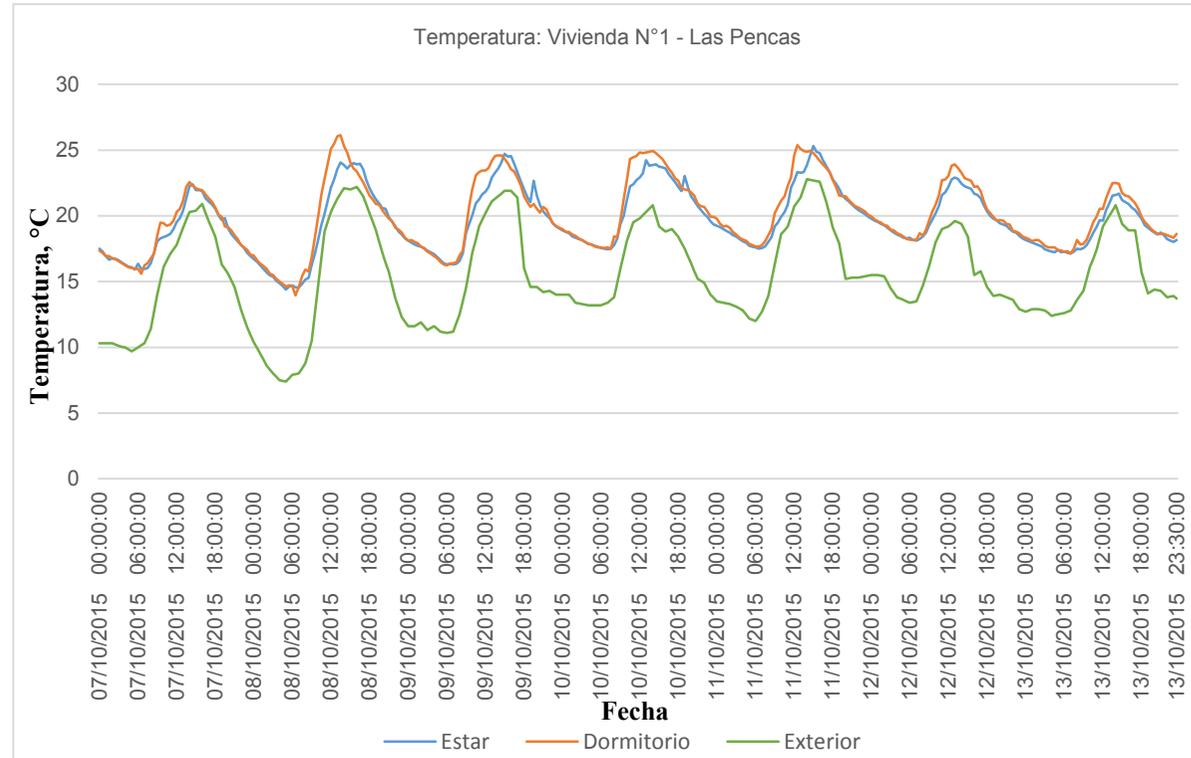
## Temperatura ambiental medición en campo

En los datos obtenidos podemos observar que las temperaturas más altas se tienen desde las 12:00 am hasta las 18:00 pm y entre las 00:00 h y las 06:00 am tenemos las temperaturas más bajas. Teniendo en el estar una máxima de 25.31 °C y mínima de 14.40 °C y un promedio de 19.61 °C; la temperatura máxima obtenida en el dormitorio principal es de 22.80 °C y mínima de 13.96 °C y un promedio de 19.97 °C. En la siguiente (Tabla 28) y (Gráf. 11) se presenta los valores antes mencionados. Los rangos de temperatura en estar y dormitorio principal no cumplen en cierta medida condiciones de confort.

Tabla 28: Temperatura ambiental.

Temperatura ambiental vivienda 1			
	Estar	Dormitorio principal	Exterior
Promedio	19,61	19,97	15,45
Mínimo	14,40	13,96	7,40
Máximo	25,31	26,14	22,80
Desviación	2,46	2,67	3,72

Fuente: Grupo de Investigación "método de certificación de la construcción sustentable de viviendas"



Gráf. 11: Temperatura.

Fuente: Grupo de Investigación "método de certificación de la construcción sustentable de viviendas"



## Temperatura ambiental realizado en Ecotec

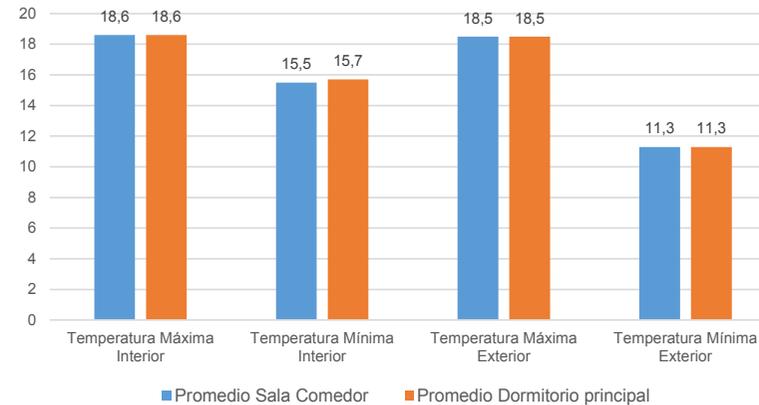
Podemos observar en la (Tabla 29) y (Gráf. 12) que el promedio tanto en sala-comedor como dormitorio principal coinciden, con una máxima de 18.6° C y mínima de 15.6° C; una temperatura máxima exterior de 18.5 grados centígrados y una mínima de 11.3 grados centígrados.

Para que las viviendas se encuentren en el rango de confort ambiental interior la temperatura debe estar en el rango de 26° C a 18° C, lo que significa que la vivienda se encuentra menos 2.4 °C por debajo del límite de temperatura ambiental ideal. (ver anexo 10 y 11)

Tabla 29: Temperatura ambiental.

Comportamiento Térmico				
	Temperatura Máxima Interior	Temperatura Mínima Interior	Temperatura Máxima Exterior	Temperatura Mínima Exterior
Promedio Sala Comedor	18,6	15,5	18,5	11,3
Promedio Dormitorio principal	18,6	15,7	18,5	11,3

Fuente: Grupo de Investigación "método de certificación de la construcción sustentable de viviendas"



Gráf. 12: Temperatura ambiental. Fuente: Grupo de Investigación "método de certificación de la construcción sustentable de viviendas"



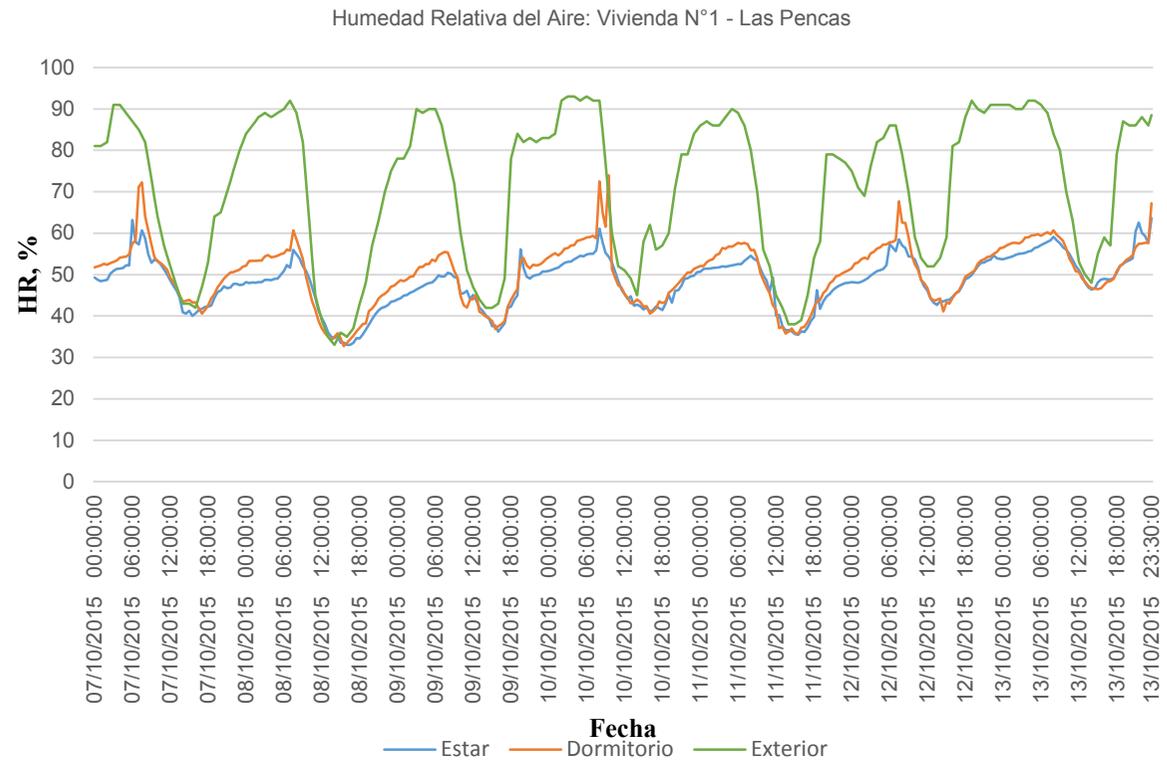
### Humedad relativa medición en campo

Tenemos como lugar de mayor porcentaje de humedad en el dormitorio principal entre 32.69%-73.92 % que se encuentra por encima de los límites aceptables que son entre 40% al 65%; mientras que en el estar tenemos una humedad entre 33 %-63.64% como un porcentaje aceptable. La información se puede observar en la (Tabla 30) y (Gráf. 13)

Tabla 30: Humedad relativa

Humedad relativa vivienda 1			
	Estar	Dormitorio principal	Exterior
Promedio	48,26	50,20	71,16
Mínimo	33,00	32,69	33
Máximo	63,64	73,92	93
Desviación	6,19	7,36	17,78

Fuente: Grupo de Investigación "método de certificación de la construcción sustentable de viviendas"



Gráf. 13: Temperatura ambiental.

Fuente: Grupo de Investigación "método de certificación de la construcción sustentable de viviendas"



## Radiación medición en campo

En el interior de la vivienda el lugar de mayor porcentaje de radiación solar es la sala-comedor con un promedio de 14.72 W/m<sup>2</sup>, en dormitorio principal se tiene un menor promedio que es de 10.35 W/m<sup>2</sup>. En el exterior de la vivienda se presentan un índice alto de radiación con 178.14 W/m<sup>2</sup>.

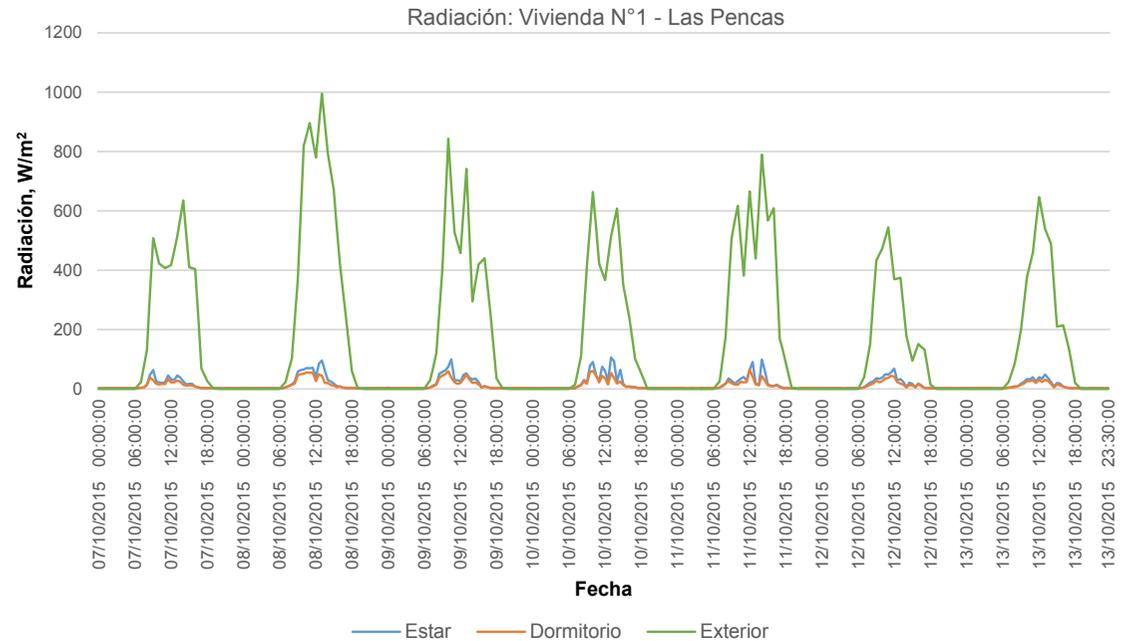
El porcentaje de radiación que ingresa al interior por medio de las ventanas, lucernarios y por captación de paredes es de 8.26 %.

Los datos obtenidos se presentan en la (Tabla 31) y (Gráf 14).

Tabla 31: Radiación solar

Valores de Radiación			
	Estar	Dorm. Princi.	Exterior
Promedio	14,72	10,35	178,14
Mínimo	1,83	1,83	0
Máximo	106,20	65,31	975
Desviación	21,57	13,69	246,31

Fuente: Grupo de Investigación "método de certificación de la construcción sustentable de viviendas"



Gráf. 14: Radiación solar.

Fuente: Grupo de Investigación "método de certificación de la construcción sustentable de viviendas"



## Sombras análisis mediante Ecotec

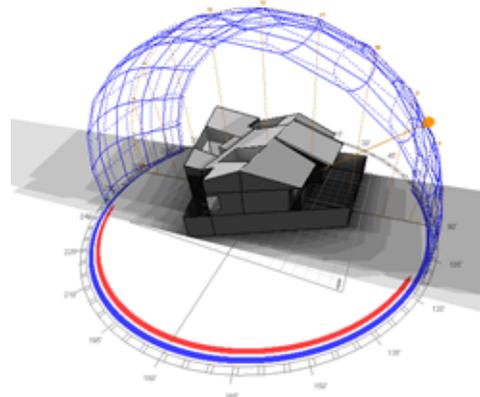
Los mayores porcentajes de sombra se dan en dirección sur-oeste, con un promedio de 95% hacia el sur y al oeste con un promedio de con valores del 74%. Es decir las fachadas que dan hacia estas direcciones que reciben radiación solar y por lo consiguiente no se genera calor en la envolvente y en el interior se tienen ambientes térmicos inconfortables. (Tabla 32) y (Gráf. 15, 16, 17 y 18)

Tabla 32: Sombras

CUADRO DE RESULTADOS				
FACHADAS	PROMEDIO PORCENTAJE DE SOMBRA (superficies acristaladas)			
	Equinoccio (21Marzo) (%)	Equinoccio (21Sep) (%)	Solsticio (21Jun) (%)	Solsticio (21Dic) (%)
NORTE	71	72	86	65
SUR	93	96	94	95
ESTE	62	61	51	100
OESTE	83	84	100	29

Fuente: Grupo de Investigación "método de certificación de la construcción sustentable de viviendas"

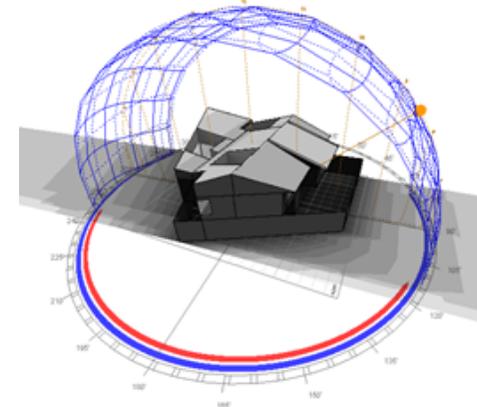
Equinoccio 21 de marzo



Gráf. 15: Radiación solar.

Fuente: Grupo de Investigación "método de certificación de la construcción sustentable de viviendas"

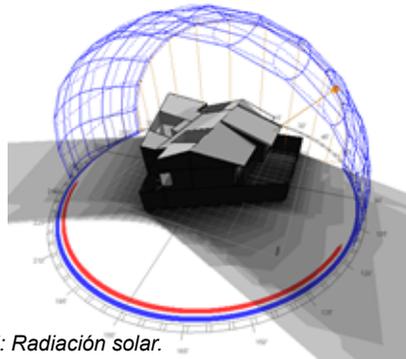
Equinoccio 21 de septiembre



Gráf. 16: Radiación solar.

Fuente: Grupo de Investigación "método de certificación de la construcción sustentable de viviendas"

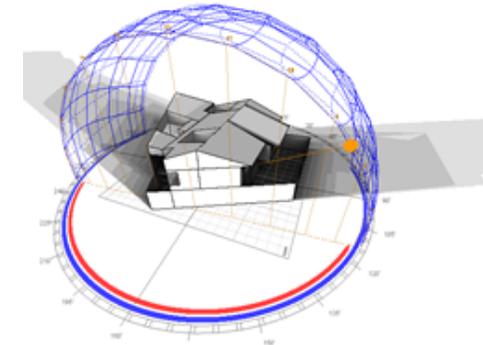
Solsticio 21 de junio



Gráf. 17: Radiación solar.

Fuente: Grupo de Investigación "método de certificación de la construcción sustentable de viviendas"

Solsticio 21 de diciembre



Gráf. 18: Radiación solar.

Fuente: Grupo de Investigación "método de certificación de la construcción sustentable de viviendas"

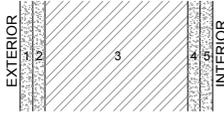
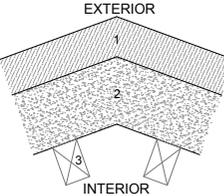
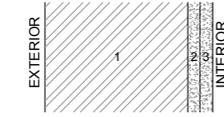
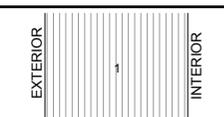


## Envolvente

Los materiales de la envolvente son cubierta de teja, cielo raso de gypsum, paredes de ladrillo macizo, acabo de paredes enlucido y empastado, ventanas de aluminio y vidrio, puertas de madera, piso de madera y cerámica, estructura de hormigón armado. La transmitancia térmica (U) de los materiales se presenta en la (Tabla 33), además se analiza el cumplimiento de la normativa.

En la vivienda solo un componente cumple con la normativa y son las ventanas y lucernarios. Los datos fueron obtenidos de las simulaciones de Ecotect. (Ver anexos 15, 16, 17 y 18)

Tabla 33: Conclusiones de la vivienda N°1 en el cumplimiento de la transmitancia térmica (U) respecto a la NEC 11.

VIVIENDA 1						
Coeficiente global U en función del tipo de cerramiento y la zona climática ZT3						
Cerramiento	Detalle constructivo	Material / espesor	Dato coeficiente (U)	Normativa coeficiente (U)	Cumple	No cumple
Fachadas contacto con el aire		1.-Empaste e= 10 mm 2.-Enlucido e= 10 mm 3.-Ladrillo e= 110 mm 4.-Enlucido e= 10 mm 5.-Empaste e= 10 mm	2,6	1,8		x
Cubiertas en contacto con el aire		1.-Teja e= 50 mm 2.-Asbesto cemento e= 80 mm 3.-Madera e= 100 mm	2,28	1,5		x
Cerramiento en contacto con espacios no habitados no ventilados y medianeras		1.-Ladrillo e= 110 mm 2.-Enlucido e= 10 mm 3.-Empaste e= 10 mm	2,79	2,5		x
Cerramientos en contactos con espacios no habitados ventilados		1.-Ladrillo e= 110 mm	2,88	2,5		x
Ventanas y lucernarios		1.-Vidrio e= 4 mm	5,5	5,7	x	

Fuente: La autora.

## b.-Vivienda N°2

La toma de datos de la vivienda N°2 fueron registradas entre 8 al 15 de noviembre del 2015, esta vivienda se trata de una vivienda unifamiliar adosada un lado, cuenta con una orientación este-oeste.

Se encuentra localizada en la Ordoñez Lasso, urbanización Rio Amarillo (Fig. 13) y (Foto. 22 y 23)

La vivienda cuenta con 399.30 m<sup>2</sup> desarrollada en dos plantas, la materialidad de la casa es de muros de ladrillo con enlucido de 20 cm, cubierta de teja, ventanas de aluminio y vidrio. La casa cuenta con 5 dormitorios, 3 salas, comedor, cocina, desayunador, lavandería, 5 baños completos y un baño social.



Fig. 13: Ubicación.

Fuente: Grupo de Investigación "método de certificación de la construcción sustentable de viviendas"



Foto. 22: Fachada frontal.

Fuente: Grupo de Investigación "método de certificación de la construcción sustentable de viviendas"

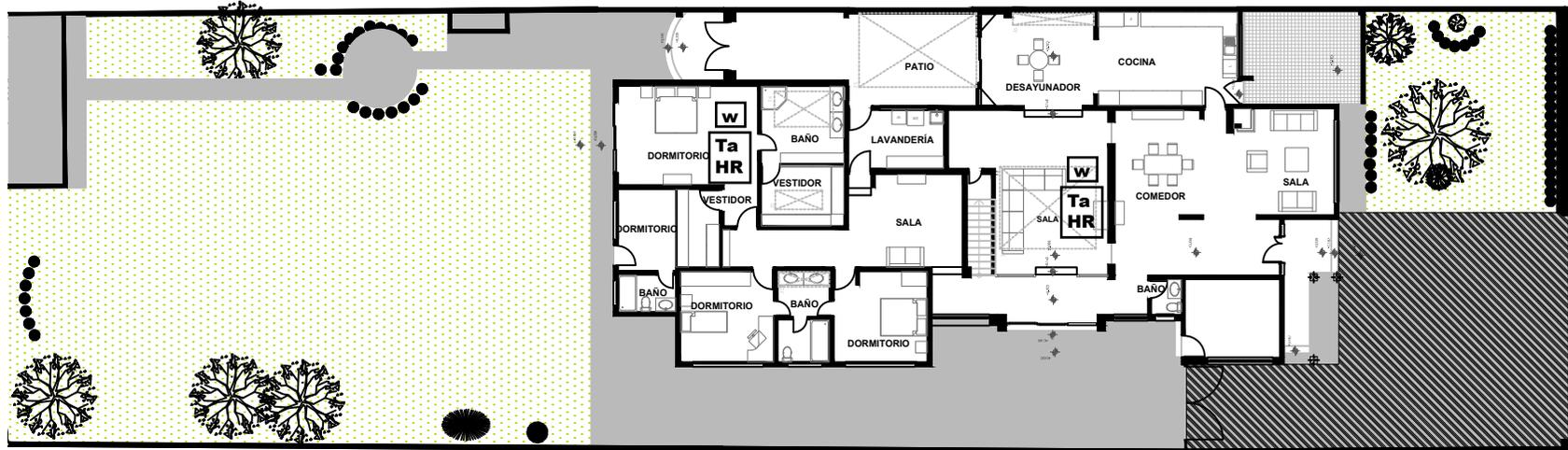


Foto. 23: Fachada posterior.

Fuente: Grupo de Investigación "método de certificación de la construcción sustentable de viviendas"



## Planos arquitectónicos



### Ubicación de equipos de medición

#### Simbología:

Ta.-Temperatura del aire en °C.  
HR.-Humedad relativa del aire en %  
W.-Niveles de radiación en W/m<sup>2</sup>

### Planta baja



Fig. 14: Planos arquitectónicos. Fuente: Grupo de Investigación "método de certificación de la construcción sustentable de viviendas"

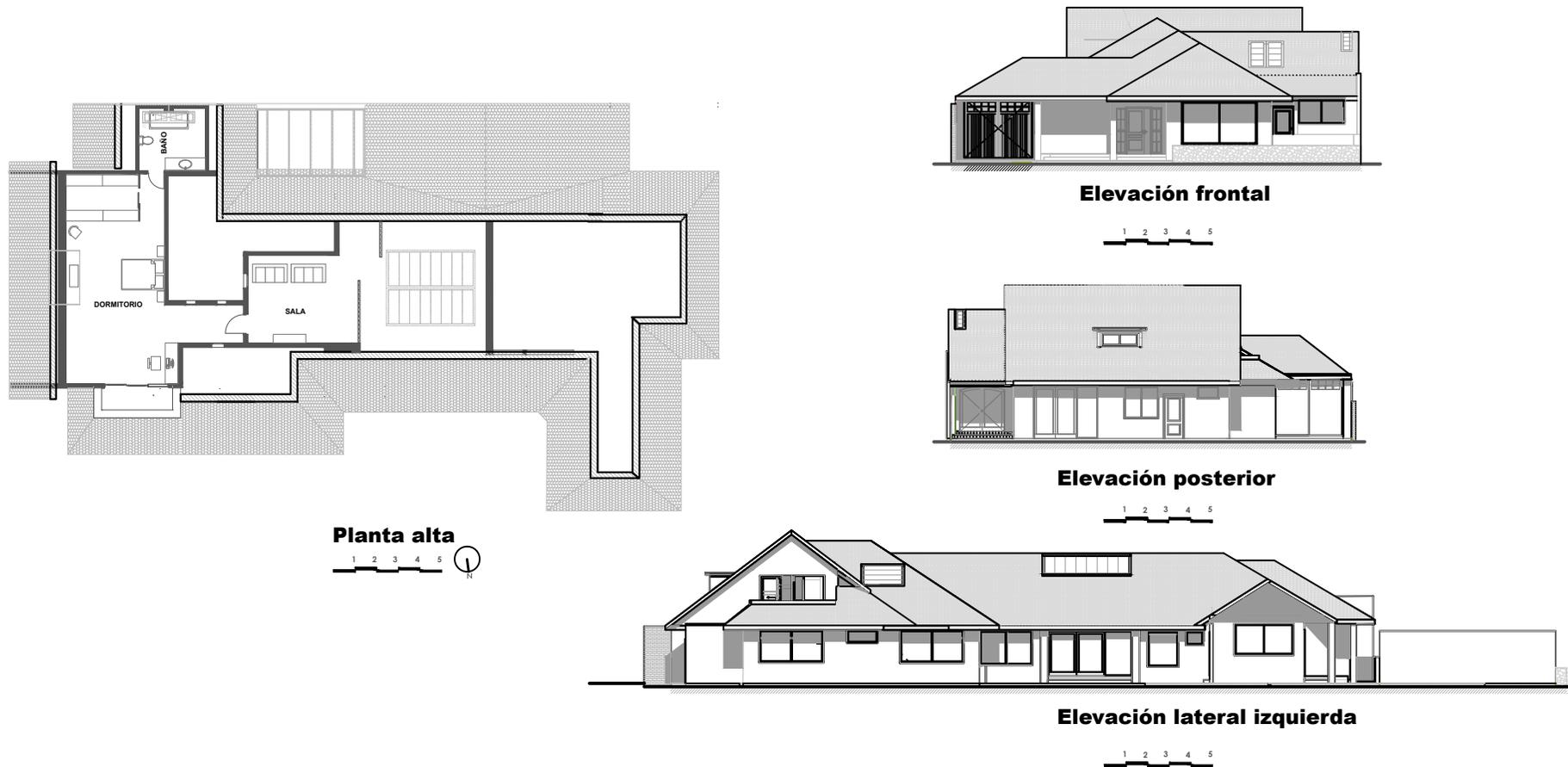


Fig. 15: Planos arquitectónicos. Fuente: Grupo de Investigación "método de certificación de la construcción sustentable de viviendas"



### Temperatura ambiental medición en campo

En los datos obtenidos de la vivienda N°2 podemos observar en la (Tabla 34) y (Gráf. 15), que las temperaturas más altas se tienen desde las 12:00 pm y las 18:00

pm. y entre las 00:00 h y las 06:00 tenemos las temperaturas más bajas.

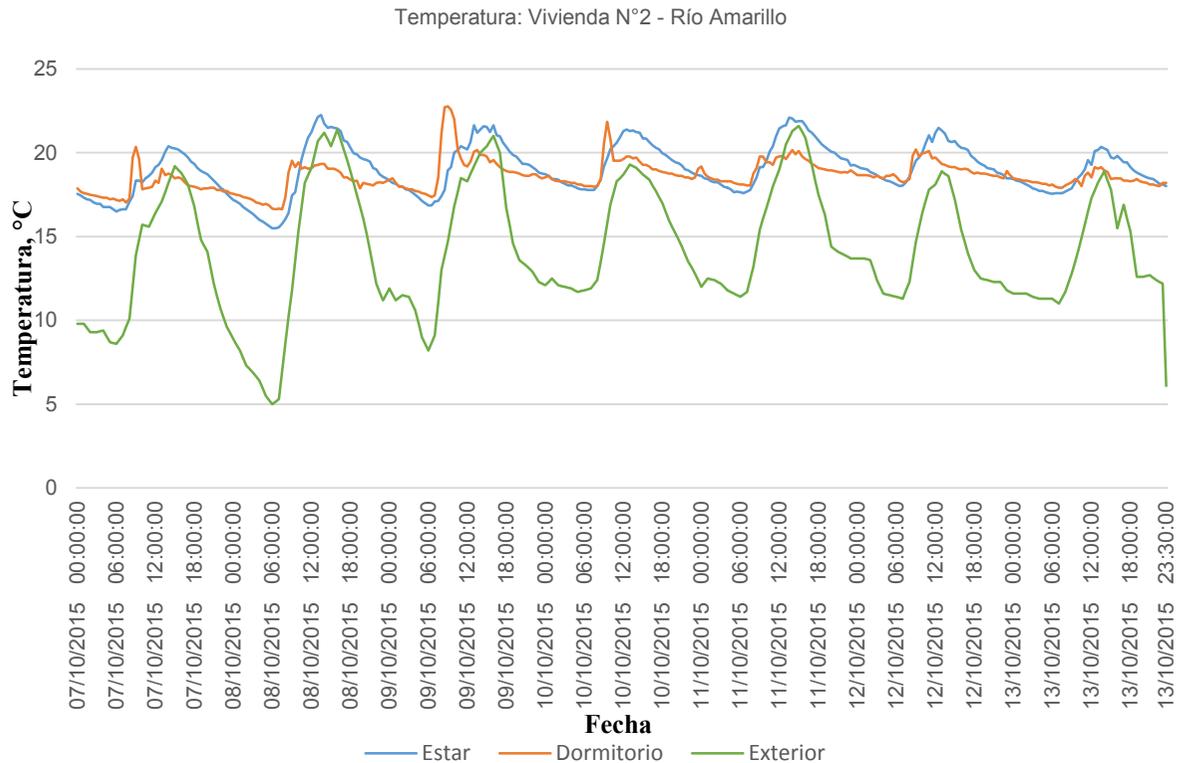
Las temperaturas obtenidas en el estarse encuentran entre los 22.25° C-15.50° C, este rango de temperatura se encuentra -2.5 °C bajo el índice de confort y las temperaturas obtenidas en dormitorio principal se encuentran entre los 22.76 °C-16.63 °C, este rango de temperatura se encuentra -1.37 °C bajo el índice de confort.

Tabla 34: Temperatura ambiental

Temperatura ambiental vivienda 2			
	Estar	Dormitorio principal	Exterior
Promedio	19,02	18,62	14,14
Mínimo	15,50	16,63	5,00
Máximo	22,25	22,76	21,60
Desviación	1,48	0,90	3,74

Fuente: Grupo de Investigación "método de certificación de la construcción sustentable de viviendas"

Leidy Avila Contreras



Gráf. 19: Planos arquitectónicos. Fuente: Grupo de Investigación "método de certificación de la construcción sustentable de viviendas"



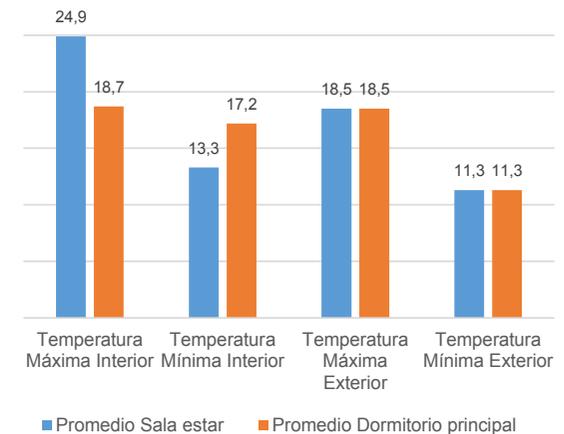
## Temperatura ambiental realizado en Ecotec

Se presenta en la (Tabla 35) y (Gráf. 20) un promedio tanto en sala-estar se tiene un rango de temperatura entre los 24.9°C-13.3°C se puede observar que en esta espacio existe grandes ganancias de calor pero al mismo tiempo se pierde ya que se alcanza niveles bajos de temperatura ya que su mínima se encuentra menos 4,7 bajo el límite de temperatura aceptable que son los 18°C como mínima. En el dormitorio principal se obtiene un rango más moderado de temperatura que se encuentra entre los 18.7°C -17.2°C, solo un 0.8 bajo el índice de confort. (Anexo 21 y 22)

Tabla 35: Temperatura ambiental

Comportamiento Térmico				
	Temperatura Máxima Interior	Temperatura Mínima Interior	Temperatura Máxima Exterior	Temperatura Mínima Exterior
Promedio Sala estar	24,9	13,3	18,5	11,3
Promedio Dormitorio principal	18,7	17,2	18,5	11,3

Fuente: Grupo de Investigación "método de certificación de la construcción sustentable de viviendas"



Gráf. 20: Temperatura ambiental. Fuente: Grupo de Investigación "método de certificación de la construcción sustentable de viviendas"



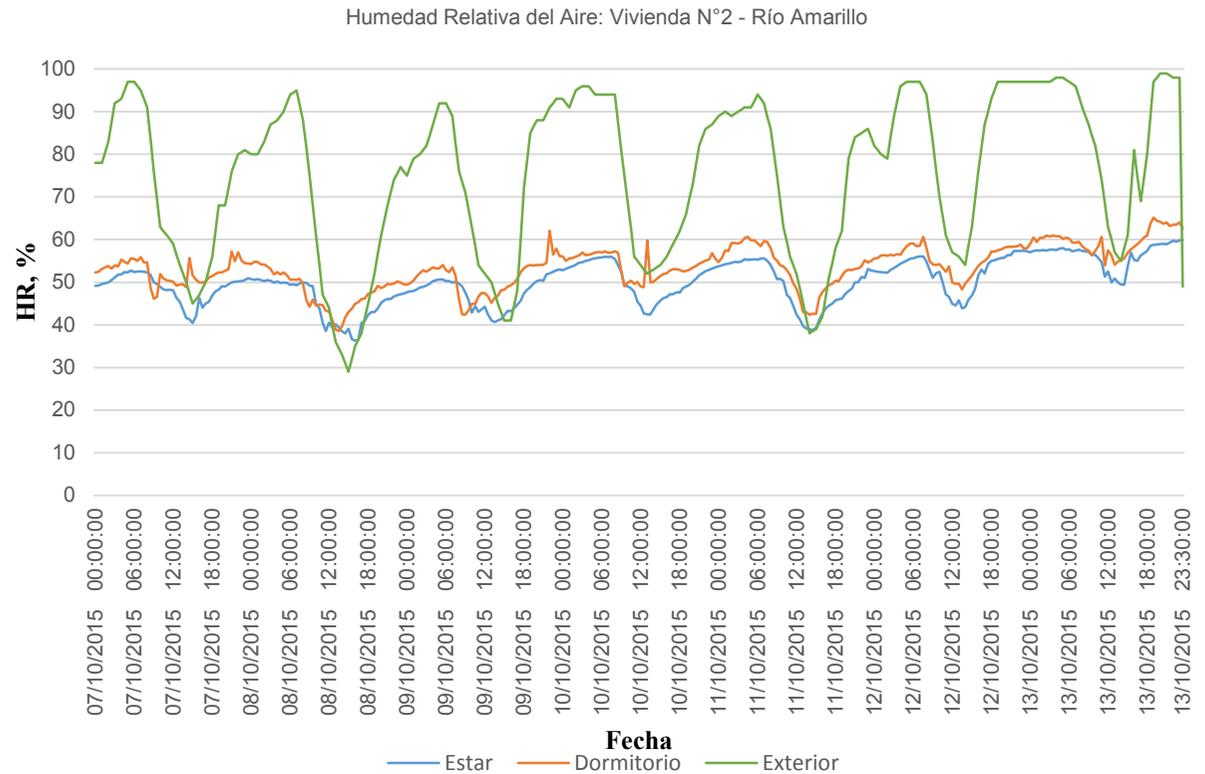
### Humedad relativa medición en campo

Se tiene como lugar de mayor porcentaje de humedad en el dormitorio principal entre 38.50%-65.16% que se encuentra dentro de los límites aceptables que son entre 40%-65%, mientras que en estar tenemos una humedad entre 36.30%-59.84% siendo este un porcentaje aceptable. Como podemos observar en la siguiente (Tabla 36) y (Gráf. 21).

Tabla 36: Humedad relativa.

Humedad relativa vivienda 2			
	Estar	Dormitorio principal	Exterior
Promedio	50,05	53,42	70,24
Mínimo	36,30	38,50	29,00
Máximo	59,84	65,16	99,00
Desviación	5,30	5,06	18,70

Fuente: Grupo de Investigación "método de certificación de la construcción sustentable de viviendas"



Gráf. 21: Planos arquitectónicos. Fuente:

Grupo de Investigación "método de certificación de la construcción sustentable de viviendas"



## Radiación análisis mediante Ecotec.

En el interior de la vivienda el lugar de mayor promedio de radiación es el dormitorio con 17,19 W/m<sup>2</sup>, mientras que en el estar se tiene un menor promedio de 10,06 W/m<sup>2</sup>. En el exterior se presenta una radiación de 167.45 W/m<sup>2</sup>.

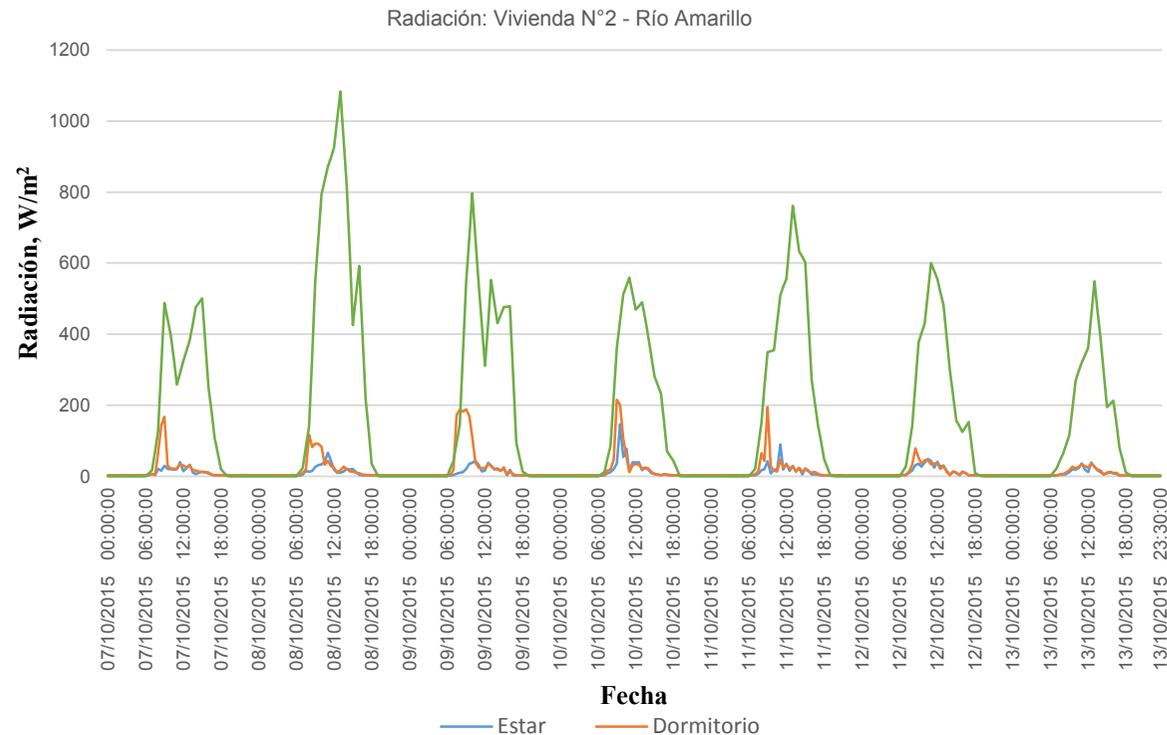
El porcentaje de radiación que ingresa al interior por medio de las ventanas, lucernarios y por captación de paredes es de 6 %.

A continuación se muestra en las siguientes (Tabla 37) y (Gráf. 22) los datos antes mencionados.

Tabla 37: Radiación solar.

Valores de Radiación			
	Estar	Dorm. Princ.	Exterior
Promedio	10,06	17,19	167,45
Mínimo	1,83	2,44	0
Máximo	147,09	216,06	1083
Desviación	14,91	34,04	239,28

Fuente: Grupo de Investigación "método de certificación de la construcción sustentable de viviendas"



Gráf. 22: Planos arquitectónicos. Fuente: Grupo de Investigación "método de certificación de la construcción sustentable de viviendas"

### Sombras análisis mediante Ecotec.

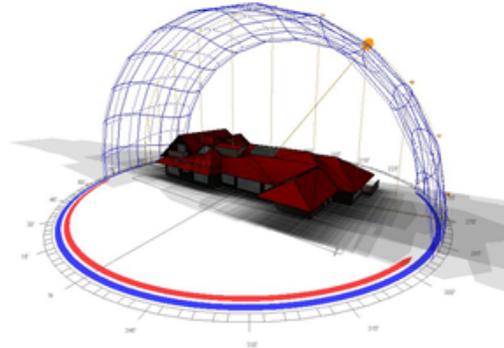
Se puede observar en la (Tabla 38) y (Gráf. 23, 24, 25 y 26) el mayor porcentaje de sombra tenemos en el sentido norte- oeste con un promedio de sombra de 81.25% y 90.75% respectivamente, las fachadas que se encuentran hacia estos sentidos reciben menor cantidad de radiación solar y estas no pueden almacenar calor, generando ambientes interiores inconfortables.

Tabla 38: Porcentaje de sombras.

CUADRO DE RESULTADOS				
FACHADAS	PROMEDIO PORCENTAJE DE SOMBRA (superficies acristaladas)			
	Equinoccio (21Marzo) (%)	Equinoccio (21Sep) (%)	Solsticio (21Jun) (%)	Solsticio (21Dic) (%)
NORTE	83	83	72	87
SUR	Adosada			
ESTE	77	79	79	78
OESTE	91	90	92	90

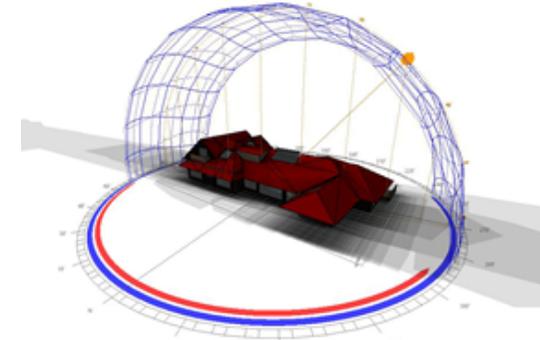
Fuente: Grupo de Investigación “método de certificación de la construcción sustentable de viviendas”

Equinoccio 21 de marzo



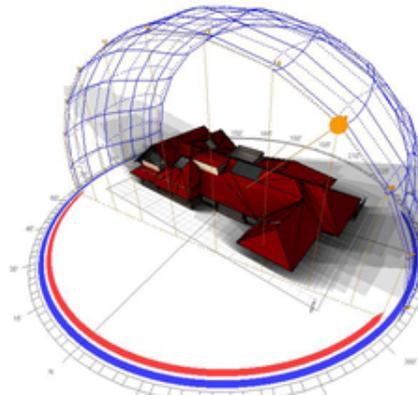
Gráf. 23: Sombras. Fuente: Grupo de Investigación “método de certificación de la construcción sustentable de viviendas”

Equinoccio 21 de septiembre



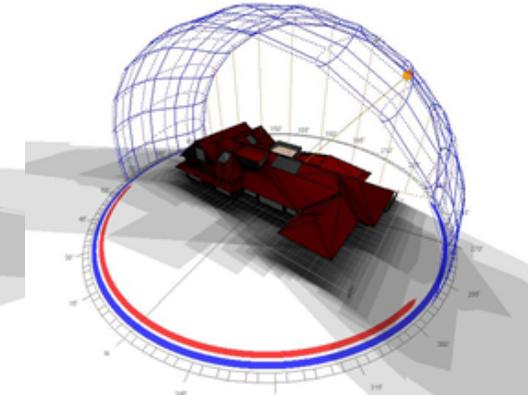
Gráf. 24: Sombras. Fuente: Grupo de Investigación “método de certificación de la construcción sustentable de viviendas”

Solsticio 21 de junio



Gráf. 25: Sombras. Fuente: Grupo de Investigación “método de certificación de la construcción sustentable de viviendas”

Solsticio 21 de diciembre



Gráf. 26: Sombras. Fuente: Grupo de Investigación “método de certificación de la construcción sustentable de viviendas”

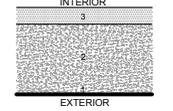
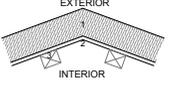
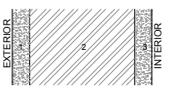
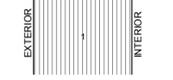
## Envolvente

Los materiales de la envolvente de la vivienda N°2 son cubierta de teja, cielo raso de madera, paredes de ladrillo, acabo de paredes enlucido, ventanas de aluminio y vidrio, puertas de madera, piso de madera y cerámica, estructura de hormigón armado y madera

Los datos de transmitancia térmica (valor U) se muestra en la (Tabla 39) y se analiza si la vivienda cumple la normativa NEC 11 en términos de requisitos mínimos de la envolvente. En la vivienda en su mayoría cumplen con la normativa y el elemento que no cumple es cubiertas en contacto con el aire. Los mismos que fueron obtenidos de las simulaciones de Ecotect.

Ver (anexos 24, 25 y 26).

Tabla 39: Conclusiones de la vivienda N°2 en el cumplimiento de la transmitancia térmica (U) respecto a la NEC 11.

VIVIENDA N°2						
Coeficiente global U en función del tipo de cerramiento y la zona climática ZT3						
Cerramiento	Detalle constructivo	Material / espesor	Dato coeficiente (U)	Normativa coeficiente (U)	Cumple	No cumple
Fachadas contacto con el aire		1.-Mortero de cemento e= 20 mm 2.-Ladrillo e= 150 mm 3.-Mortero de cemento e= 20 mm	1,72	1,8	x	
Cerramiento en contacto con el terreno		1.-Suelo e=1500mm 2.-Losa de concreto e=100 mm 3.-Madera e=25 mm	0,45	1,8	x	
Cubiertas en contacto con el aire		1.-Teja e= 50 mm 2.-Plástico e= 10 mm 3.-Madera e= 25 mm	3,36	1,5		x
Cerramiento en contacto con espacios no habitados no ventilados y medianeras		1.-Mortero de cemento e= 20 mm 2.-Ladrillo e= 150 mm 3.-Mortero de cemento e= 20 mm	1,72	2,5	x	
Cerramientos en contactos con espacios no habitados ventilados		1.-Mortero de cemento e= 20 mm 2.-Ladrillo e= 150 mm 3.-Mortero de cemento e= 20 mm	1,72	2,5	x	
Ventanas y lucernarios		1.-Vidrio e= 4 mm	5,5	5,7	x	

Fuente: La autora.

### c.-Vivienda N°3

La toma de datos de la vivienda N°3 fueron registradas entre el 29 de septiembre al 5 de octubre del 2015, esta vivienda se trata de una vivienda unifamiliar adosada un lado, cuenta con una orientación sur-norte.

Se encuentra ubicada en la calle Dolores Vintimilla y Honorato Loyola (sector Universidad de Cuenca) (Fig.16) y (Foto. 24 y 25)

La vivienda cuenta con 351.51 m<sup>2</sup> desarrollada en dos plantas, la materialidad de la casa es de paredes de 10 cm, cubierta de teja, ventanas de aluminio y vidrio, y pisos de madera, porcelanato y hormigón visto.

La casa cuenta con 4 dormitorios, sala, comedor, cocina, desayunador, estudio, lavandería, area de planchado, oratorio, 3 baños completos y un baño social.

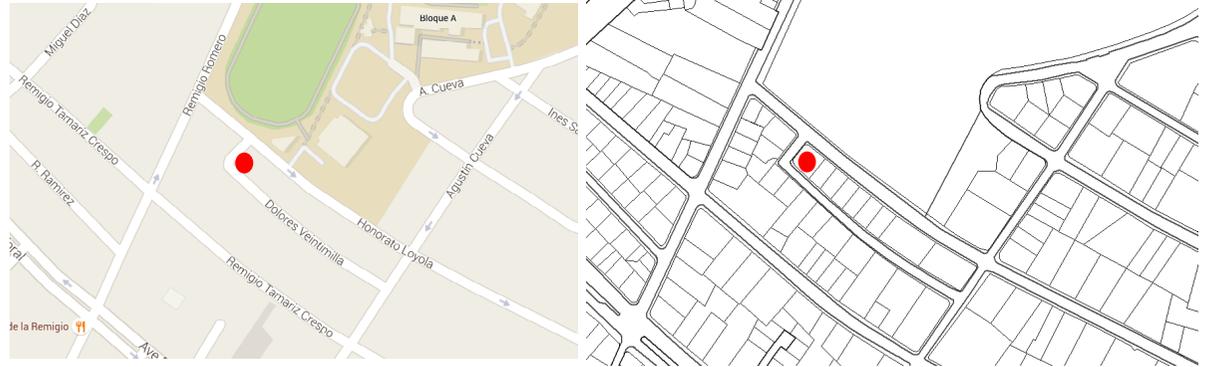


Fig. 16: Ubicación.

Fuente: Grupo de Investigación “método de certificación de la construcción sustentable de viviendas”



Foto. 24: Fachada frontal.

Fuente: Grupo de Investigación “método de certificación de la construcción sustentable de viviendas”

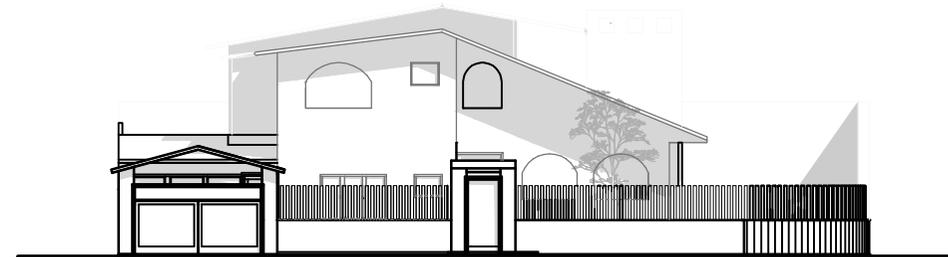
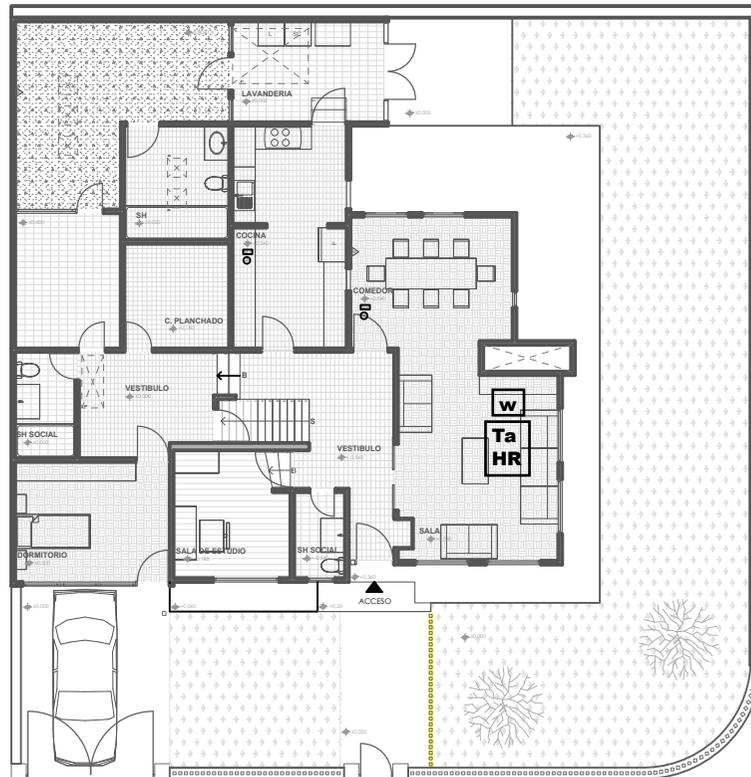


Foto. 25: Sala de la vivienda.

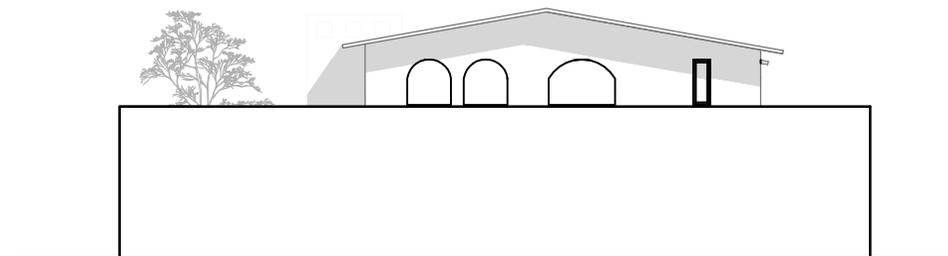
Fuente: Grupo de Investigación “método de certificación de la construcción sustentable de viviendas”



**Planos arquitectónicos**



**Elevación frontal**



**Elevación posterior**

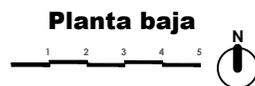
**Ubicación de equipos de medición**

**Simbología:**

Ta.-Temperatura del aire en °C.

HR.-Humedad relativa del aire en %

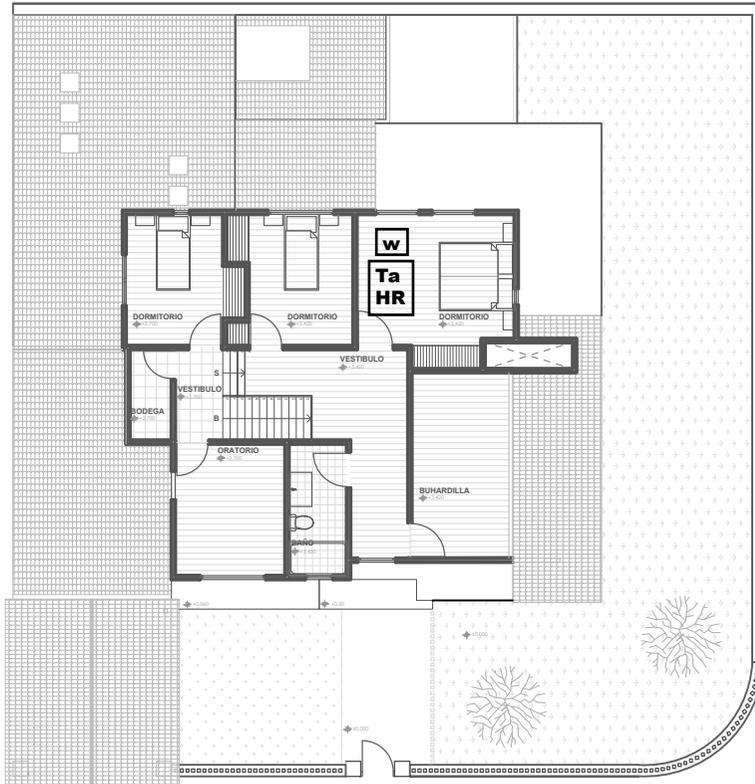
W.-Niveles de radiación en W/m<sup>2</sup>



*Fig.17: Planos arquitectónicos.*

Fuente: Grupo de Investigación "método de certificación de la construcción sustentable de viviendas"

Leidy Avila Contreras

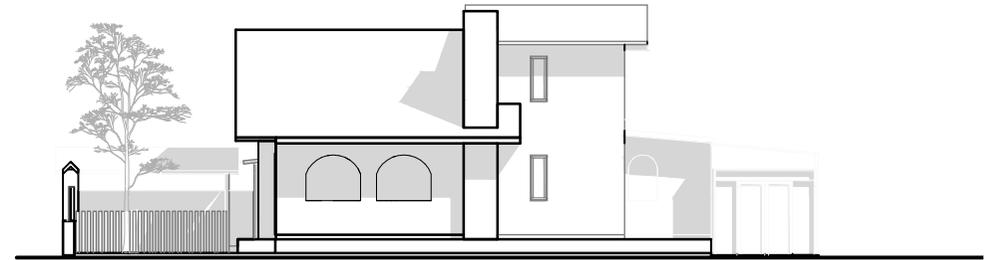
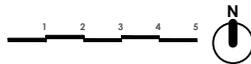


**Ubicación de equipos de medición**

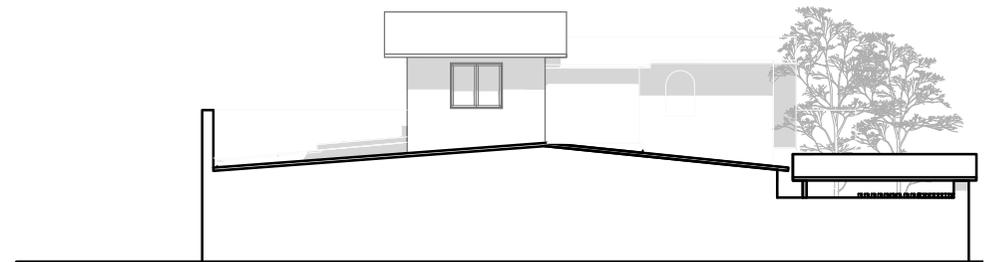
**Simbología:**

- Ta.-Temperatura del aire en °C.
- HR.-Humedad relativa del aire en %
- W.-Niveles de radiación en W/m<sup>2</sup>

**Planta alta**



**Elevación lateral derecha**



**Elevación lateral izquierda**



Fig. 18: Planos arquitectónicos.

Fuente: Grupo de Investigación "método de certificación de la construcción sustentable de viviendas"



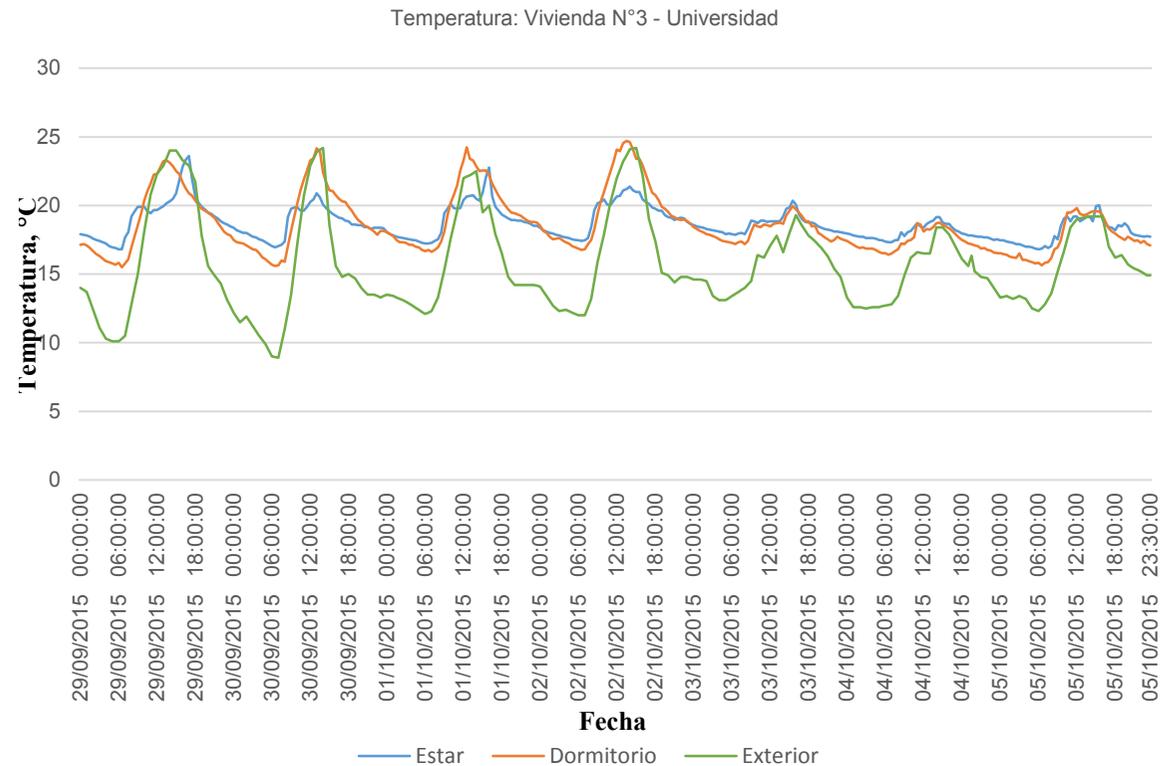
**Temperatura ambiental medición en campo.**

En las datos obtenidos de la vivienda N°2 se puede observar en la (Tabla 40) y (Gráf. 27) que las temperaturas más altas se tienen desde las 12:00 pm y las 18:00 pm. y entre las 00:00 h y las 06:00 tenemos las temperaturas más bajas. Teniendo en estar una máxima de 22.25 °C-15.50° C, estando este rango 2.5 por debajo del límite de temperatura que es de 18°C, las temperaturas obtenidas en dormitorio principal son la máxima de 22.76 °C-16.63°C estas temperaturas se encuentran 1.37 por debajo de la temperatura aceptable que son los 18° C.

Tabla 40: Temperatura ambiental.

Temperatura ambiental vivienda 3			
	Estar	Dormitorio principal	Exterior
Promedio	18,67	18,63	15,67
Mínimo	16,81	15,50	8,90
Máximo	23,59	24,71	24,20
Desviación	1,20	2,12	3,49

Fuente: Grupo de Investigación "método de certificación de la construcción sustentable de viviendas"



Gráf. 27: Planos arquitectónicos.

Fuente: Grupo de Investigación "método de certificación de la construcción sustentable de viviendas"



## Temperatura ambiental realizado en Ecotec

Podemos observar en la (Tabla 41) y (Gráf. 28) los datos de temperatura exterior coinciden, mientras que la temperatura interior varían obteniendo como resultados en la sala una temperatura máxima de 19.6° C y una mínima de 18.1° C, y en el dormitorio tenemos 19.9° C y una temperatura mínima de 15.5° C.

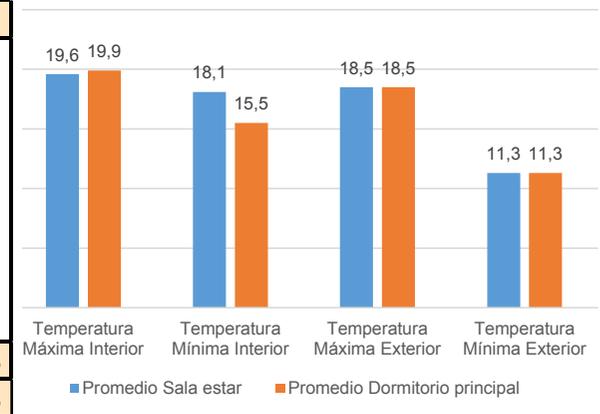
La vivienda logra una temperatura de aire interior de 19.9 °C entre las 14 a 15 pm en las siguientes horas del día la temperatura baja a una mínima interior de 14.6 °C. Ver (anexo 28 y 29)

Por lo que la vivienda solo en ciertas horas del día estaría cumpliendo con la normativa.

Tabla 41: Temperatura ambiental.

Comportamiento Térmico				
	Temperatura Máxima Interior	Temperatura Mínima Interior	Temperatura Máxima Exterior	Temperatura Mínima Exterior
Promedio Sala estar	19,6	18,1	18,5	11,3
Promedio Dormitorio principal	19,9	15,5	18,5	11,3

Fuente: Grupo de Investigación "método de certificación de la construcción sustentable de viviendas"



Gráf. 28: Temperatura ambiental.

Fuente: Grupo de Investigación "método de certificación de la construcción sustentable de viviendas"



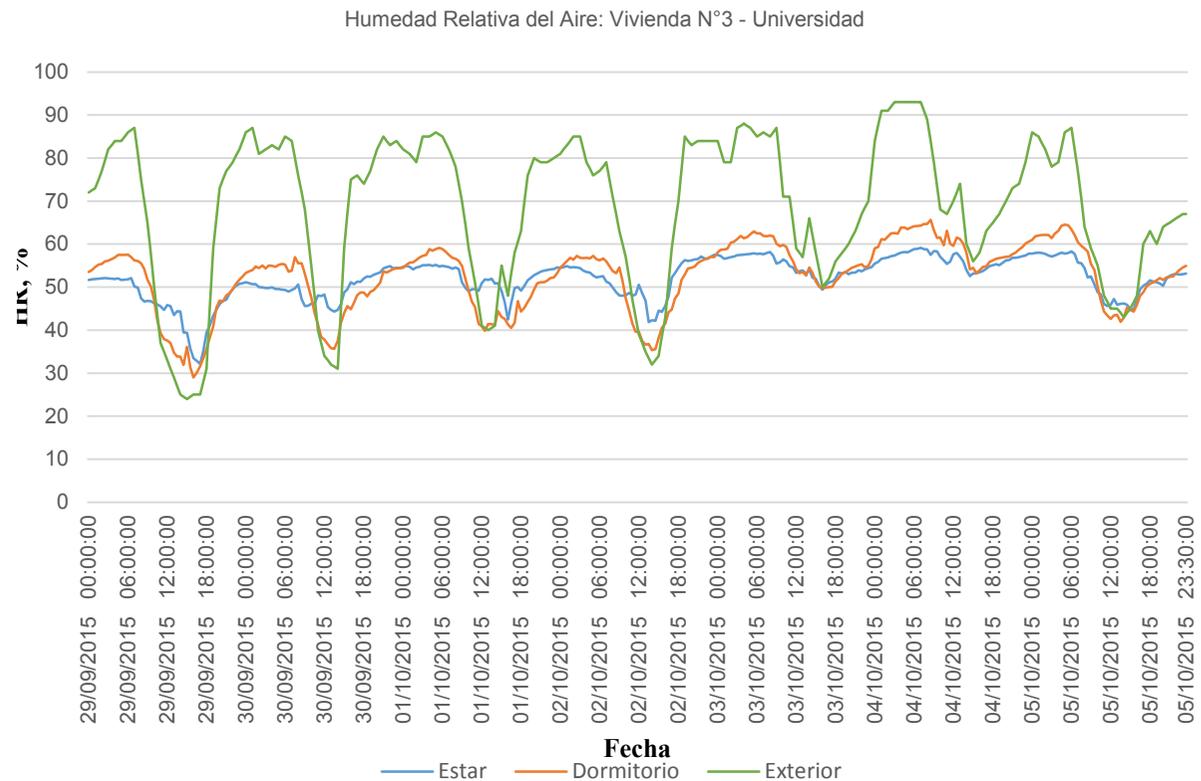
## Humedad relativa medición en campo

Tenemos como lugar de mayor porcentaje de humedad en el dormitorio principal entre 29%-65.62% que se encuentra dentro de los límites aceptables que son entre 40%-65% de humedad, mientras que en estar tenemos una humedad entre 32.10%-59.13% siendo este un porcentaje aceptable. Como podemos observar en la siguiente (Tabla 42) y (Gráf 29).

Tabla 42: Humedad relativa.

Humedad relativa vivienda 3			
	Estar	Dormitorio principal	Exterior
Promedio	51,99	52,48	68,55
Mínimo	32,10	29,00	24,00
Máximo	59,13	65,62	93,00
Desviación	4,78	7,81	17,48

Fuente: Grupo de Investigación "método de certificación de la construcción sustentable de viviendas"



Gráf. 29: Humedad relativa.

Fuente: Grupo de Investigación "método de certificación de la construcción sustentable de viviendas"



**Radiación análisis medición en campo.**

En el interior de la vivienda el promedio de radiación máxima se encuentra en el estar con 27.46 W/m<sup>2</sup>, mientras que se registra una menor radiación en el dormitorio principal de 10,93 W/m<sup>2</sup>. En el exterior se tiene una radiación de 211.38 W/m<sup>2</sup>.

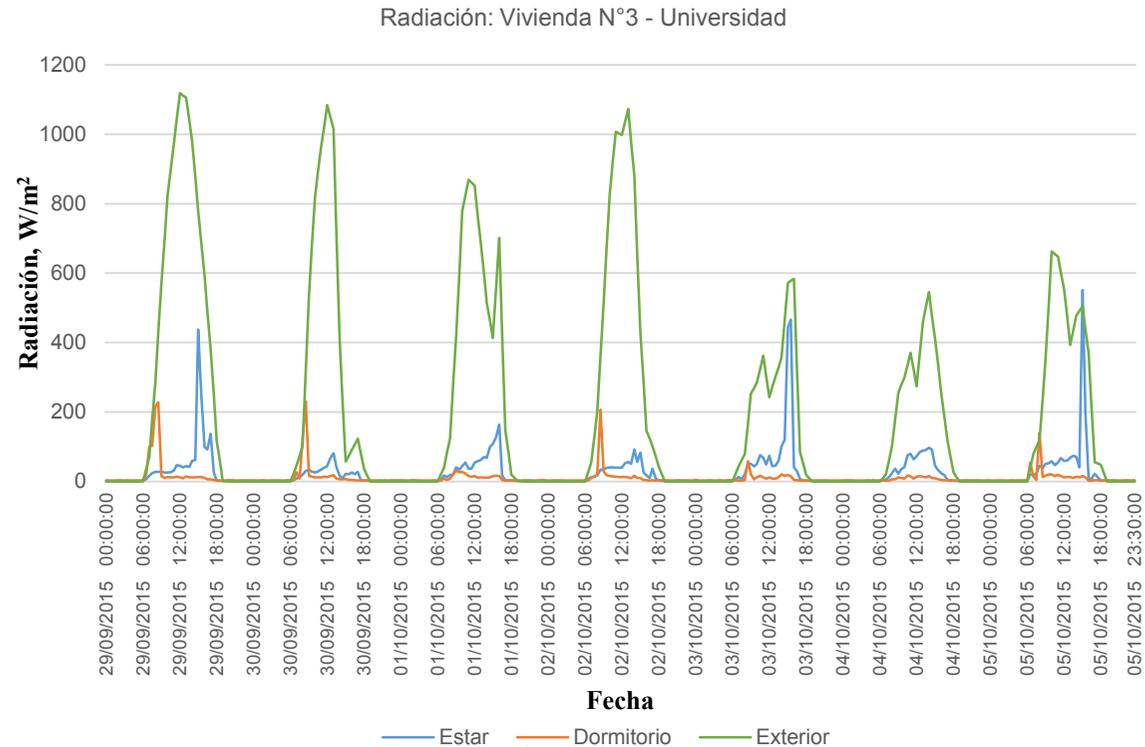
El porcentaje de radiación que ingresa al interior por medio de las ventanas, lucernarios y por captación de paredes es de 9,35 %.

A continuación se muestra en las siguientes (Tabla 43) y (Gráf. 30) los datos antes mencionados.

Tabla 43: Radiación solar.

Valores de Radiación			
	Estar	Dorm. Princ.	Exterior
Promedio	27,46	10,93	211,38
Mínimo	1,83	2,44	0
Máximo	551,14	230,71	1118
Desviación	58,98	26,85	311,65

Fuente: Grupo de Investigación “método de certificación de la construcción sustentable de viviendas”



Gráf. 30: Radiación solar.

Fuente: Grupo de Investigación “método de certificación de la construcción sustentable de viviendas”

## Sombras análisis mediante Ecotec

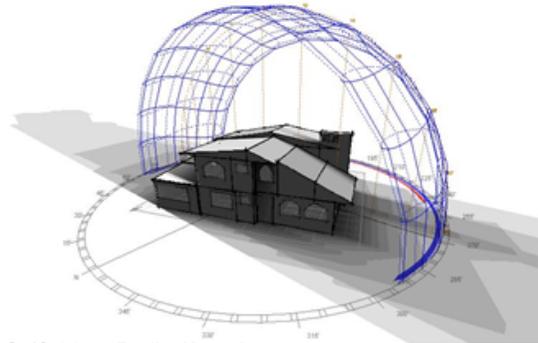
Los mayores porcentajes de sombra proyectadas se tienen en sentido Sur-Oeste con un promedio de 94,5 % y 74 % respectivamente, por lo que las fachadas que se encuentran hacia estas direcciones no reciben la suficiente radiación solar para generar calor hacia el interior del recinto. Los datos se muestran en la (Tabla 44) y los (Gráf. 31, 32, 33 y 34)

Tabla 44: Sombras proyectadas.

Cuadro de resultados				
Fachadas	Promedio porcentaje de sombra (superficies acristaladas)			
	Equinoccio (21Marzo) (%)	Equinoccio (21Sep) (%)	Solsticio (21Jun) (%)	Solsticio (21Dic) (%)
Norte	71	72	86	65
Sur	93	96	94	95
Este	62	61	51	100
Oeste	83	84	100	29

Fuente: Grupo de Investigación "método de certificación de la construcción sustentable de viviendas".

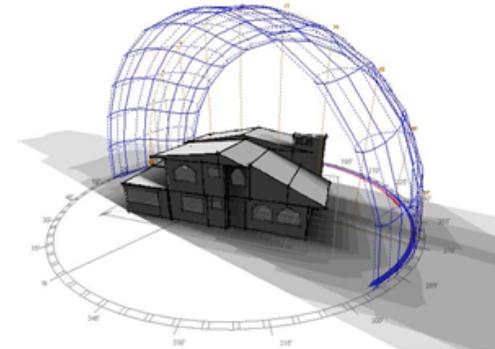
Equinoccio 21 de marzo



Gráf. 31 : Radiación solar.

Fuente: Grupo de Investigación "método de certificación de la construcción sustentable de viviendas"

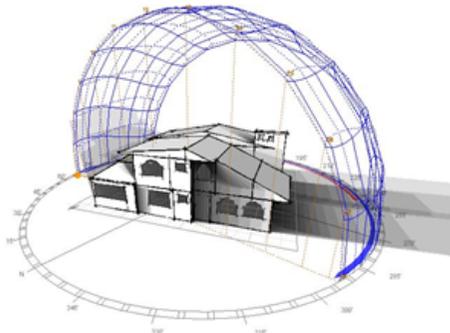
Equinoccio 21 de septiembre



Gráf. 32: Radiación solar.

Fuente: Grupo de Investigación "método de certificación de la construcción sustentable de viviendas"

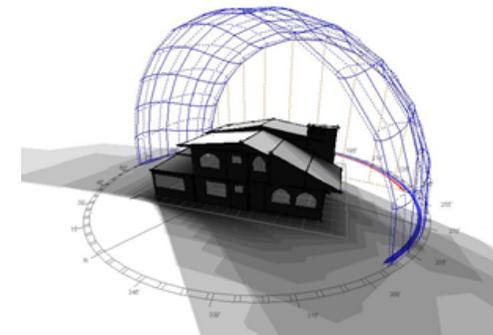
Solsticio 21 de junio



Gráf. 33: Radiación solar.

Fuente: Grupo de Investigación "método de certificación de la construcción sustentable de viviendas"

Solsticio 21 de diciembre



Gráf. 34: Radiación solar.

Fuente: Grupo de Investigación "método de certificación de la construcción sustentable de viviendas"

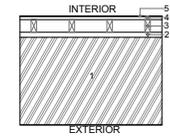
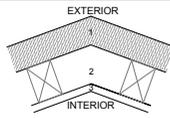
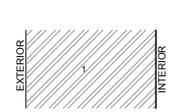
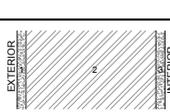
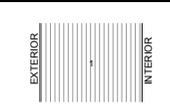


**Conclusión de envolvente.**

Los materiales de la envolvente de la vivienda N°3 son cubierta de teja, cielo raso de gypsum, paredes de ladrillo, madera y piedra, acabo de paredes empastado, ventanas de aluminio y vidrio, puertas de madera, piso de cemento, alfombra y cerámica, estructura de ladrillo y madera.

Los datos de transmitancia térmica (valor U) se presentan en la siguiente (Tabla 45) además se muestra el cumplimiento de la normativa NEC 11. Los cerramientos que no cumplen con la normativo son: fachadas en contacto con el aire y cubiertas en contacto con el aire, los demás cerramientos están cumpliendo con la normativa. Ver (anexos 31, 32, 33, 34 y 35).

Tabla 45: Conclusiones de la vivienda N°3 en el cumplimiento de la transmitancia térmica (U) respecto a la NEC 11.

VIVIENDA N°3						
Coeficiente global U en función del tipo de cerramiento y la zona climática ZT3						
Cerramiento	Detalle constructivo	Material / espesor	Dato coeficiente (U)	Normativa coeficiente (U)	Cumple	No cumple
Fachadas contacto con el aire		1.-Empaste e= 10 mm 2.-Ladrillo e= 200 mm 3.-Empaste e= 10 mm	2,01	1,8		x
Cerramiento en contacto con el terreno		1.-Suelo e=1500mm 2.-Piedra e=5mm 3.-Cámara de aire e=20mm 4.-Duela de madera e=40mm 5.-Tira de madera e=10mm	0,42	1,8	x	
Cubiertas en contacto con el aire		1.-Teja e= 50 mm 2.-Cámara de aire e= 75 mm 3.-Estuco e=10 mm	2,76	1,5		x
Cerramiento en contacto con espacios no habitados no ventilados y medianeras		1.-Ladrillo e= 200 mm	2,18	2,5	x	
Cerramientos en contactos con espacios no habitados ventilados		1.-Empaste e= 10 mm 2.-Ladrillo e= 200 mm 3.-Empaste e= 10 mm	2,01	2,5	x	
Ventanas y lucernarios		1.-Vidrio e= 3 mm	5,53	5,7	x	

Fuente: La autora.

### d.-Vivienda N°4

La toma de datos de la vivienda N°4 fueron registradas entre 6 al 14 de octubre del 2015, esta vivienda se trata de una vivienda unifamiliar adosada un lado, cuenta con una orientación norte-sur.

Se encuentra ubicada en la calle de retorno y Diego Velásquez. Ver (Fig. 19)

La casa cuenta con 202.64 m<sup>2</sup> desarrollada en dos plantas, la materialidad de la casa es de muros de ladrillo sin enlucido, cubierta de teja, ventanas de aluminio y vidrio.

La edificación cuenta con 4 dormitorios, 2 salas, comedor, cocina, desayunador, lavandería, 4 baños completos y un baño social. En las (Foto. 26 y 27) podemos apreciar la vivienda.

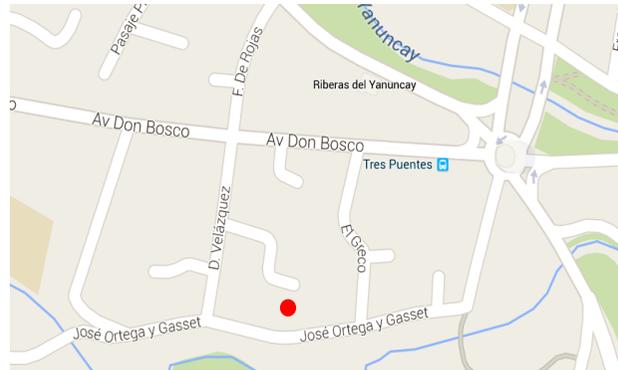


Fig. 19: Ubicación.

Fuente: Grupo de Investigación "método de certificación de la construcción sustentable de viviendas"



Foto. 26: Fachada frontal.

Fuente: Grupo de Investigación "método de certificación de la construcción sustentable de viviendas"

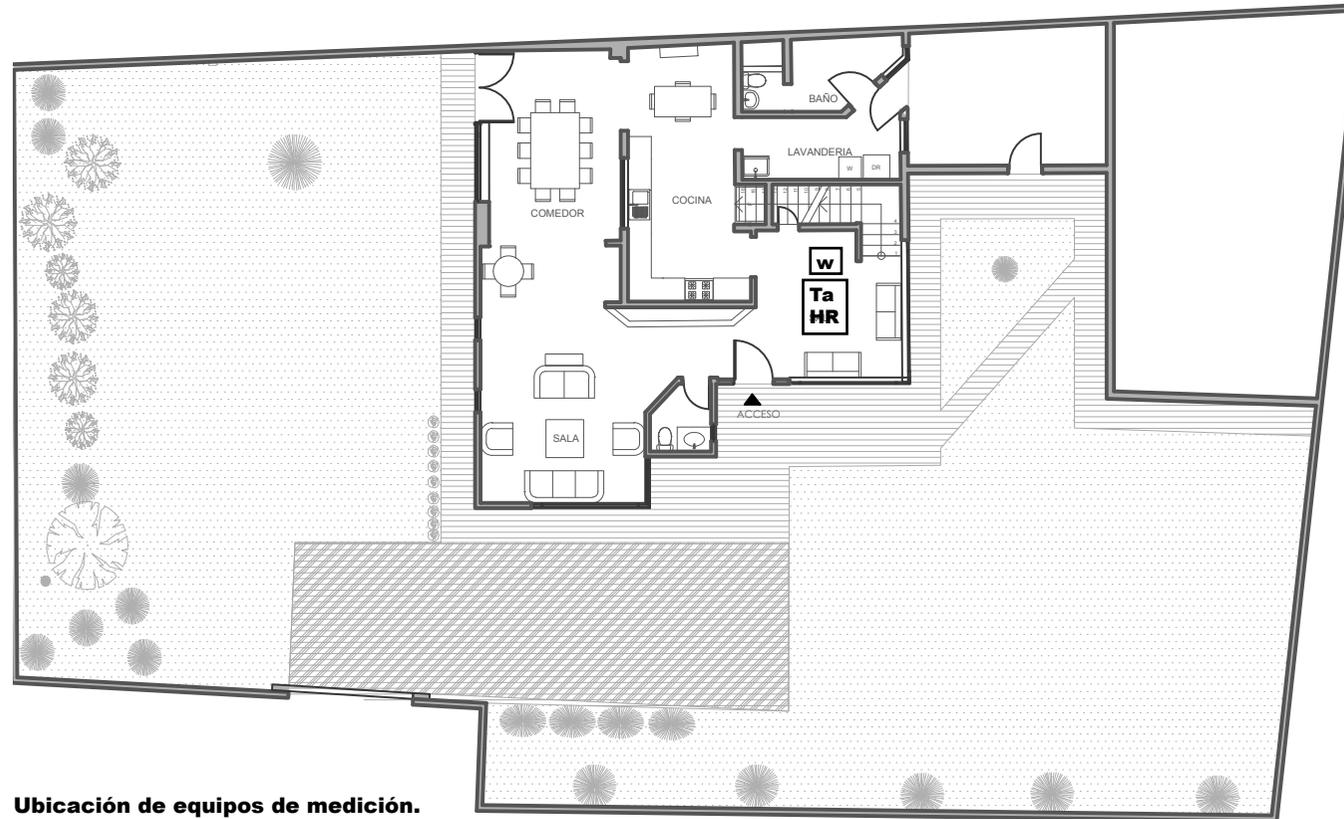


Foto. 27: Comedor de la vivienda.

Fuente: Grupo de Investigación "método de certificación de la construcción sustentable de viviendas"



## Plano Arquitectónicos



### Ubicación de equipos de medición.

#### Simbología:

Ta.-Temperatura del aire en °C.

HR.-Humedad relativa del aire en %

W.-Niveles de radiación en W/m<sup>2</sup>

**Planta baja**



Fig. 20: Planos arquitectónicos.

Fuente: Grupo de Investigación "método de certificación de la construcción sustentable de viviendas"



**Plano Arquitectónicos**



**Planta alta**  
1 2 3 4 5



**Ubicación de los equipos de medición.**

**Simbología:**

Ta.-Temperatura del aire en °C.

HR.-Humedad relativa del aire en %

W.-Niveles de radiación en W/m<sup>2</sup>

*Fig. 21: Planos arquitectónicos.*

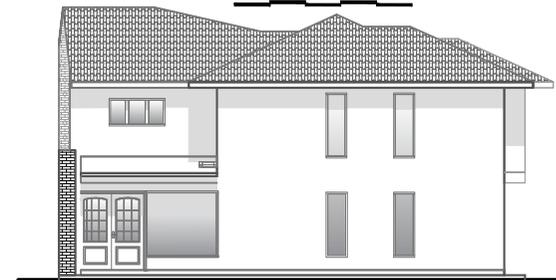
Fuente: Grupo de Investigación "método de certificación de la construcción sustentable de viviendas"

Leidy Avila Contreras



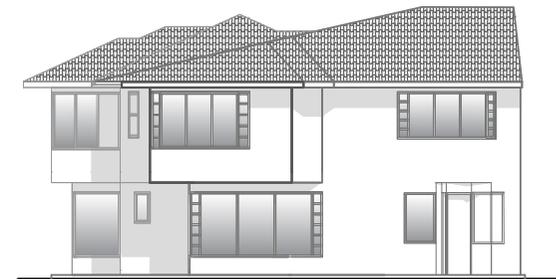
**Fachada frontal**

1 2 3 4 5



**Fachada lateral derecha**

1 2 3 4 5



**Fachada lateral izquierda**

1 2 3 4 5



### Temperatura ambiental medición en campo

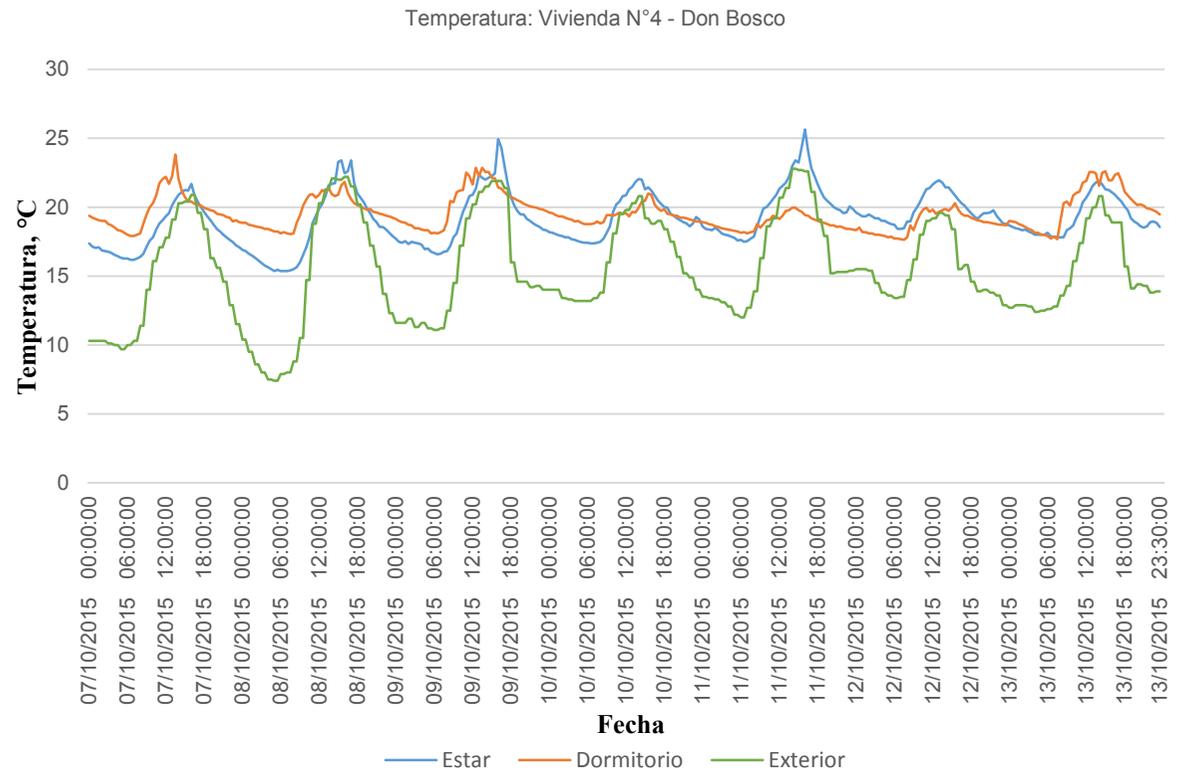
En los datos obtenidos de la vivienda N°4 se puede observar en la (Tabla 46) y (Gráf. 35) que las temperaturas más altas se tienen desde las 12:00 pm y las 18:00 pm y entre las 00:00 h y las 06:00 tenemos las temperaturas más bajas.

Teniendo en estar un rango de temperatura entre los 25.65° C-15.37 °C, estando este rango 2.63 °C por debajo del límite aceptable que está entre los 18° C- 26° C, las temperaturas obtenidas en dormitorio principal entre los 23.80° C-17.64° C, este espacio tiene un rango de temperatura aceptable.

Tabla 46: Temperatura ambiental.

Temperatura ambiental vivienda 4			
	Estar	Dormitorio principal	Exterior
Promedio	19,18	19,55	15,44
Mínimo	15,37	17,64	7,40
Máximo	25,65	23,80	22,80
Desviación	1,93	1,23	3,75

Fuente: Grupo de Investigación "método de certificación de la construcción sustentable de viviendas"



Gráf. 35: Planos arquitectónicos.

Fuente: Grupo de Investigación "método de certificación de la construcción sustentable de viviendas"



## Temperatura ambiental realizado en Ecotec

Se muestra en la (Tabla 47) y (Gráf. 36) los datos de temperatura exterior coinciden, mientras que la temperatura interior varian obteniendo como resultados en la sala una temperatura máxima interior de 20.1° C y una mínima de 14.6° C, y en el dormitorio una temperatura máxima interior de 18.2° C y una temperatura mínima de 14.5° C.

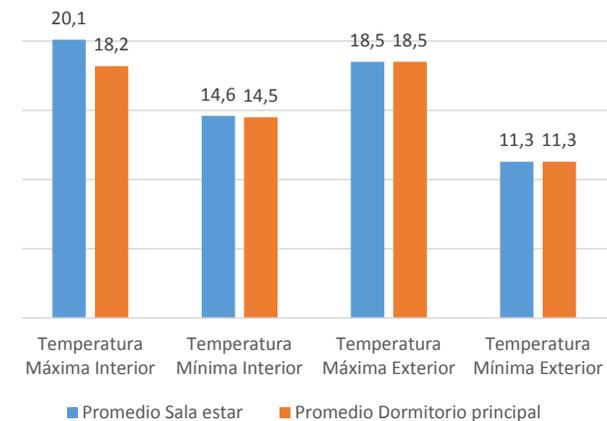
La temperatura de aire interior de 20.1 °C entre las 14 a 15 pm en las siguientes horas del día la temperatura baja a una mínima interior de 14.6 °C. Ver (anexo 37 y 38)

Por lo que la vivienda solo en ciertas horas del día estaria cumpliendo con la normativa.

Tabla 47: Temperatura ambiental.

Comportamiento Térmico				
	Temperatura Máxima Interior	Temperatura Mínima Interior	Temperatura Máxima Exterior	Temperatura Mínima Exterior
Promedio Sala estar	20,1	14,6	18,5	11,3
Promedio Dormitorio principal	18,2	14,5	18,5	11,3

Fuente: Grupo de Investigación "método de certificación de la construcción sustentable de viviendas"



Gráf. 36: Temperatura ambiental.

Fuente: Grupo de Investigación "método de certificación de la construcción sustentable de viviendas"



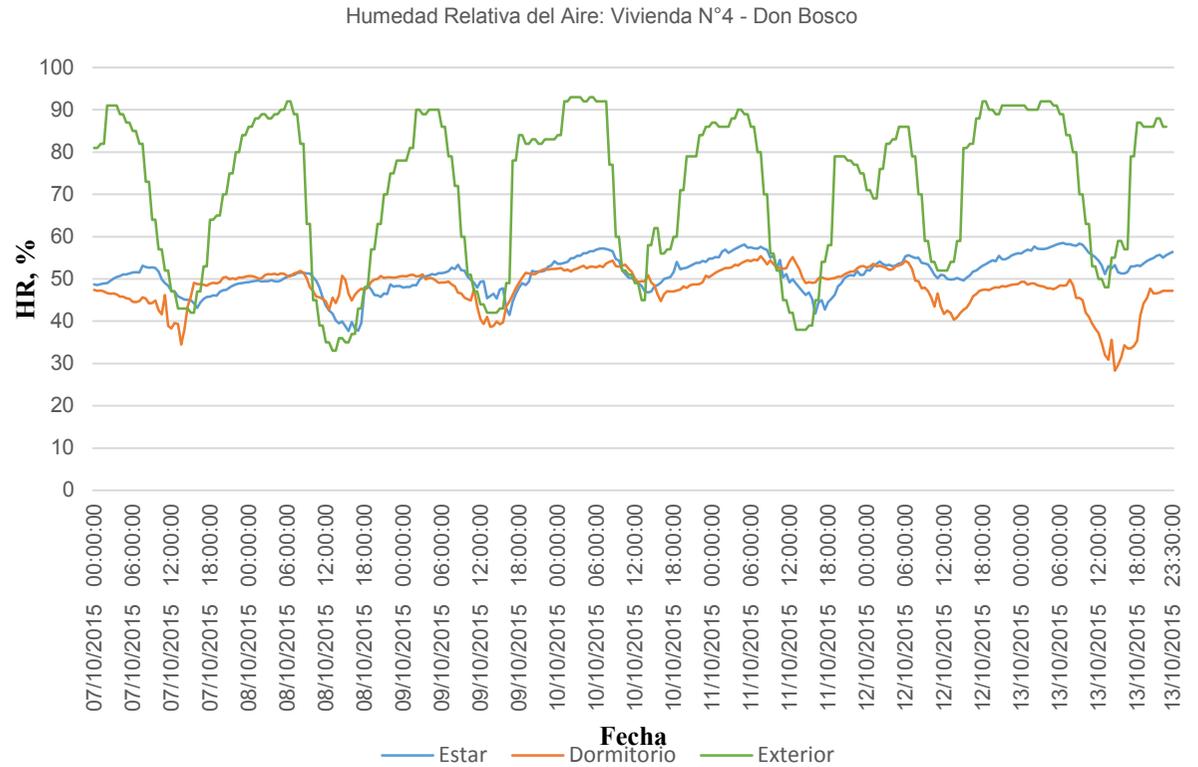
### Humedad relativa medición en campo.

Tenemos como lugar de mayor porcentaje de humedad en el dormitorio principal entre 28.34%-55.42% que se encuentra dentro de los límites aceptables que son entre 40%-65% de humedad, mientras que en estar tenemos entre 37.67%-58.54% siendo este un porcentaje aceptable. Como podemos observar en la siguiente (Tabla 48) y (Gráf. 37)

Tabla 48: Humedad relativa.

Humedad relativa vivienda 4			
	Estar	Dormitorio principal	Exterior
Promedio	51,15	48,07	71,15
Mínimo	37,67	28,34	33,00
Máximo	58,54	55,42	93,00
Desviación	4,27	4,80	17,92

Fuente: Grupo de Investigación "método de certificación de la construcción sustentable de viviendas"



Gráf. 37: Humedad relativa.

Fuente: Grupo de Investigación "método de certificación de la construcción sustentable de viviendas"



**Radiación análisis medición en campo.**

Al interior de la vivienda el lugar de mayor promedio de radiación es el estar con una radiación de 53.41 W/m<sup>2</sup>, mientras que en el dormitorio tenemos un menor promedio de 47.32 W/m<sup>2</sup>.

Al exterior se tiene una radiación de 356.78 alta en comparación a la del interior.

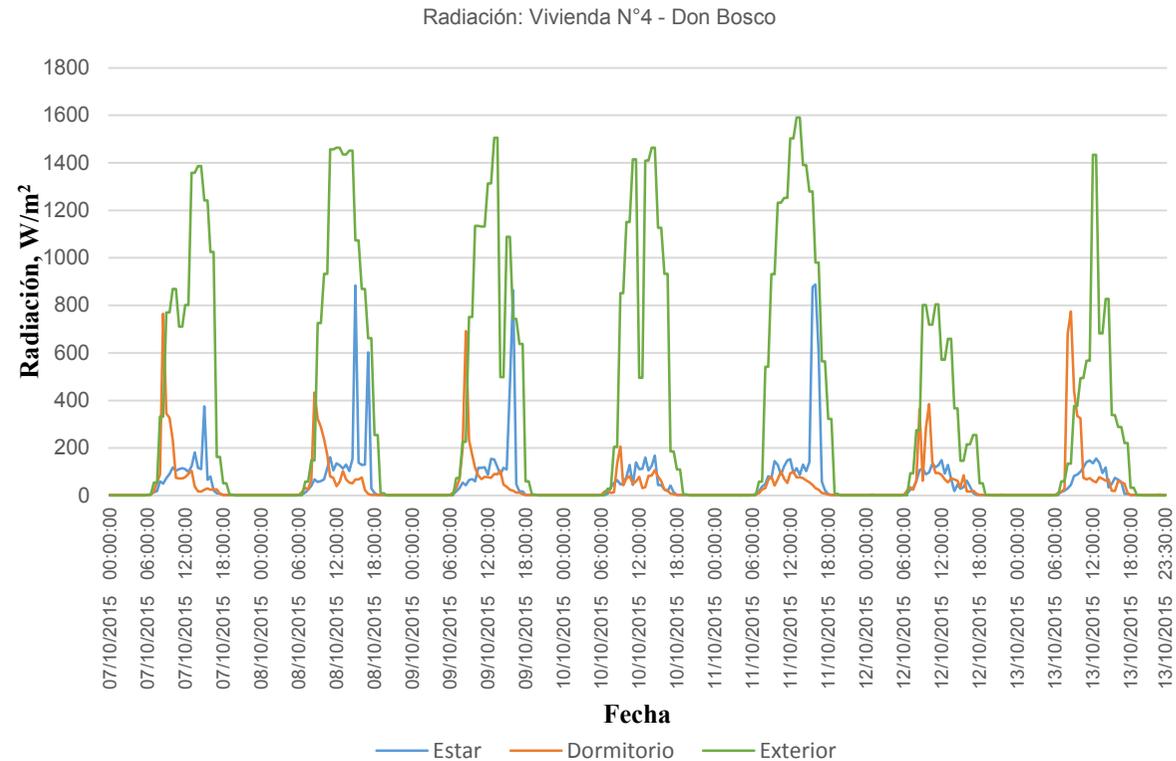
El porcentaje de radiación que ingresa al interior por medio de las ventanas, lucernarios y por captación de paredes es de 14.11 %.

Los datos se observan en la (Tabla 49) y (Gráf. 38).

Tabla 49: Radiación solar.

Valores de Radiación			
	Estar	Dorm. Princ.	Exterior
Promedio	53,41	47,32	356,78
Mínimo	1,83	2,44	0
Máximo	888,06	775,15	1591
Desviación	115,78	103,09	496,06

Fuente: Grupo de Investigación “método de certificación de la construcción sustentable de viviendas”



Gráf. 38: Radiación solar.

Fuente: Grupo de Investigación “método de certificación de la construcción sustentable de viviendas”

## Sombras análisis mediante Ecotec

El mayor porcentaje de sombra se produce en sentido norte-oeste con un promedio de 87,5 % y 87,75% respectivamente.

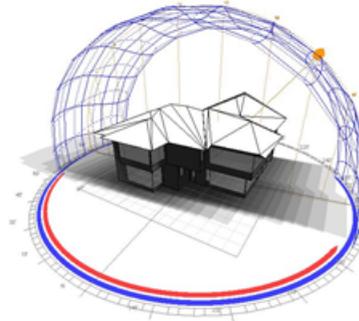
Las fachadas que se encuentran hacia estos sentidos que reciben la suficiente radiación solar para ganar calor a través de estos elementos y mantener un espacio interior confortable térmico. Ver (Tabla 50) y (Gráf. 39, 40, 41 y 42).

Tabla 50: Sombras proyectadas.

Cuadro de resultados				
Fachadas	Promedio porcentaje de sombra (superficies acristaladas)			
	Equinoccio (21Marzo) (%)	Equinoccio (21Sep) (%)	Solsticio (21Jun) (%)	Solsticio (21Dic) (%)
Norte	93	94	63	100
Sur	Adosada			
Este	72	75	73	72
Oeste	90	87	82	92

Fuente: Grupo de Investigación "método de certificación de la construcción sustentable de viviendas"

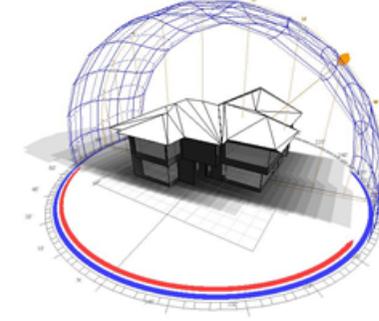
Equinoccio 21 de marzo



Gráf. 39: Sombras.

Fuente: Grupo de Investigación "método de certificación de la construcción sustentable de viviendas"

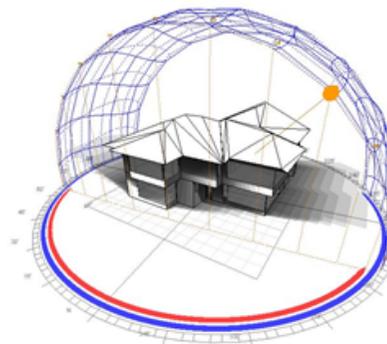
Equinoccio 21 de septiembre



Gráf. 40: Sombras.

Fuente: Grupo de Investigación "método de certificación de la construcción sustentable de viviendas"

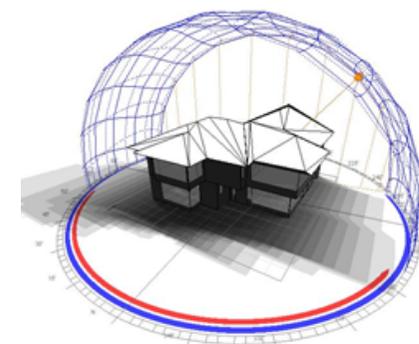
Solsticio 21 de junio



Gráf. 41: Sombras.

Fuente: Grupo de Investigación "método de certificación de la construcción sustentable de viviendas"

Solsticio 21 de diciembre



Gráf. 42: Sombras.

Fuente: Grupo de Investigación "método de certificación de la construcción sustentable de viviendas"

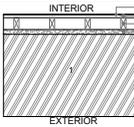
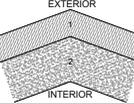
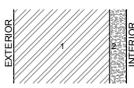


## Envolvente

Los materiales de la envolvente de la vivienda N°4 son cubierta teja y cielo raso de asbesto o cemento, paredes de ladrillo, acabado de paredes enlucido, ventanas de aluminio y vidrio, puertas de madera y vidrio, piso de cerámica, estructura de hormigón armado y acero.

Los datos de transmitancia térmica (valor U) se presenta en la (Tabla 51) se hace un análisis del cumplimiento de la normativa, se obtiene que no se cumple para fachadas en contacto con el aire y cubiertas en contacto con el aire. Ver (anexos 40 y 41).

Tabla 51: Conclusiones de la vivienda N°4 en el cumplimiento de la transmitancia térmica (U) respecto a la NEC 11.

VIVIENDA N°4						
Coeficiente global U en función del tipo de cerramiento y la zona climática ZT3						
Cerramiento	Detalle constructivo	Material / espesor	Dato coeficiente (U)	Normativa coeficiente (U)	Cumple	No cumple
Fachadas contacto con el aire		1.-Ladrillo e= 140 mm 2.-Mortero de cemento e= 20 mm	2,12	1,8		x
Cerramiento en contacto con el terreno		1.-Suelo e=1500mm 2.-Losa de concreto e= 100mm 3.-Mortero de cemento e=20mm 4.-Duela de madera e=40mm 5.-Cerámica e=10mm	0,46	1,8	x	
Cubiertas en contacto con el aire		1.-Teja e= 50 mm 2.-Asbesto o cemento e=70mm	5,4	1,5		x
Cerramiento en contacto con espacios no habitados no ventilados y medianeras		1.-Ladrillo e= 140 mm 2.-Mortero de cemento e= 20 mm	2,12	2,5	x	
Cerramientos en contactos con espacios no habitados ventilados		1.-Ladrillo e= 140 mm 2.-Mortero de cemento e= 20 mm	2,12	2,5	x	
Ventanas y lucernarios		1.-Vidrio e= 4 mm	5,5	5,7	x	

Fuente: La autora.

## e.-Vivienda N° 5

La toma de datos de la vivienda N°5 se registraron entre los días 7 al 13 de octubre del 2015, esta vivienda es vivienda unifamiliar adosada un lado, cuenta con una orientación este-oeste. Ver (Fig. 22)

Se encuentra ubicada en los Trigales Bajos manzana U222 y calles Elias Brito Galarza y Albino del Curto.

La vivienda cuenta con 119.03 m<sup>2</sup>, desarrollada en dos plantas, la materialidad de muros de albañilería confinada, cubierta de asbesto o cemento, ventanas de aluminio y vidrio.

La casa cuenta con 3 dormitorios, 3 salas, comedor, cocina, desayunador, lavandería y 2 baños completos. Ver (Foto. 29, 30 y 31)



Fig. 22: Ubicación.

Fuente: Grupo de Investigación "método de certificación de la construcción sustentable de viviendas"



Foto. 28: Vista frontal.

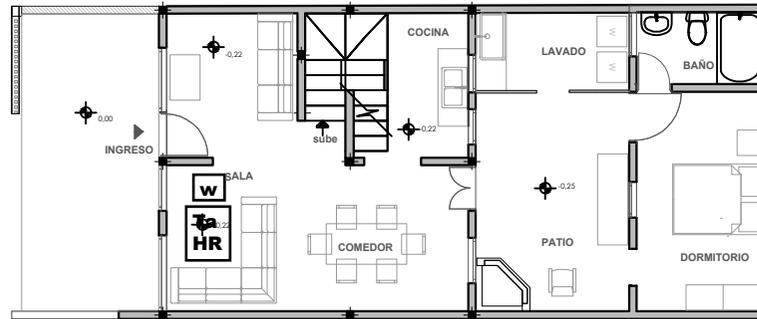
Fuente: Grupo de Investigación "método de certificación de la construcción sustentable de viviendas"



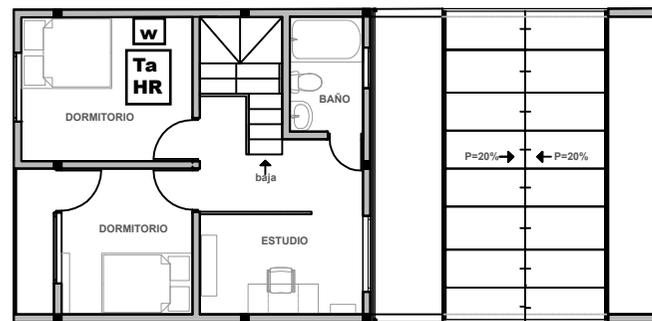
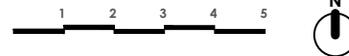
Foto. 29 y 30: Vista interior de sala-comedor.

Fuente: Grupo de Investigación "método de certificación de la construcción sustentable de viviendas"

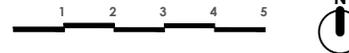
**Planos Arquitectónicos**



**Planta baja**



**Planta alta**



**Fachada frontal**



**Ubicación de equipos de medición.**

**Simbología:**

- Ta.-Temperatura del aire en °C.
- HR.-Humedad relativa del aire en %
- W.-Niveles de radiación en W/m<sup>2</sup>

Fig. 23: Planos arquitectónicos.

Fuente: Grupo de Investigación "método de certificación de la construcción sustentable de viviendas"

Leidy Avila Contreras



### Temperatura ambiental medición en campo

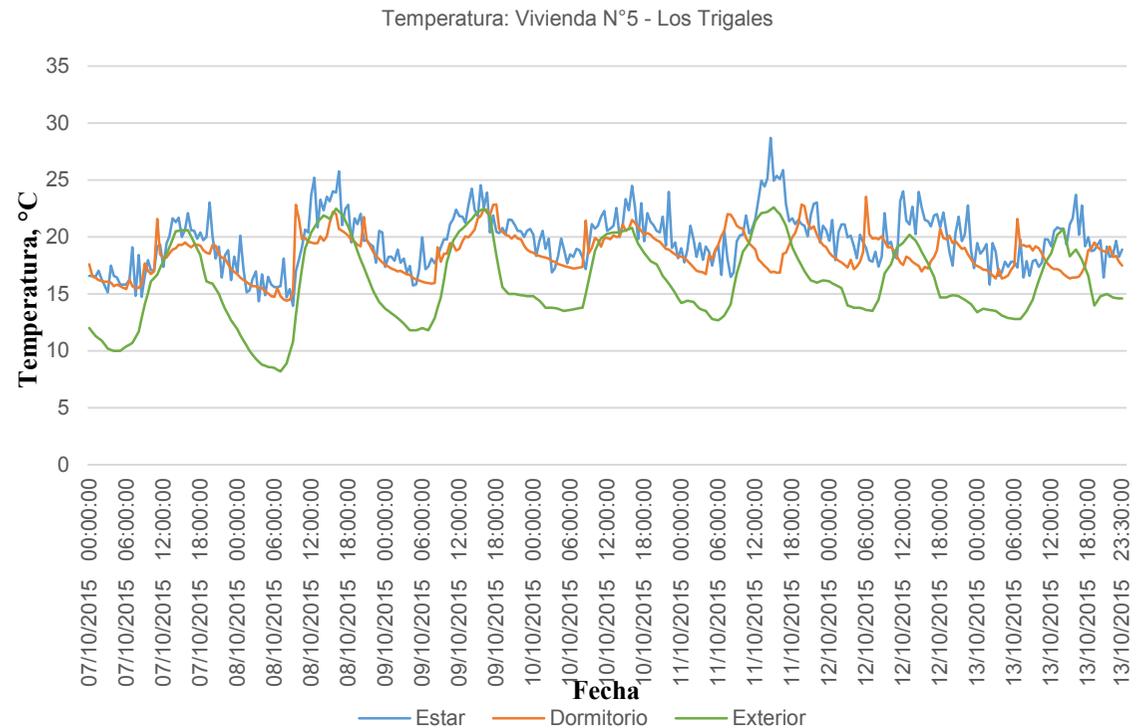
Se obtiene las altas temperaturas desde las 12:00 pm y las 18:00 pm y entre las 00:00 h y las 06:00 tenemos las temperaturas más bajas.

Teniendo en estar una máxima de 28.70 °C y una mínima de 13.96 °C y un promedio de 19.70 °C, en el dormitorio principal tenemos una máxima de 23.54 °C, una mínima de 14.40 °C y un promedio de 18.50 °C. Los datos antes indicados, se presentan en la tabla (Tabla 52) y (Gráf. 43).

Tabla 52: Temperatura ambiental.

Temperatura ambiental vivienda 5			
	Estar	Dormitorio principal	Exterior
Promedio	19,70	18,50	15,95
Mínimo	13,96	14,40	8,20
Máximo	28,70	23,54	22,60
Desviación	2,40	1,78	3,53

Fuente: Grupo de Investigación "método de certificación de la construcción sustentable de viviendas"



Gráf. 43: Temperatura ambiental.

Fuente: Grupo de Investigación "método de certificación de la construcción sustentable de viviendas"



## Temperatura ambiental realizado en Ecotec

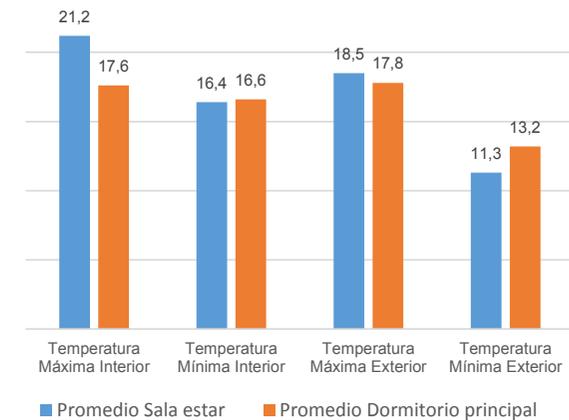
Se puede observar en la (Tabla 53) y (Gráf. 44) el rango de temperatura en sala es de 21.2° C -16.4° C, la temperatura se encuentra 1.6 °C bajo el límite de temperatura aceptable que es de 18°C, mientras que en el dormitorio se tiene una temperatura entre los 17.6° C-16.6° C, no existe una variación de temperatura entre la mínima y la máxima es de apenas 1°C, además el rango de temperatura se encuentra bajo 1.4 °C el límite de temperatura aceptable.

Ver (anexo 43 y 44).

Tabla 53: Temperatura ambiental.

Comportamiento Térmico				
	Temperatura Máxima Interior	Temperatura Mínima Interior	Temperatura Máxima Exterior	Temperatura Mínima Exterior
Promedio Sala estar	21,2	16,4	18,5	11,3
Promedio Dormitorio principal	17,6	16,6	17,8	13,2

Fuente: Grupo de Investigación "método de certificación de la construcción sustentable de viviendas"



Gráf. 44: Temperatura ambiental.

Fuente: Grupo de Investigación "método de certificación de la construcción sustentable de viviendas"



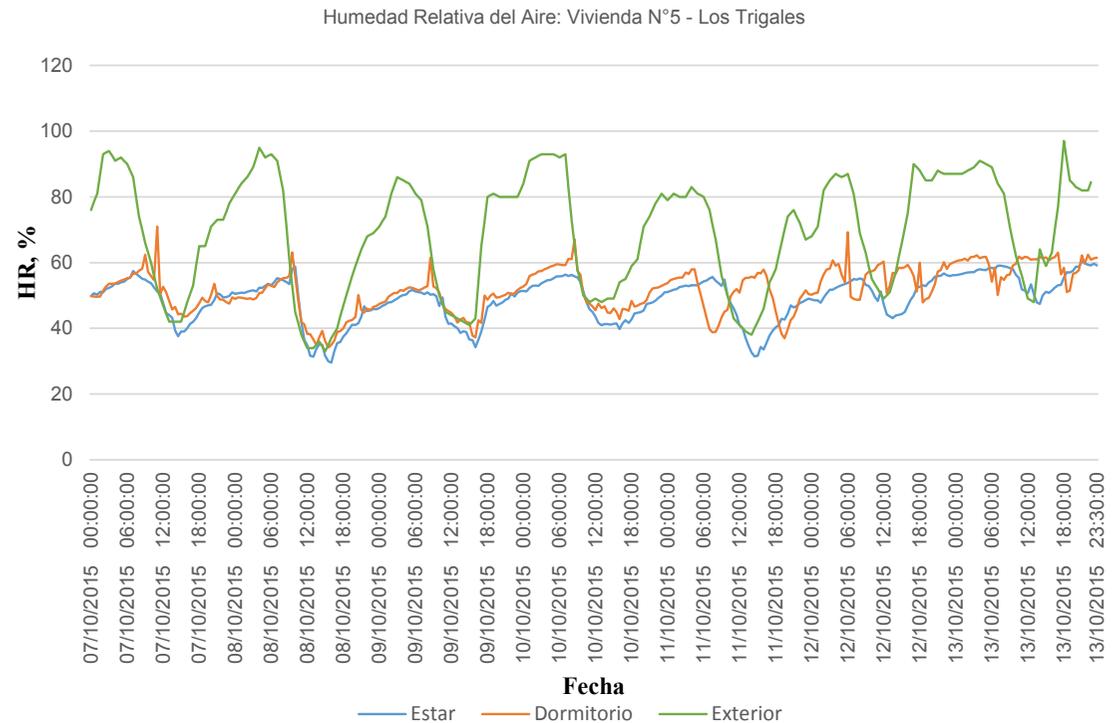
### Humedad relativa medición en campo.

Se tiene como lugar de mayor porcentaje de humedad en el dormitorio principal entre 34.15%-70.95% que se encuentra 5.95% mas alto de los límites aceptables que son entre 40%-65%, mientras que en estar tenemos una humedad entre 29.59%-60.43% siendo este un porcentaje aceptable. Como se observa en la siguiente (Tabla 54) y (Gráf. 45).

Tabla 54: Humedad relativa.

Humedad relativa vivienda 5			
	Estar	Dormitorio principal	Exterior
Promedio	48,93	51,86	69,29
Mínimo	29,59	34,15	33,00
Máximo	60,43	70,95	97,00
Desviación	6,77	6,77	17,40

Fuente: Grupo de Investigación “método de certificación de la construcción sustentable de viviendas”



Gráf. 45: Temperatura ambiental.

Fuente: Grupo de Investigación “método de certificación de la construcción sustentable de viviendas”



## Radiación análisis mediante Ecotec.

En el interior de la vivienda el lugar de mayor promedio de radiación es el estar con una radiación de 35.43 W/m<sup>2</sup>, mientras que en el dormitorio se tiene un promedio de 33.55 W/m<sup>2</sup>.

En el exterior se tiene un alto nivel de radiación exterior con 197.35 W/m<sup>2</sup>.

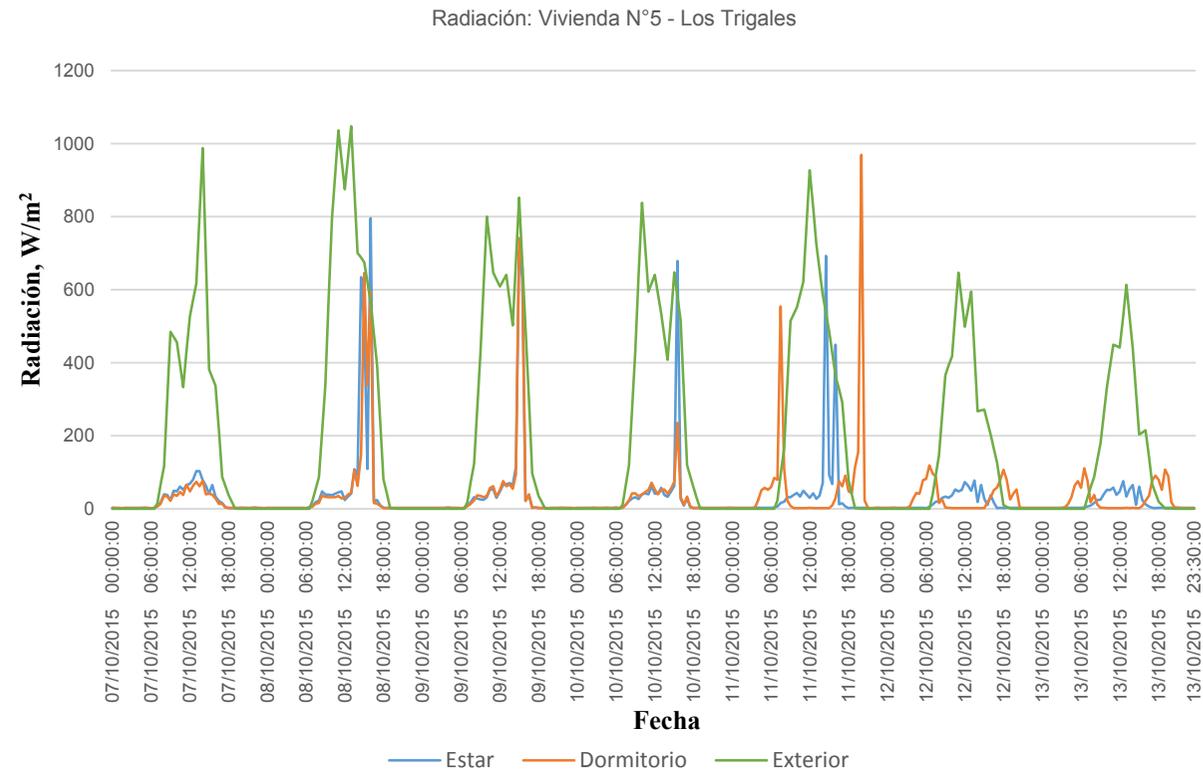
El promedio de radiación que ingresa al interior por medio de las ventanas, lucernarios y por captación de paredes es de 17.47 %.

Los datos se pueden observar en la (Tabla 55) y (Gráf. 46)

Tabla 55: Radiación solar.

Valores de Radiación			
	Estar	Dorm. Princ.	Exterior
Promedio	33,55	35,43	197,35
Mínimo	1,83	2,44	0
Máximo	795,89	969,24	1048
Desviación	98,65	97,72	271,75

Fuente: Grupo de Investigación "método de certificación de la construcción sustentable de viviendas"



Gráf. 46: Temperatura ambiental.

Fuente: Grupo de Investigación "método de certificación de la construcción sustentable de viviendas"

### Sombras análisis mediante Ecotec.

La vivienda se encuentra adosada a dos de sus lados y por lo tanto se proyectan sombras en dirección este-oeste.

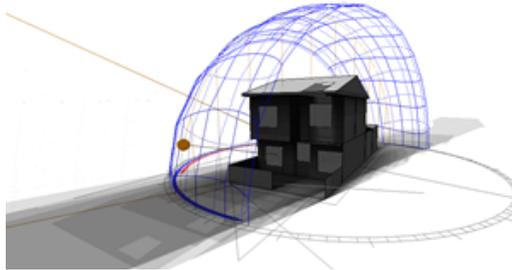
Y por el oeste se proyecta un mayor porcentaje de sombras que es de 74.5 %, siendo la fachada que se encuentra hacia esta dirección la que menos aprovecha la radiación solar. Ver (Tabla 56) y (Gráf. 47, 48, 49 y 50)

Tabla 56: Sombras

Cuadro de resultados				
Fachadas	Promedio porcentaje de sombra (superficies acristaladas)			
	Equinoccio (21Marzo) (%)	Equinoccio (21Sep) (%)	Solsticio (21Jun) (%)	Solsticio (21Dic) (%)
Norte	Adosada			
Sur	Adosada			
Este	67	70	65	70
Oeste	72	82	76	68

Fuente: Grupo de Investigación "método de certificación de la construcción sustentable de viviendas"

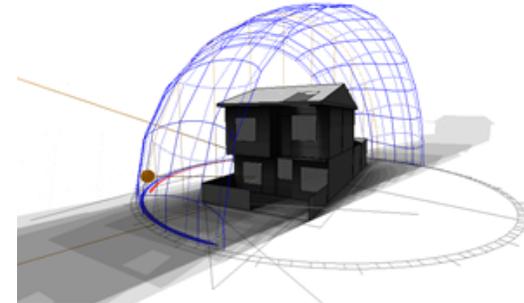
Equinoccio 21 de marzo



Gráf. 47: Sombras.

Fuente: Grupo de Investigación "método de certificación de la construcción sustentable de viviendas"

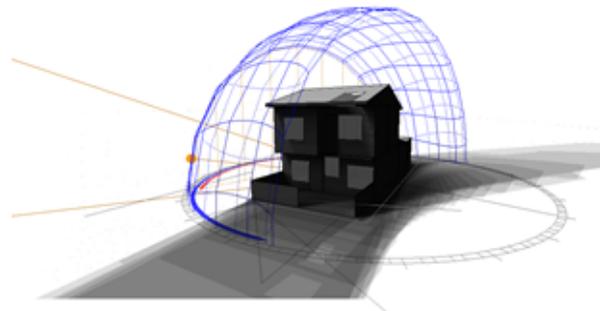
Equinoccio 21 de septiembre



Gráf. 48: Sombras.

Fuente: Grupo de Investigación "método de certificación de la construcción sustentable de viviendas"

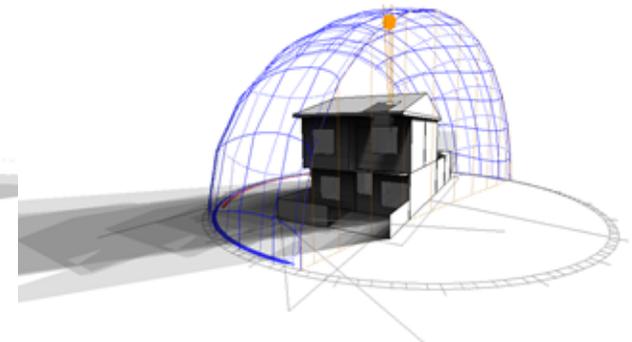
Solsticio 21 de junio



Gráf. 49: Sombras.

Fuente: Grupo de Investigación "método de certificación de la construcción sustentable de viviendas"

Solsticio 21 de diciembre



Gráf. 50: Sombras.

Fuente: Grupo de Investigación "método de certificación de la construcción sustentable de viviendas"



**Envolvente**

La vivienda N°5 presenta en la envolvente los siguientes materiales: cubierta de cemento o asbesto, paredes de ladrillo macizo, acabo de paredes enlucido, ventanas de hierro y vidrio, puertas de madera, piso de madera y ladrillo, estructura de hormigón armado.

Los datos de transmitancia térmica (valor U) se muestran en la (Tabla 57), además se indica el cumplimiento de la normativa NEC 11, en su mayoría los cerramientos no cumplen con la normativa cumpliéndose únicamente en cerramientos en contacto con el terreno y ventanas y lucernarios.

Ver (anexos 46, 47 y 48)

Tabla 57: Conclusiones de la vivienda N° 5 en el cumplimiento de la transmitancia térmica (U) respecto a la NEC 11.

VIVIENDA N°5						
Coeficiente global U en función del tipo de cerramiento y la zona climática ZT3						
Cerramiento	Detalle constructivo	Material / espesor	Dato coeficiente (U)	Normativa coeficiente (U)	Cumple	No cumple
Fachadas contacto con el aire		1.-Ladrillo macizo e= 140 mm 2.-Enlucido e= 20 mm	3,27	1,8		x
Cerramiento en contacto con el terreno		1.-Suelo e=1500mm 2.-Losa de concreto e= 100mm 3.-Mortero de cemento e=20mm 4.-Piso de ladrillo e=30 mm	0,46	1,8	x	
Cubiertas en contacto con el aire		1.-Asbesto o cemento e=70mm	5,41	1,5		x
Cerramiento en contacto con espacios no habitados no ventilados y medianeras		1.-Ladrillo macizo e= 140 mm 2.-Enlucido e= 20 mm	3,27	2,5		x
Cerramientos en contactos con espacios no habitados ventilados		1.-Ladrillo macizo e= 140 mm 2.-Enlucido e= 20 mm	3,27	2,5		x
Ventanas y lucernarios		1.-Vidrio e= 4 mm	5,5	5,7	x	

Fuente: La autora.



### 3.4.-DISCUSIÓN DE RESULTADOS

#### a.-Temperatura ambiental, humedad relativa y radiación solar.

Para que una vivienda se encuentre en confort térmico debe cumplir lo siguientes aspectos:

Temperatura ambiental en un rango de 18° C-26° C, humedad relativa 40 %-65%. La radiación solar está relacionado directamente con la temperatura ambiental, así que entre mayor radiación solar ingrese a la vivienda o alcance las fachadas, la vivienda tendrá mejores condiciones térmicas, esto para la ciudad de Cuenca que presenta clima frío.

A continuación se presenta una tabla resumen (Tabla 58) en la cual se presentan todos los datos obtenidos en el estudio de las cinco viviendas.

Vivienda N° 1 con 169.2 m2 adosada a tres de sus lados, presenta una adecuada orientación, este-oeste. En las mediciones realizadas presenta una temperatura que no cumple con las condiciones de confort ya que su temperatura esta entre 14.18° C - 25.73° C. En cuanto a la humedad relativa interior es de 49.23 % cumple los estándares.

Tabla 58: Tabla resumen de temperatura ambiental, humedad relativa, temperatura radiante y sombras.

Tabla de conclusión de temperatura ambiental, humedad relativa, radiación solar y sombras																
Vivienda	m2	Tipo de implantación (adosada número de lados)	Orientación	Número de pisos	Promedio de temperatura interior en °C	Promedio de temperatura mínima interior en °C	Promedio de temperatura interior en °C	Temperatura máxima exterior °C	Temperatura mínima exterior en °C	Promedio de temperatura exterior en °C	Promedio de humedad relativa interior en %	Promedio de humedad exterior en %	Promedio de radiación solar interior W/m2	Promedio de radiación solar exterior W/m2	Porcentaje de radiación solar aprovechado en %	Orientación de mayor % de sombra
Vivienda N° 1	169,2	3	este-oeste	1	25,73	14,18	19,79	22,80	7,40	15,45	49,23	71,16	12,54	178,12	8,26	sur-oeste
Vivienda N° 2	399,3	1	oeste-este	2	22,50	16,06	18,82	21,60	5,00	14,14	51,23	70,24	13,63	167,45	6,00	oeste-norte
Vivienda N° 3	351,51	1	sur-norte	2	24,15	16,15	18,65	24,20	8,90	15,67	52,24	68,55	19,19	211,38	9,35	sur-oeste
Vivienda N° 4	202,64	1	norte-sur	2	24,72	16,50	19,36	22,80	7,40	15,55	49,61	71,15	50,36	356,78	14,11	norte-oeste
Vivienda N° 5	119,03	2	norte-sur	2	26,12	14,18	19,10	22,60	8,20	15,95	50,39	69,29	34,49	197,35	17,47	oeste

Fuente: la autora.



promedio de radiación es de 12.54 W/m<sup>2</sup>.

**La vivienda N° 2** con 399.3 m<sup>2</sup> adosada a un lado, con orientación este-oeste. La vivienda presenta una temperatura entre los 16.05 °C - 22.50 °C, esta temperatura no cumple las condiciones de confort, la humedad relativa interior esta en 51.23 % que es aceptable y el promedio de radiación esta en los 13.63 W/m<sup>2</sup>.

**La vivienda N° 3** con 351.51 m<sup>2</sup> adosada a un lado con orientación sur-norte.

La temperatura que tenemos en la vivienda esta entre los 16.15° C-24.15° C, esta temperatura tampoco se encuentra dentro del rango de confort. Además la vivienda cuenta con una humedad relativa de 52.24 % que es un porcentaje aceptable, el promedio de temperatura radiante se encuentra en los 19.19 W/m<sup>2</sup>.

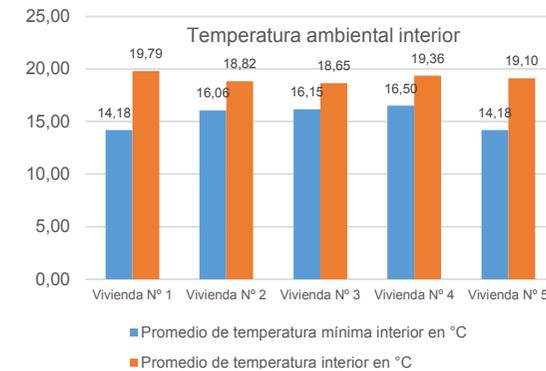
**La vivienda N° 4** con 202.64 m<sup>2</sup> con orientación norte sur presenta una temperatura entre los 16.50 °C - 24.72 °C, dicha temperatura se encuentra casi dentro de los rangos de confort, el promedio de humedad relativa interior se encuentra en los 49.61 % que cumple con las normativas de

confort, mientras que la temperatura radiante es de 50.36 W/m<sup>2</sup>.

La vivienda N° 5 con 119.03 m<sup>2</sup> presenta una temperatura entre los 14.18 °C - 26.12 °C dicha temperatura no cumple condiciones de confort, la humedad relativa es de 50.39 % siendo esta aceptable y el promedio de temperatura radiante es de 34.94 W/m<sup>2</sup>.

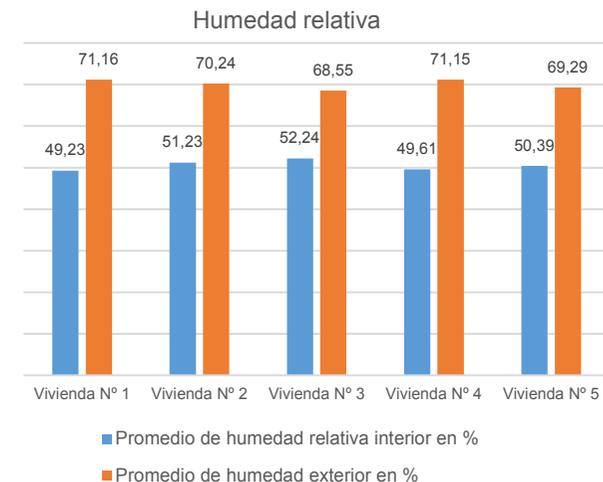
La vivienda que presenta mejores condiciones térmicas es la vivienda N°4 con un rango de temperatura entre los 16.50° C -19.36° C, mientras que la edificación que presenta peores condiciones térmicas es la N°5 con un rango entre los 14.18° C-19.10° C, Con 2.32° C más bajo que la que presenta mejores condiciones, además ninguna vivienda alcanza el rango de confort aceptable de 18° C-26° C. La humedad relativa en todas las viviendas cumple con la normativa.

La radiación solar en la mayoría de las viviendas no es bien aprovechada y los problemas son: aleros de grandes dimensiones, fachadas pintadas de colores muy refractivos o de poca inercia térmica además de ventanas y lucernarios de pequeñas dimensiones. (Gráf. 51y 52)



Gráf. 51: conclusión de temperatura ambiental.

Fuente: La autora



Gráf. 52: conclusión de temperatura ambiental.

Fuente: La autora



**b.-Envolvente**

Los datos de envolvente se presentan en la (Tabla 59).

La vivienda N°1 es la que presenta mayores problemas en los materiales de la fachada ya que estos cumplen en un 20% con la normativa, provocando que la edificación no tenga los niveles adecuados de confort ambiental.

La vivienda N° 2 cumple con un 83,30 % la normativa de envolvente, generando un ambiente confortable al interior de la misma. Esta construcción es la más favorable en cuanto a la calidad de los materiales únicamente en la cubierta no cumple con los requisitos que se exigen en la normativa.

La vivienda N° 3 y N° 4 se cumple con la norma en un 66.7 % ya que no cumple en fachada y cubierta en contacto con el aire.

La vivienda 5 cumple en un 33% la normativa ya que únicamente en cerramientos con espacios no habitados y ventanas y lucernarios.

Tabla 59: Resumen de envolvente

Tabla de conclusión de envolvente											
Vivienda	m2	Tipo de implantación (adosada número de lados)	Orientación	Número de pisos	Fachadas contacto con el aire (normativa > 1,80)	Cerramiento en contacto con el terreno (normativa > 1,80)	Cubiertas en contacto con el aire (normativa > 1,50)	Cerramiento en contacto con espacios no habitados no ventilados y medianeras (normativa > 2,50)	Cerramientos en contactos con espacios no habitados ventilados (normativa > 2,50)	Ventanas y lucernarios (normativa > 5,70)	Porcentaje de cumplimiento de la normativa en (%)
<b>Vivienda N° 1</b>	169,2	3	este-oeste	1	2,60	-	2,29	2,79	2,88	5,50	33%
<b>Vivienda N° 2</b>	399,3	1	oeste-este	2	1,72	0,45	3,36	1,72	1,72	5,50	83%
<b>Vivienda N° 3</b>	351,51	1	sur-norte	2	2,01	0,42	2,76	2,09	2,01	5,53	67%
<b>Vivienda N° 4</b>	202,64	1	norte-sur	2	2,12	0,46	5,40	2,12	2,12	5,50	67%
<b>Vivienda N° 5</b>	119,03	1	este-oeste	2	3,27	0,46	5,41	3,27	3,27	5,50	33%
<b>Porcentaje total</b>					20%	100%	0%	60%	60%	100%	54%

Fuente: la autora.

Simbología

Cumple con la norma



No cumple





### 3.5.-CONCLUSIONES

Al realizar las encuestas se corroboró que el tipo de vivienda más predominante en la ciudad de Cuenca es la casa adosada entre dos viviendas con un porcentaje del 80% y la vivienda aislada con un porcentaje del 15%, además el prototipo de vivienda es una estructura de hormigón armado con paredes de ladrillo, piso de madera, cielo raso de estuco y cubierta de eternit y teja.

el tiempo es decir (mañana, tarde y noche) y el mecanismo más utilizado para ventilar la casa es abrir ventanas y puertas. En la iluminación de las viviendas se abren las ventanas para aprovechar la luz natural en la mañana.

La población de la ciudad en su mayoría no utiliza ningún tipo de calefacción y las personas que utilizan que son el 2%, el 20% de personas usan calefactor a gas y el 80% calefactor eléctrico portátil.

En el siguiente (Gráf. 53) se muestra el porcentaje de cumplimiento de la normativa según las superficies en contacto con el aire y terreno.

Una de las cinco viviendas analizadas cumple en un 83 % con la normativa es decir, Haciendo un

promedio en cumplimiento se tiene un promedio del 54 % de las viviendas analizadas presenta una condición aceptable de la envolvente para generar en el interior un ambiente sano y comfortable.

A continuación se describirá cada uno de los elementos que se han evaluado energéticamente.

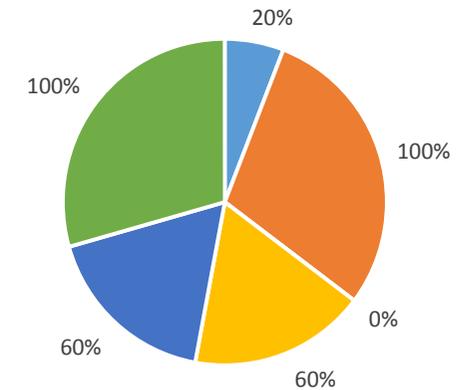
**Cubierta.**-Cubierta en contacto con el aire es el elemento que en todos los casos de estudio no se cumple con el valor aceptable de transmitancia termica y al igual el cielo raso de las viviendas no existe ningún tipo de aislamiento con un porcentaje del 0%.

**Paredes.**-En las paredes hay algunos sistemas constructivos que si cumplen los valores de transmitancia térmico exigidos en la norma y se puede evidenciar que el ladrillo trabajo mejor con el recubrimiento mortero de cemento en sus dos caras, que solo el ladrillo como pared.

Las fachadas en contacto con el aire cumple la norma en solo el 20%. En los cerramientos en contacto con espacios no habitados, no ventilados y medianes se cumple con la norma en un 60% al igual que los cerramientos en contacto con

espacios no habitados ventilados.

**Pisos y ventanas.**-Cerramientos en contacto con el terreno y ventanas y lucernarios cumple en un 100% la normativa.



- Fachadas contacto con el aire (normativa >1,80)
- Cerramiento en contacto con el terreno (normativa >1,80)
- Cubiertas en contacto con el aire (normativa >1,50)
- Cerramiento en contacto con espacios no habitados no ventilados y medianeras (normativa >2,50)
- Cerramientos en contactos con espacios no habitados ventilados (normativa >2,50)
- Ventanas y lucernarios (normativa >5,70)

Gráf. 53: Conclusión de cumplimiento del coeficiente de transmisión térmica según superficie de contacto..

Fuente: La autora



En la siguiente (Tabla 60) se presentan los diferentes sistemas constructivos aptos para nuestra zona que cumplen las exigencias de la norma ecuatoriana. En la tabla se observa los sistemas constructivos que cumplen con el coeficiente de transmitancia térmica el detalle D1 que fue tomado de la vivienda N°2 es el único que cumple con la norma para ser utilizada en fachadas en contacto con el aire.

Luego tenemos el detalle D2 y D3 tomado de referencia de la vivienda N°3 y N°4 respectivamente los cuales pueden ser utilizados en cerramientos en contacto con espacios no habitados no ventilados y medianeras y cerramientos en contacto con espacios no habitados ventilados. La presente tabla nos facilitará la propuesta de un sistema constructivo ideal en base a los existentes y utilizados actualmente en las viviendas de la ciudad de Cuenca.

Tabla 60: Resumen de sistemas constructivos que cumplen con la norma.

Tabla resumen de sistemas constructivos que cumplen con la normativa de coeficiente (U) de transmitancia térmica			
Vivienda de Referencia	Detalle constructivo	Material / espesor	Dato coeficiente (U)
Fachadas contacto con el aire (normativa >1,80)			
Vivienda N°2		1.-Mortero de cemento e= 20 mm 2.-Ladrillo e= 150 mm 3.-Mortero de cemento e= 20 mm	1,72
Cerramiento en contacto con espacios no habitados no ventilados y medianeras (normativa >2,50) Cerramientos en contactos con espacios no habitados ventilados (normativa >2,50)			
Vivienda N°3		1.-Empaste e= 10 mm 2.-Ladrillo e= 200 mm 3.-Empaste e= 10 mm	2,01
Vivienda N°4		1.-Ladrillo e= 140 mm 2.-Mortero de cemento e= 20 mm	2,12

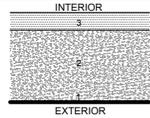
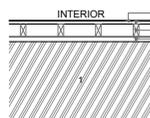
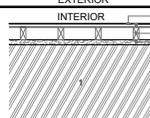
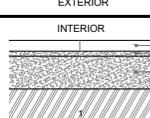
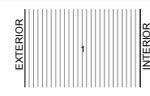
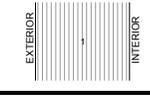
Fuente: La autora



En la (Tabla 61) se muestra el detalle D4,D5, D6,D7, son sistemas constructivos utilizados en las viviendas de estudio que en su mayoría cumplen con la normativa, incluso el valor de transmitancia para cerramientos en contacto para el terreno es de 1.8 y en casi todas las viviendas el coeficiente de transmitancia es menor.

Para ventanas y lucernarios en todas las viviendas se cuenta con vidrio de 4 y 3 mm, y sus coeficientes están cumpliendo con la normativa.

Tabla 61: Resumen de sistemas constructivos que cumplen con la norma.

Tabla resumen de sistemas constructivos que cumplen con la normativa de coeficiente de transmitancia térmica			
Vivienda de Referencia	Detalle constructivo	Material / espesor	Dato coeficiente (U)
Cerramiento en contacto con el terreno (normativa >1,80)			
Vivienda N°2		1.-Suelo e=1500mm 2.-Losa de concreto e=100 mm 3.-Madera e=25 mm	0,45
Vivienda N°3		1.-Suelo e=1500mm 2.-Piedra e=5mm 3.-Cámara de aire e=20mm 4.-Duela de madera e=40mm 5.-Tira de madera e=10mm	0,42
Vivienda N°4		1.-Suelo e=1500mm 2.-Losa de concreto e= 100mm 3.-Mortero de cemento e=20mm 4.-Duela de madera e=40mm 5.-Cerámica e=10mm	0,46
Vivienda N°5		1.-Suelo e=1500mm 2.-Losa de concreto e= 100mm 3.-Mortero de cemento e=20mm 4.-Piso de ladrillo e=30 mm	0,46
Ventanas y lucernarios (normativa >5,70)			
Vivienda N° 1,2,4 y 5		1.-Vidrio e= 4 mm	5,5
Vivienda N°3		1.-Vidrio e= 3 mm	5,53

Fuente: La autora

# **CAPÍTULO IV**

---

**PROPUESTA**

---



## INTRODUCCIÓN

Las condiciones de temperatura ambiental de la ciudad de Cuenca son muy diversa.

La variación de temperatura en la ciudad es de hasta 7°C en un mismo día. Teniendo esta diversidad de climas es necesario en las viviendas se utilicen sistemas constructivos que aporten a generar bienestar térmico al interior de las viviendas, la envolvente actual que presentan las viviendas no cubren con las necesidades de confort térmico de los usuarios, por lo que es oportuno hacer cambios en el arquetipo de la envolvente.

Estos problemas de cambios de temperatura drásticos, se pueden solucionar optimizando los ingresos naturales de energía sin aporte adicional de energía.

De los cinco casos de estudio se eligió a la vivienda N°5 porque es la que menos cumple con la normativa vigente de transmitancia térmicas, en esta vivienda se aplicarán estrategias bioclimáticas y un sistema constructivo que mejore el confort interior.

Las estrategias consisten en modificar los cerramientos que forman parte de la envolvente, Manteniendo la solución constructiva del proyecto original, haciendo mínimas modificaciones para alcanzar los niveles de confort, además las modificaciones serán validadas en Ecotect para conocer si la demanda de energía se reduce y si se aumenta la temperatura interior para lograr bienestar térmico.

#### 4.1.-DRESCRIPCIÓN Y UBICACIÓN.

La vivienda de encuentra ubicada en la parroquia Hermano Miguel de la ciudad de Cuenca en el sector de los Trigales Bajos, manzana U222 y calles Elias Brito Galarza y Albino del Curtto, con orientación Sur-oeste y Nor-este. Ver (Fig. 24) Fue construida en el año 1998, la tipología del inmueble es una casa adosada en dos de sus lados, su configuración formal es rectangular.

La edificación cuenta con una superficie construida de 119.03 m2 y un terreno de 93.30 m2. Ver (Fig. 25)

La materialidad de sus cerramientos son: muros de 16 cm constituido por ladrillo y recubrimiento de mortero de cemento, cubierta de asbesto o cemento, ventanas de madera y vidrio. Los ambientes que dispone la casa son 3 dormitorios, sala, comedor, cocina, area de lavado, dos baños completos y patio.

#### Ubicación



Fig. 24: Ubicación.

Fuente: Grupo de Investigación "método de certificación de la construcción sustentable de viviendas"

#### Planos vivienda de vivienda intervenir.

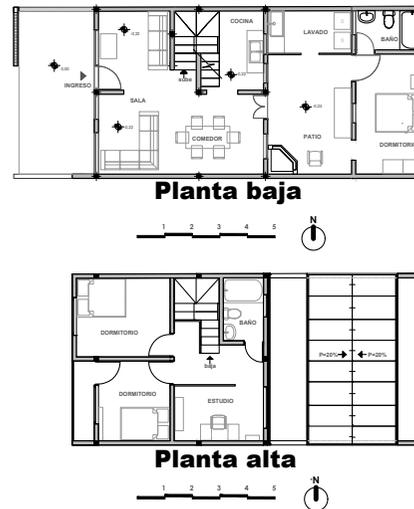
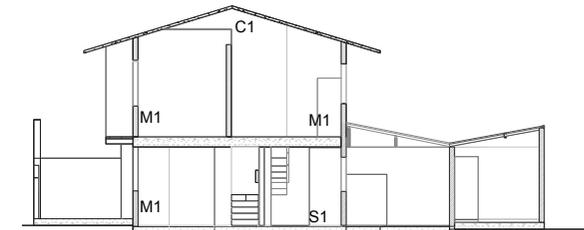


Fig. 25: Planos arquitectónicos.

Fuente: Grupo de Investigación "método de certificación de la construcción sustentable de viviendas"



#### Corte A-A

#### Simbología:

- C1.-Cubierta en contacto con el aire
- M1.-Fachada en contacto con el aire
- S1.-Cerramiento en conatcto con el terreno



## 4.2.-ESTADO ACTUAL

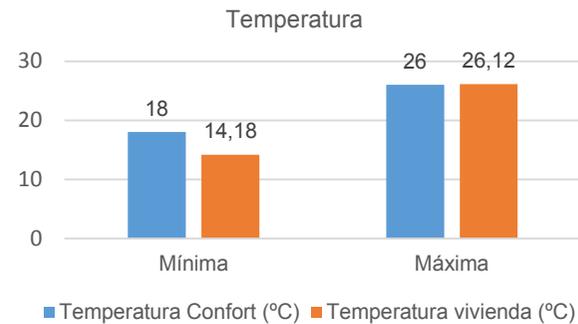
### Temperatura, Humedad y radiación solar

La temperatura en la vivienda N°5 presenta un rango de temperatura entre los 14.18 °C - 26.12 °C, la temperatura mínima esta 3.82 °C más bajo del límite de confort. Ver (Gráf.)

La humedad en la vivienda se encuentra entre 34.15%- 70.95% estando este rango 5.95 % sobre la zona de confort. Ver (Gráf.)

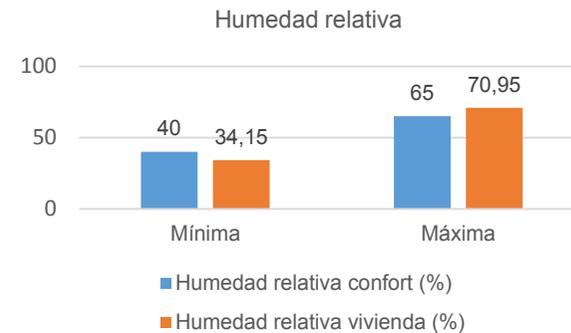
El porcentaje de radiación que es aprovechada en la vivienda es de 14,11% , encontrándose problemas en los aleros de las viviendas que son grandes y no dejan pasar la luz solar, así como también las ventanas en sentido noreste y suroeste no presentan la proporción adecuada fachada/ventana. Ver (Gráf.) y (Gráf.)

El cerramiento en contacto con el terreno y ventanas cumple exigencia de transmitancias mínimas.



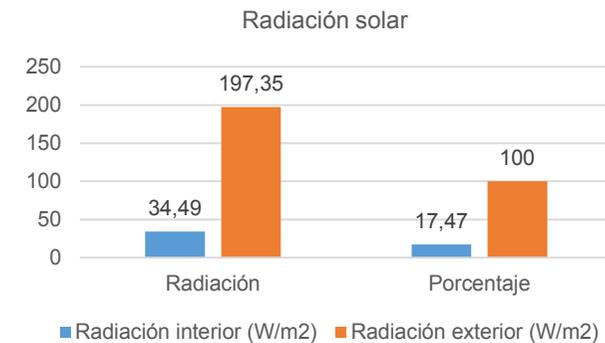
Gráf. 54: Temperatura

Fuente: La autora



Gráf. 55: Humedad relativa

Fuente: La autora



Gráf. 56: Radiación solar

Fuente: La autora

En la siguiente figura podemos observar que a las 9:00 am tenemos mayores ingresos de radiación solar al interior de la vivienda, pero se podría mejorar reduciendo los aleros de la cubierta que genera sombras.

A las 12:00 la radiación solar da en su mayoría hacia la cubierta y el patio de la vivienda, aprovechándose en el patio ya que se genera efecto invernadero ya que se cuenta algunas secciones de vidrio en la cubierta.

A las 16:00 tenemos que no ingresa mucha radiación solar causada por los aleros de la cubierta.

En conclusión según solsticios y equinoccios se observa que los aleros de las cubiertas no permiten un fácil ingreso de los rayos solares, además que se debería generar mayores ingresos de radiación por las fachadas sureste y noroeste aprovechando de manera directa el calor generado por el sol.

### Diagrama de radiación solar según equinoccios y solsticios

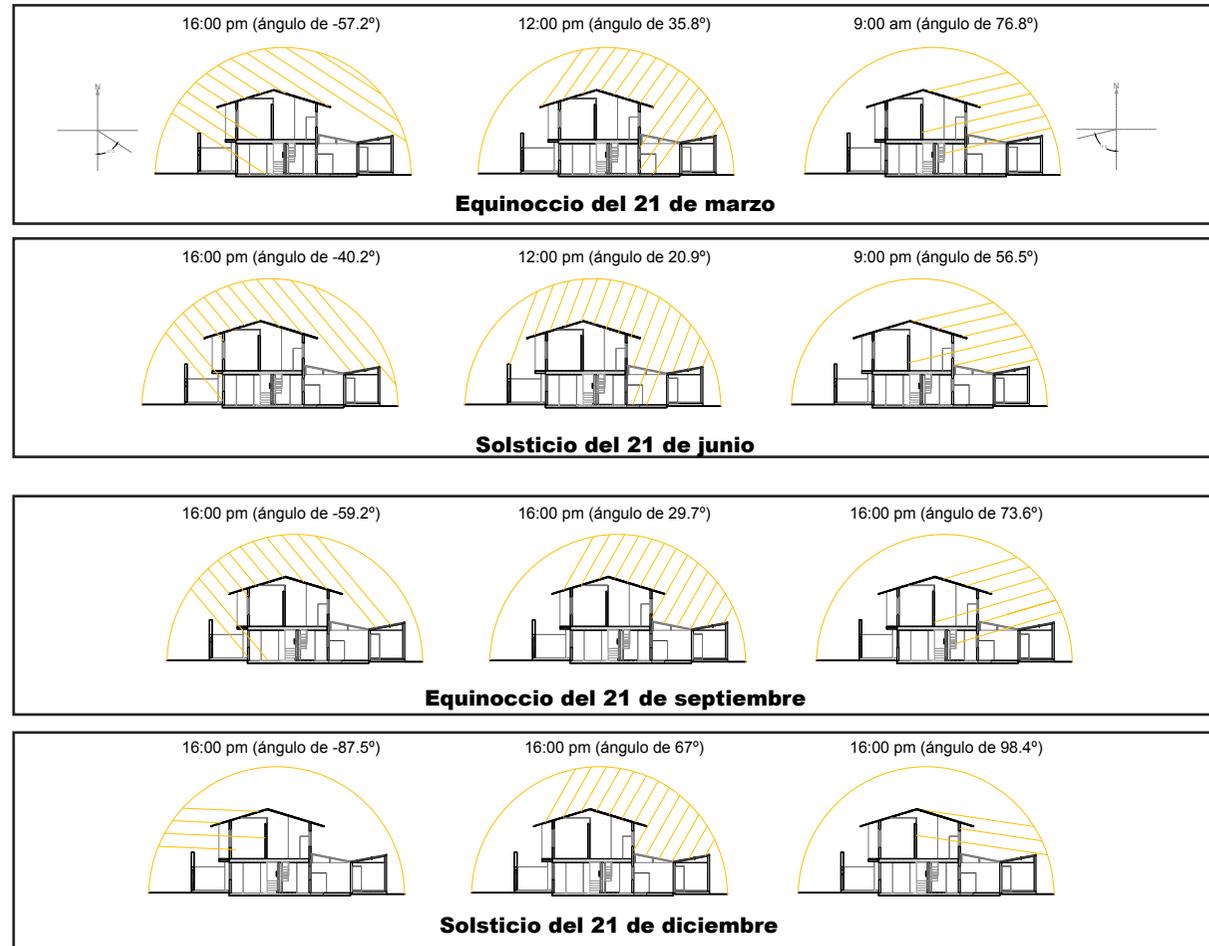


Fig. 26: Radiación solar. Fuente: La autora



**Envolvente**



Tabla 62: Simbología de materiales de envolvente

Descripción de simbología		
Simbología	Descripción	Fotografía
	-Fachada en contacto con el aire.	
	-Fachada entre medianeras.	
	-Piso de ladrillo.	
	-Piso de ladrillo.	
	-Pared de ladrillo pintado al interior.	
	-Pared de ladrillo enlucido y pintado al interior.	
	-Pared de ladrillo enlucido y cerámica al interior.	
	-Cielo raso de estuco	

Fuente: La autora

Fig. 27: Planta baja y alta del estado actual con simbología de la envolvente. Fuente: La autora



### Sistema constructivo estado actual

A continuación se presenta la (Tabla 63) con los sistemas constructivos con los que cuenta actualmente la vivienda.

Los cerramientos en contacto con el aire son: mampostería de ladrillo de espesor 140 mm con recubrimiento de mortero de cemento de espesor 20 mm, al igual el cerramiento en contacto con espacios no habitados ventilados presentando este sistema constructivo un factor de transmitancia de 3.27 W/mk.

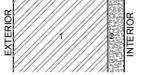
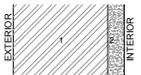
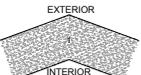
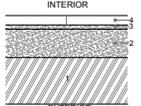
La cubierta presenta un solo componente de aisla el interior del exterior que es planchas asbesto o cemento con un coeficiente de transmitancia térmica de 5.41 W/mk.

En el cerramientos en contacto con el terreno tiene una transmitancia térmica de 0.46 W/mk muy por debajo de los mínimos establecidos, compuesto por: una losa de contrapiso de espesor de 100 mm, recubierto con mortero de cemento de espesor de 20 mm y colocada sobre este ladrillo artesanal de espesor de 30 mm.

Las ventanas son de vidrio de 4mm de espesor con un transmitancia térmica de 5.5 W/mk.

Leidy Avila Contreras

Tabla 63: Sistema constructivo estado actual.

Tabla de materiales de sistemas constructivos estado actual		
Detalle constructivo	Material / espesor	Dato coeficiente (U)
Fachadas contacto con el aire (normativa >1,80)		
	1.-Ladrillo macizo e= 140 mm 2.-Enlucido e= 20 mm	3,27
Cerramiento en contacto con espacios no habitados no ventilados y medianeras (normativa >2,50) Cerramientos en contactos con espacios no habitados ventilados (normativa >2,50)		
	1.-Ladrillo macizo e= 140 mm 2.-Enlucido e= 20 mm	3,27
Cubiertas en contacto con el aire (normativa >1,50)		
	1.-Asbesto o cemento e=70mm	5,41
Cerramiento en contacto con el terreno (normativa >1,80)		
	1.-Suelo e=1500mm 2.-Losa de concreto e= 100mm 3.-Mortero de cemento e=20mm 4.-Piso de ladrillo e=30 mm	0,46
Ventanas y lucernarios (normativa >5,70)		
	1.-Vidrio e= 4 mm	5,5

Fuente: La autora



### Demanda de energía estado actual

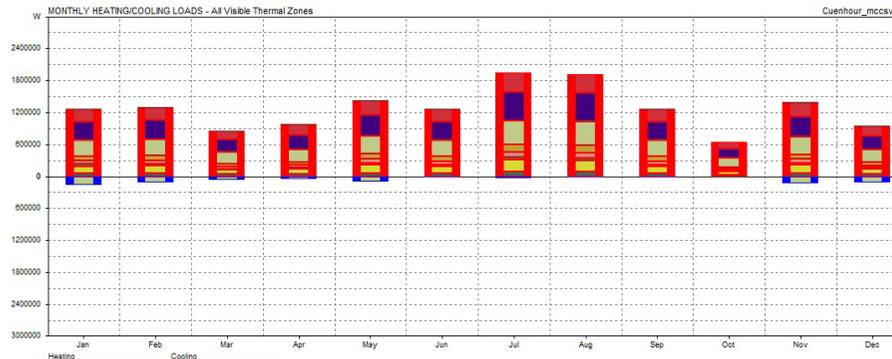
Al realizar el análisis en Ecotect se obtiene los siguientes resultados que se presentan en el (Gráf. 57) y (Tabla 64).

Se presentan mayores demandas de calefacción en los meses de julio y agosto, con 1924583 (Wh) y 1902792 (Wh) respectivamente, mientras que las menores en los meses de marzo y octubre con 797421 (Wh) y 558164 (Wh) respectivamente.

En refrigeración se necesita una mayor demanda en el mes de marzo con 2841 (Wh).

Teniendo en total de calefacción por año de 14598528 (Wh) y en refrigeración de 12806 (Wh).

En total se necesita 107,204 (Wh/m2 año) para refrigeración y calefacción en la vivienda.



Gráf. 57: Análisis demanda energética en calefacción y refrigeración. Fuente: La autora.

Tabla 64: Demanda energética en refrigeración y calefacción

Cuadro de resultados												
	Ene	Feb	Mar	Abril	May	Jun	Jul	Agost	Sept	Oct	Nov	Dic
Calefacción (WH)	1231254	1281406	797421	892469	1372315	1208575	1924583	1902792	1189250	558164	1363810	876492
Refrigeración (WH)	1984	1623	2841	846	969	139	93	632	508	532	2418	221
TOTAL(WH)	1233237	1283029	800262	893315	1373284	1208714	1924675	1903424	1189758	558696	1366229	876713

	Total	Por m2	Total KWH/m2 año
Área de planta	136,24		107,204
Calefacción (WH)	14598528	107147	
Refrigeración (WH)	12806	94	
TOTAL(WH)	14611334	107241	

Fuente: La autora

### 4.3.-ESTRATEGIAS

#### Estrategia de ganancia directa:

Esta ganancia de radiación solar se dará a través de las superficie de vidrio, la propuesta plantea que en la fachada frontal (Fig. 28) un reordenamiento de las ventanas manteniendo la proporción del 29 %, mientras que en fachada posterior se plantea una nueva estructura de ventanas con un porcentaje del 28 %, que permiten que ingrese mayor cantidad de luz cumpliendo con la norma. Ver (Tabla 65)

Además con los análisis de Ecotect se han observado que la temperatura en la vivienda ha variado aumentando la temperatura interior en 1°C, ejemplo en sala comedor se en equinoccio del 21 de marzo a las 9 de la mañana se tenía una temperatura de 17.3 °C, con la propuesta se obtiene una temperatura de 18.3°C.

Tabla 65: Ganancia solar.

Tabla de ganancia solar estado actual y propuesta			
Ganancia solar estado actual			
Fachada	Área de Fachada	Área de superficies acristaladas	% (Relación s.acristaladas/s.fachadas)
1. Noreste	Fachada adosada		
2. Suroeste	Fachada adosada		
3. Sureste	32,4	2,2	7%
4. Noroeste	32,4	10,36	35%
Total	64,8	12,56	21%
Ganancia solar propuesta			
Fachada	Área de Fachada	Área de superficies acristaladas	% (Relación s.acristaladas/s.fachadas)
1. Noreste	Fachada adosada		
2. Suroeste	Fachada adosada		
3. Sureste	32,4	9,1	28%
4. Noroeste	32,4	9,46	29%
Total	64,8	18,56	28,5%

Fuente: La autora

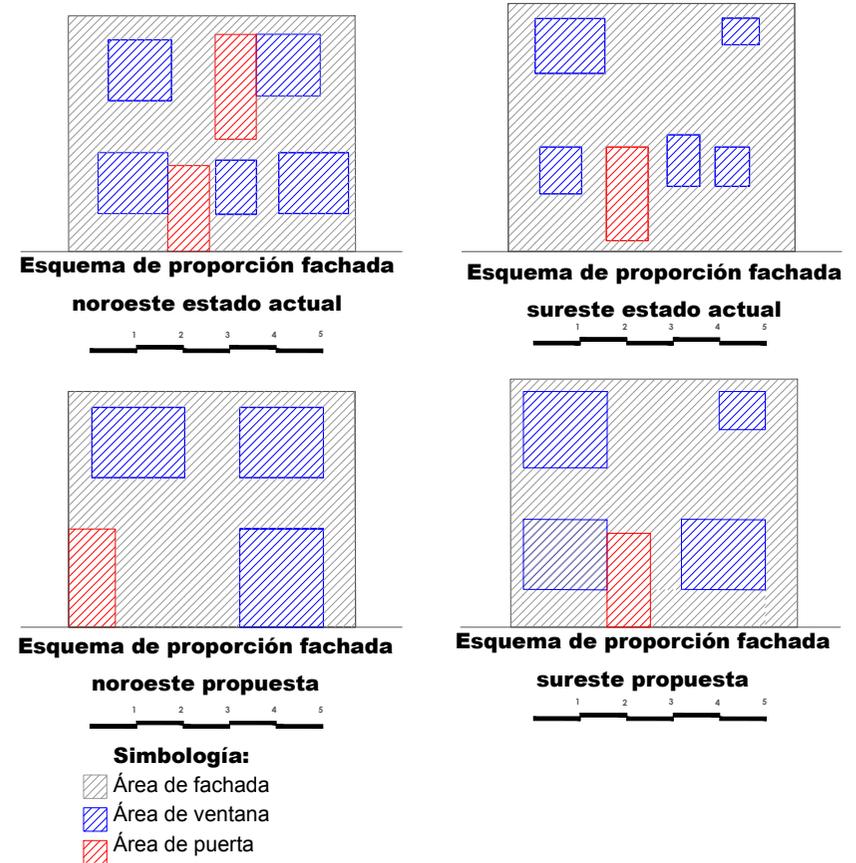


Fig. 28: Esquema de proporción fachada/ventana en cumplimiento con la norma NEC 11. Fuente: La autora

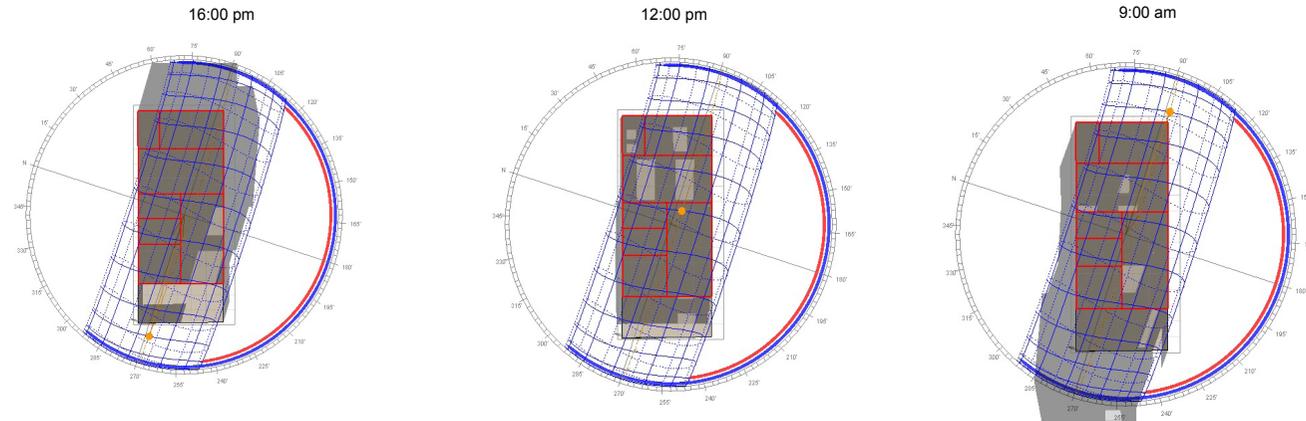
## Análisis de radiación solar directa con propuesta de ganancia solar.

### Análisis en planta baja

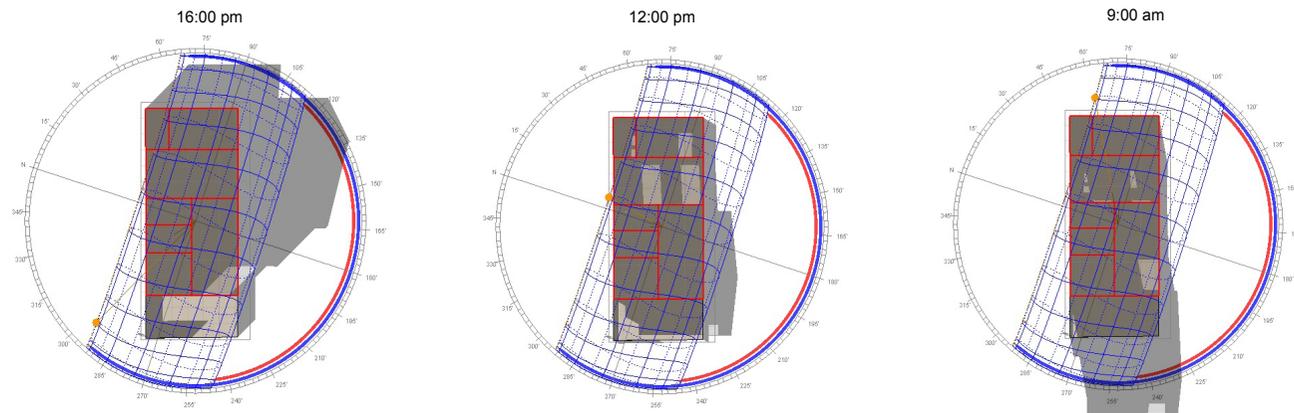
El análisis que se muestra en las Gráf. son de la planta baja de la vivienda en equinoccio del 21 de marzo y solsticio del 21 de junio a las 9:00 am, 12:00 pm y 16:00 pm.

Se puede observar que el mayor ingreso de radiación solar al interior de la vivienda es en el equinoccio del 21 de marzo a las 16:00 pm.

Siendo el lugar más iluminado el patio de la vivienda, donde se genera efecto invernadero para conducir el calor al interior de la vivienda.



### Equinoccios 21 de Marzo



### Solsticio 21 de Junio

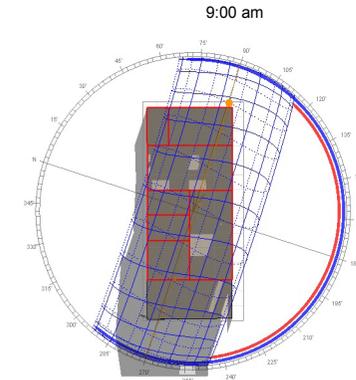
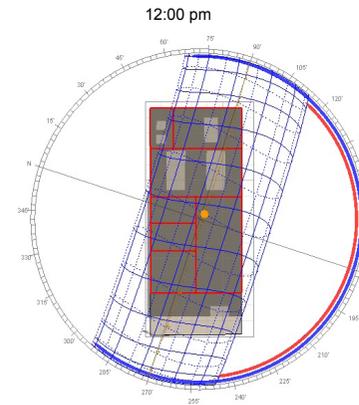
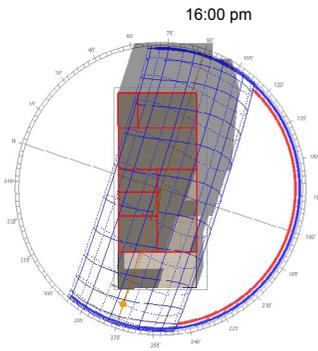
Gráf. 58: Análisis de radiación solar directa según solsticios y equinoccios. Fuente: La autora.

### Análisis en planta baja

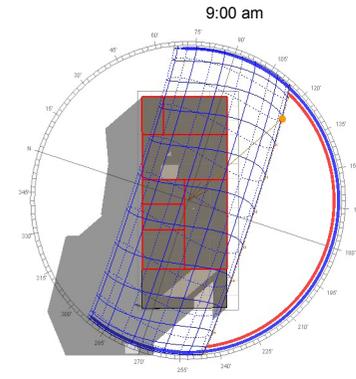
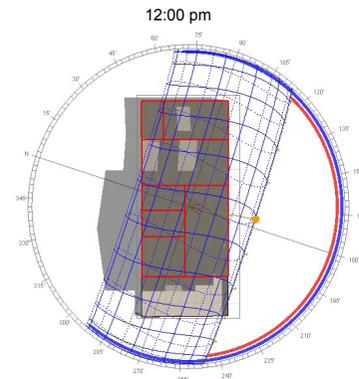
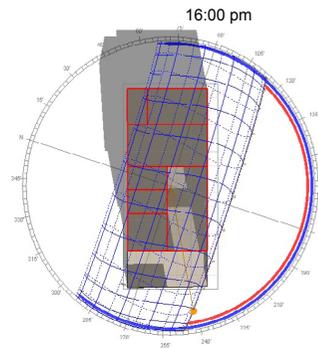
El análisis que se muestra en las Gráf. son de la planta baja de la vivienda en equinoccio del 21 de septiembre y solsticio del 21 de diciembre a las 9:00 am, 12:00 pm y 16:00 pm.

Se puede observar que el mayor ingreso de radiación solar al interior de la vivienda es en el solsticio del 21 de diciembre y equinoccio del 21 de septiembre a las 16:00 pm, el lugar al que ingresan los rayos solares es la sala comedor.

También uno de los lugares más iluminados son el patio de la vivienda, donde se genera efecto invernadero para conducir el calor al interior de la vivienda.



### Equinoccios 21 de Septiembre



### Solsticio 21 de Diciembre

Gráf. 59: Análisis de radiación solar directa según solsticios y equinoccios. Fuente: La autora.

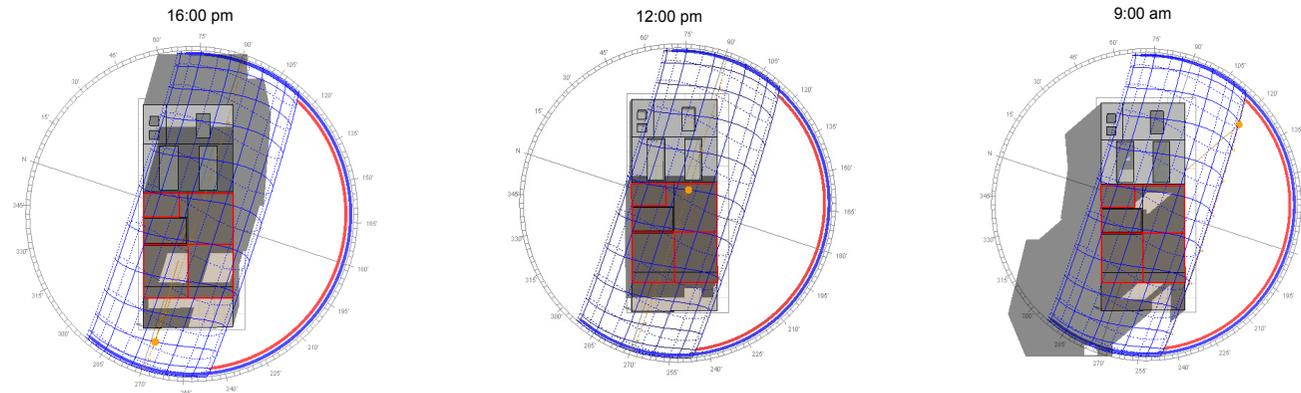
### Análisis en planta alta

El análisis que se muestra en las Gráf. son de la planta alta de la vivienda en equinoccio del 21 de marzo y solsticio del 21 de junio a las 9:00 am, 12:00 pm y 16:00 pm.

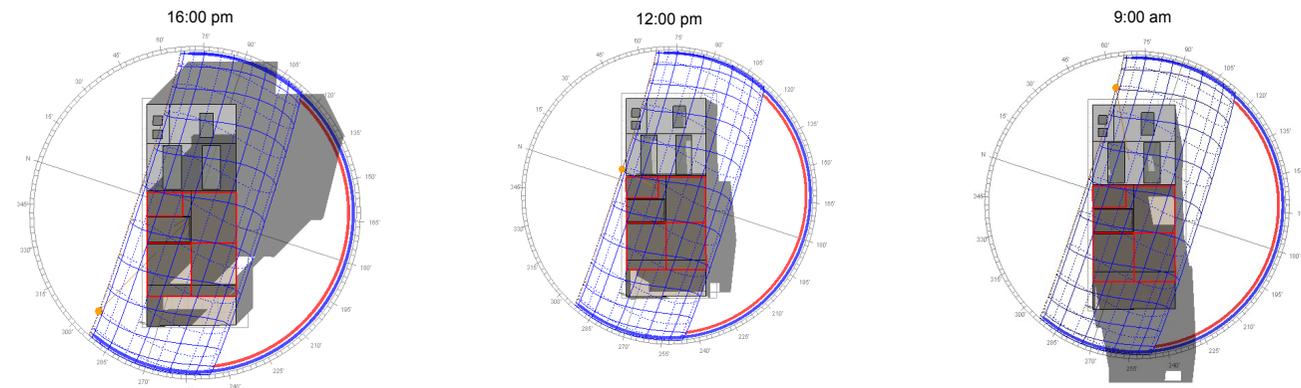
Se puede observar que el mayor ingreso de radiación solar al interior de la vivienda se produce a las 9:00 y a las 16:pm en equinoccios y solsticios.

La luz solar que ingresa en las mañanas desde el noreste da hacia el estudio y los rayos solares que ingresa por as tardes desde el suroeste da hacia los dormitorios.

Al medio día no se obtiene ganancias solares directas.



### Equinoccios 21 de Marzo



### Solsticio 21 de Junio

Gráf. 60: Análisis de radiación solar directa según solsticios y equinoccios. Fuente: La autora.

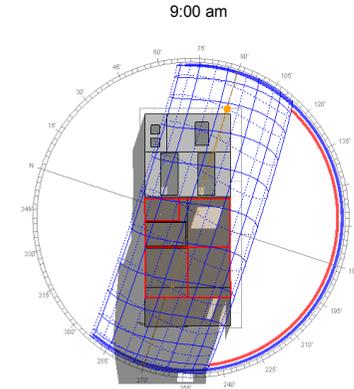
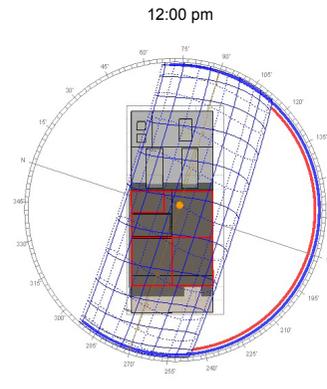
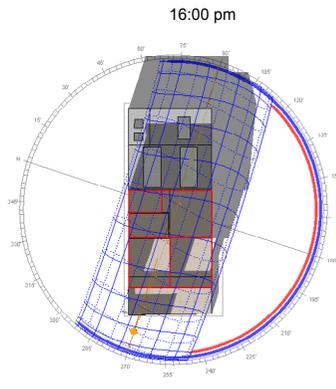
### Análisis en planta alta

El análisis que se muestra en las Gráf. son de la planta alta de la vivienda en equinoccio del 21 de septiembre y solsticio del 21 de diciembre a las 9:00 am, 12:00 pm y 16:00 pm.

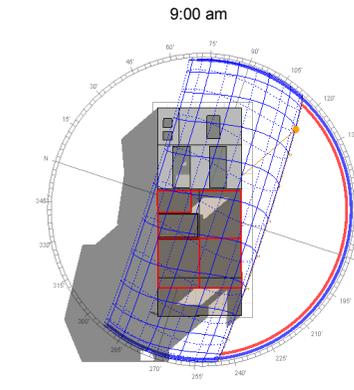
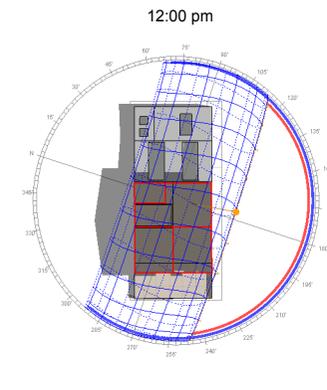
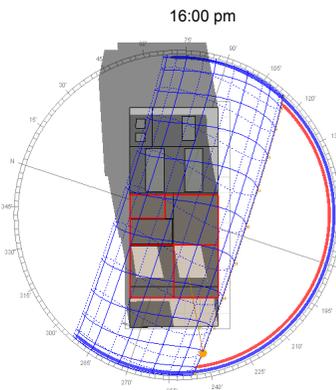
Se puede observar que el mayor ingreso de radiación solar al interior de la vivienda es en el solsticio del 21 de septiembre y equinoccio del 21 de diciembre a las 16:00 pm, el lugar al que ingresan los rayos solares son los dormitorios.

También uno de los lugares más iluminados es el estudio, donde el sol ingresa por las mañanas.

Al medio día no se tienen ganancias solares directas.



### Equinoccios 21 de Septiembre



### Solsticio 21 de Diciembre

Gráf. 61: Análisis de radiación solar directa según solsticios y equinoccios. Fuente: La autora.

## 2.-Ganancia indirecta e inercia térmica:

En la siguiente (Fig. 28) se muestra un diagrama de ganancia solar en el equinoccio del 21 de marzo con los diferentes ángulos a las 9:00 am un ángulo de  $76.8^\circ$ , para las 12:00 pm un ángulo de  $35.8^\circ$  y para la 16:00 un ángulo de  $-57.2^\circ$  medidos en sentido en sentido de las agujas del reloj. Mediante el diagrama se muestra las ganancias que se dará a través de las paredes expuestas a las ganancias solar se encuentran en sentido sureste- noroeste, para aprovechar la radiación solar se plantean que los materiales de estas paredes tengan alta inercia térmica y no se utilicen materiales aislantes en estas fachadas.

Para la cubierta se utilizará material aislante evitando pérdidas de calor e infiltraciones de agua.

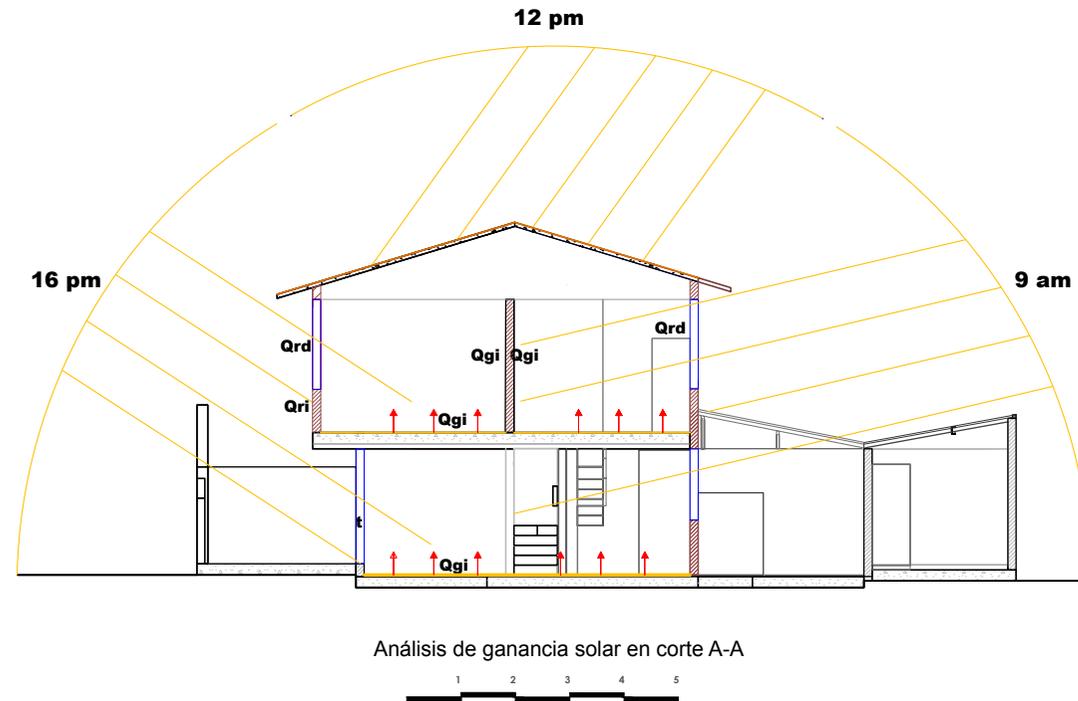


Fig. 29: Diagrama de ganancia solar en Equinoccio del 21 de Marzo, en corte A-A

Fuente: La autora

### SIMBOLOGÍA

-  Qrd.-Ganancia por radiación solar directa
-  Qri.-Ganancia por radiación solar indirecta
-  Qgi.-Ganancia por inercia térmica



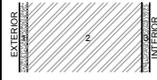
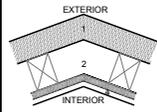
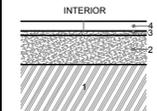
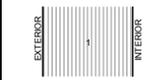
#### 4.4.-PROPUESTAS DE MEJORAMIENTO DE LA ENVOLVENTE

##### Propuesta 1

Los sistemas constructivos planteados para los elementos arquitectónicos son los que se han tomado de referencia de las viviendas que han cumplido con la normativa, únicamente en la cubierta en contacto con el aire se ha planteado otro sistema constructivo, pero basado en los materiales de cubierta más utilizados.

Para los cerramientos en contacto con el terreno y ventanas se utiliza los sistemas constructivos de la propia vivienda ya que estos si cumplieron con la normativa. Ver (Tabla 66)

Tabla 66: Propuesta de sistema constructivo

Propuesta 1			
Vivienda de Referencia	Detalle constructivo	Material / espesor	Dato coeficiente (U)
Fachadas contacto con el aire (normativa >1,80)			
Vivienda Nº2		1.-Mortero de cemento e= 20 mm 2.-Ladrillo e= 150 mm 3.-Mortero de cemento e= 20 mm	1,72
Cerramiento en contacto con espacios no habitados no ventilados y medianeras (normativa >2,50) Cerramientos en contactos con espacios no habitados ventilados (normativa >2,50)			
Vivienda Nº3		1.-Empaste e= 10 mm 2.-Ladrillo e= 200 mm 3.-Empaste e= 10 mm	2,01
Cubiertas en contacto con el aire (normativa >1,50)			
		1.-Asbesto o cemento e= 70 mm 2.-Cámara de aire e= 75 mm 3.-Madera e=20 mm 4.-Estuco e=10 mm	1,46
Cerramiento en contacto con el terreno (normativa >1,80)			
Vivienda Nº5		1.-Suelo e=1500mm 2.-Losa de concreto e= 100mm 3.-Mortero de cemento e=20mm 4.-Piso de ladrillo e=30 mm	0,46
Ventanas y lucernarios (normativa >5,70)			
Vivienda Nº 1,2,4 y 5		1.-Vidrio e= 4 mm	5,5

Fuente: La autora



### Análisis de demanda energética de toda la edificación

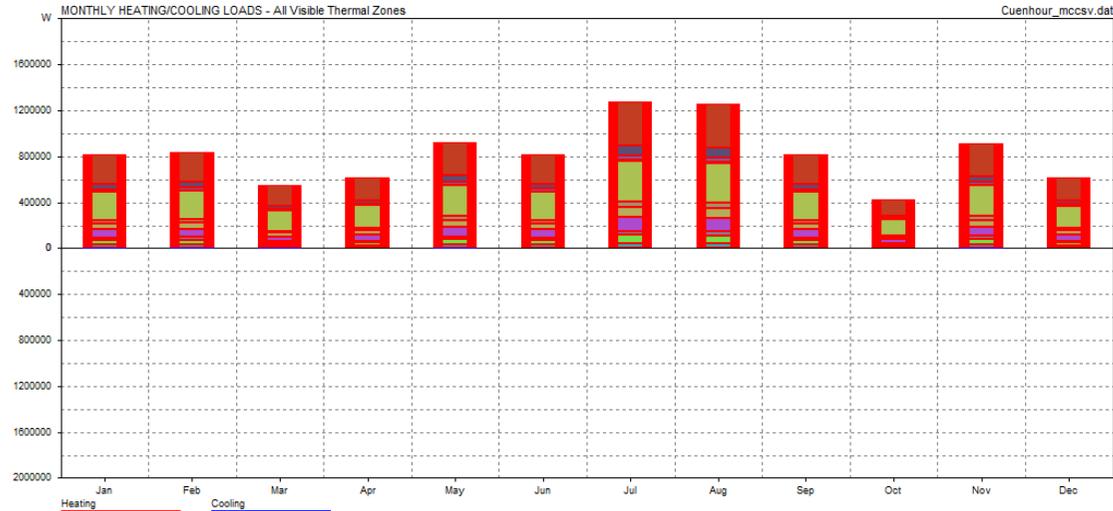
Al realizar el análisis en Ecotect se obtiene los siguientes resultados que se presentan en el (Gráf. 63) y (Tabla 67).

Se presentan mayores demandas de calefacción en los meses de julio y agosto, con 1279456 (Wh) y 1254285 (Wh) respectivamente, mientras que las menores en los meses de marzo y octubre con 548059 (Wh) y 424943 (Wh) respectivamente. En refrigeración se necesita una mayor demanda en el mes de noviembre con 95 (Wh).

Teniendo en total de calefacción por año de 9881261 (Wh) y en refrigeración de 197 (Wh).

En total se necesita 75.696 (Wh/m<sup>2</sup> año) para refrigeración y calefacción en la vivienda.

Con esta propuesta se obtienen un ahorro en calefacción y refrigeración del 30 % con respecto al estado actual de la vivienda.



Gráf. 63: Análisis demanda energética en calefacción y refrigeración. Fuente: La autora.

Tabla 67: Demanda energética en refrigeración y calefacción

Cuadro de resultados												
	Ene	Feb	Mar	Abril	May	Jun	Jul	Agost	Sept	Oct	Nov	Dic
Calefacción (WH)	822295	839841	548059	620892	921035	820760	1279456	1254285	816030	424943	917822	615844
Refrigeración (WH)	34	38	28	0	2	0	0	0	0	0	95	0
<b>TOTAL(WH)</b>	<b>822329</b>	<b>839879</b>	<b>548087</b>	<b>620892</b>	<b>921037</b>	<b>820760</b>	<b>1279456</b>	<b>1254285</b>	<b>816030</b>	<b>424943</b>	<b>917917</b>	<b>615844</b>
	Total	Por m <sup>2</sup>	<b>Total KWH/m<sup>2</sup> año</b>									
Área de planta	136,24		75,696									
Calefacción (WH)	9881261	75694										
Refrigeración (WH)	197	2										
<b>TOTAL(WH)</b>	<b>9881458</b>	<b>75696</b>										

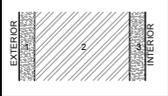
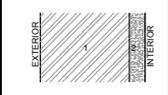
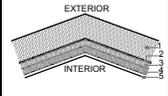
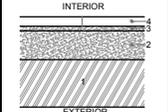
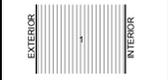
Fuente: La autora

### Propuesta 2

Los sistemas constructivos planteados para los elementos arquitectónicos son los que se han tomado de referencia de las viviendas que han cumplido con la normativa, únicamente en la cubierta en contacto con el aire se ha planteado otro sistema constructivo, pero basado en los materiales de cubierta más utilizados.

Para los cerramientos en contacto con el terreno y ventanas se utiliza los sistemas constructivos de la propia vivienda que se está haciendo el reacondicionamiento ya que estos si cumplieron con la normativa. Ver (Tabla 68)

Tabla 68: Propuesta de sistema constructivo

Propuesta 2			
Vivienda de Referencia	Detalle constructivo	Material / espesor	Dato coeficiente (U)
Fachadas contacto con el aire (normativa >1,80)			
Vivienda Nº 2		1.-Mortero de cemento e= 20 mm 2.-Ladrillo e= 150 mm 3.-Mortero de cemento e= 20 mm	1,72
Cerramiento en contacto con espacios no habitados no ventilados y medianeras (normativa >2,50)			
Cerramientos en contactos con espacios no habitados ventilados (normativa >2,50)			
Vivienda Nº 4		1.-Ladrillo e= 140 mm 2.-Mortero de cemento e= 20 mm	2,12
Cubiertas en contacto con el aire (normativa >1,50)			
		1.-Teja e= 50 mm 2.-Impermeabilizante e=1mm 3.-Madera e=20mm 4.-Poliestireno e= 20 mm 5.-Gypsum e=10 mm	1,18
Cerramiento en contacto con el terreno (normativa >1,80)			
Vivienda Nº 5		1.-Suelo e=1500mm 2.-Losa de concreto e= 100mm 3.-Mortero de cemento e=20mm 4.-Piso de ladrillo e=30 mm	0,46
Ventanas y lucernarios (normativa >5,70)			
Vivienda Nº 1,2,4 y 5		1.-Vidrio e= 4 mm	5,5

Fuente: La autora



### Análisis de demanda energética de toda la edificación

Al realizar el análisis en Ecotect se obtiene los siguientes resultados que se presentan en el (Gráf.64) y (Tabla 69).

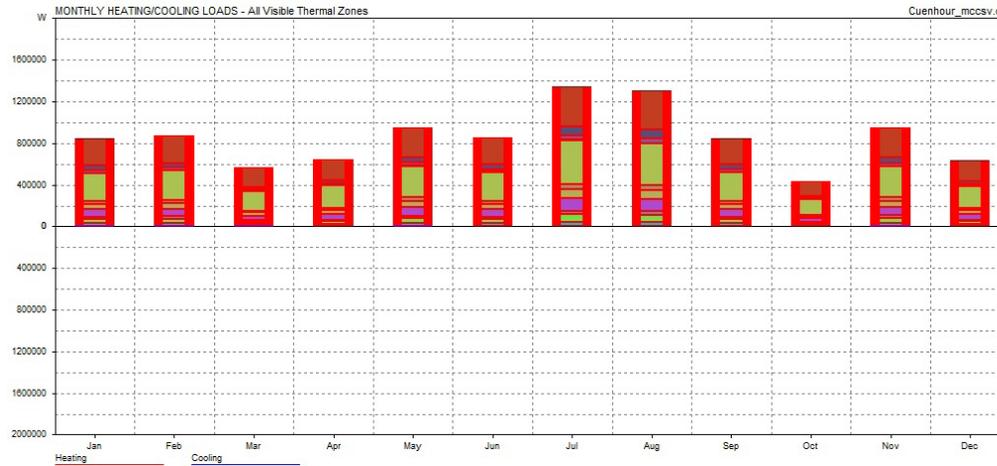
Se presentan mayores demandas de calefacción en los meses de julio y agosto, con 1344053 (Wh) y 1308626 (Wh) respectivamente, mientras que las menores en los meses de marzo y octubre con 565322 (Wh) y 433344 (Wh) respectivamente.

En refrigeración se necesita una mayor demanda en el mes de noviembre con 95 (Wh).

Teniendo en total de calefacción por año de 10262564 (Wh) y en refrigeración de 197 (Wh).

En total se necesita 78.617 (Wh/m2 año) para refrigeración y calefacción en la vivienda.

Con esta propuesta se obtienen un ahorro en calefacción y refrigeración del 27 % con respecto al estado actual de la vivienda.



Gráf. 64: Análisis demanda energética en calefacción y refrigeración. Fuente: La autora.

Tabla 69: Demanda energética en refrigeración y calefacción

Cuadro de resultados												
	Ene	Feb	Mar	Abril	May	Jun	Jul	Agost	Sept	Oct	Nov	Dic
Calefacción (WH)	845712	874517	565322	644467	955626	854872	1344053	1308626	851077	433344	948743	636203
Refrigeración (WH)	34	38	28	0	2	0	0	0	0	0	95	0
<b>TOTAL(WH)</b>	<b>845746</b>	<b>874555</b>	<b>565350</b>	<b>644467</b>	<b>955628</b>	<b>854872</b>	<b>1344053</b>	<b>1308626</b>	<b>851077</b>	<b>433344</b>	<b>948838</b>	<b>636203</b>
	Total	Por m2	Total KWH/m2 año									
Área de planta	136,24		78,617									
Calefacción (WH)	10262564	78615										
Refrigeración (WH)	197	2										
<b>TOTAL(WH)</b>	<b>10262761</b>	<b>78617</b>										

Fuente: La autora



### Propuesta 3

Los sistemas constructivos planteados para los elementos arquitectónicos son propuestas creadas en base de los materiales que se utilizan en nuestra localidad.

Las propuestas nuevas se han planteado para fachadas en contacto con el aire, cerramientos en contacto con espacios no habitados ventilados y medianeras y cubiertas en contacto con el aire.

Para los cerramientos en contacto con el terreno y ventanas se utiliza los sistemas constructivos de la propia vivienda ya que estos si cumplieron con la normativa. Ver (Tabla 70)

Tabla 70: Propuesta de sistema constructivo

Propuesta 3			
Vivienda de Referencia	Detalle constructivo	Material / espesor	Dato coeficiente (U)
Fachadas contacto con el aire (normativa >1,80)			
		1.-Mortero de cemento e= 15 mm 2.-Ladrillo e= 200 mm 3.-Mortero de cemento e= 15 mm	1,76
Cerramiento en contacto con espacios no habitados no ventilados y medianeras (normativa >2,50) Cerramientos en contactos con espacios no habitados ventilados (normativa >2,50)			
		1.-Mortero de cemento e= 15 mm 2.-Ladrillo e= 200 mm 3.-Mortero de cemento e= 15 mm 4.-Gypsum e=10mm	1,71
Cubiertas en contacto con el aire (normativa >1,50)			
		1.-Teja e= 50 mm 2.-Impermeabilizante e=1mm 3.-Madera e=20mm 4.-Poliestireno e= 20 mm 5.-Gypsum e=10 mm	1,07
Cerramiento en contacto con el terreno (normativa >1,80)			
Vivienda Nº5		1.-Suelo e=1500mm 2.-Losas de concreto e= 100mm 3.-Mortero de cemento e=20mm 4.-Piso de ladrillo e=30 mm	0,46
Ventanas y lucernarios (normativa >5,70)			
Vivienda Nº 1,2,4 y 5		1.-Vidrio e= 4 mm	5,5

Fuente: La autora



### Análisis de demanda energética de toda la edificación

Al realizar el análisis en Ecotect se obtiene los siguientes resultados que se presentan en el (Gráf. 65) y (Tabla 71).

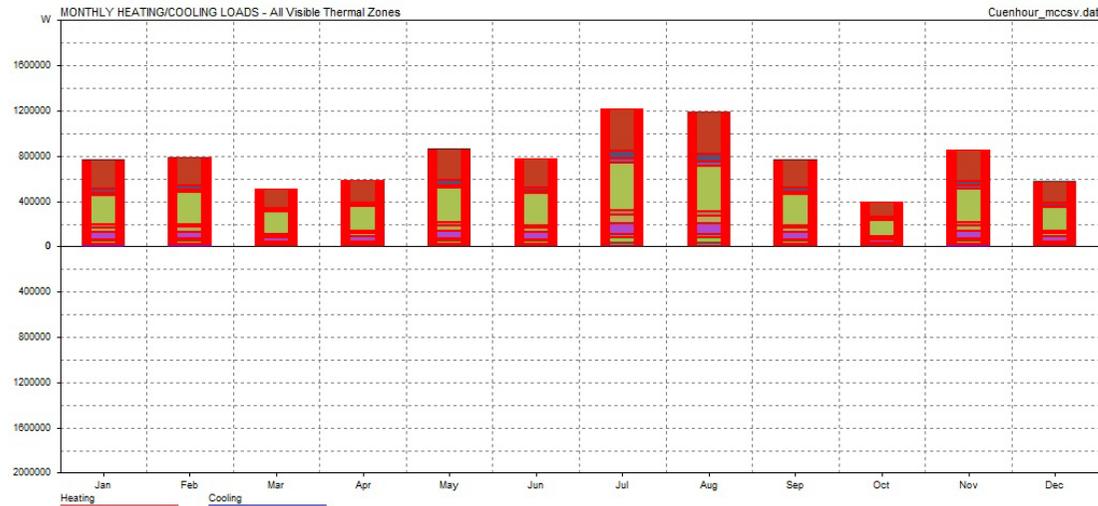
Se presentan mayores demandas de calefacción en los meses de julio y agosto, con 1219497 (Wh) y 1189473 (Wh) respectivamente, mientras que las menores en los meses de marzo y octubre con 516296 (Wh) y 398876 (Wh) respectivamente.

En refrigeración se necesita una mayor demanda en el mes de noviembre con 61 (Wh).

Teniendo en total de calefacción por año de 9331940 (Wh) y en refrigeración de 106 (Wh).

En total se necesita 71.487 (Wh/m2 año) para refrigeración y calefacción en la vivienda.

Con esta propuesta se obtienen un ahorro en calefacción y refrigeración del 33.3 % con respecto al estado actual de la vivienda.



Gráf. 65: Análisis demanda energética en calefacción y refrigeración. Fuente: La autora.

Tabla 71: Demanda energética en refrigeración y calefacción

Cuadro de resultados												
	Ene	Feb	Mar	Abril	May	Jun	Jul	Agost	Sept	Oct	Nov	Dic
Calefacción (WH)	768443	793849	516296	586708	866544	776692	1219497	1189473	774358	398876	860743	580462
Refrigeración (WH)	15	30	0	0	0	0	0	0	0	0	61	0
<b>TOTAL(WH)</b>	<b>768458</b>	<b>793879</b>	<b>516296</b>	<b>586708</b>	<b>866544</b>	<b>776692</b>	<b>1219497</b>	<b>1189473</b>	<b>774358</b>	<b>398876</b>	<b>860804</b>	<b>580462</b>
	Total	Por m2	Total KWH/m2 año									
Área de planta	136,24		71,487									
Calefacción (WH)	9331940	71486										
Refrigeración (WH)	106	1										
<b>TOTAL(WH)</b>	<b>9332046</b>	<b>71487</b>										

Fuente: La autora

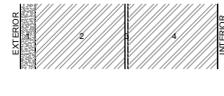
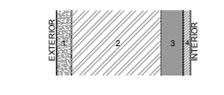
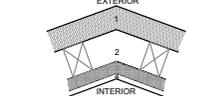
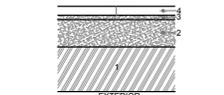
### Propuesta 4

Los sistemas constructivos planteados para los elementos arquitectónicos son propuestas creadas en base de los materiales que se utilizan en nuestra localidad.

Las propuestas nuevas se han planteado para fachadas en contacto con el aire, cerramientos en contacto con espacios no habitados ventilados y medianeras y cubiertas en contacto con el aire.

Para los cerramientos en contacto con el terreno y ventanas se utiliza los sistemas constructivos de la vivienda ya que estos si cumplieron con la normativa. Ver (Tabla 72)

Tabla 72: Propuesta de sistema constructivo

Propuesta 4			
Vivienda de Referencia	Detalle constructivo	Material / espesor	Dato coeficiente (U)
Fachadas contacto con el aire (normativa >1,80)			
		1.-Mortero de cemento e= 20 mm 2.-Ladrillo e= 140 mm 3.-Cámara de aire e= 30 mm 4.-Ladrillo e= 140 mm	1,06
Cerramiento en contacto con espacios no habitados no ventilados y medianeras (normativa >2,50) Cerramientos en contactos con espacios no habitados ventilados (normativa >2,50)			
		1.-Mortero de cemento e= 20 mm 2.-Ladrillo e= 140 mm 3.-Poliestireno e= 30mm 4.-Gypsum e=10mm	0,74
Cubiertas en contacto con el aire (normativa >1,50)			
		1.-Asbesto-cemento e= 70 mm 2.-Cámara de aire e= 75 mm 3.-Poliestireno expandido e= 20mm 4.-Gypsum e=10 mm	1,46
Cerramiento en contacto con el terreno (normativa >1,80)			
Vivienda Nº5		1.-Suelo e=1500mm 2.-Losas de concreto e= 100mm 3.-Mortero de cemento e=20mm 4.-Piso de ladrillo e=30 mm	0,46
Ventanas y lucernarios (normativa >5,70)			
Vivienda Nº 1,2,4 y 5		1.-Vidrio e= 4 mm	5,5

Fuente: La autora



**Análisis de demanda energética de toda la edificación.**

Al realizar el análisis en Ecotect se obtiene los siguientes resultados que se presentan en el (Gráf. 66) y (Tabla 73).

Se presentan mayores demandas de calefacción en los meses de julio y agosto, con 1003489 (Wh) y 990557 (Wh) respectivamente, mientras que las menores en los meses de marzo y octubre con 439307 (Wh) y 347987 (Wh) respectivamente.

En refrigeración se necesita una mayor demanda en el mes de noviembre con 62 (Wh).

Teniendo en total de calefacción por año de 7815146 (Wh) y en refrigeración de 276 (Wh).

En total se necesita 59.869 (Wh/m2 año) para refrigeración y calefacción en la vivienda.

Con esta propuesta se obtienen un ahorro en calefacción y refrigeración del 44 % con respecto al estado actual de la vivienda.



Gráf. 66: Análisis demanda energética en calefacción y refrigeración. Fuente: La autora.

Tabla 73: Demanda energética en refrigeración y calefacción

Cuadro de resultados												
	Ene	Feb	Mar	Abril	May	Jun	Jul	Agost	Sept	Oct	Nov	Dic
Calefacción (WH)	650458	660458	439307	492095	723524	647395	1003489	990557	645342	347987	721987	492546
Refrigeración (WH)	35	59	42	10	40	0	0	12	5	0	62	14
<b>TOTAL(WH)</b>	<b>650494</b>	<b>660516</b>	<b>439349</b>	<b>492105</b>	<b>723564</b>	<b>647395</b>	<b>1003489</b>	<b>990569</b>	<b>645347</b>	<b>347987</b>	<b>722049</b>	<b>492560</b>
	Total	Por m2	<b>Total KWH/m2 año</b>									
Área de planta	136,24		59,869									
Calefacción (WH)	7815146	59867										
Refrigeración (WH)	276	2										
<b>TOTAL(WH)</b>	<b>7815425</b>	<b>59869</b>										

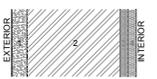
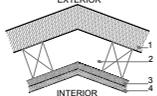
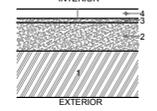
Fuente: La autora.

### Propuesta 5

Analizando los sistemas constructivos anteriores se plantea esta propuesta analizando que si el coeficiente de transmitancia térmica disminuye para los cerramientos en contacto con espacios no habitados ventilados y medianeras se obtienen mayores ganancias energéticas en la vivienda ya que por estos cerramientos se dan las mayores pérdidas.

Para los cerramientos en contacto con el terreno y ventanas se utiliza los sistemas constructivos de la vivienda ya que estos si cumplieron con la normativa. Ver (Tabla 74).

Tabla 74: Propuesta de sistema constructivo

Propuesta 5			
Vivienda de Referencia	Detalle constructivo	Material / espesor	Dato coeficiente (U)
Fachadas contacto con el aire (normativa >1,80)			
		1.-Mortero de cemento e= 20 mm 2.-Ladrillo e= 140 mm 3.-Mortero de cemento e= 20 mm 4.-Gypsum e= 10 mm	1,78
Cerramiento en contacto con espacios no habitados no ventilados y medianeras (normativa >2,50) Cerramientos en contactos con espacios no habitados ventilados (normativa >2,50)			
		1.-Mortero de cemento e= 20 mm 2.-Ladrillo e= 140 mm 3.-Poliestireno e= 10mm 4.-Gypsum e=10mm	1,33
Cubiertas en contacto con el aire (normativa >1,50)			
		1.-Asbesto-cemento e= 70 mm 2.-Cámara de aire e= 75 mm 3.-Poliestireno expandido e= 10mm 4.-Gypsum e=10 mm	1,37
Cerramiento en contacto con el terreno (normativa >1,80)			
Vivienda Nº5		1.-Suelo e=1500mm 2.-Losa de concreto e= 100mm 3.-Mortero de cemento e=20mm 4.-Piso de ladrillo e=30 mm	0,46
Ventanas y lucernarios (normativa >5,70)			
Vivienda Nº 1,2,4 y 5		1.-Vidrio e= 4 mm	5,5

Fuente: La autora



**Análisis de demanda energética de toda la edificación.**

Al realizar el análisis en Ecotect se obtiene los siguientes resultados que se presentan en el (Gráf. 67) y (Tabla 75).

Se presentan mayores demandas de calefacción en los meses de julio y agosto, con 1138459 (Wh) y 1118616 (Wh) respectivamente, mientras que las menores en los meses de marzo y octubre con 491520 (Wh) y 384249 (Wh) respectivamente.

En refrigeración se necesita una mayor demanda en el mes de noviembre con 48 (Wh).

Teniendo en total de calefacción por año de 8816204 (Wh) y en refrigeración de 167 (Wh).

En total se necesita 67.537 (Wh/m2 año) para refrigeración y calefacción en la vivienda.

Con esta propuesta se obtienen un ahorro en calefacción y refrigeración del 37 % con respecto al estado actual de la vivienda.



Gráf. 67: Análisis demanda energética en calefacción y refrigeración. Fuente: La autora.

Tabla 75: Demanda energética en refrigeración y calefacción

Cuadro de resultados												
	Ene	Feb	Mar	Abril	May	Jun	Jul	Agost	Sept	Oct	Nov	Dic
Calefacción (WH)	733335	747527	491520	554810	819757	731470	1138459	1118616	728170	384249	817106	551185
Refrigeración (WH)	54	25	15	0	22	0	0	0	0	0	48	3
TOTAL(WH)	733389	747552	491534	554810	819779	731470	1138459	1118616	728170	384249	817154	551188
	Total	Por m2	Total KWH/m2 año									
Área de planta	136,24		67,537									
Calefacción (WH)	8816204	67536										
Refrigeración (WH)	167	1										
TOTAL(WH)	8816371	67537										

Fuente: La autora



### Resumen de los análisis de demanda energética de la propuestas.

En la siguiente (Tabla 76) y (Gráf. 68) se presenta el resumen de demanda de calefacción y refrigeración de todas las propuestas.

Siendo la propuesta N°2 la que presenta una mayor demanda de energía con 78.62 KWh/m<sup>2</sup> año con un ahorro con respecto al estado actual de 27% de demanda de energía.

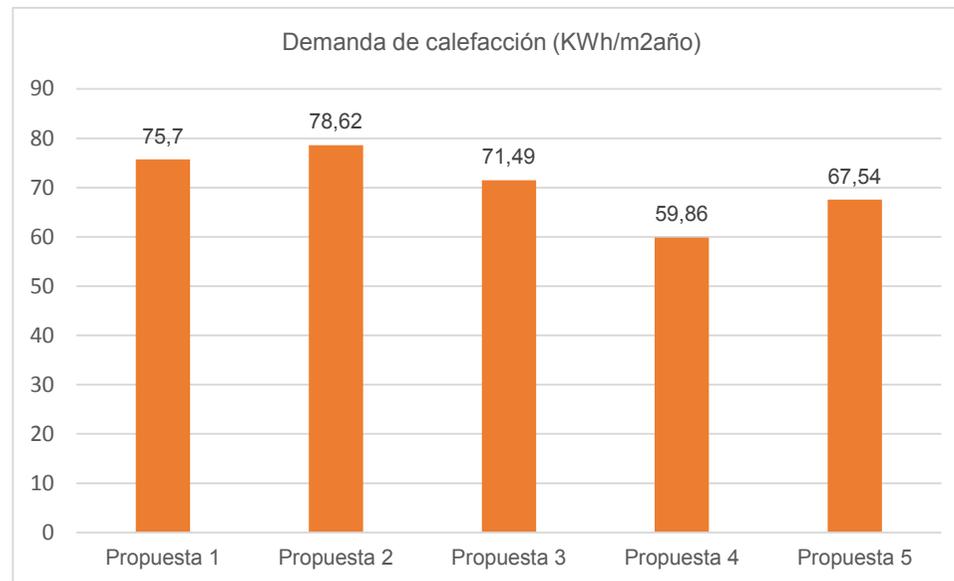
La propuesta N°4 es la que presenta una menor demanda de energía con 59.88 KWh/m<sup>2</sup> año, con un ahorro con respecto al estado actual del 44%, esta propuesta no es muy viable ya que se plantea un muro de 33 cm para una vivienda de apenas dos plantas, además del espacio que ocuparía un muro de estas dimensiones.

La propuesta N°5 presenta una demanda de energía de 67.54 KWh/m<sup>2</sup> año, con un ahorro del 37% con respecto a la demanda actual, además que presenta un sistema constructivo similar al que presenta actualmente la vivienda por lo que es una de las propuestas que se acoplaría mejor al reacondicionamiento térmico de la edificación.

Tabla 76: Demanda energética en refrigeración y calefacción

Tabla resumen de demanda de calefacción y refrigeración (Wh/m <sup>2</sup> año) y (KWh/m <sup>2</sup> año)					
	Calefacción	Refrigeración	Total Wh/m <sup>2</sup> año	Total KWh/m <sup>2</sup> año	Ahorro
Propuesta 1	75694	2	75696	75,7	30%
Propuesta 2	78615	2	78617	78,62	27%
Propuesta 3	71486	1	71487	71,49	33,30%
Propuesta 4	59867	2	59869	59,86	44%
Propuesta 5	67536	1	67537	67,54	37%

Fuente: La autora



Gráf. 68: Demanda de calefacción. Fuente: La autora.



#### 4.5.- PROPUESTA SELECCIONADA

##### Comparativa del estado actual de la vivienda y de la propuesta.

En el presente (Gráf. 69) y (Tabla 77), se puede observar el ahorro en calefacción de la propuesta N°5 con respecto al estado actual de la vivienda.

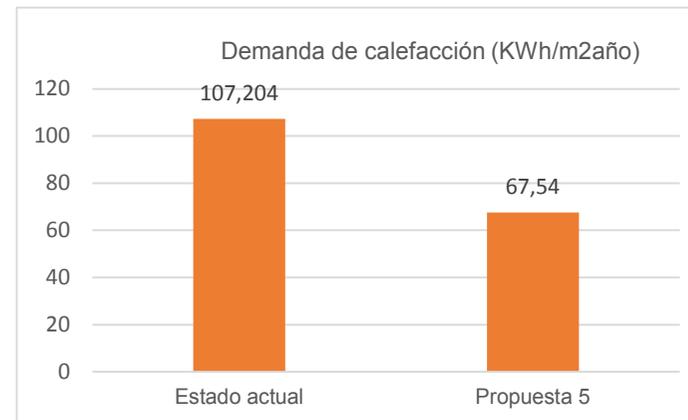
Mediante la propuesta se desea generar un ambiente interior confortable, mediante un sistema constructivo que capte en mayor cantidad el calor generado por la radiación solar que ingresa de forma directa por las ventanas de vidrio.

Presentando la vivienda una menor demanda por calefacción.

Tabla 77: Demanda energética en refrigeración y calefacción

Tabla de demanda de calefacción y refrigeración (Wh/m <sup>2</sup> año) y (KWh/m <sup>2</sup> año)					
	Calefacción	Refrigeración	Total Wh/m <sup>2</sup> año	Total KWh/m <sup>2</sup> año	Ahorro
<b>Estado actual</b>	14598528	12806	107204	107,204	
<b>Propuesta 5</b>	67536	1	67537	67,54	37%

Fuente: La autora



Gráf. 69: Demanda de calefacción. Fuente: La autora.



**Análisis de confort térmico de la propuesta con respecto al estado actual**

Como resultados de la propuesta se puede observar los (Tabla 78) que se tenemos en el dormitorio principal estado actual de 17.1 °C, mientras que con la propuesta se alcanza una temperatura de 18.26 °C. En la sala comedor se tenía un promedio de 18.7 °C, con la propuesta se alcanza una temperatura promedio de 19.44 °C.

El porcentaje de aumento de temperatura es del 6 %, con lo que se alcanza en gran medida un índice aceptable de confort en el año excepto los meses de julio, agosto y septiembre que son los meses más fríos del año.

Tabla 78.-Temperatura estado actual y propuesta.

Tabla de temperatura en (°C) estado actual y propuesta de dormitorio principal						
	Estado actual			Propuesta		
	Temperatura Máxima Interior	Temperatura Mínima Interior	Promedio	Temperatura Máxima Interior	Temperatura Mínima Interior	Promedio
Equinoccio 21 de Marzo	17,6	16,6	17,1	18,3	17,7	18
Equinoccio 21 de Septiembre	17,3	14,6	15,95	18	15,4	16,7
Solsticio 21 de Junio	18,2	17,6	17,9	19,1	18,3	18,7
Solsticio 21 de Diciembre	17,2	17,6	17,4	21,3	18	19,65
Promedio	17,6	16,6	17,1	19,18	17,35	18,26

Tabla de temperatura en (°C) estado actual y propuesta de sala comedor						
	Estado actual			Propuesta		
	Temperatura Máxima Interior	Temperatura Mínima Interior	Promedio	Temperatura Máxima Interior	Temperatura Mínima Interior	Promedio
Equinoccio 21 de Marzo	20,4	17,3	18,85	21,8	17,5	19,17
Equinoccio 21 de Septiembre	20,9	14,2	17,55	23,5	16,5	18,53
Solsticio 21 de Junio	20,8	18	19,4	24,5	18,8	20,3
Solsticio 21 de Diciembre	22,5	16	19,25	23,8	17,5	19,81
Promedio	21,2	16,4	18,7	23,4	17,58	19,44

Fuente: La autora



**Planos arquitectónicos estado actual y propuesta**

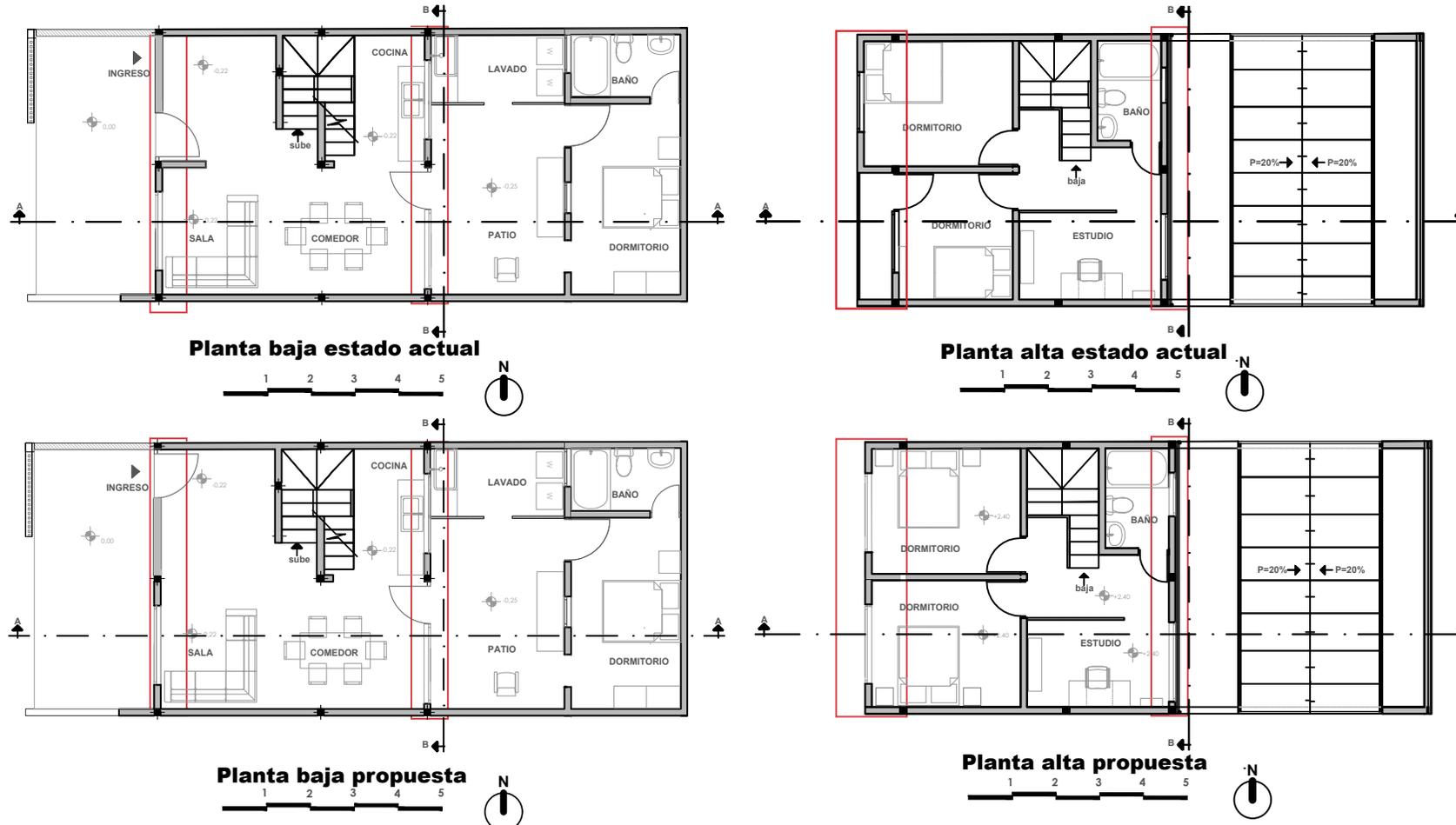


Fig. 30: Planos arquitectónicos. Fuente: La autora

**Simbología:**

Cambios



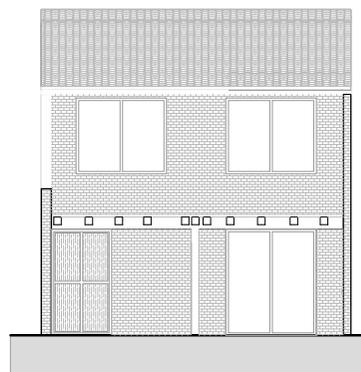
Fachadas y cortes estado actual y propuesta



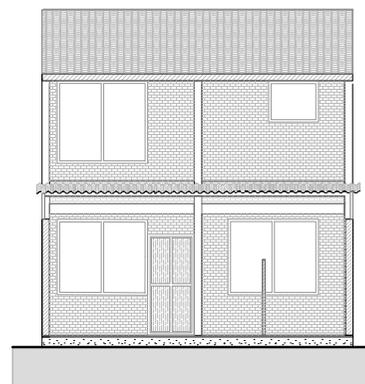
Fachada frontal estado actual



Corte B-B estado actual



Fachada frontal propuesta



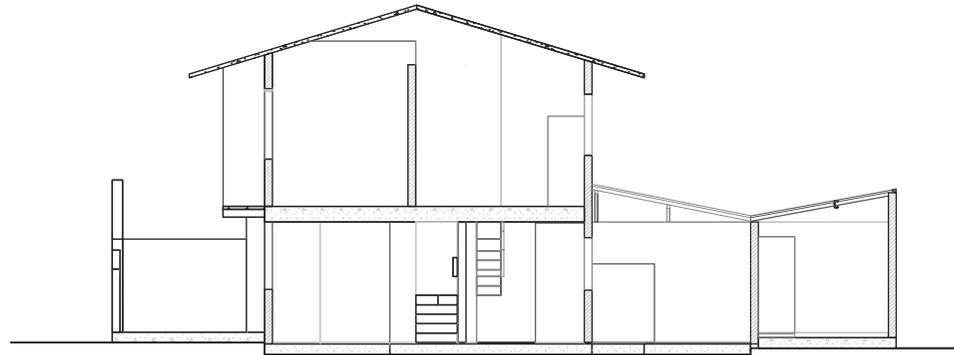
Corte B-B propuesta



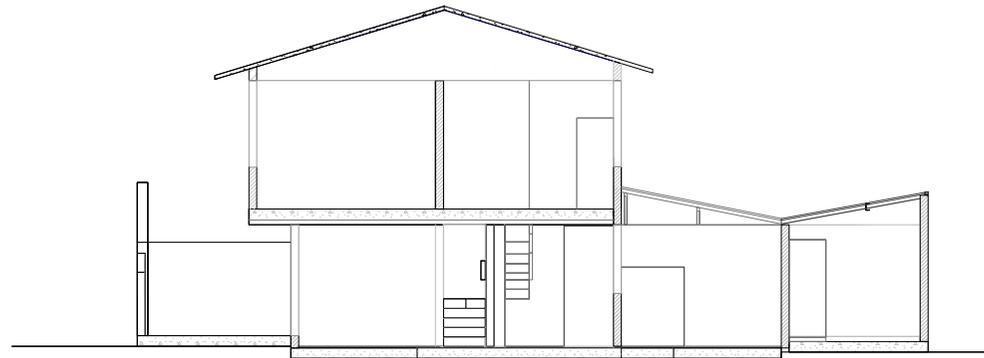
Fig. 31: Planos arquitectónicos. Fuente: La autora



**Cortes estado actual y propuesta**



**Corte A-A estado actual**



**Corte A-A propuesta**



Fig. 32: Planos arquitectónicos. Fuente: La autora.

## Sistema Constructivo

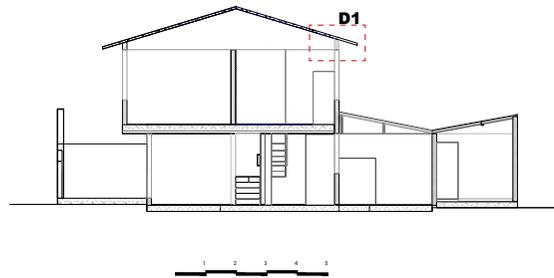
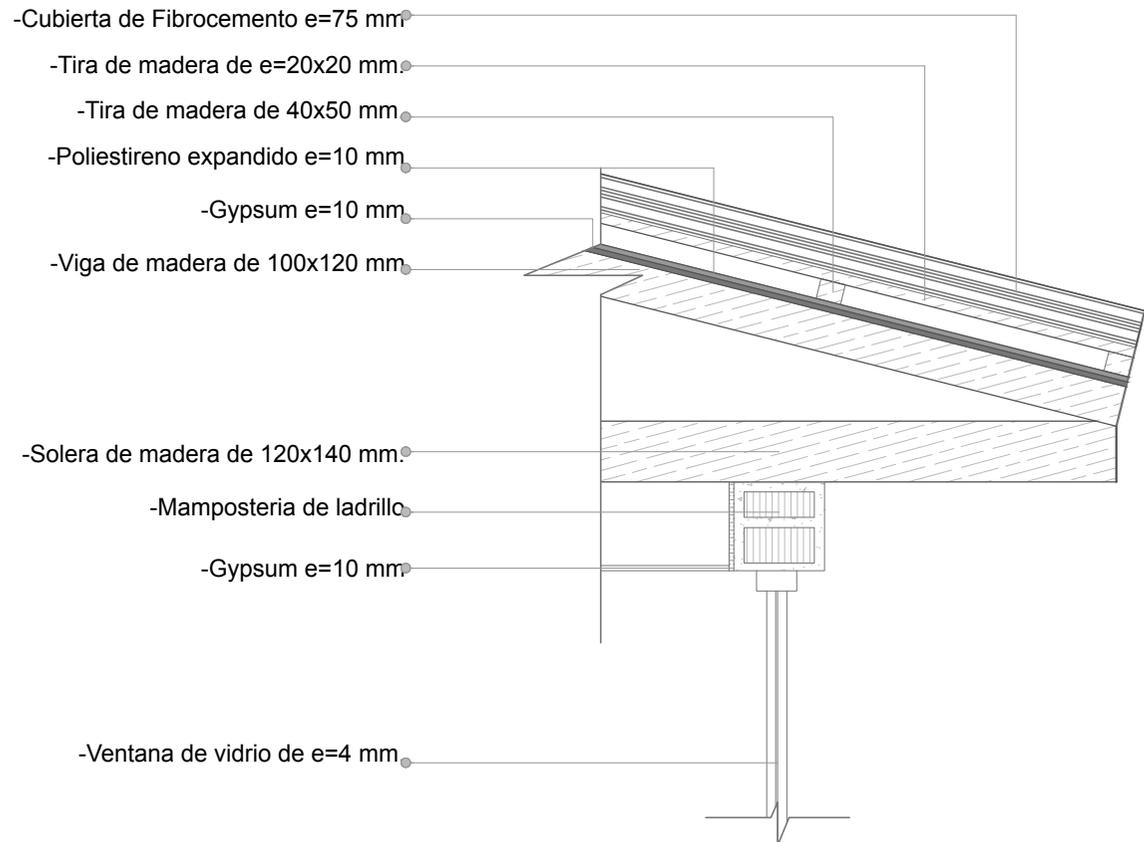


Fig. 33: Planos arquitectónicos. Fuente: La autora.



### D1: Detalle de Cubierta

Escala 1\_15

Fig. 34: Detalle constructivo. Fuente: La autora.

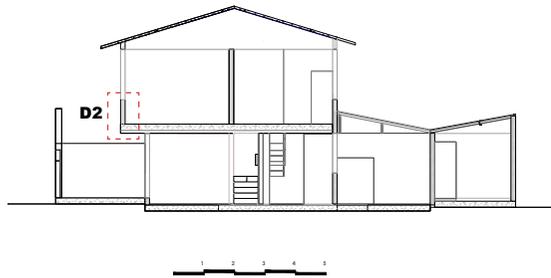
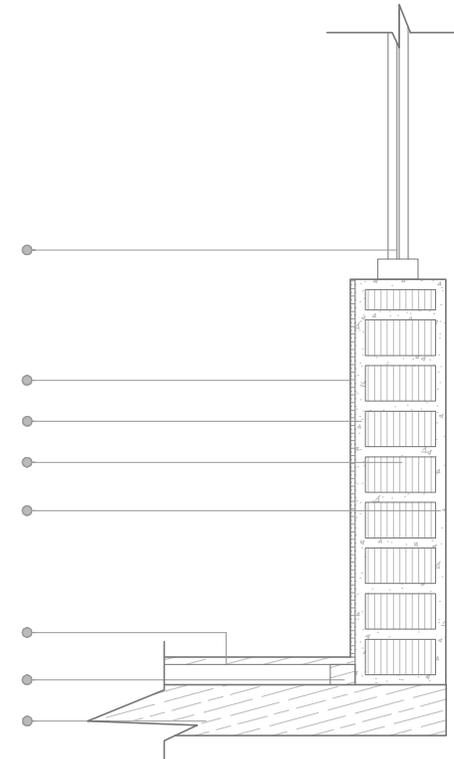


Fig. 35: Planos arquitectónicos. Fuente: La autora.

- Ventana de vidrio de 4 mm.
- Gypsum e=20 mm.
- Mortero de cemento e=20 mm.
- Mampostería de ladrillo panelón de 280x140x70 mm.
- Mortero de cemento e=20 mm.
- Piso de ladrillo de madera e=15 mm.
- Tira de madera de 40x50 mm.
- Viga de madera de 100x120 mm.



**D2: Detalle de Pared en contacto con el aire**

Escala 1\_15

Fig. 36: Detalle constructivo. Fuente: La autora.

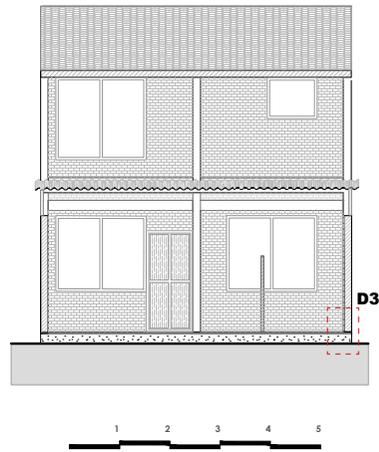
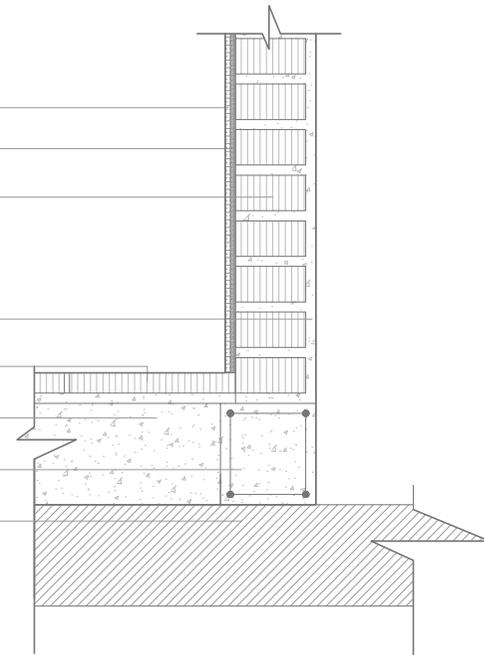


Fig. 37: Planos arquitectónicos. Fuente: La autora.

Gypsum e=10 mm ●  
 Poliestireno expandido de e=10 mm ●  
 Mampostería de ladrillo panelón de 280x140x70 mm ●

Mortero de cemento e=20 mm ●  
 Piso de ladrillo de 300x200x30mm. ●  
 Contrapiso de Hormigón de e=200mm. ●  
 Cadena de hormigón armado. ●  
 Suelo compactado. ●



**D3 :Detalle de pared en contacto entre medianeras**

Escala 1\_15

Fig. 38: Detalle constructivo. Fuente: La autora.

## Vistas y renders de la propuesta



Render 1.-Fachada frontal.  
Fuente.-La autora



Render 2.-Fachada frontal.  
Fuente.-La autora



Render 3.-Sala.  
FuenteLa autora



Render 4.-Comedor.  
FuenteLa autora



Render 5.-Dormitorio.  
FuenteLa autora



#### 4.6.-Conclusiones

Para alcanzar una arquitectura bioclimática ir desde una planificación urbana, una adecuada implantación de la vivienda para obtener mayores ganancias solares, forma de la vivienda, una distribución interior por zonas frías y cálidas ya que se puedan utilizar diferentes elementos constructivos y no perder calor. Además de la calidad de los materiales de construcción debe ser la óptima.

La norma ecuatoriana dice que para nuestra zona térmica ZT3 los edificios deben ser compactos, bien aislados constructivamente y así reducir las infiltraciones de aire.

Para los análisis que se hicieron en el simulador Ecotect se utilizaron los materiales que nos vienen por defecto en el programa, se verificaron que dichas características sean similares o iguales a los que tenemos en nuestra ciudad, además en la propuesta se han incrementado las secciones de ventanas para mayores ganancias de radiación, además en el dormitorio que se encuentra en la segunda planta se ha aumentado su área.

En cuanto al sistema constructivo se utilizó algunas propuesta para determinar cuál es el más apto para nuestra localidad.

El mejoramiento de la envolvente de la vivienda se hace en cubierta, cielo raso, paredes, pisos y ventanas ya que si desea un mejoramiento se lo tiene que hacer en toda la edificación ya que por ejemplo si solo se hacen cambios en paredes toda la ganancia que se obtiene se perderá por la cubierta, ventanas o por los pisos y de nada servirá el mejoramiento en paredes.

En la propuesta de mejoramiento de la envolvente se cumple con la normativa actual en cuanto a mínimos porcentajes de transmitancia térmica.

Pero al analizar la norma podemos constatar que se debe tener cuidado al aplicarla para la ciudad de Cuenca ya que, la norma pide que nos aislemos con las fachadas en contacto con el aire (normativa  $>1,80$ ) encontrándose frecuentemente estas en sentido este-oeste y estas fachadas son las que deben recibir mayores ganancias de calor, mientras que los cerramiento en contacto con

espacios no habitados no ventilados y medianeras (normativa  $>2,50$ ) y Cerramientos en contactos con espacios no habitados ventilados (normativa  $>2,50$ ) la norma debería ser más rigurosa ya que hacia estos espacios se debería aislar más la vivienda para evitar pérdidas de calor.

# **CAPÍTULO V**

---

## **CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

---



## 5.1.-Conclusiones

1.-La preocupación por generar ambientes confortables, incorporando un diseño amigable con el medioambiente es uno de los retos que nos enfrentamos hoy en día los arquitectos de la ciudad de Cuenca, teniendo como referencia a la norma Ecuatoriana de la Construcción NEC 11, capítulo 13 de Eficiencia energética en la construcción en Ecuador, siendo puesta en vigencia en el año 2011, y que además durante los 10 años contados desde su expedición debe ser tomada en cuenta para las construcciones en Ecuador, lo que no ha sucedido estamos ya en el 2016 y todavía no existe ninguna reglamentación ni subsidios para las viviendas que cumplan con la norma.

En otras ciudades del mundo se tomado muy serio el consumo energético en las viviendas por lo que han implementado distintos reglamentaciones y subsidios para el cumplimiento de una mínima demanda energética, inclusive en algunos países se aporta a la red eléctrica desde sus viviendas.

2.-En las viviendas de la ciudad de Cuenca se pudo detectar que los hogares con mayores problemas de confort son los de menor nivel socioeconómico,

esto se debe a muchos factores como: la vivienda no tuvo un seguimiento técnico en su fase de diseño y construcción, materiales utilizados, no se toma en cuenta los criterios bioclimáticos propios de lugar, falta de conocimiento de la NEC 11 (capítulo de eficiencia energética).

Los materiales predominantes en las hogares son muros exteriores de ladrillo con un porcentaje del 58%, acabados en fachada pintadas con un porcentaje del 48%, cielo raso de estuco con el 72%, cubierta de eternit o fibrocemento con el 54% y estructura de hormigón armado con el 79%.

3.-Mediante los análisis de las viviendas se han seleccionado los sistemas constructivos que cumplen con los coeficientes de transmitancia térmica mínimas según la norma ecuatoriana.

Y se han planteado diferentes propuestas con los que se han alcanzado demandas energéticas por calefacción menores a la de los estados actuales menores con un promedio 34,26 % y además alcanzado una temperatura ambiental confortable con un promedio de 18,85°C.

Por lo que se ha cumplido con la hipótesis: el uso

de una técnica constructiva mejorada de paredes de ladrillo, incrementa el confort interior y reduce el consumo energético en las viviendas de la ciudad de Cuenca, mediante el uso y cumplimiento de los parámetros de la norma ecuatoriana de la construcción.<sup>o</sup>

consumo energético en las viviendas de la ciudad de Cuenca, mediante el uso y cumplimiento de los parámetros de la norma ecuatoriana de la construcción.



## 5.2.-Recomendaciones

Mediante las simulaciones de Ecotect se obtuvieron datos medioambientales de las viviendas, pero los datos de humedad en el simulador eran más altos y haciendo un análisis se concluyó que los datos de humedad son erróneos.

La presente tesis ayudara a enfocar los problemas que se tienen en las envolventes de las viviendas en la ciudad de Cuenca y presenta algunas soluciones constructivas que si vienen fueran validadas en un simulador, es necesario realizar pruebas de laboratorio para ser corroboradas.

Se ha planteado un sistema que podría corregir errores de confort interior, sin embargo se recomienda un análisis minucioso de la problemática que se tienen en cada vivienda, ya que su configuración formal, implantación y su clima hacen que cada vivienda tenga características singulares.

---

## **BIBLIOGRAFÍA**



## Libros

Alain Chatelet, P. F., Pierre Lavigne. (2003). *Arquitectura Climática, Una contribución al desarrollo sustentable*, Tomo 2, Conceptos y dispositivos (Vol. 2). México: Universidad de Talca.

-Dalencon, R. (2008). *Acondicionamientos Arquitectura y Técnica*. Chile, Santiago: Escuela de Arquitectura, Pontificia Universidad Católica de Chile.

Lavigne, P. (2003). *Arquitectura Climática, Una contribución al desarrollo sostenible*, Tomo 1, Bases Físicas (Universidad de Talca ed. Vol. 1). México: Universidad de Talca.

-Rey Francisco, V. E. (2006). *Eficiencia Energética en Edificios: Certificación y Auditorías Energéticas* (Graficas Rogar ed.). Universidad de Valladolid: Graficas Rogar.

-Olyay, V. (2010). *Arquitectura y clima, Manual de diseño bioclimático para arquitectos y urbanistas* (Primera ed.). Rubi, Barcelona: Graficas 92.

## Publicaciones

-Alvarado, T. G., Kelly. (2013). Validación del reacondicionamiento térmico de viviendas para la reconstrucción pos-terremoto 2010. 18.

-Ballester, F., Díaz, J., & Manuel Moreno, J. (2006). Cambio climático y salud pública: escenarios después de la entrada en vigor del Protocolo de Kioto. *Gaceta Sanitaria*, 20, Supplement 1, 160-174. doi: <http://dx.doi.org/10.1157/13086040>

Bermeo, H. (2012). Dipecho VII . Implementación de la Metodología de Análisis de Vulnerabilidades a nivel cantonal-Cuenca. (pp. 180). Universidad de Cuenca, Cuenca.

-Bluyssen, P. (2010). Understanding the Indoor Environment: How To Assess and Improve Indoor Environmental Quality of People? (pp. 10). Department of Architectural Engineering, Faculty of Architecture, Delft University of Technology.

-Domingo Acosta, A. C. (2007). *Edificaciones sostenibles, Estrategias de investigación y Desarrollo*. Instituto de Arquitectura Tropical, Fundación Príncipe Claus para la cultura y el desarrollo., Venezuela, 12.



- Escocia, G. T., Celis, . (2012). Mejoramiento de envolventes para eficiencia energética de viviendas en el centro-sur de Chile., 13.
- Godoy, A. (2012). El confort térmico adaptativo, Aplicación en la edificación en España.
- Guillen, V. (2014). Metodología de evaluación de confort térmico exterior para diferentes pisos climáticos en Ecuador. Congreso Nacional del Medio Ambiente, 15.
- Guillen, V. (2012). Criterios Bioclimáticos para el Diseño de Viviendas Unifamiliares en la ciudad de Cuenca. (Arquitecto), Universidad de Cuenca, Cuenca.
- Indalum. (2006). Consideraciones técnicas para la selección de una ventana térmica. In Indalum (Ed.), (pp. 36). Chile.
- Ibarra, O. (2015). La Focalización del subsidio a los combustibles y su incidencia en las finanzas públicas. (Maestría en Finanzas y Tributación.), Universidad de Guayaquil, , Guayaquil. (116)
- Matute, M. (2014). Clasificación de sistemas constructivos de envolventes verticales opacas desde el punto de vista desde su sostenibilidad (Arquitecto), Universidad de Cuenca, Cuenca.
- Moreno, J. (2011). Evaluación energética de los puentes térmicos en edificación. (Máster), Universidad Politécnica de Madrid, Escuela Universitaria de Arquitectura Técnica., Madrid. (151)
- Rua, M. (2011). Método de Valoración de Viviendas desde la Perspectiva Medioambiental y Análisis de Costes (Doctorado), Universidad Politecnica de Valencia, Valencia.
- Sanchez Michelle, B. N., Audi Marti. (2011). Clasificación de sistemas constructivos de envolventes verticales opacas desde el punto de vista desde su sostenibilidad.
- Acondicionamiento térmico-Envolvente térmica de edificios-Cálculo de resistencias y transmitancias térmicas., NCh853 C.F.R. (1991).
- Acondicionamiento Térmico “Programa de Protección al Patrimonio Familiar” Región de Magallanes. Chile (2011).
- Norma Ecuatoriana de la Construcción NEC 11. NEC 11,(2011) Capitulo 13, Eficiencia Energética en la Construcción en Ecuador.



- Centro de Estudios Ambientales de la Universidad de Cuenca C.E.A, Calidad del Aire en la Ciudad de Cuenca, Ecuador: 2006.

**Fuentes Consultadas**

[www.inec.gob.ec](http://www.inec.gob.ec)

**Fuentes Consultadas**

[www.inec.gob.ec](http://www.inec.gob.ec)

[http://www.iso.org/iso/catalogue\\_detail.htm?csnumber=59697](http://www.iso.org/iso/catalogue_detail.htm?csnumber=59697)

---

**ANEXOS**

---



**Clima de la ciudad de Cuenca**

**(anexo 1)**

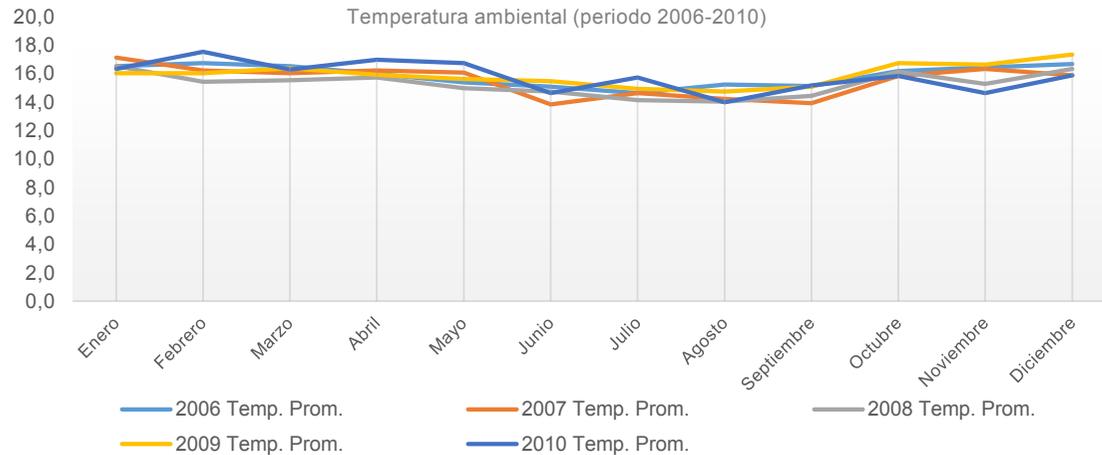
**Temperatura periodo (2006-2010)**

En el promedio de temperatura por años, se registro menor temperatura en el año 2008 con un promedio de 15.24 °C, mientras que en el año que se registro una máxima temperatura fue en el año de 2009 con una temperatura de 15.88 °C.

En el periodo del 2006 al 2010 la temperatura más baja, fue registrada en el mes de agosto con una temperatura de 14.4 °C mientras que la temperatura mas alta se registro en el mes de enero con una temperatura de 16.5 °C.

Fuente.-Estación meteorológica del C.E.A. de la Universidad de Cuenca

Meses	2006			2007			2008			2009			2010			Prom. Total
	Temp. Máx.	Temp. Mín.	Temp. Prom.	Temp. Máx.	Temp. Mín.	Temp. Prom.	Temp. Máx.	Temp. Mín.	Temp. Prom.	Temp. Máx.	Temp. Mín.	Temp. Prom.	Temp. Máx.	Temp. Mín.	Temp. Prom.	
Enero	21,2	11,8	16,5	21,3	13	17,1	20,7	12,3	16,5	19,9	12,2	16,0	20,7	11,9	16,3	16,5
Febrero	21,1	12,3	16,7	21,3	11,1	16,2	19,5	11,3	15,4	20	11,7	16,0	21,8	13,2	17,5	16,3
Marzo	20,7	12,2	16,5	20,4	11,6	16,0	20	11,1	15,5	21	11,7	16,4	20,7	11,8	16,3	16,1
Abril	20,5	11,4	16,0	20,5	11,9	16,2	20,2	11,3	15,7	20,3	11,5	15,9	21,8	12,1	17,0	16,1
Mayo	19,8	10,9	15,4	20,6	11,5	16,1	19	10,9	15,0	20,2	11,1	15,6	21,1	12,3	16,7	15,7
Junio	19,3	10,8	15,1	17,2	10,5	13,8	19,2	10,2	14,7	19,9	11	15,5	18,1	11,1	14,6	14,7
Julio	18,7	10,5	14,6	20	9,2	14,6	17,8	10,4	14,1	18,9	10,9	14,9	20,5	10,9	15,7	14,8
Agosto	21,6	8,9	15,2	18,5	10	14,2	17,4	10,7	14,0	18,2	11,3	14,7	18,9	9	14,0	14,4
Septiembre	20	10,2	15,1	18	9,8	13,9	18,7	10,1	14,4	19,9	10,2	15,1	19,9	10,4	15,2	14,7
Octubre	22	10,3	16,2	21,2	10,4	15,8	20,6	11,6	16,1	21,9	11,5	16,7	21,4	10,3	15,8	16,1
Noviembre	21,3	11,5	16,4	21	11,6	16,3	19,5	11	15,3	22,8	10,4	16,6	18,3	10,9	14,6	15,8
Diciembre	21,6	11,7	16,7	20,8	10,9	15,9	21,4	11,2	16,3	22,1	12,5	17,3	20,1	11,6	15,9	16,4
Promedio	20,65	11,04	15,85	20,07	10,96	15,5	19,5	11,01	15,24	20,43	11,33	15,88	20,28	11,29	15,78	15,7



Fuente.-Estación meteorológica del C.E.A. de la Universidad de Cuenca



## Temperatura periodo(2011-2015)

(anexo 2)

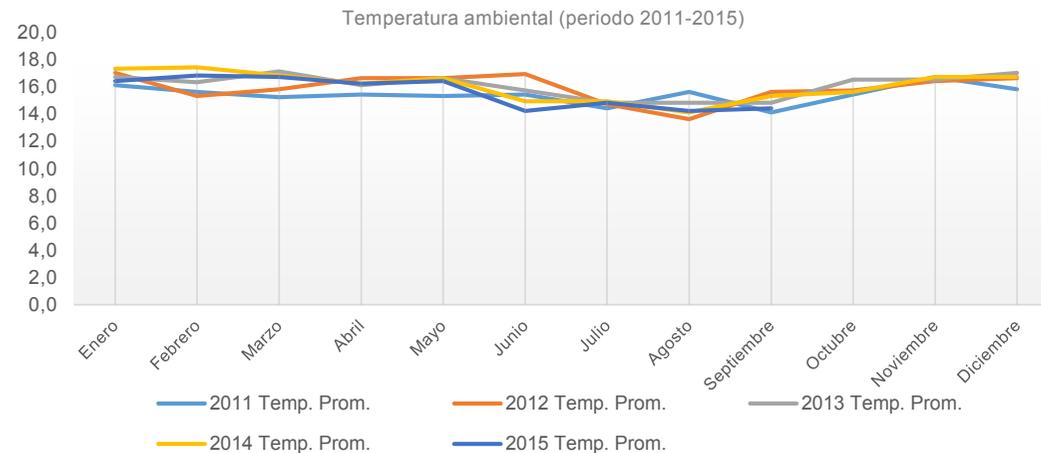
En el promedio de temperatura por años se obtiene que en el año de 2011 se registro la mínima temperatura con una temperatura de 15,42 °C, mientras que en el año 2013 se registro la máxima temperatura de 16.08 °C.

El mes de menor temperatura fue el mes de agosto con un promedio del año 2011 al 2015 de 14,22 grados centígrados, mientras que el mes de mayor temperatura fue el mes de enero con una temperatura de 16.66 grados centígrados.

Podemos concluir que el mes mas frio es el mes de Agosto con un promedio de 11,56 y el mes de máxima temperatura es en enero con 16.58 °C.

Fuente.-Estación meteorológica del C.E.A. de la Universidad de Cuenca

Meses	2011			2012			2013			2014			2015			Prom. Total
	Temp. Máx.	Temp. Min.	Temp. Prom.	Temp. Máx.	Temp. Min.	Temp. Prom.	Temp. Máx.	Temp. Min.	Temp. Prom.	Temp. Máx.	Temp. Min.	Temp. Prom.	Temp. Máx.	Temp. Min.	Temp. Prom.	
Enero	20,7	12,3	16,1	20,7	12,3	17,0	20,7	12,3	16,7	17,3	17,3	17,3	16,4	16,4	16,4	16,66
Febrero	19,5	11,3	15,6	19,5	11,3	15,3	19,5	11,3	16,3	17,4	17,4	17,4	16,8	16,8	16,8	16,15
Marzo	20	11,1	15,2	20	11,1	15,8	20	11,1	17,1	16,8	16,8	16,8	16,7	16,7	16,7	16,13
Abril	20,2	11,3	15,4	20,2	11,3	16,6	20,2	11,3	16,1	16,2	16,2	16,2	16,2	16,2	16,2	15,99
Mayo	19	10,9	15,3	19	10,9	16,6	19	10,9	16,6	16,6	16,6	16,6	16,4	16,4	16,4	15,81
Junio	19,2	10,2	15,4	19,2	10,2	16,9	19,2	10,2	15,7	14,9	14,9	14,9	14,2	14,2	14,2	14,9
Julio	17,8	10,4	14,4	17,8	10,4	14,7	17,8	10,4	14,8	14,9	14,9	14,9	15,5	15,5	14,8	14,6
Agosto	17,4	10,7	15,6	17,4	10,7	13,6	17,4	10,7	14,8	14,1	14,1	14,1			14,2	14,22
Septiembre	18,7	10,1	14,1	18,7	10,1	15,6	18,7	10,1	14,8	15,3	15,3	15,3			14,4	14,71
Octubre	20,6	11,6	15,4	20,6	11,6	15,7	20,6	11,6	16,5	15,6	15,6	15,6				15,92
Noviembre	19,5	11	16,7	19,5	11	16,4	19,5	11	16,5	16,7	16,7	16,7				15,93
Diciembre	21,4	11,2	15,8	21,4	11,2	16,6	21,4	11,2	17,0	16,7	16,7	16,7				16,44
Promedio	19,5	11,01	15,42	19,5	11,01	15,9	19,5	11,01	16,08	16,04	16,04	16,04	16,03	16,03	15,57	15,64



Fuente.-Estación meteorológica del C.E.A. de la Universidad de Cuenca



**Humedad**

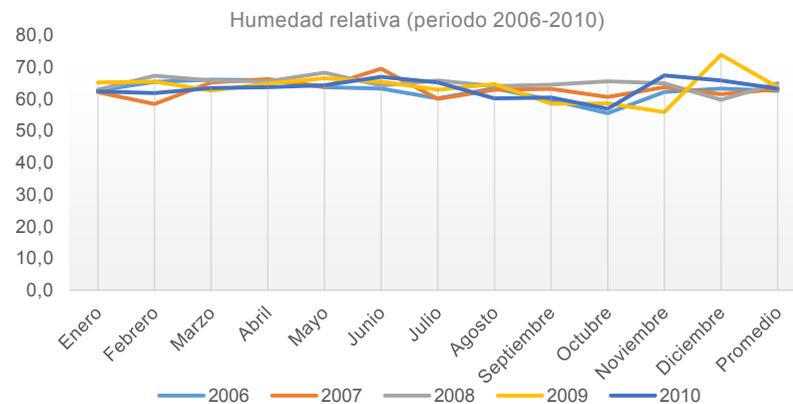
**(anexo 3)**

**Humedad en la ciudad de Cuenca periodo (2006-2010)**

La humedad más alta ha sido registrada en el mes de junio con 65,8 % mientras que la mínima se ha registrado en el mes de octubre con 59.3 %. El año de mayor humedad fue el año 2008 con 64,77 % de humedad, el la minima en el año 2006 con 62.47 %.

Fuente-Estación meteorológica del C.E.A. de la Universidad de Cuenca

Tabla de humedad relativa en (%) de la ciudad de Cuenca por años y meses (periodo 2006-2010)						
Meses	2006	2007	2008	2009	2010	Prom. Total
	Hum. Prom.					
Enero	62,5	62,0	62,8	65,1	62,3	62,9
Febrero	65,2	58,3	67,2	65,3	61,8	63,6
Marzo	65,9	65,1	65,7	62,5	63,4	64,5
Abril	65,8	66,1	65,4	64,7	63,6	65,1
Mayo	63,6	63,8	68,1	66,4	64,2	65,2
Junio	63,2	69,4	64,1	65,3	66,8	65,8
Julio	60,1	59,9	65,7	62,8	65,1	62,7
Agosto	63,2	62,8	64,0	64,5	60,1	62,9
Septiembre	59,5	63,1	64,4	58,4	60,3	61,1
Octubre	55,4	60,5	65,4	58,5	56,8	59,3
Noviembre	62,1	63,6	64,8	55,8	67,3	62,7
Diciembre	63,1	61,4	59,6	73,7	65,7	64,7
Promedio	62,47	63,00	64,77	63,58	63,12	63,39



Fuente.-Estación meteorológica del C.E.A. de la Universidad de Cuenca



## Humedad periodo 2011-2015

(anexo 4)

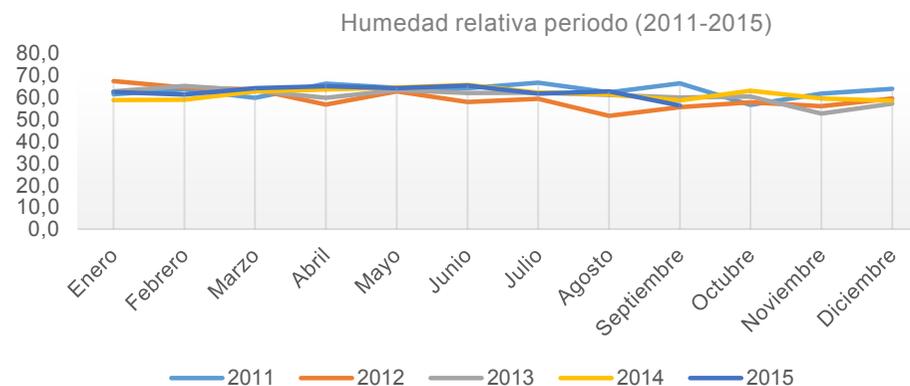
Del 2011 al 2015 la humedad más alta ha sido registrada en el mes de mayo con una humedad promedio de 63.6 %, mientras que la humedad mas baja se registro en el mes de noviembre con una humedad de 57.3 %.

Y en promedio de temperatura por año tenemos que en el año de 2011 se registro la máxima porcentaje de humedad 62.91 %, mientras que en los años de 2012 se registro el mínimo porcentaje de humedad con 59.24 %.

Se concluye que la mayor humedad se tienen en los meses de mayo y junio y la mínima en octubre y noviembre.

Fuente.-Estación meteorológica del C.E.A. de la Universidad de Cuenca

Tabla de humedad relativa en (%) de la ciudad de Cuenca por años y meses (periodo 2011-2015)						
Meses	2011	2012	2013	2014	2015	Prom. Total
	Hum. Prom.					
Enero	61,2	67,3	62,6	58,6	62,3	62,4
Febrero	63,5	64,3	65,0	58,7	61,1	62,5
Marzo	59,7	63,5	62,8	62,5	64,0	62,5
Abril	66,0	56,6	59,7	63,4	64,9	62,1
Mayo	64,1	62,5	63,2	64,3	64,0	63,6
Junio	64,0	57,8	61,8	65,5	65,2	62,9
Julio	66,5	59,2	62,0	62,0	61,5	62,2
Agosto	62,1	51,5	61,0	61,3	62,6	59,7
Septiembre	66,2	55,4	59,8	58,4	56,1	59,2
Octubre	56,4	57,6	60,2	62,8		59,3
Noviembre	61,5	55,8	52,5	59,4		57,3
Diciembre	63,7	59,4	57,0	58,3		59,6
Promedio	62,91	59,24	60,63	61,27	62,41	61,29



Fuente.-Estación meteorológica del C.E.A. de la Universidad de Cuenca



**Vientos**

**(anexo 5)**

**Velocidad del viento periodo (2006-2010)**

En las tablas se puede observar que en el año en el que se registro mayor velocidad de viento fue en el 2006 con una velocidad promedio de 28.05 Km/h, mientras que en el año 2010 se registro una menor velocidad con 17.63 Km/h. Los meses de mayor velocidades de viento se registraron en los meses de septiembre, octubre, noviembre y diciembre siendo el mes de noviembre el de mayor velocidad con 28.14 Km/h mientras y el mes que registro menor velocidad fue el mes de junio con 19.38 Km/h.

Fuente.-Estación meteorológica del C.E.A. de la Universidad de Cuenca

Tabla de velocidad de viento en (Km/h) de la ciudad de Cuenca por años y meses (periodo 2006-2010)										
Meses	2006		2007		2008		2009		2010	
	Velocidad media (km/h)	Dirección								
<b>Enero</b>	31	SW	28,7	SE	29,3	SE	24,5	E	24,7	E
<b>Febrero</b>	26,5	SW	31,1	W	27,9	SE & W	13,8	E	13,7	SE
<b>Marzo</b>	27,9	SE	29,6	SE	26	W	9,5	E	23,2	W
<b>Abril</b>	25,3	SE & W	25,1	SE	26,2	SW	8	E	13,9	S
<b>Mayo</b>	27,9	SE	26,2	E	22,4	E	20,4	E	13,3	NE
<b>Junio</b>	27,7	E	22,8	E	24,4	NE	19,4	N	2,6	S
<b>Julio</b>	29,4	E	29,2	E	27,2	NE	28,7	SE	11,5	S
<b>Agosto</b>	26,2	E	27,3	E & SE	21,8	NE	22,5	SE	17,5	E & SW
<b>Septiembre</b>	30,4	SE	26,4	E	26,8	NE	22,5	E	25,2	E
<b>Octubre</b>	29,8	W	28,6	SW	26,9	NE & W	29	E	15,8	SW & W
<b>Noviembre</b>	27,8	W	29,2	E	26,3	NE	32,7	SW & W	24,7	E & NE
<b>Diciembre</b>	26,7	W	29,1	SW & W	30,1	SW	23,5	W	25,4	
<b>Promedio</b>	28,05		27,78		26,28		21,21		17,63	



## Velocidad de viento periodo (2011-2015)

(anexo 6)

En las tablas se aprecia que en el año en el que se registro mayor velocidad de viento fue en el 2014 con una velocidad promedio de de 27.13 Km/h, mientras que en el año 2012 se registro una menor velocidad con 16.95 Km/h.

Los meses de mayor velocidades de viento se registraron en los meses de marzo, junio y septiembre siendo el mes de junio el de mayor velocidad con 25.04 Km/h, mientras que el mes que registro menor velocidad fue el mes de abril con 18.36 Km/h.

Fuente.-Estación meteorológica del C.E.A. de la Universidad de Cuenca

Tabla de velocidad de viento en (Km/h) de la ciudad de Cuenca por años y meses (periodo 2011-2015)										
Meses	2011		2012		2013		2014		2015	
	Velocidad media (km/h)	Dirección								
<b>Enero</b>	17,2	N	14,5	E	29,2	E	29,4	E & NE	28,4	E
<b>Febrero</b>	24,3	SE	17	E	22,5	N	28,9	E	29,3	NE
<b>Marzo</b>	13,6	E	19,2	SE & S	23,2	E	27,7	E	25	S
<b>Abril</b>	22,1	NE	17	S	6,8	E	26,3	E	19,6	NE
<b>Mayo</b>	18,9	E	15,7	SE	22,3	E	22,2	E	26,5	NE
<b>Junio</b>	19,9	E	24,8	NE & E	28,3	E	24,6	N	27,6	N
<b>Julio</b>	18,5	SE & W	24	SE	9,9	NE	26,7	N	26,5	NE & SE
<b>Agosto</b>	17	S	16,9	SW	25,5	E	27,8	NE	25,2	NE
<b>Septiembre</b>	18,1	E	15,7	SE	28,3	E	28,5	E	31,8	E & NE
<b>Octubre</b>	16,4	E & SE	15,4	E	29	E	26,1	SE		
<b>Noviembre</b>	18	SW	12,5	N	32,5	S	28	E		
<b>Diciembre</b>	20,4	E	10,7	N	30,9	E & S	29,4	SW		
<b>Promedio</b>	18,70		16,95		24,03		27,13		26,66	

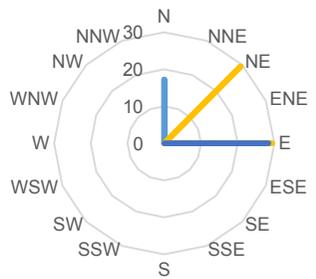


Gráficos de velocidad de viento periodo (2011-2015)

(anexo 7)

Enero

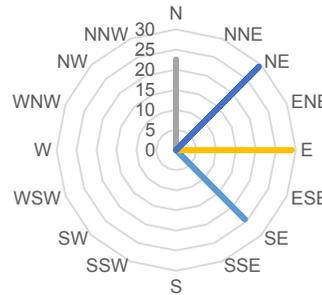
— 2011 — 2012 — 2013 — 2014 — 2015



Fuente.-Estación meteorológica del C.E.A. de la Universidad de Cuenca

Febrero

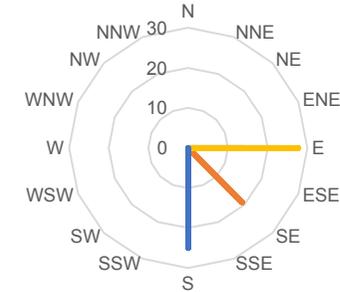
— 2011 — 2012 — 2013 — 2014 — 2015



Fuente.-Estación meteorológica del C.E.A. de la Universidad de Cuenca

Marzo

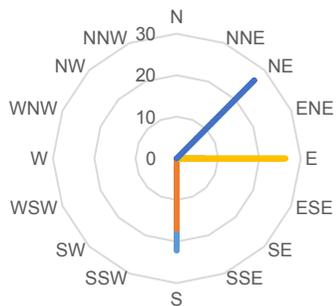
— 2011 — 2012 — 2013 — 2014 — 2015



Fuente.-Estación meteorológica del C.E.A. de la Universidad de Cuenca

Abril

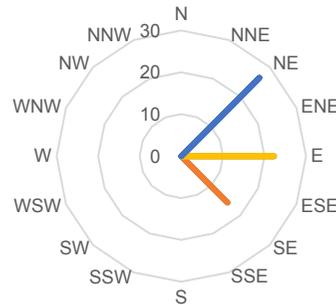
— 2011 — 2012 — 2013 — 2014 — 2015



Fuente.-Estación meteorológica del C.E.A. de la Universidad de Cuenca

Mayo

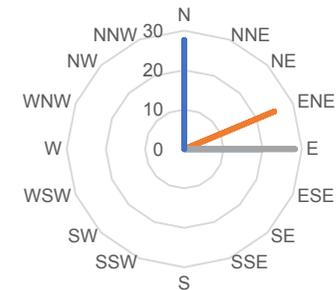
— 2011 — 2012 — 2013 — 2014 — 2015



Fuente.-Estación meteorológica del C.E.A. de la Universidad de Cuenca

Junio

— 2011 — 2012 — 2013 — 2014 — 2015



Fuente.-Estación meteorológica del C.E.A. de la Universidad de Cuenca

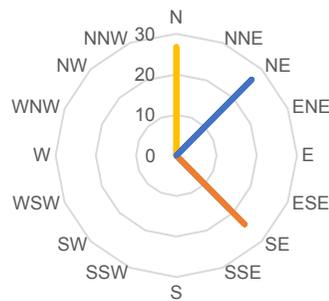


**Velocidad de viento periodo (2011-2015)**

**(anexo 8)**

**Julio**

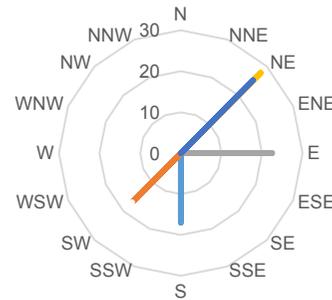
— 2011 — 2012 — 2013 — 2014 — 2015



Fuente.-Estación meteorológica del C.E.A. de la Universidad de Cuenca

**Agosto**

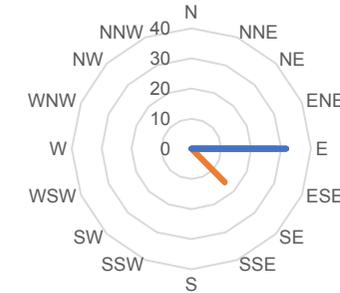
— 2011 — 2012 — 2013 — 2014 — 2015



Fuente.-Estación meteorológica del C.E.A. de la Universidad de Cuenca

**Septiembre**

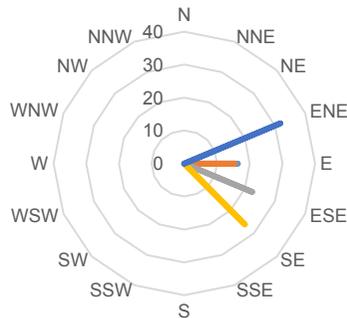
— 2011 — 2012 — 2013 — 2014 — 2015



Fuente.-Estación meteorológica del C.E.A. de la Universidad de Cuenca

**Octubre**

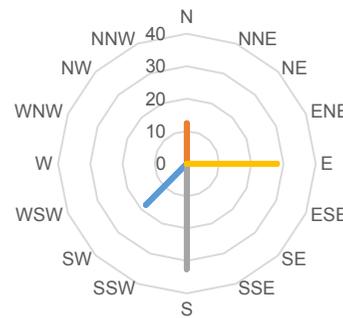
— 2011 — 2012 — 2013 — 2014 — 2015



Fuente.-Estación meteorológica del C.E.A. de la Universidad de Cuenca

**Noviembre**

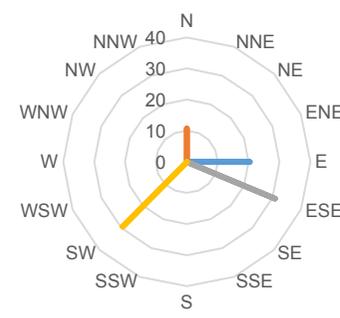
— 2011 — 2012 — 2013 — 2014 — 2015



Fuente.-Estación meteorológica del C.E.A. de la Universidad de Cuenca

**Diciembre**

— 2011 — 2012 — 2013 — 2014 — 2015

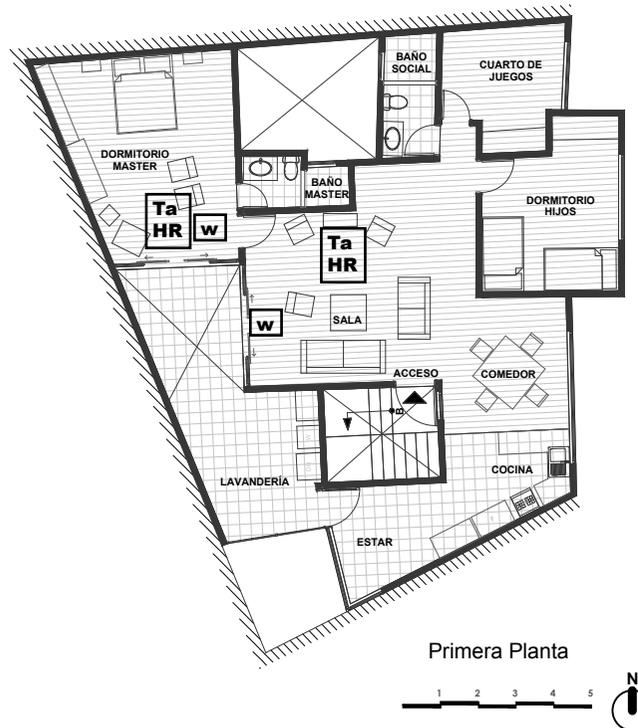


Fuente.-Estación meteorológica del C.E.A. de la Universidad de Cuenca



Vivienda N1

(anexo 9)



Plano arquitectónico de vivienda N°1.- Fuente.-Grupo de Investigación "método de certificación de la construcción sustentable de viviendas"

**Leyenda:**

- Ta.-Temperatura del aire en °C.
- HR.-Humedad relativa del aire en %
- W.-Niveles de radiación en W/m2



**Temperatura ambiental en sala-comedor análisis mediante Ecotec.**

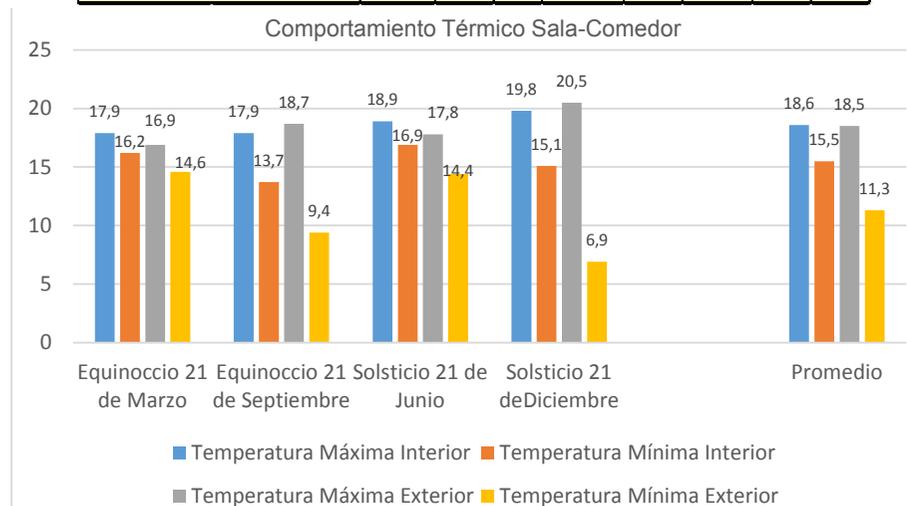
**(anexo 10)**

Las temperaturas interior mínima se registraron en sala-comedor en equinoccio del 21 de septiembre entre las 4:00 a 5:00 am con una temperatura de 13.7 grados centigrados, mientras que las temperaturas mas altas se registraron en solsticio del 21 de diciembre entre las 13:00 a 14:00 pm con una temperatura de 19.8 grados centígrados .

Las temperaturas exterior mínima se registraron en sala-comedor en solsticio del 21 de diciembre entre las 4:00 a 5:00 am con una temperatura de 6.9 grados centigrados, mientras que las temperaturas mas altas se registraron en solsticio del 21 de diciembre entre las 13:00 a 14:00 pm con una temperatura de 20.5 grados centígrados.

Temperatura ambiental. Fuente.-Grupo de Investigación “método de certificación de la construcción sustentable de viviendas”

Comportamiento Térmico Sala-Comedor								
	Hora de Temperatura Máxima Interior	Temperatura Máxima Interior	Hora de Temperatura Mínima Interior	Temperatura Mínima Interior	Hora de Temperatura Máxima Exterior	Temperatura Máxima Exterior	Hora de Temperatura Mínima Exterior	Temperatura Mínima Exterior
Equinoccio 21 de Marzo	13	17,9	4	16,2	14	16,9	4	14,6
Equinoccio 21 de Septiembre	14	17,9	5	13,7	15	18,7	5	9,4
Solsticio 21 de Junio	11	18,9	6	16,9	12	17,8	5	14,4
Solsticio 21 de Diciembre	14	19,8	5	15,1	14	20,5	5	6,9
Promedio		18,6		15,5		18,5		11,3



Fuente.-Grupo de Investigación “método de certificación de la construcción sustentable de viviendas”



**Temperatura ambiental en dormitorio principal análisis mediante Ecotec.**

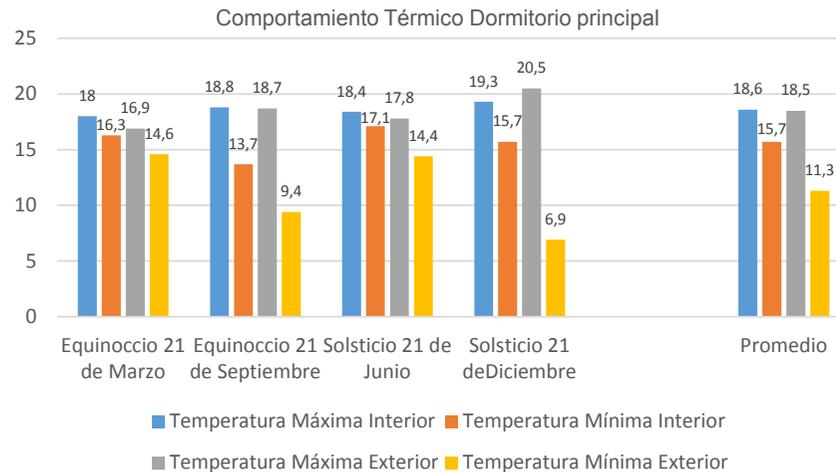
**(anexo 11)**

Las temperaturas interior mínima se registraron en dormitorio principal en equinoccio del 21 de septiembre entre las 4:00 a 5:00 am con una temperatura de 13.7 grados centigrados, mientras que las temperaturas mas altas se registraron en solsticio del 21 de diciembre entre las 18:00 a 19:00 pm con una temperatura de 19.3 grados centigrados .

Las temperaturas exterior mínima se registraron en dormitorio principal en solsticio del 21 de diciembre entre las 4:00 a 5:00 am con una temperatura de 6.9 grados centigrados, mientras que las temperaturas mas altas se registraron en solsticio del 21 de diciembre entre las 13:00 a 14:00 pm con una temperatura de 20.5 grados centigrados.

Temperatura ambiental. Fuente.- Grupo de Investigación “método de certificación de la construcción sustentable de viviendas”

Comportamiento Térmico Dormitorio principal								
	Hora de Temperatura Máxima Interior	Temperatura Máxima Interior	Hora de Temperatura Mínima Interior	Temperatura Mínima Interior	Hora de Temperatura Máxima Exterior	Temperatura Máxima Exterior	Hora de Temperatura Mínima Exterior	Temperatura Mínima Exterior
Equinoccio 21 de Marzo	13	18	5	16,3	15	16,9	5	14,6
Equinoccio 21 de Septiembre	14	18,8	5	13,7	14	18,7	5	9,4
Solsticio 21 de Junio	14	18,4	5	17,1	12	17,8	5	14,4
Solsticio 21 de Diciembre	19	19,3	5	15,7	14	20,5	5	6,9
Promedio		18,6		15,7		18,5		11,3



Fuente.- Grupo de Investigación “método de certificación de la construcción sustentable de viviendas”



## Humedad relativa exterior análisis mediante Ecotec.

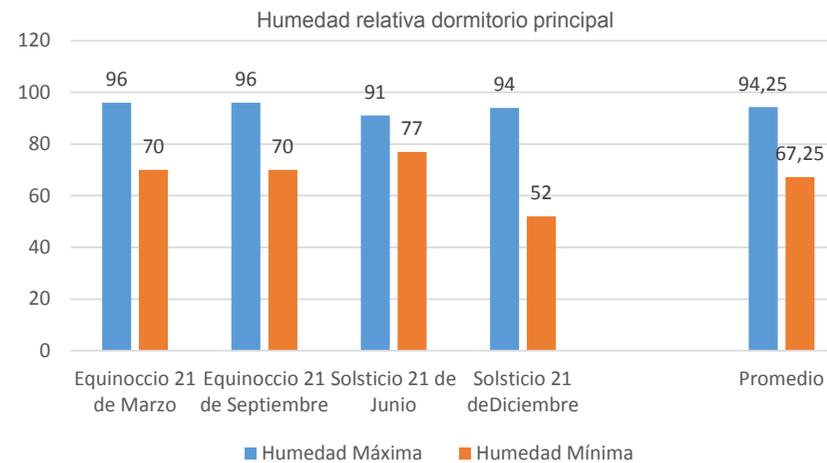
(anexo 12)

La máxima humedad es registrada en equinoccio del 21 de marzo y 21 de septiembre con una humedad del 96 % a las 5 de la mañana mientras que la mínima humedad es registrada el 21 de diciembre con 52% a las 2 de la tarde.

La humedad máxima interior es de 94.25 % entre las 5 y 6 de la mañana y la humedad mínima es de 67.25 % entre la 1 a 3 de la tarde.

Humedad relativa. Fuente.-Grupo de Investigación "método de certificación de la construcción sustentable de viviendas"

Humedad relativa exterior dormitorio principal				
	Hora de humedad máxima	% de humedad máxima	Hora de humedad mínima	% de humedad mínima
Equinoccio 21 de Marzo	5	96	15	70
Equinoccio 21 de Septiembre	5	96	14	70
Solsticio 21 de Junio	6	91	13	77
Solsticio 21 de Diciembre	5	94	14	52
Promedio		94,25		67,25



Fuente.-Grupo de Investigación "método de certificación de la construcción sustentable de viviendas"



**Humedad relativa exterior análisis mediante Ecotec.**

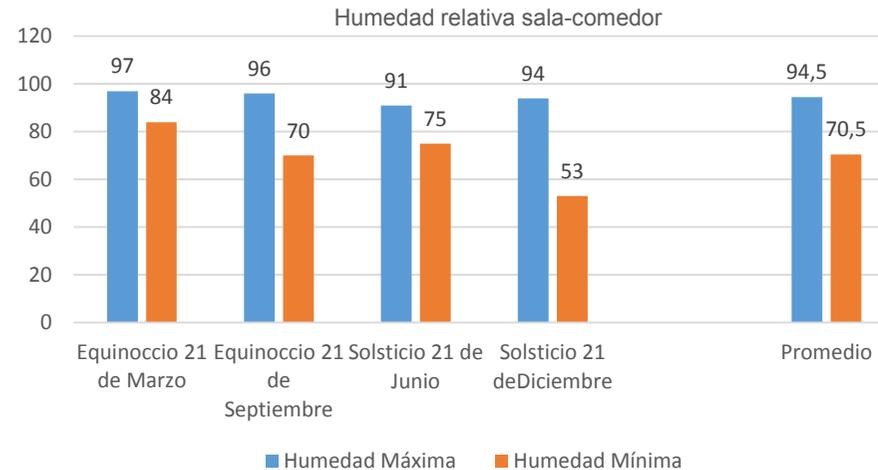
**(anexo 13)**

La máxima humedad es registrada en equinoccio del 21 de marzo con una humedad del 97 % a las 6 de la mañana mientras que la mínima humedad es registrada el 21 de diciembre con 53% a las 2 de la tarde.

La humedad máxima interior es de 94.5 % entre las 5 y 6 de la mañana y la humedad mínima es de 70.5 % entre la 1 a 2 de la tarde.

Humedad relativa. Fuente.- Grupo de Investigación “método de certificación de la construcción sustentable de viviendas”

Humedad relativa exterior sala-comedor				
	Hora de humedad máxima	% de humedad máxima	Hora de humedad mínima	% de humedad mínima
Equinoccio 21 de Marzo	6	97	15	84
Equinoccio 21 de Septiembre	5	96	14	70
Solsticio 21 de Junio	5	91	13	75
Solsticio 21 de Diciembre	5	94	14	53
Promedio		94,5		70,5



Fuente.- Grupo de Investigación “método de certificación de la construcción sustentable de viviendas”



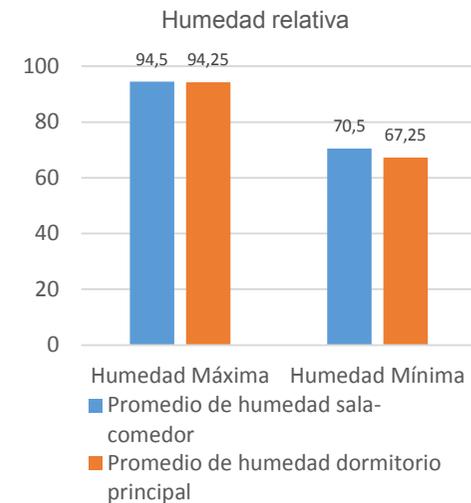
## Conclusión de humedad relativa realizado en Ecotec.

(anexo 14)

Tenemos como lugar de mayor porcentaje de humedad exterior sala-comedor con una humedad máxima de 94.5 % y una mínima de 70.5 % mientras que la humedad en el dormitorio principal presenta una humedad máxima de 94.25 % y una mínima de 67.25 %.

Humedad relativa. Fuente.- Grupo de Investigación "método de certificación de la construcción sustentable de viviendas"

Humedad relativa exterior		
	Humedad Máxima	Humedad Mínima
Promedio de humedad sala-comedor	94,5	70,5
Promedio de humedad dormitorio principal	94,25	67,25



Fuente.- Grupo de Investigación "método de certificación de la construcción sustentable de viviendas"



**Envolvente análisis mediante Ecotec.**

**(anexo 15)**

Detalle de materiales de cubierta y cielo raso. Fuente.-Grupo de Investigación “método de certificación de la construcción sustentable de viviendas”

Cubierta con teja					Cielo raso					
Capa N°	Material	Espesor (mm)	Densidad (Kg/m <sup>3</sup> )	Calor específico (J/kgK)	Capa N°	Material	Espesor (mm)	Densidad (Kg/m <sup>3</sup> )	Calor específico (J/kgK)	Conductividad (λ)
1.	Teja	50	2760	836.8	1.	Vacio (madera)	75	1.3	1004	0
2.	Asbesto cemento	80	1750	840	2.	Gypsum	10	1120	960	35
3.	Vacio (madera)	100	1.3	1004						
<b>Valor U=</b>			2.28		<b>Valor U=</b>			2.65		



**Paredes** **(anexo 16)**

Detalle de materiales de paredes. Fuente.-Grupo de Investigación "método de certificación de la construcción sustentable de viviendas"

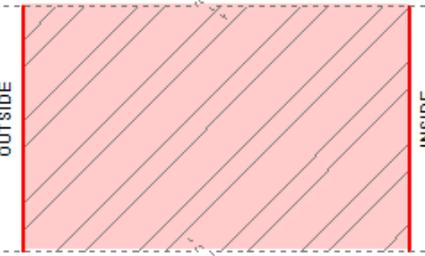
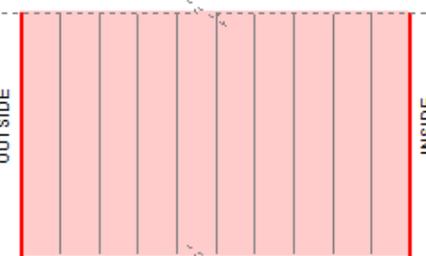
Paredes (P7)						Paredes					
Capa N°	Material	Espesor (mm)	Densidad (Kg/m <sup>3</sup> )	Calor específico (J/kgK)	Conductividad (λ)	Capa N°	Material	Espesor (mm)	Densidad (Kg/m <sup>3</sup> )	Calor específico (J/kgK)	Conductividad (λ)
1.	Empaste	10	1200	840	35	1.	Ladrillo	110	2000	836.8	25
2.	Enlucido	10	1900	840	35	2.	Enlucido	10	1900	840	35
3.	Ladrillo	110	2000	836.8	25	3.	Empaste	10	1200	840	35
4.	Enlucido	10	1900	840	35						
5.	Empaste	10	1200	840	35						
<b>Valor U</b>						<b>Valor U</b>					
2.600						2.790					



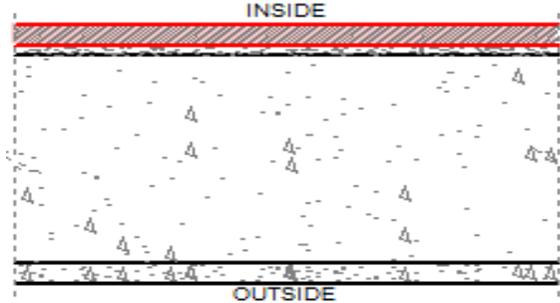
**Paredes**

**(anexo 17)**

Detalle de materiales de paredes y ventanas. Fuente.-Grupo de Investigación “método de certificación de la construcción sustentable de viviendas”

Paredes (P1)						Ventanas					
											
Capa N°	Material	Espesor (mm)	Densidad (Kg/m3)	Calor específico (J/kgK)	Conductividad (λ)	Capa N°	Material	Espesor (mm)	Densidad (Kg/m3)	Calor específico (J/kgK)	Conductividad (λ)
1.	Ladrillo	110	2000	836.8	25	1.	Vidrio	4	2300	836.8	75
2.											
						Factor solar		0.94			
<b>Valor U</b>		2.89				<b>Valor U</b>		5.50			

Detalle de materiales de piso de cerámica. Fuente.- Grupo de Investigación “método de certificación de la construcción sustentable de viviendas”

Piso cerámica					
					
Capa N°	Material	Espesor (mm)	Densidad (Kg/m3)	Calor específico (J/kgK)	Conductividad (λ)
1.	Cielo raso gypsum	10	1120	960	35
2.	Entrepiso hormigón	100	2300	0.753	35
3.	Resanteado de hormigón	5	2000	0.753	119
4.	Cerámica	10	1700	.850	25
<b>Valor U</b>		2.97			

## Puertas y pisos

(anexo 18)

Detalle de materiales de puertas y piso flotante. Fuente.-Grupo de Investigación "método de certificación de la construcción sustentable de viviendas"

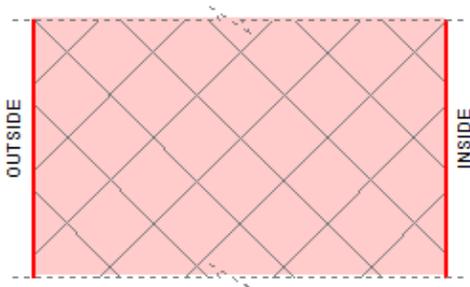
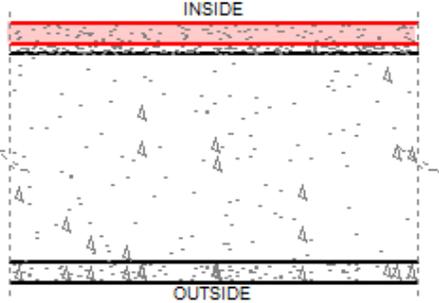
Puertas						Piso flotante					
											
Capa N°	Material	Espesor (mm)	Densidad (Kg/m <sup>3</sup> )	Calor específico (J/kgK)	Conductividad (λ)	Capa N°	Material	Espesor (mm)	Densidad (Kg/m <sup>3</sup> )	Calor específico (J/kgK)	Conductividad (λ)
1.	Madera de Seique	40	825	2385	91	1.	Cielo raso (gypsum)	10	1120	960	35
						2.	Entrepiso hormigón	100	2300	0.753	35
						3.	Resanteado mortero	5	2000	0.753	119
						4.	Piso flotante	10	650	.140	115
<b>Valor U</b>		2.71				<b>Valor U</b>		2.45			

Tabla 25: Valor U de componentes de la vivienda.

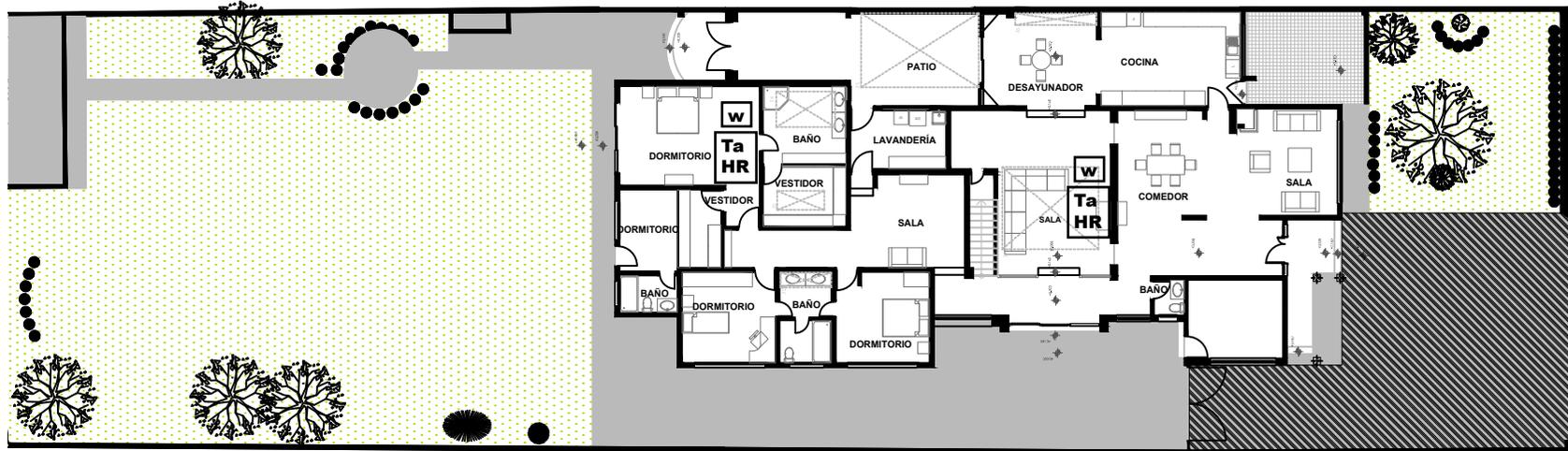
Componentes Arquitectónicos	Valor U
<b>Cubierta</b>	
1. Cubierta con teja	2,28
2. Cielo raso	2,65
<b>Paredes</b>	
1. Envoltente frontal	2.60
2. Envoltente lateral derecha	2.79
3. Envoltente Lateral izquierda	2.88
4. Envoltente posterior	2.79
<b>Puertas y ventanas</b>	
1. ventanas	5,5
2. puertas	2,71
<b>Pisos</b>	
1. Piso flotante	2,45
2. Piso cerámica	2,97

Fuente: Grupo de Investigación "método de certificación de la construcción sustentable de viviendas"



Vivienda N°2

(anexo 19)



**Leyenda:**

Ta.-Temperatura del aire en °C.  
HR.-Humedad relativa del aire en %  
W.-Niveles de radiación en W/m2

**Planta baja**



Plano arquitectónicos de vivienda N°2.- Fuente.-Grupo de Investigación “método de certificación de la construcción sustentable de viviendas”



## Temperatura ambiental en sala-estar análisis mediante Ecotec.

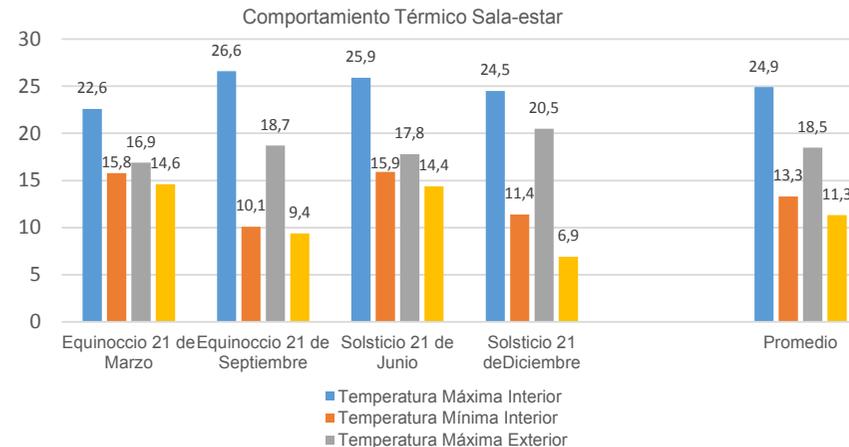
(anexo 21)

Las temperaturas interior mínima se registraron en dormitorio principal en equinoccio del 21 de septiembre entre las 4:00 a 5:00 am con una temperatura de 10.1 grados centígrados, mientras que las temperaturas mas altas se registraron en solsticio del 21 de septiembre entre las 13:00 a 14:00 pm con una temperatura de 26.6 grados centígrados .

Las temperaturas exterior mínima se registraron en solsticio del 21 de diciembre entre las 4:00 a 5:00 am con una temperatura de 6.9 grados centígrados, mientras que las temperaturas mas altas se registraron en solsticio del 21 de diciembre entre las 13:00 a 14:00 pm con una temperatura de 20.5 grados centígrados.

Temperatura ambiental.Fuente.-Grupo de Investigación “método de certificación de la construcción sustentable de viviendas”

Comportamiento Térmico Sala-estar								
	Hora de Temperatura Máxima Interior	Temperatura Máxima Interior	Hora de Temperatura Mínima Interior	Temperatura Mínima Interior	Hora de Temperatura Máxima Exterior	Temperatura Máxima Exterior	Hora de Temperatura Mínima Exterior	Temperatura Mínima Exterior
Equinoccio 21 de Marzo	13	22,6	5	15,8	15	16,9	4	14,6
Equinoccio 21 de Septiembre	14	26,6	5	10,1	15	18,7	5	9,4
Solsticio 21 de Junio	10	25,9	5	15,9	12	17,8	5	14,4
Solsticio 21 de Diciembre	13	24,5	5	11,4	14	20,5	5	6,9
Promedio		24,9		15,5		18,5		11,3



Fuente.-Grupo de Investigación “método de certificación de la construcción sustentable de viviendas”



**Temperatura ambiental en dormitorio principal análisis mediante Ecotec.**

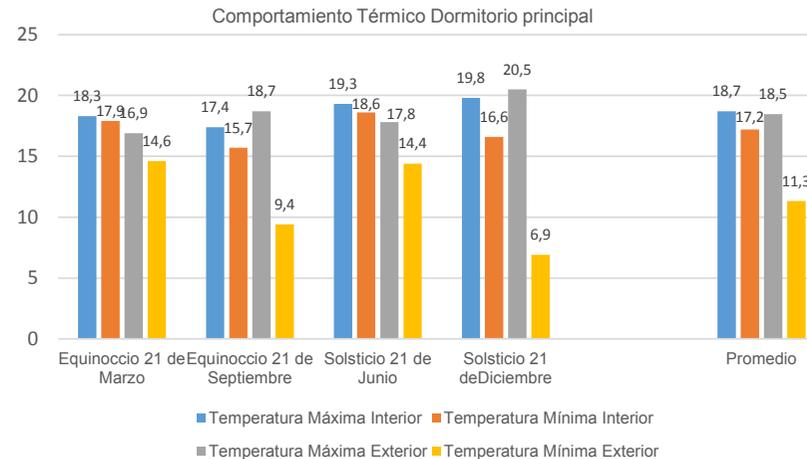
**(anexo 22)**

Las temperaturas interior mínima se registraron en dormitorio principal en equinoccio del 21 de septiembre entre las 4:00 a 5:00 am con una temperatura de 15.7 grados centígrados, mientras que las temperaturas mas altas se registraron en solsticio del 21 de diciembre entre las 9:00 a 10:00 am con una temperatura de 19.8 grados centígrados .

Las temperaturas exterior mínima se registraron en solsticio del 21 de diciembre entre las 4:00 a 5:00 am con una temperatura de 6.9 grados centígrados, mientras que las temperaturas mas altas se registraron en solsticio del 21 de diciembre entre las 13:00 a 14:00 pm con una temperatura de 20.5 grados centígrados.

Temperatura ambiental.Fuente.-Grupo de Investigación “método de certificación de la construcción sustentable de viviendas”

Comportamiento Térmico Dormitorio principal								
	Hora de Temperatura Máxima Interior	Temperatura Máxima Interior	Hora de Temperatura Mínima Interior	Temperatura Mínima Interior	Hora de Temperatura Máxima Exterior	Temperatura Máxima Exterior	Hora de Temperatura Mínima Exterior	Temperatura Mínima Exterior
Equinoccio 21 de Marzo	14	18,3	6	17,9	15	16,9	6	14,6
Equinoccio 21 de Septiembre	11	17,4	5	15,7	15	18,7	5	9,4
Solsticio 21 de Junio	10	19,3	6	18,6	12	17,8	6	14,4
Solsticio 21 de Diciembre	10	19,8	5	16,6	14	20,5	5	6,9
Promedio		18,7		17,2		18,5		11,3



Fuente.-Grupo de Investigación “método de certificación de la construcción sustentable de viviendas”



## Humedad relativa exterior análisis mediante Ecotec.

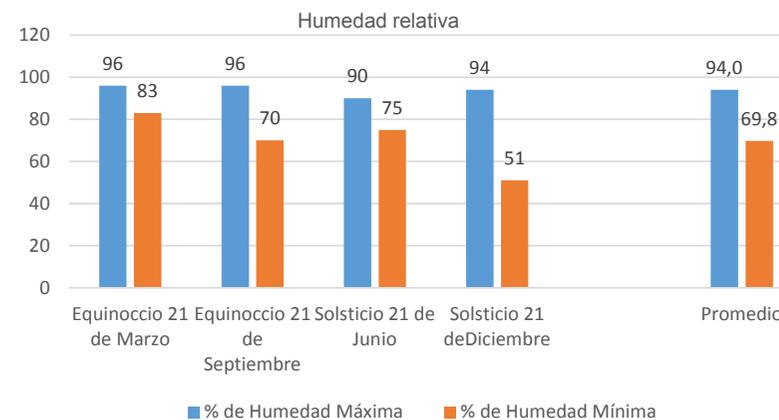
(anexo 23)

La máxima humedad es registrada en equinoccio del 21 de marzo y 21 de septiembre con una humedad del 96 % a las 5 y 7 am mientras que la mínima humedad es registrada el 21 de diciembre con 51% a las 14 pm.

La humedad máxima interior es de 94 % entre las 5 , 6 y 7 de la mañana y la humedad mínima es de 69.8 % entre la 13, 14 y 15 pm.

Humedad relativa.Fuente.-Grupo de Investigación "método de certificación de la construcción sustentable de viviendas"

Humedad relativa				
	Hora de Humedad Máxima	% de Humedad Máxima	Hora de Humedad Mínima	% de Humedad Mínima
Equinoccio 21 de Marzo	7	96	15	83
Equinoccio 21 de Septiembre	5	96	14	70
Solsticio 21 de Junio	6	90	13	75
Solsticio 21 de Diciembre	5	94	14	51
Promedio		94,0		69,8



Fuente.-Grupo de Investigación "método de certificación de la construcción sustentable de viviendas"



Detalle de materiales de cubierta. Fuente.- Grupo de Investigación "método de certificación de la construcción sustentable de viviendas"

Cubierta					Cielo raso					
Capa N°	Material	Espesor (mm)	Densidad (Kg/m3)	Calor específico (J/kgK)	Capa N°	Material	Espesor (mm)	Densidad (Kg/m3)	Calor específico (J/kgK)	Conductividad ( $\lambda$ )
1.	Teja	50	2760	836.8	1.	Piso de madera	18	550	2301	0,34
2.	Plástico	10	1050	840	2.	Aire	100	1,3	1004	5,56
3.	Madera	25	25	2301	3.	Madera	18	550	2301	0,34
<b>Valor U</b>			3,66		<b>Valor U</b>			2,65		



**Paredes y ventanas**

**(anexo 25)**

Detalle de materiales de pared y ventanas. Fuente.- Grupo de Investigación “método de certificación de la construcción sustentable de viviendas”

Paredes						Ventanas					
Capa N°	Material	Espesor (mm)	Densidad (Kg/m <sup>3</sup> )	Calor específico (J/kgK)	Conductividad (λ)	Capa N°	Material	Espesor (mm)	Densidad (Kg/m <sup>3</sup> )	Calor específico (J/kgK)	Conductividad (λ)
1.	Mortero de cemento	20	950	656,9	0,209	1.	Vidrio	4	2300	836,8	75
2.	Mampostería de ladrillo	150	2000	836,8	0,711						
3.	Mortero de cemento	20	950	656,9	0,209						
						FACTOR SOLAR =			0,94		
<b>Valor U</b>		1,72				<b>Valor U</b>		5,5			



**Pisos**

**(anexo 26)**

Detalle de materiales de piso de madera y cerámica. Fuente.- Grupo de Investigación "método de certificación de la construcción sustentable de viviendas"

Piso de madera (S2)						Piso cerámica (S1)					
Capa N°	Material	Espesor (mm)	Densidad (Kg/m3)	Calor específico (J/kgK)	Conductividad (λ)	Capa N°	Material	Espesor (mm)	Densidad (Kg/m3)	Calor específico (J/kgK)	Conductividad (λ)
1.	Suelo	1500	1300	1046	0,837	1.	Suelo	1500	1300	1046	0,837
2.	Losa de concreto	100	2300	656,9	0,753	2.	Losa de concreto	100	2300	656,9	0,753
3.	Madera	25	825	2385	0,209	3.	Mortero de pega	20	2000	656,9	0,753
						4.	Cerámica	10	1900	656,9	0,309
<b>Valor U</b>		0,45				<b>Valor U</b>		0,46			

Tabla 32: Valor U de componentes de la vivienda.

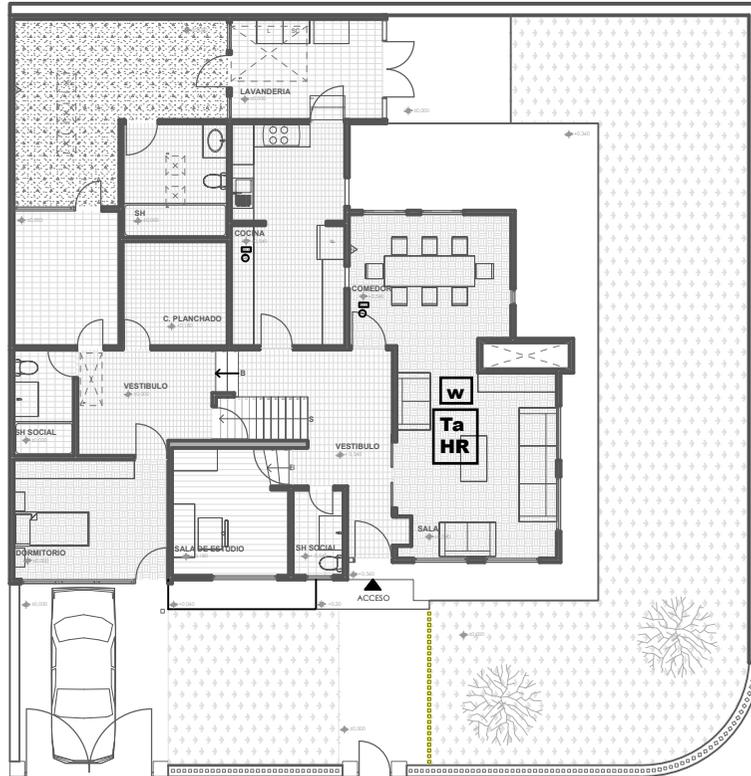
Componentes Arquitectónicos	Valor U
<b>Cubierta</b>	
1. Cubierta con teja	3,36
2. Cielo raso	2,65
<b>Paredes</b>	
1. Envoltente frontal	1,72
2. Envoltente lateral derecha	1,72
3. Envoltente Lateral izquierda	1,72
4. Envoltente posterior	1,72
<b>Puertas y ventanas</b>	
1. ventanas	5,5
2. puertas	5,5
<b>Pisos</b>	
1. Piso madera	0,45
2. Piso cerámica	0,46

Fuente: Grupo de Investigación "método de certificación de la construcción sustentable de viviendas"

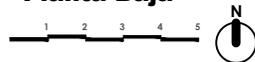


Vivienda N° 3

(anexo 27)



Planta Baja



Planta Alta



Planos arquitectónicos de vivienda N° 3. Fuente.-Grupo de Investigación “método de certificación de la construcción sustentable de viviendas”

**Leyenda:**

- Ta.-Temperatura del aire en °C.
- HR.-Humedad relativa del aire en %
- W.-Niveles de radiación en W/m<sup>2</sup>



**Temperatura ambiental en sala comedor análisis mediante Ecotec.**

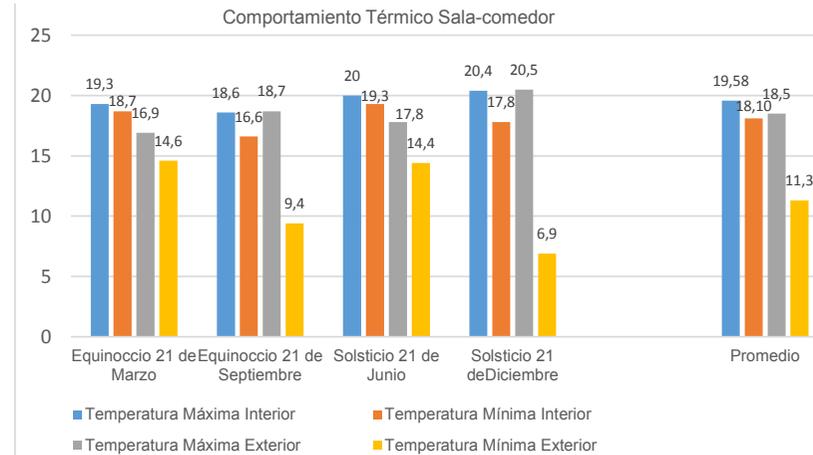
**(anexo 28)**

Las temperaturas interior mínima se registraron en dormitorio principal en equinoccio del 21 de septiembre entre las 4:00 a 5:00 am con una temperatura de 16.6 grados centigrados, mientras que las temperaturas mas altas se registraron en solsticio del 21 de diciembre entre las 14:00 a 15:00 pm con una temperatura de 20.4 grados centígrados .

Las temperaturas exterior mínima se registraron en solsticio del 21 de diciembre entre las 4:00 a 5:00 am con una temperatura de 6.9 grados centigrados, mientras que las temperaturas mas altas se registraron en solsticio del 21 de diciembre entre las 13:00 a 14:00 pm con una temperatura de 20.5 grados centígrados.

Temperatura ambiental. Fuente.-Grupo de Investigación “método de certificación de la construcción sustentable de viviendas”

Comportamiento Térmico sala-comedor								
	Hora de Temperatura Máxima Interior	Temperatura Máxima Interior	Hora de Temperatura Mínima Interior	Temperatura Mínima Interior	Hora de Temperatura Máxima Exterior	Temperatura Máxima Exterior	Hora de Temperatura Mínima Exterior	Temperatura Mínima Exterior
Equinoccio 21 de Marzo	14	19,3	6	18,7	15	16,9	6	14,6
Equinoccio 21 de Septiembre	15	18,6	5	16,6	15	18,7	5	9,4
Solsticio 21 de Junio	11	20	6	19,3	11	17,8	5	14,4
Solsticio 21 de Diciembre	15	20,4	5	17,8	14	20,5	5	6,9
Promedio		19,6		18,1		18,5		11,3



Fuente.-Grupo de Investigación “método de certificación de la construcción sustentable de viviendas”

**Temperatura ambiental en dormitorio principal análisis mediante Ecotec.**

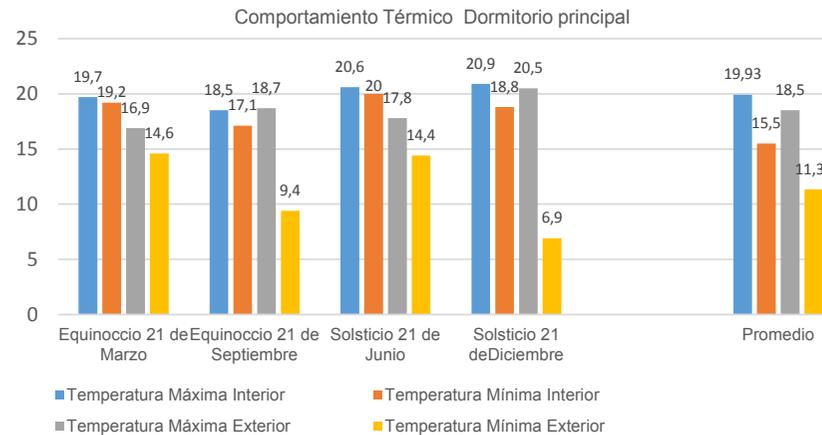
**(anexo 29)**

Las temperaturas interior mínima se registraron en dormitorio principal en equinoccio del 21 de septiembre entre las 4:00 a 5:00 am con una temperatura de 17.1 grados centígrados, mientras que las temperaturas mas altas se registraron en solsticio del 21 de diciembre entre las 14:00 a 15:00 pm con una temperatura de 20.9 grados centígrados .

Las temperaturas exterior mínima se registraron en solsticio del 21 de diciembre entre las 4:00 a 5:00 am con una temperatura de 6.9 grados centígrados, mientras que las temperaturas mas altas se registraron en solsticio del 21 de diciembre entre las 13:00 a 14:00 pm con una temperatura de 20.5 grados centígrados.

Temperatura ambiental. Fuente.-Grupo de Investigación “método de certificación de la construcción sustentable de viviendas”

Comportamiento Térmico Dormitorio principal								
	Hora de Temperatura Máxima Interior	Temperatura Máxima Interior	Hora de Temperatura Mínima Interior	Temperatura Mínima Interior	Hora de Temperatura Máxima Exterior	Temperatura Máxima Exterior	Hora de Temperatura Mínima Exterior	Temperatura Mínima Exterior
Equinoccio 21 de Marzo	15	19,7	6	19,2	15	16,9	6	14,6
Equinoccio 21 de Septiembre	15	18,5	5	17,1	15	18,7	5	9,4
Solsticio 21 de Junio	15	20,6	8	20	12	17,8	5	14,4
Solsticio 21 de Diciembre	15	20,9	9	18,8	14	20,5	5	6,9
Promedio		19,9		15,5		18,5		11,3



Fuente.-Grupo de Investigación “método de certificación de la construcción sustentable de viviendas”



**Humedad relativa análisis mediante Ecotec.**

**(anexo 30)**

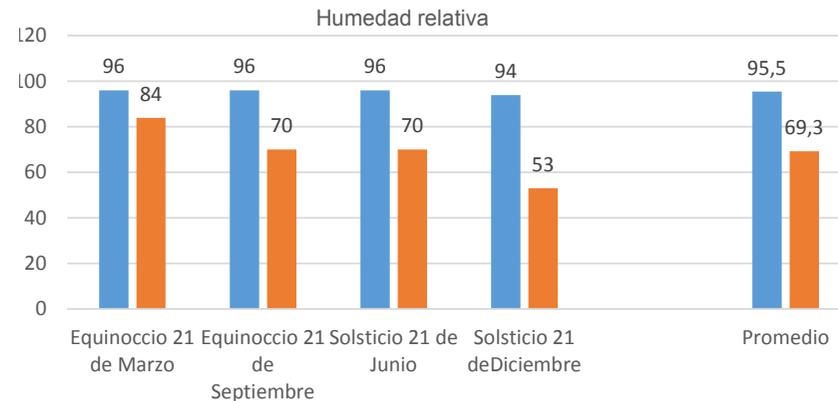
La máxima humedad es registrada en equinoccio del 21 de marzo y 21 de septiembre con una humedad del 96 % a las 7:00 y 5:00 am mientras que la mínima humedad es registrada el 21 de diciembre con 51% a las 14 pm.

La humedad máxima interior es de 94 % entre las 7:00 y 5:00 am mientras que la humedad mínima es de 69.8 % entre la 13, 14 y 15 pm.

La norma NEC nos dice que la humedad relativa para alcanzar confort interior es de 40% al 65 % y en el cumple con la normativa.

Humedad relativa.Fuente.-Grupo de Investigación “método de certificación de la construcción sustentable de viviendas”

Humedad relativa				
	Hora de Humedad Máxima Interior	% de Humedad Máxima Interior	Hora de Humedad Mínima Interior	% de Humedad Mínima Interior
Equinoccio 21 de Marzo	7	96	15	84
Equinoccio 21 de Septiembre	5	96	14	70
Solsticio 21 de Junio	5	96	13	70
Solsticio 21 de Diciembre	5	94	14	53
Promedio		95,5		69,3



■ % de Humedad Máxima Interior    ■ % de Humedad Mínima Interior  
Fuente-Grupo de Investigación “método de certificación de la construcción sustentable de viviendas”



**Envolvente análisis mediante Ecotec.**

**(anexo 31)**

Detalle de materiales de cubierta y cielo raso. Fuente: -Grupo de Investigación "método de certificación de la construcción sustentable de viviendas"

Cubierta					Cielo raso					
Capa N°	Material	Espesor (mm)	Densidad (Kg/m <sup>3</sup> )	Calor específico (J/kgK)	Capa N°	Material	Espesor (mm)	Densidad (Kg/m <sup>3</sup> )	Calor específico (J/kgK)	Conductividad (λ)
1.	Teja	50	2760	836.8	1.	Gypsum	10	1200	940	0,42
2.	Cámara de aire	75	1,3	1004	2.	Cámara de aire	75	1,3	1004	5,56
3.	Estuco	10	1250	1088						
<b>Valor U</b>		2,76			<b>Valor U</b>		2,62			



**Paredes**

**(anexo 32)**

Detalle de materiales de paredes. Fuente.-Grupo de Investigación "método de certificación de la construcción sustentable de viviendas"

Paredes (P3)						Paredes (P4)					Paredes (P5)						
Capa N°	Material	Espesor (mm)	Densidad (Kg/m <sup>3</sup> )	Calor específico (J/kgK)	Conductividad (λ)	Capa N°	Material	Espesor (mm)	Densidad (Kg/m <sup>3</sup> )	Calor específico (J/kgK)	Conductividad (λ)	Capa N°	Material	Espesor (mm)	Densidad (Kg/m <sup>3</sup> )	Calor específico (J/kgK)	Conductividad (λ)
1.	Piedra	200	2000	836,8	0,711	1.	Madera	15	45	1380	0,043	1.	Empastado	10	1200	840	0,52
												2.	Ladrillo	200	2000	836,8	0,711
												3.	Empastado	10	1200	840	0,52
<b>Valor U</b>		2,18				<b>Valor U</b>		1,9			<b>Valor U</b>		2,01				



**Pisos**

**(anexo 33)**

Detalle de materiales de pisos de cemento y alfombra, entrepiso de cerámica. Fuente.-Grupo de Investigación “método de certificación de la construcción sustentable de viviendas”

Pisos de cemento						Piso alfombra						Entrepiso de cerámica					
Capa N°	Material	Espesor (mm)	Densidad (Kg/m <sup>3</sup> )	Calor específico (J/kgK)	Conductividad (λ)	Capa N°	Material	Espesor (mm)	Densidad (Kg/m <sup>3</sup> )	Calor específico (J/kgK)	Conductividad (λ)	Capa N°	Material	Espesor (mm)	Densidad (Kg/m <sup>3</sup> )	Calor específico (J/kgK)	Conductividad (λ)
1.	SUELO	1500	1300	1046	0,837	1.	Suelo	1500	1300	1046	0,837	1.	Gypsum	0,1	1200	940	0,42
2.	CÁMARA DE AIRE	20	1,3	1004	5,56	2.	Piedra	10	1800	1000	0,96	2.	Cámara de aire	200	1,3	1004	5,56
3.	CADENAS DE MADERA	20	460	2301	0,096	3.	Cámara de aire	20	1,3	1004	5,56	3.	Concreto	50	3800	656,9	0,753
4.	CONCRETO	10	3800	656,9	0,753	4.	Concreto	10	3800	656,9	0,753	4.	Mortero	0,5	2000	656,9	0,753
						5.	Alfombra	0,1	190	1360	0,06	5.	Cerámica	10	1900	656,9	0,309
<b>Valor U</b>		0,40				<b>Valor U</b>		0,41				<b>Valor U</b>		2,05			



**Pisos**

**(anexo 34)**

Detalle de materiales de pisos. Fuente.-Grupo de Investigación "método de certificación de la construcción sustentable de viviendas"

Pisos de madera						Pisos de cerámica					
Capa N°	Material	Espesor (mm)	Densidad (Kg/m <sup>3</sup> )	Calor específico (J/kgK)	Conductividad (λ)	Capa N°	Material	Espesor (mm)	Densidad (Kg/m <sup>3</sup> )	Calor específico (J/kgK)	Conductividad (λ)
1.	Suelo	1500	1300	1046	0,837	1.	Suelo	1500	1300	1046	0,837
2.	Piedra	5	1800	1000	0,96	2.	Piedra	5	1800	1000	0,96
3.	Cámara de aire	20	1,3	1004	5,56	3.	Cámara de aire	20	1,3	1004	5,56
4.	Tiras de madera	40	550	2301	0,343	4.	Concreto	10	3800	656,9	0,753
5.	Duela de madera	10	550	2301	343	5.	Cerámica	0,5	2000	656,9	0,753
<b>Valor U</b>		0,43				<b>Valor U</b>		0,42			



**Puertas y ventanas**

**(anexo 35)**

Detalle de materiales de puertas y ventanas. Fuente.-Grupo de Investigación “método de certificación de la construcción sustentable de viviendas”

Puertas						Ventanas					
Capa N°	Material	Espesor (mm)	Densidad (Kg/m3)	Calor específico (J/kgK)	Conductividad (λ)	Capa N°	Material	Espesor (mm)	Densidad (Kg/m3)	Calor específico (J/kgK)	Conductividad (λ)
1.	Madera de pino	40	550	2301	343	1.	Vidrio	3	2300	836,8	1046
<b>Valor U</b>			3,39			<b>Valor U</b>			5,53		

Tabla 39: Valor U de componentes de la vivienda.

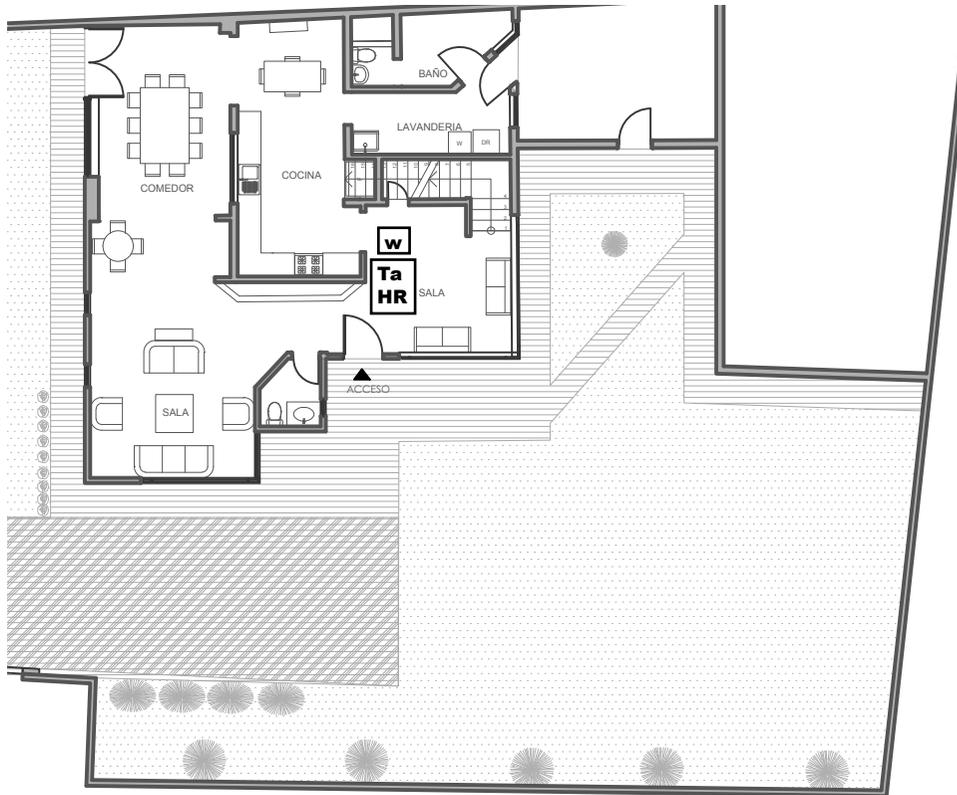
Componentes Arquitectónicos	Valor U
<b>Cubierta</b>	
1. Cubierta con teja	2,76
2. Cielo raso	2,62
<b>Paredes</b>	
1. Envoltente frontal	2,01
2. Envoltente lateral derecha	2,01
3. Envoltente Lateral izquierda	2,18
4. Envoltente posterior	2,18
<b>Puertas y ventanas</b>	
1. ventanas	5,53
2. puertas	3,39
<b>Pisos</b>	
1. Piso madera	0,43
2. Piso cerámica	0,42
3. Piso cemento	0,4
4. Piso alfombra	0,41
5. Piso cerámico	2,05

Fuente: Grupo de Investigación “método de certificación de la construcción sustentable de viviendas”



Vivienda N°4

(anexo 36)



Planta Baja



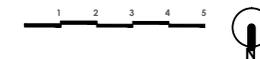
Legenda:

Ta.-Temperatura del aire en °C.  
 HR.-Humedad relativa del aire en %  
 W.-Niveles de radiación en W/m2

Plano arquitectónico de vivienda N° 4.Fuente.-Grupo de Investigación "método de certificación de la construcción sustentable de viviendas"



Planta Alta



Legenda:

Ta.-Temperatura del aire en °C.  
 HR.-Humedad relativa del aire en %  
 W.-Niveles de radiación en W/m2

Plano arquitectónico de vivienda N° 4.Fuente.-Grupo de Investigación "método de certificación de la construcción sustentable de viviendas"

**Temperatura ambiental en sala-comedor análisis mediante Ecotec.**

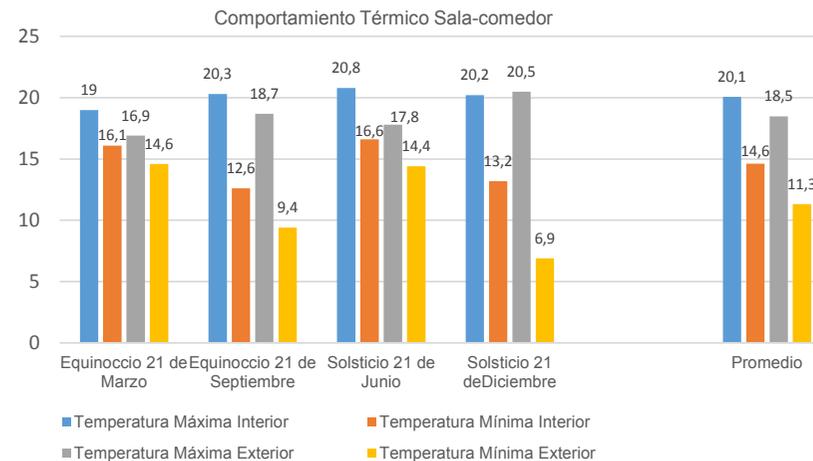
**(anexo 37)**

Las temperaturas interior mínima se registraron en dormitorio principal en equinoccio del 21 de septiembre entre las 4:00 a 5:00 am con una temperatura de 12.6 grados centígrados, mientras que las temperaturas mas altas se registraron en solsticio del 21 de diciembre entre las 9:00 a 10:00 am con una temperatura de 21 grados centígrados .

La temperatura exterior mínima se registraron en solsticio del 21 de diciembre entre las 4:00 a 5:00 am con una temperatura de 6.9 grados centígrados, mientras que las temperaturas mas altas se registraron en solsticio del 21 de diciembre entre las 13:00 a 14:00 pm con una temperatura de 20.5 grados centígrados.

Temperatura ambiental.Fuente- Grupo de Investigación “método de certificación de la construcción sustentable de viviendas”

Comportamiento Térmico sala-comedor								
	Hora de Temperatura Máxima Interior	Temperatura Máxima Interior	Hora de Temperatura Mínima Interior	Temperatura Mínima Interior	Hora de Temperatura Máxima Exterior	Temperatura Máxima Exterior	Hora de Temperatura Mínima Exterior	Temperatura Mínima Exterior
Equinoccio 21 de Marzo	13	19	6	16,1	14	16,9	6	14,6
Equinoccio 21 de Septiembre	11	20	5	12,6	15	18,7	5	9,4
Solsticio 21 de Junio	10	21	5	16,6	12	17,8	5	14,4
Solsticio 21 de Diciembre	10	20	5	13,2	14	20,5	5	6,9
Promedio		20		14,63		18,5		11,3



Fuente.-Grupo de Investigación “método de certificación de la construcción sustentable de viviendas”



**Temperatura ambiental en dormitorio principal análisis mediante Ecotec.**

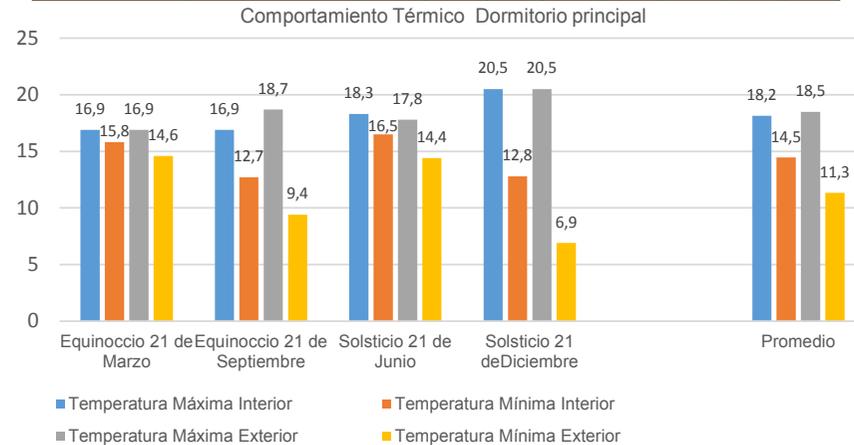
**(anexo 38)**

Las temperaturas interior mínima se registraron en dormitorio principal en equinoccio del 21 de septiembre entre las 4:00 a 5:00 am con una temperatura de 12.7 grados centígrados, mientras que las temperaturas mas altas se registraron en solsticio del 21 de diciembre entre las 15:00 a 16:00 pm con una temperatura de 20.5 grados centígrados .

La temperatura exterior mínima se registraron en solsticio del 21 de diciembre entre las 4:00 a 5:00 am con una temperatura de 6.9 grados centígrados, mientras que las temperaturas mas altas se registraron en solsticio del 21 de diciembre entre las 13:00 a 14:00 pm con una temperatura de 20.5 grados centígrados.

Temperatura ambiental.Fuente.-Grupo de Investigación “método de certificación de la construcción sustentable de viviendas”

Comportamiento Térmico Dormitorio principal									
	Hora de Temperatura Máxima Interior	Temperatura Máxima Interior	Hora de Temperatura Mínima Interior	Temperatura Mínima Interior	Hora de Temperatura Máxima Exterior	Temperatura Máxima Exterior	Hora de Temperatura Mínima Exterior	Temperatura Mínima Exterior	
Equinoccio 21 de Marzo	13	16,9	6	15,8	15	16,9	6	14,6	
Equinoccio 21 de Septiembre	11	16,9	5	12,7	15	18,7	5	9,4	
Solsticio 21 de Junio	10	18,3	5	16,5	12	17,8	5	14,4	
Solsticio 21 de Diciembre	16	20,5	5	12,8	14	20,5	5	6,9	
Promedio		18		14,5		18,5		11	



Fuente.-Grupo de Investigación “método de certificación de la construcción sustentable de viviendas”



**Humedad relativa análisis mediante Ecotec.**

**(anexo 39)**

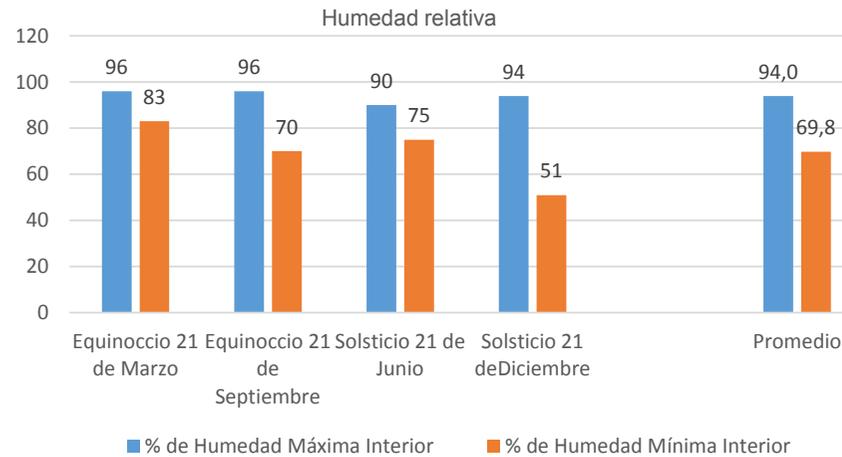
La máxima humedad es registrada en equinoccio del 21 de marzo y 21 de septiembre con una humedad del 96 % a las 7:00 y 5:00 am mientras que la mínima humedad es registrada el 21 de diciembre con 51% a las 14 pm.

La humedad máxima interior es de 94 % entre las 7:00 y 5:00 am mientras que la humedad mínima es de 69.8 % entre la 13, 14 y 15 pm.

La norma NEC nos dice que la humedad relativa para alcanzar confort interior es de 40% al 65 % y en el cumple con la normativa.

Humedad relativa.Fuente.-Grupo de Investigación “método de certificación de la construcción sustentable de viviendas”

Humedad relativa				
	Hora de Humedad Máxima Interior	% de Humedad Máxima Interior	Hora de Humedad Mínima Interior	% de Humedad Mínima Interior
Equinoccio 21 de Marzo	7	96	15	83
Equinoccio 21 de Septiembre	5	96	14	70
Solsticio 21 de Junio	5	90	13	75
Solsticio 21 de Diciembre	5	94	14	51
Promedio		94,0		69,8



Fuente.-Grupo de Investigación “método de certificación de la construcción sustentable de viviendas”



**Envolvente análisis mediante Ecotec.**

**(anexo 40)**

Detalle de materiales de cubierta. Fuente.-Grupo de Investigación "método de certificación de la construcción sustentable de viviendas"

Cubierta					
Capa N°	Material	Espesor (mm)	Densidad (Kg/m3)	Calor específico (J/kgK)	Cocductividad (λ)
1.	Teja	5	2760	837	18,828
2.	Asbesto o cemento	7	1750	840	1,02
<b>Valor U</b>			5,4		

Detalle de materiales de paredes y ventanas. Fuente.-Grupo de Investigación "método de certificación de la construcción sustentable de viviendas"

Paredes (P1)						Ventanas					
Capa N°	Material	Espesor (mm)	Densidad (Kg/m3)	Calor específico (J/kgK)	Conductividad (λ)	Capa N°	Material	Espesor (mm)	Densidad (Kg/m3)	Calor específico (J/kgK)	Conductividad (λ)
1.	Mampostería de ladrillo	140	2000	836,8	0,711	1.	Vidrio	3	2300	836,8	1,046
2.	Mortero de cemento	20	950	656,9	0,209						
						factor solar =0,94					
<b>Valor U</b>		2,12				<b>Valor U</b>		5,5			

## Puertas y pisos

(anexo 41)

Detalle de materiales de pisos. Fuente.-Grupo de Investigación "método de certificación de la construcción sustentable de viviendas"

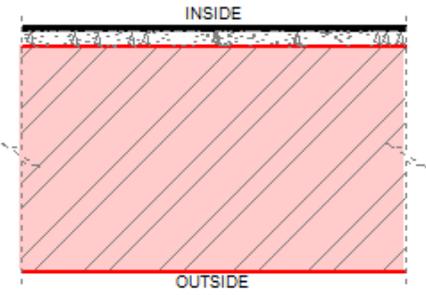
Pisos					
					
Capa N°	Material	Espesor (mm)	Densidad (Kg/m <sup>3</sup> )	Calor específico (J/kgK)	Conductividad (λ)
1.	Suelo	1500	1300	1046	0,837
2.	Losa de concreto	100	3800	656,9	0,753
3.	Mortero de cemento	20	2000	656,9	0,753
4.	Cerámica	10	1900	656,9	0,309
<b>Valor U</b>			0,46		

Tabla 46: Valor U de componentes de la vivienda.

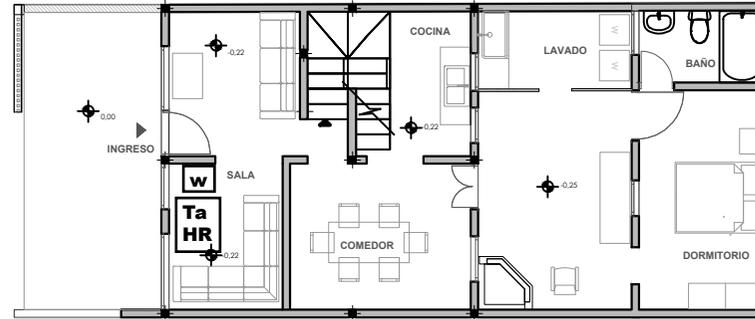
Componentes Arquitectónicos	Valor U
<b>Cubierta</b>	
1. Cubierta con teja	5,4
<b>Paredes</b>	
1. Envoltente frontal	2,12
2. Envoltente lateral derecha	2,12
3. Envoltente Lateral izquierda	2,12
4. Envoltente posterior	2,12
<b>Puertas y ventanas</b>	
1. ventanas	5,5
2. puertas	5,5
<b>Pisos</b>	
1. Piso cerámica	0,46

Fuente: Grupo de Investigación "método de certificación de la construcción sustentable de viviendas"



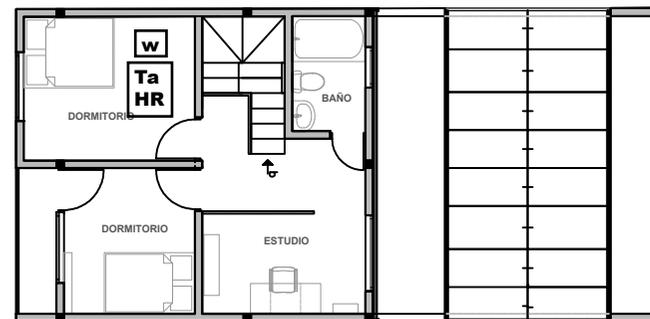
Vivienda N°5

(anexo 42)



**Leyenda:**

Ta.-Temperatura del aire en °C.  
HR.-Humedad relativa del aire en %  
W.-Niveles de radiación en W/m<sup>2</sup>



Planos arquitectónicos de vivienda N° 5.Fuente.-Grupo de Investigación "método de certificación de la construcción sustentable de viviendas"



## Temperatura ambiental análisis mediante Ecotec.

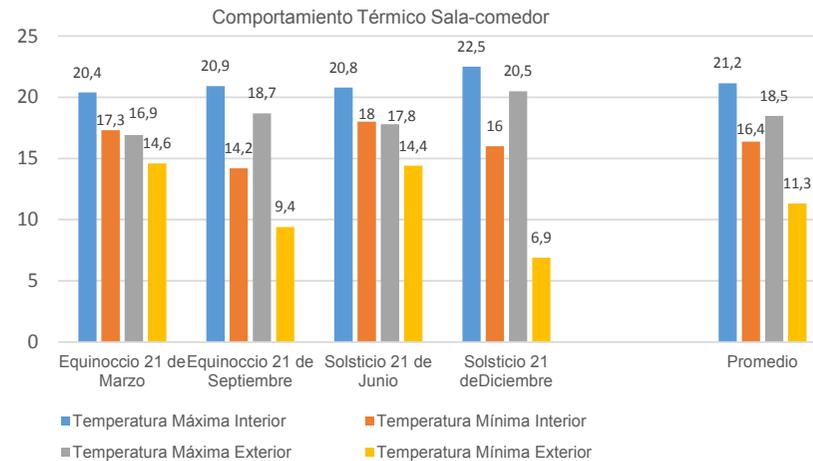
(anexo 43)

Las temperaturas interior mínima se registraron en dormitorio principal en equinoccio del 21 de septiembre entre las 4:00 a 5:00 am con una temperatura de 14.2 grados centígrados, mientras que las temperaturas mas altas se registraron en solsticio del 21 de diciembre entre las 14:00 a 15:00 pm con una temperatura de 20.9 grados centígrados .

La temperatura exterior mínima se registraron en solsticio del 21 de diciembre entre las 4:00 a 5:00 am con una temperatura de 6.9 grados centígrados, mientras que las temperaturas mas altas se registraron en solsticio del 21 de diciembre entre las 13:00 a 14:00 pm con una temperatura de 20.5 grados centígrados.

Temperatura ambiental.Fuente.-Grupo de Investigación “método de certificación de la construcción sustentable de viviendas”

Comportamiento Térmico sala-comedor								
	Hora de Temperatura Máxima Interior	Temperatura Máxima Interior	Hora de Temperatura Mínima Interior	Temperatura Mínima Interior	Hora de Temperatura Máxima Exterior	Temperatura Máxima Exterior	Hora de Temperatura Mínima Exterior	Temperatura Mínima Exterior
Equinoccio 21 de Marzo	13	20,4	6	17,3	15	16,9	6	14,6
Equinoccio 21 de Septiembre	15	20,9	5	14,2	15	18,7	5	9,4
Solsticio 21 de Junio	12	20,8	5	18	12	17,8	5	14,4
Solsticio 21 de Diciembre	15	22,5	5	16	14	20,5	5	6,9
Promedio		21,2		16,4		18,5		11,3



Fuente.-Grupo de Investigación “método de certificación de la construcción sustentable de viviendas”



**Temperatura ambiental en dormitorio principal análisis mediante Ecotec.**

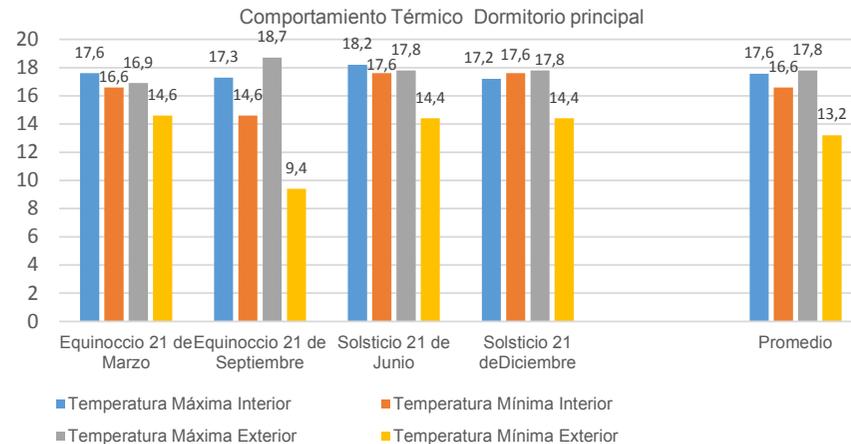
**(anexo 44)**

Las temperaturas interior mínima se registraron en dormitorio principal en equinoccio del 21 de septiembre entre las 7:00 a 8:00 am con una temperatura de 14.6 grados centígrados, mientras que las temperaturas mas altas se registraron en solsticio del 21 de junio entre las 14:00 a 15:00 pm con una temperatura de 18.2 grados centígrados .

La temperatura exterior mínima se registraron en solsticio del 21 de septiembre entre las 4:00 a 5:00 am con una temperatura de 9.4 grados centígrados, mientras que las temperaturas mas altas se registraron en solsticio del 21 de septiembre entre las 14:00 a 15:00 pm con una temperatura de 18.5 grados centígrados.

Temperatura ambiental. Fuente.-Grupo de Investigación “método de certificación de la construcción sustentable de viviendas”

Comportamiento Térmico Dormitorio principal								
	Hora de Temperatura Máxima Interior	Temperatura Máxima Interior	Hora de Temperatura Mínima Interior	Temperatura Mínima Interior	Hora de Temperatura Máxima Exterior	Temperatura Máxima Exterior	Hora de Temperatura Mínima Exterior	Temperatura Mínima Exterior
Equinoccio 21 de Marzo	17	17,6	8	16,6	15	16,9	6	14,6
Equinoccio 21 de Septiembre	19	17,3	8	14,6	15	18,7	5	9,4
Solsticio 21 de Junio	15	18,2	9	17,6	12	17,8	5	14,4
Solsticio 21 de Diciembre	15	17,2	9	17,6	12	17,8	5	14,4
Promedio		17,6		16,6		17,8		13,2



Fuente.-Grupo de Investigación “método de certificación de la construcción sustentable de viviendas”



## Humedad relativa análisis mediante Ecotec.

(anexo 45)

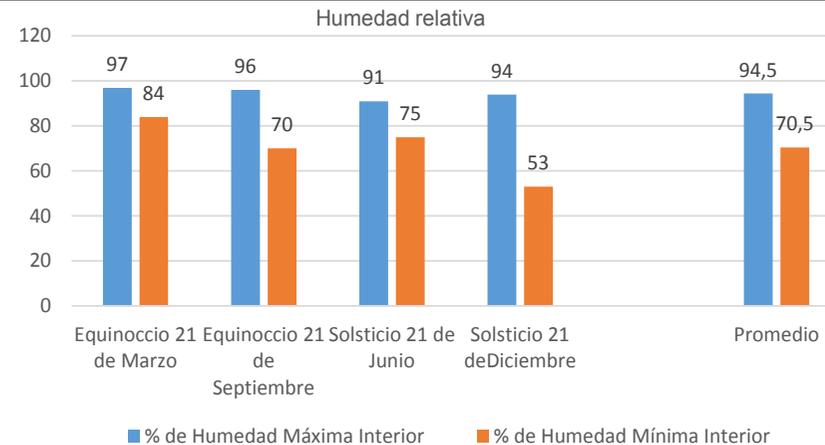
La máxima humedad es registrada en equinoccio del 21 de marzo con una humedad del 97 % a las 5:00 y 6:00 am mientras que la mínima humedad es registrada el 21 de diciembre con 53% a las 14 pm.

La humedad promedio máxima es de 94.5 % y la mínima de 70.5% .

La norma NEC nos dice que la humedad relativa para alcanzar confort interior es de 40% al 65 % y en el cumple con la normativa.

Humedad relativa.Fuente.-Grupo de Investigación “método de certificación de la construcción sustentable de viviendas”

Humedad relativa				
	Hora de Humedad Máxima Interior	% de Humedad Máxima Interior	Hora de Humedad Mínima Interior	% de Humedad Mínima Interior
Equinoccio 21 de Marzo	6	97	14	84
Equinoccio 21 de Septiembre	5	96	14	70
Solsticio 21 de Junio	6	91	13	75
Solsticio 21 de Diciembre	5	94	14	53
Promedio		94,5		70,5



Fuente.-Grupo de Investigación “método de certificación de la construcción sustentable de viviendas”



**Envolvente análisis mediante Ecotec.**

**(anexo 46)**

Detalle de materiales de cubierta. Fuente.-Grupo de Investigación "método de certificación de la construcción sustentable de viviendas"

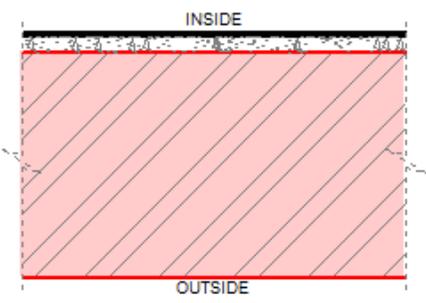
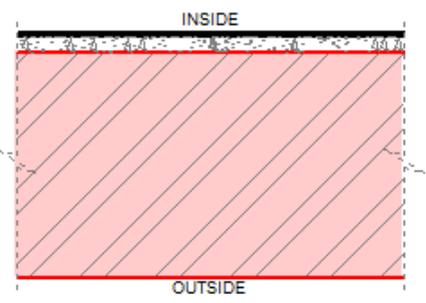
Cubierta					
Capa N°	Material	Espesor (mm)	Densidad (Kg/m3)	Calor específico (J/kgK)	Conductividad (λ)
1.	Asbesto o cemento	7	1750	840	1,02
<b>Valor U</b>			5,41		

Detalle de materiales de paredes. Fuente.-Grupo de Investigación "método de certificación de la construcción sustentable de viviendas"

Paredes (P1.1)						Paredes (P2.1)					
Capa N°	Material	Espesor (mm)	Densidad (Kg/m3)	Calor específico (J/kgK)	Conductividad (λ)	Capa N°	Material	Espesor (mm)	Densidad (Kg/m3)	Calor específico (J/kgK)	Conductividad (λ)
1.	Ladrillo macizo	150	2080	921	1,31	1.	Enlucido de cemento	20	1900	840	1,5
2.	Enlucido de cemento	20	1900	840	1,5	2.	Ladrillo macizo	150	2080	921	1,31
						3.	Enlucido de cemento	20	1900	840	1,5
<b>Valor U</b>		3,27				<b>Valor U</b>		3,13			

**Piso y entrapiso**
**(anexo 47)**

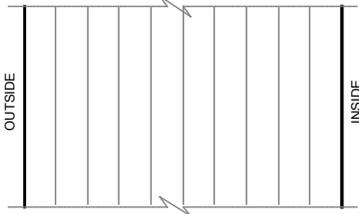
Detalle de materiales de piso y entrapiso. Fuente.-Grupo de Investigación "método de certificación de la construcción sustentable de viviendas"

Piso de ladrillo (s 1.1;s 1.4;s 1.2;s 1.3)						Entrapiso					
											
Capa N°	Material	Espesor (mm)	Densidad (Kg/m <sup>3</sup> )	Calor específico (J/kgK)	Conductividad (λ)	Capa N°	Material	Espesor (mm)	Densidad (Kg/m <sup>3</sup> )	Calor específico (J/kgK)	Conductividad (λ)
1.	Suelo	1500	1300	1046	0,837	1.	Madera	15	540	2301	0,13
2.	Losa de concreto	100	2300	656,9	0,753	2.	Cámara de aire	150	1,3	1004	5,56
3.	Mortero de cemento	20	1650	920	0,72	3.	Gypsum	10	1200	940	0,42
4.	Piso de ladrillo	30	2080	921	1,31						
<b>Valor U</b>		0,46				<b>Valor U</b>		2,01			

**Ventanas y puertas**

**(anexo 48)**

Detalle de materiales de ventanas. Fuente.-Grupo de Investigación "método de certificación de la construcción sustentable de viviendas"

Ventanas					
					
Capa N°	Material	Espesor (mm)	Densidad (Kg/m <sup>3</sup> )	Calor específico (J/kgK)	Conductividad (Λ)
1.	Vidrio	4	2300	836,8	1046
Factor solar		0,94			
<b>Valor U</b>		5,5			

Detalle de materiales de puertas. Fuente.-Grupo de Investigación "método de certificación de la construcción sustentable de viviendas"

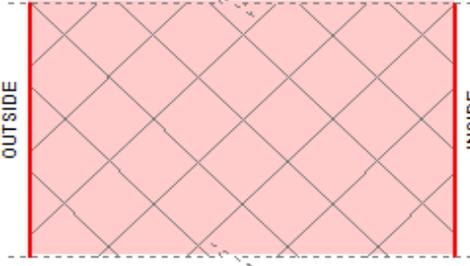
Puertas (R2)					
					
Capa N°	Material	Espesor (mm)	Densidad (Kg/m <sup>3</sup> )	Calor específico (J/kgK)	Conductividad (Λ)
1.	Madera	40	550	2301	0,344
<b>Valor U</b>			2,31		

Tabla 53: Valor U de componentes de la vivienda.

Componentes Arquitectónicos	Valor U
<b>Cubierta</b>	
1. Cubierta con teja	5,41
<b>Paredes</b>	
1. Envoltente frontal	3,27
2. Envoltente lateral derecha	3,27
3. Envoltente Lateral izquierda	3,27
4. Envoltente posterior	3,27
<b>Puertas y ventanas</b>	
1. ventanas	5,5
2. puertas	2,31
<b>Pisos</b>	
1. Piso ladrillo	2,01

Fuente: Grupo de Investigación "método de certificación de la construcción sustentable de viviendas"

---

**ENCUESTAS**

---



BIEN INMUEBLE A SER EVALUADO							
1. CARACTERISTICAS GENERALES							
1. Tipo de Inmueble	<input type="checkbox"/> casa <input type="checkbox"/> departamento		Número de Subsuelos:				
2. Casa aislada			Año de construcción:				
3. Casa adosada entre dos viviendas			Area de terreno				
4. Departamento aislado			AREA DE CONSTRUCCIÓN por plantas				
			Subsuelo				
			Planta Baja				
			1ra Planta Alta				
5. Departamento adosado	a. N° de piso del departamento b. N° de pisos del edificio		AREA TOTAL DE CONSTRUCCIÓN				
6. Propietario	<input type="checkbox"/> Público <input type="checkbox"/> Privado		NUMERO DE PERSONAS QUE HABITAN				
2. CARACTERISTICAS CONSTRUCTIVAS GENERALES							
ESTRUCTURA VERTICAL		ESTRUCTURA HORIZONTAL		CUBIERTA		CERRAMIENTO	
Hormigón armado		Cimentación		Plana		HORMIGÓN ARMADO	
Estructura metálica		Losa H.A.		Inclinada		LADRILLO	
Ladrillo		Zapatas H.A.				METAL	
Mixto		Pilotes		Accesibilidad		MIXTO	
Otros		Muro perimetral				OTROS	



**Formulario de la encuesta de materiales segunda parte.**

**(anexo 49)**

3. MATERIALES Y ACABADOS																									
	Piedra	Hormigón	Hormigón armado	Acero	Tierra	Ladrillo	Bloque	Cemento	Adobe	Bahareque	Madera	Metal	Asbesto	Zinc	Teja	Vidrio	Policarbonato	Baldosa	Porcelanato	Mármol	Cerámica	Enlucido	Empaste	Pintura	
<b>Estructura</b>																									
Cimentación																									
Muros / Paredes / Tabiques																									
Columnas / Pilares																									
Vigas																									
Losas / Entrepisos																									
Arcos																									
<b>Cubiertas</b>																									
Techos / Bóvedas / Cúpulas																									
<b>Fachadas</b>																									
Revestimientos																									
Puertas																									
Ventanas																									
Balcones																									
Portales																									
Zócalos																									
Ornamentación																									
<b>Espacios Interiores</b>																									
Pisos																									
Cielos Rasos																									
Puertas																									
Ventanas																									
Pasamanos																									
Revestiminetos Interiores																									
<b>Espacios Exteriores</b>																									
Pisos																									
Patios																									
Cerramientos																									
Terrazas																									
Jardines y caminerias																									



**Formulario de la encuesta de confort primera parte.**

**(anexo 50)**

Proyecto de Investigación																																																																																																																																																																			
Método de Certificación de la Construcción Sustentable de Viviendas																																																																																																																																																																			
Universidad de Cuenca																																																																																																																																																																			
ENCUESTADOR:			COORDENADAS:					FECHA:			N° DE FICHA:																																																																																																																																																								
<b>C1. TIPO DE VIVIENDA</b>																																																																																																																																																																			
<b>1 ¿Qué tipo de vivienda es?</b>																																																																																																																																																																			
<table style="width:100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 10%;">1. Casa aislada</td> <td style="width: 5%; text-align: center;">1</td> <td style="width: 5%;"></td> </tr> <tr> <td>2. Casa adosada entre dos viviendas</td> <td style="text-align: center;">2</td> <td></td> </tr> <tr> <td>3. Departamento aislado (tiene 4 vistas)</td> <td style="text-align: center;">3</td> <td></td> </tr> <tr> <td style="padding-left: 20px;">a. N° de piso del departamento</td> <td></td> </tr> <tr> <td style="padding-left: 20px;">b. N° de pisos del edificio</td> <td></td> </tr> <tr> <td>4. Departamento adosado</td> <td style="text-align: center;">4</td> <td></td> </tr> <tr> <td style="padding-left: 20px;">a. N° de piso del departamento</td> <td></td> </tr> <tr> <td style="padding-left: 20px;">b. N° de pisos del edificio</td> <td></td> </tr> </table>														1. Casa aislada	1													2. Casa adosada entre dos viviendas	2													3. Departamento aislado (tiene 4 vistas)	3													a. N° de piso del departamento														b. N° de pisos del edificio														4. Departamento adosado	4													a. N° de piso del departamento														b. N° de pisos del edificio																																																			
1. Casa aislada	1																																																																																																																																																																		
2. Casa adosada entre dos viviendas	2																																																																																																																																																																		
3. Departamento aislado (tiene 4 vistas)	3																																																																																																																																																																		
a. N° de piso del departamento																																																																																																																																																																			
b. N° de pisos del edificio																																																																																																																																																																			
4. Departamento adosado	4																																																																																																																																																																		
a. N° de piso del departamento																																																																																																																																																																			
b. N° de pisos del edificio																																																																																																																																																																			
<b>C2. MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN PREDOMINANTES / Preguntar al propietario</b>																																																																																																																																																																			
<b>2 ¿Cuáles son los materiales predominates en la vivienda?</b>																																																																																																																																																																			
<table style="width:100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 30%;">1. Muros exteriores (fachada)</td> <td style="width: 5%; text-align: center;">1</td> <td style="width: 15%;">Ladrillo</td> <td style="width: 5%; text-align: center;">2</td> <td style="width: 10%;">Bloque</td> <td style="width: 5%; text-align: center;">3</td> <td style="width: 10%;">Piedra</td> <td style="width: 5%; text-align: center;">4</td> <td style="width: 10%;">Madera</td> <td style="width: 5%; text-align: center;">5</td> <td style="width: 10%;">Tierra</td> <td style="width: 5%; text-align: center;">6</td> <td style="width: 10%;">Hormigón</td> <td style="width: 5%; text-align: center;">7</td> <td style="width: 10%;">Otros</td> </tr> <tr> <td>2. Acabado predominante fachada</td> <td style="text-align: center;">1</td> <td>Natural</td> <td style="text-align: center;">2</td> <td>Revestido</td> <td style="text-align: center;">3</td> <td>Pintado</td> <td style="text-align: center;">4</td> <td>Otro</td> <td style="text-align: center;">5</td> <td></td> <td style="text-align: center;">6</td> <td></td> <td style="text-align: center;">7</td> <td></td> </tr> <tr> <td>3. Vanos (puertas, ventanas)</td> <td style="text-align: center;">1</td> <td>Vidrio</td> <td style="text-align: center;">2</td> <td>Acrílico</td> <td style="text-align: center;">3</td> <td>Plástico</td> <td style="text-align: center;">4</td> <td>Madera</td> <td style="text-align: center;">5</td> <td>Otros</td> <td style="text-align: center;">6</td> <td></td> <td style="text-align: center;">7</td> <td></td> </tr> <tr> <td>4. Muros interiores</td> <td style="text-align: center;">1</td> <td>Ladrillo</td> <td style="text-align: center;">2</td> <td>Bloque</td> <td style="text-align: center;">3</td> <td>Piedra</td> <td style="text-align: center;">4</td> <td>Madera</td> <td style="text-align: center;">5</td> <td>Otros</td> <td style="text-align: center;">6</td> <td>Hormigón</td> <td style="text-align: center;">7</td> <td>No sabe</td> </tr> <tr> <td>5. Acabado</td> <td style="text-align: center;">1</td> <td>Natural</td> <td style="text-align: center;">2</td> <td>Revestido</td> <td style="text-align: center;">3</td> <td>Pintado</td> <td style="text-align: center;">4</td> <td>Otro</td> <td style="text-align: center;">5</td> <td></td> <td style="text-align: center;">6</td> <td></td> <td style="text-align: center;">7</td> <td></td> </tr> <tr> <td>6.</td> <td></td> </tr> <tr> <td>7. Cielo raso (Estuco)</td> <td style="text-align: center;">1</td> <td>Estructura vista</td> <td style="text-align: center;">2</td> <td>Estuco</td> <td style="text-align: center;">3</td> <td>Aglomerado</td> <td style="text-align: center;">4</td> <td>Madera</td> <td style="text-align: center;">5</td> <td>Otros</td> <td style="text-align: center;">6</td> <td>No sabe</td> <td style="text-align: center;">7</td> <td></td> </tr> <tr> <td>8. Cubierta</td> <td style="text-align: center;">1</td> <td>Teja</td> <td style="text-align: center;">2</td> <td>Loza</td> <td style="text-align: center;">3</td> <td>Eternil</td> <td style="text-align: center;">4</td> <td>Zinc</td> <td style="text-align: center;">5</td> <td></td> <td style="text-align: center;">6</td> <td></td> <td style="text-align: center;">7</td> <td></td> </tr> <tr> <td>9. Piso</td> <td style="text-align: center;">1</td> <td>Madera</td> <td style="text-align: center;">2</td> <td>Alfombra</td> <td style="text-align: center;">3</td> <td>Ladrillo</td> <td style="text-align: center;">4</td> <td>Cerámica</td> <td style="text-align: center;">5</td> <td>Vinil</td> <td style="text-align: center;">6</td> <td>Hormigón</td> <td style="text-align: center;">7</td> <td>Otros</td> </tr> <tr> <td>10. Estructura</td> <td style="text-align: center;">1</td> <td>Metálica</td> <td style="text-align: center;">2</td> <td>Madera</td> <td style="text-align: center;">3</td> <td>Hormigón armado</td> <td style="text-align: center;">4</td> <td></td> <td style="text-align: center;">5</td> <td></td> <td style="text-align: center;">6</td> <td></td> <td style="text-align: center;">7</td> <td></td> </tr> </table>														1. Muros exteriores (fachada)	1	Ladrillo	2	Bloque	3	Piedra	4	Madera	5	Tierra	6	Hormigón	7	Otros	2. Acabado predominante fachada	1	Natural	2	Revestido	3	Pintado	4	Otro	5		6		7		3. Vanos (puertas, ventanas)	1	Vidrio	2	Acrílico	3	Plástico	4	Madera	5	Otros	6		7		4. Muros interiores	1	Ladrillo	2	Bloque	3	Piedra	4	Madera	5	Otros	6	Hormigón	7	No sabe	5. Acabado	1	Natural	2	Revestido	3	Pintado	4	Otro	5		6		7		6.															7. Cielo raso (Estuco)	1	Estructura vista	2	Estuco	3	Aglomerado	4	Madera	5	Otros	6	No sabe	7		8. Cubierta	1	Teja	2	Loza	3	Eternil	4	Zinc	5		6		7		9. Piso	1	Madera	2	Alfombra	3	Ladrillo	4	Cerámica	5	Vinil	6	Hormigón	7	Otros	10. Estructura	1	Metálica	2	Madera	3	Hormigón armado	4		5		6		7	
1. Muros exteriores (fachada)	1	Ladrillo	2	Bloque	3	Piedra	4	Madera	5	Tierra	6	Hormigón	7	Otros																																																																																																																																																					
2. Acabado predominante fachada	1	Natural	2	Revestido	3	Pintado	4	Otro	5		6		7																																																																																																																																																						
3. Vanos (puertas, ventanas)	1	Vidrio	2	Acrílico	3	Plástico	4	Madera	5	Otros	6		7																																																																																																																																																						
4. Muros interiores	1	Ladrillo	2	Bloque	3	Piedra	4	Madera	5	Otros	6	Hormigón	7	No sabe																																																																																																																																																					
5. Acabado	1	Natural	2	Revestido	3	Pintado	4	Otro	5		6		7																																																																																																																																																						
6.																																																																																																																																																																			
7. Cielo raso (Estuco)	1	Estructura vista	2	Estuco	3	Aglomerado	4	Madera	5	Otros	6	No sabe	7																																																																																																																																																						
8. Cubierta	1	Teja	2	Loza	3	Eternil	4	Zinc	5		6		7																																																																																																																																																						
9. Piso	1	Madera	2	Alfombra	3	Ladrillo	4	Cerámica	5	Vinil	6	Hormigón	7	Otros																																																																																																																																																					
10. Estructura	1	Metálica	2	Madera	3	Hormigón armado	4		5		6		7																																																																																																																																																						



## Formulario de la encuesta de confort segunda parte.

(anexo 50)

Proyecto de Investigación									
Método de Certificación de la Construcción Sustentable de Viviendas									
Universidad de Cuenca									
ENCUESTADOR:	COORDENADAS:			FECHA:	Nº DE FICHA:				
ZONA:	SECTOR:								
<b>INTRODUCCIÓN</b>			<b>A. SATISFACCIÓN CON LA VIVIENDA</b>						
<p>Buenos días, mi nombre es (nombre del encuestador/a). Formo parte de un proyecto de investigación de la Universidad de Cuenca y estamos haciendo un estudio sobre las características de la vivienda en Cuenca, con el objetivo de establecer parámetros de vivienda sustentable. Por este motivo le pido su colaboración para participar en esta encuesta...</p> <p>¿Desea participar en ella?</p> <table border="1"> <tr> <td>Si (Comienza la encuesta)</td> <td>1</td> </tr> <tr> <td>No (Fin de la encuesta)</td> <td>2</td> </tr> </table> <p>Muchas gracias. Le garantizamos el absoluto anonimato de sus respuestas en el más estricto cumplimiento de las leyes sobre secreto estadístico y protección de datos personales.</p>			Si (Comienza la encuesta)	1	No (Fin de la encuesta)	2	<b>1 ¿Qué tan satisfecho está usted con...</b>		
			Si (Comienza la encuesta)	1					
			No (Fin de la encuesta)	2					
			<b>1. ...el tamaño y calidad de su hogar?</b>						
			a. Completamente insatisfecho			1			
			b. Moderadamente insatisfecho			2			
			c. Indiferente			3			
			d. Moderadamente satisfecho			4			
			e. Completamente satisfecho			5			
			<b>2. ...la cantidad y calidad de los espacios abiertos</b>						
a. Muy insatisfecho			1						
b. Insatisfecho			2						
c. Ni satisfecho ni insatisfecho			3						
d. Satisfecho			4						
e. Muy satisfecho			5						
<b>A. PREGUNTAS GENERALES</b>			<b>B. PREGUNTAS DE CONFORT INTERIOR</b>						
<b>A1. PREGUNTAS DE IDENTIFICACIÓN</b>			<b>B1. CONFORT HIGRO-TÉRMICO</b>						
<b>1 ¿Esta es su residencia habitual?</b>			<b>1 Considera que su vivienda es: ÚNICA RESPUESTA</b>						
1. Si			1. Muy fría						
2. No (Continuar si hay alguien que resida)			2. Algo fría						
			3. Fresca						
			4. Algo calurosa						
			5. Muy calurosa						
<b>2 ¿Es usted el cabeza de familia?</b>			<b>2 ¿En qué momento del día?</b>						
1. Si			1. Mañana						
2. No (Pida contactar con el jefe o cónyuge)			2. Tarde						
			3. Noche						
			4. Todo el tiempo						
<b>3 Género</b>			<b>3 ¿Que tecnología utiliza para la calefacción de su vivienda?</b>						
1. Masculino			1. Calor directo del sol						
2. Femenino			2. Calefactor de gas						
			3. Chimenea a leña						
			4. Chimenea eléctrica						
			5. Calefacción centralizada						
			6. Calefactor eléctrico portátil						
			7. Piso radiante						
			8. Doble vidrio en ventanas						
			9. Otro						
			10. Otro						
<b>A2. INFORMACIÓN GENERAL DE LA VIVIENDA</b>			<b>41 ¿En que meses usa calefacción?</b>						
<b>4 ¿Cuál es la antigüedad de su vivienda?</b>			1.						
1. Menos de 2 años			2.						
2. Entre 2 y 10 años			3.						
3. Más de 10 años			4.						
<b>5 Reside en una vivienda</b>			5.						
1. Propia:			6.						
a. - Compra al contado			7.						
b.- Préstamo inst. financiero			8.						
b.- Préstamo inst. financiero			9.						
2. De alquiler			10.						
3. Otro			<b>42 ¿Cree usted que necesita calefacción en su vivienda?</b>						
			1. Sí						
			2. No						
<b>6 ¿Cuantos dormitorios tiene la vivienda?</b>									
Anote aquí:									
<b>7 ¿La vivienda dispone de...?</b>									
1. Telefonía fija									
2. Telefonía móvil									
3. Internet									

## **Resumen**

El trabajo de grado forma parte del proyecto de investigación “Método de Certificación de la Construcción Sustentable de la Vivienda” ganador del XIII Concurso de Proyectos de Investigación de la Universidad de Cuenca.

La presente tesis hace un estudio y análisis de factores medioambientales, constructivos y energéticos de cinco viviendas de la ciudad de Cuenca, para dar a conocer: tipo de vivienda, sistema constructivo y transmitancia térmica de la envolvente (factor U), además mediante el uso de la (NEC11) capítulo de eficiencia energética se conocerá que vivienda cumple con la normativa vigente actualmente en cuanto a temperatura ambiental interior y factores mínimos de transmitancia térmica de la envolvente.

Con la ayuda de estrategias bioclimáticas y el uso de un adecuado sistema constructivo se intentará corregir el problema de confort ambiental interior.