



**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA
DE AGUASCALIENTES**

CENTRO DE CIENCIAS DEL DISEÑO Y DE LA CONSTRUCCIÓN

DEPARTAMENTO DE CONSTRUCCIÓN Y ESTRUCTURAS

TESIS

**APLICACIÓN DE AISLANTES TÉRMICOS EN VIVIENDAS DE INTERÉS
SOCIAL A BASE DE BLOCK EN AGUASCALIENTES**

PRESENTA

Arq. Karla Karina Bermejo Urzúa

**PARA OBTENER EL GRADO DE MAESTRÍA EN INGENIERÍA CIVIL CON
ESPECIALIDAD EN CONSTRUCCIÓN**

TUTOR

Dr. Gerardo Araiza Garaygordobil

COMITÉ TUTORIAL

Dr. Jonathan Hammurabi González Lugo

M. Arq. Bioclimática Gustavo Martínez Velasco

Aguascalientes, Ags., 09 de junio de 2021

**CARTA DE VOTO APROBATORIO
INDIVIDUAL**

Dr. en C.T.C. Héctor Homero Posada Ávila
DECANO (A) DEL CENTRO DE CIENCIAS DEL DISEÑO Y DE LA CONSTRUCCIÓN

PRESENTE

Por medio del presente como **TUTOR** designado del estudiante **KARLA KARINA BERMEJO URZUA** con ID **164841** quien realizó la tesis titulado: **APLICACIÓN DE AISLANTES TÉRMICOS EN VIVIENDAS DE INTERÉS SOCIAL A BASE DE BLOCK EN AGUASCALIENTES**, un trabajo propio, innovador, relevante e inédito y con fundamento en el Artículo 175, Apartado II del Reglamento General de Docencia doy mi consentimiento de que la versión final del documento ha sido revisada y las correcciones se han incorporado apropiadamente, por lo que me permito emitir el **VOTO APROBATORIO**, para que *ella* pueda proceder a imprimirla así como continuar con el procedimiento administrativo para la obtención del grado.

Pongo lo anterior a su digna consideración y sin otro particular por el momento, me permito enviarle un cordial saludo.

ATENTAMENTE
"Se Lumen Proferre"
Aguascalientes, Ags., a 24 de mayo de 2021.



Vo. Bo.: Gerardo Araiza Garaygordobil, TUTOR DE TESIS
PTC/CCDC/UA/Dpto. Ing. Civil/
gerardo.araiza@edu.uaa.mx

c.c.p.- Interesado
c.c.p.- Secretaría Técnica del Programa de Posgrado

**CARTA DE VOTO APROBATORIO
INDIVIDUAL**

Dr. en C.T.C. Héctor Homero Posada Ávila
DECANO (A) DEL CENTRO DE CIENCIAS DEL DISEÑO Y DE LA CONSTRUCCIÓN

P R E S E N T E

Por medio del presente como **COTUTOR** designado del estudiante **KARLA KARINA BERMEJO URZUA** con ID **164841** quien realizó la tesis titulado: **APLICACIÓN DE AISLANTES TÉRMICOS EN VIVIENDAS DE INTERÉS SOCIAL A BASE DE BLOCK EN AGUASCALIENTES**, un trabajo propio, innovador, relevante e inédito y con fundamento en el Artículo 175, Apartado II del Reglamento General de Docencia doy mi consentimiento de que la versión final del documento ha sido revisada y las correcciones se han incorporado apropiadamente, por lo que me permito emitir el **VOTO APROBATORIO**, para que ella pueda proceder a imprimirla así como continuar con el procedimiento administrativo para la obtención del grado.

Pongo lo anterior a su digna consideración y sin otro particular por el momento, me permito enviarle un cordial saludo.

A T E N T A M E N T E
"Se Lumen Proferre"

Aguascalientes, Ags., a 24 de mayo de 2021.



Dr. Jonathan Hammurabi González Lugo
Cotutor de tesis

**CARTA DE VOTO APROBATORIO
INDIVIDUAL**

Dr. en C.T.C. Héctor Homero Posada Ávila
DECANO (A) DEL CENTRO DE CIENCIAS DEL DISEÑO Y DE LA CONSTRUCCIÓN

PRESENTE

Por medio del presente como **ASESOR** designado del estudiante **KARLA KARINA BERMEJO URZUA** con ID **164841** quien realizó la tesis titulado: **APLICACIÓN DE AISLANTES TÉRMICOS EN VIVIENDAS DE INTERÉS SOCIAL A BASE DE BLOCK EN AGUASCALIENTES**, un trabajo propio, innovador, relevante e inédito y con fundamento en el Artículo 175, Apartado II del Reglamento General de Docencia doy mi consentimiento de que la versión final del documento ha sido revisada y las correcciones se han incorporado apropiadamente, por lo que me permito emitir el **VOTO APROBATORIO**, para que ella pueda proceder a imprimirla así como continuar con el procedimiento administrativo para la obtención del grado.

Pongo lo anterior a su digna consideración y sin otro particular por el momento, me permito enviarle un cordial saludo.

ATENTAMENTE
"Se Lumen Proferre"

Aguascalientes, Ags., a 24 de mayo de 2021.



M. Arq. Bioclimática Gustavo Martínez Velasco

Asesor de tesis

c.c.p.- Interesado
c.c.p.- Secretaría Técnica del Programa de Posgrado

Elaborado por: Depto. Apoyo al Posgrado.
Revisado por: Depto. Control Escolar/Depto. Gestión de Calidad.
Aprobado por: Depto. Control Escolar/ Depto. Apoyo al Posgrado.

Código: DO-SEE-FO-07
Actualización: 01
Emisión: 17/05/19



DICTAMEN DE LIBERACION ACADÉMICA PARA INICIAR LOS TRÁMITES DEL EXAMEN DE GRADO



Fecha de dictaminación dd/mm/aaaa: _____

NOMBRE: KARLA KARINA BERMEJO URZÚA ID: 164841

PROGRAMA: MAESTRÍA EN INGENIERÍA CIVIL USAC (del posgrado): ESTRUCTURAS Y CONSTRUCCIÓN

TIPO DE TRABAJO: () Tesis () Trabajo Práctico

TÍTULO: APLICACIÓN DE AISLANTES TÉRMICOS EN VIVIENDAS DE INTERÉS SOCIAL A BASE DE BLOCK EN AGUASCALIENTES

IMPACTO SOCIAL (señalar el impacto logrado): El análisis de la evolución de la temperatura interior por medio de la propuesta constructiva: aplicación de recubrimientos térmicos, sobre las fachadas en vivienda de Interés social, genera un aporte para mejorar el confort térmico en la construcción de viviendas en serie a base de block de concreto

INDICAR	SI	NO	N.A. (NO APLICA)	SEGÚN CORRESPONDA:
<i>Elementos para la revisión académica del trabajo de tesis o trabajo práctico:</i>				
SI	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	El trabajo es congruente con las USAC del programa de posgrado
SI	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	La problemática fue abordada desde un enfoque multidisciplinario
SI	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Existe coherencia, continuidad y orden lógico del tema central con cada apartado
SI	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Los resultados del trabajo dan respuesta a las preguntas de investigación o a la problemática que aborda
SI	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Los resultados presentados en el trabajo son de gran relevancia científica, tecnológica o profesional según el área
SI	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	El trabajo demuestra más de una aportación original al conocimiento de su área
SI	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Sus aportaciones responden a los problemas prioritarios del país
SI	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Generó transferencia del conocimiento o tecnología
SI	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Cumple con la ética para la investigación (aporte de la herramienta antiplagio)
<i>El egresado cumple con lo siguiente:</i>				
SI	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Cumple con lo señalado por el Reglamento General de Disciplina
SI	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Cumple con los requisitos señalados en el plan de estudios (créditos curriculares, optativos, actividades complementarias, estancia, practica, etc.)
SI	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Cuenta con resolivos aprobatorios del comité tutelar*, en caso de los posgrados profesionales si tiene solo tutor podrá liberar solo el tutor
N.A.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Cuenta con la carta de satisfacción del usuario
SI	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Coincide con el fin y/o objetivo registrado
SI	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Tiene congruencia con que postacadémico
SI	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Tiene el CVU del Conacyt actualizado
NO	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Tiene el artículo aceptado o publicado y cumple con los requisitos institucionales (en caso que proceda)
<i>En caso de tesis por artículos científicos publicados</i>				
NO	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Aceptación o publicación de los artículos según el nivel del programa
N.A.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	El estudiante es el primer autor
N.A.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	El autor de correspondencia es el Tutor del Núcleo Académico Ibero
N.A.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	En los artículos se ven reflejados los objetivos de la tesis, ya que son producto de este trabajo de investigación.
N.A.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Los artículos integran los capítulos de la tesis y se presentan en el idioma en que fueron publicados
NO	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	La aceptación o publicación de los artículos en revistas indexadas de alto impacto

Con base a estos criterios, se autoriza se continúen con los trámites de titulación y programación del examen de grado: SI
No

FIRMAS

Elaboró:
* NOMBRE Y FIRMA DEL CONSEJERO SEGÚN LA USAC DE ADESRPOOH:
NOMBRE Y FIRMA DEL SECRETARIO TÉCNICO:
* En caso de conflicto de intereses, firmar el un resolvo emitido del NUB de la USAC correspondiente dentro del tutor o miembro del comité tutelar, firmado por el director
Revisó:
NOMBRE Y FIRMA DEL SECRETARIO DE INVESTIGACIÓN Y POSGRADO:
Autorizó:
NOMBRE Y FIRMA DEL DICAND:

Miguel Ángel Soto Zamora
Dr. Miguel Ángel Soto Zamora
Hernández Martín
Dr. Hernández Martín
Alejandro Acosta Castaño
Dr. Alejandro Acosta Castaño
Dr. en C.T.C. Hector Hameiro Beltrán
Dr. en C.T.C. Hector Hameiro Beltrán

Nota: procede el trámite para el Depto. de Apoyo al Posgrado
En cumplimiento con el Art. 153C del Reglamento General de Disciplina que a la letra señala entre las funciones del Consejo Académico: ... Garantizar la eficiencia personal del programa de posgrado y el cumplimiento de las funciones del Secretario Técnico, bajo el seguimiento de los alumnos.

AGRADECIMIENTOS

Agradezco al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT), por su apoyo económico durante mi formación, sin el cual no me habría sido posible desarrollar mi investigación y concluir de forma satisfactoria esta etapa, en la que se cumple una meta académica y un pilar en mi vida profesional.

Del mismo modo reconozco el desempeño del Centro de Ciencias del Diseño y de la Construcción, así como al consejo académico de la maestría, al Dr. Gerardo Araiza por su labor como tutor y dedicación a esta investigación.

Gracias al Arquitecto Gustavo Martínez Velazco, de nuestra casa de estudios por compartir sus conocimientos y experiencia para el desarrollo de mi investigación, a Estudio Sustenta por brindarme la oportunidad de realizar parte de mi estancia profesional.

Y Finalmente agradezco al Dr. Jonathan Hammurabi González Lugo, investigador de la Universidad Autónoma de San Luis Potosí, por su destacable desempeño como cotutor de mi tesis, y gran mentor. Del cual, me llevo la constancia de seguir en el campo de la investigación y preparación profesional.

DEDICATORIA

“A mi familia por ser el motor de mi vida”

Dedico esta investigación a mis padres y hermana, por su arduo compromiso y cariño por motivarme en alcanzar nuevos objetivos en mi vida.

Mamá, gracias por ser un gran ejemplo que seguir, porque tus logran han sido una inspiración por continuar con mi formación profesional. A mi padre por su constancia y dedicación para incentivar me a ser mejor persona y jamás rendirme.

A mi hermana por ser mi inspiración y pilar en mi vida, y de la cual doy créditos por apoyarme en todo momento para el desarrollo de mis campañas experimentales.

Agradezco a Carlos por haber sido un gran compañero durante este proceso de mi formación, y con el cual compartí grandes retos para alcanzar esta meta.

A todas las personas involucradas, gratifico su apoyo, amistad y cariño brindado durante estos años de preparación profesional.

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE TABLAS..... 5

ÍNDICE DE FIGURAS 9

RESUMEN 11

PALABRAS CLAVE 12

ABSTRACT..... 13

CAPITULO I: INTRODUCCIÓN 16

 1.1 PRÓLOGO..... 16

 1.2 OBJETIVOS 20

 1.2.1 Objetivo General 20

 1.2.2 Objetivos Particulares 20

 1.3 JUSTIFICACIÓN 21

 1.4 HIPÓTESIS..... 24

 1.5 METODOLOGÍA..... 24

CAPITULO II: ESTADO ACTUAL DEL CONOCIMIENTO 29

 2.1 INTRODUCCIÓN 29

 2.2 CONFORT TÉRMICO 29

 2.3 SIMULACIONES DE MODELOS CON CUALIDADES TÉRMICAS 30

 2.4 MATERIALES ENVOLVENTES 32

 2.5 ANÁLISIS DE LA NORMATIVA 35

CAPÍTULO III MARCO TEÓRICO 37

 3.1 INTRODUCCIÓN 37

 3.2 ASPECTOS QUE INTERVIENEN EN EL COMPORTAMIENTO CLIMÁTICO DEL SITIO 37

 3.2.1 Latitud 37

 3.2.2 Altitud. 38

 3.2.3 Continentalidad 39

 3.2.4 Orografía del sitio..... 40

 3.2.5 Propiedades físicas de la atmosfera..... 41

 3.2.6 Fenómenos meteorológicos. 41

 3.2.7 Temperatura de la superficie del mar. 41

3.2.8	La vegetación del sitio.	42
3.3	CARACTERISTICAS CLIMATICAS DE AGUASCALIENTES	42
3.3.1	Temperaturas registradas en los últimos meses para la ciudad de Aguascalientes.	44
3.4	MATERIALES EMPLEADOS PARA LA EDIFICACIÓN DE VIVIENDA EN AGUASCALIENTES.	46
3.5	ACONDICIONAMIENTO TÉRMICO EN LOS ESPACIOS HABITABLES	47
3.5.1	Confort térmico en la edificación	48
3.5.2	Cualidades de los materiales que intervienen en el confort y la temperatura interior de un espacio	49
3.6	LA PROPAGACIÓN DEL CALOR EN LOS MATERIALES.	53
3.6.1	Factores para la propagación del calor	54
3.7	EL AISLAMIENTO TÉRMICO EN VIVIENDAS DENOMINADO "VALOR R" POR ZONAS PARA LA REPÚBLICA MEXICANA.	56
3.7.1	Análisis para la transferencia de calor en muros, circuito térmico.....	58
3.8	MATERIALES TERMICOS Y SUS CARACTERISTICAS	60
3.8.1	Clasificación de los materiales térmicos.....	60
3.8.2	Condiciones y comportamiento de los materiales	62
3.8.3	Aplicación de los aislantes en la edificación.	65
CAPITULO IV.	CAMPAÑA EXPERIMENTAL	69
4.1	DISEÑO Y PROPUESTA DE ELABORACIÓN PARA LA CONSTRUCCIÓN DE MUESTRAS REQUERIDAS PARA EL ANÁLISIS DE LA EVOLUCIÓN DE LA TEMPERATURA INTERIOR EN MUROS DE BLOCK DE CONCRETO CON Y SIN APLICACIÓN DE RECUBRIMIENTOS TÉRMICOS	70
4.2	FABRICACIÓN DE MUESTRAS EMPLEANDO BLOCK DE CONCRETO EN MEDIDAS DE 10, 12 Y 15 CM BAJO LOS PARÁMETROS DE CONSTRUCCIÓN PROPUESTAS SIN LA APLICACIÓN DE RECUBRIMIENTOS TÉRMICOS	73
4.3	FABRICACIÓN DE MUESTRAS EMPLEANDO BLOCK DE CONCRETO EN MEDIDAS DE 10, 12 Y 15 CM BAJO LOS PARÁMETROS DE CONSTRUCCIÓN PROPUESTAS CON LA APLICACIÓN DE PLACAS DE POLIESTIRENO EXPANDIDO O EXTRUIDO.....	74
4.4	CÁLCULO DE LAS RESISTENCIAS TOTALES BASADO EN LA NORMA NMX-C-460-ONNCCE-2009, CONSIDERANDO CADA MUESTRA	

FABRICADA CON BLOCK DE 10, 12 Y 15 CM, PARA AMBOS CASOS DE LA INVESTIGACIÓN CON Y SIN RECUBRIMIENTOS TÉRMICOS.....	78
4.5 COMPROBACIÓN DE LAS TEMPERATURAS OBTENIDAS PARA CADA MUESTRA FABRICADA CON BLOCK DE 10, 12 Y 15 CM, PARA AMBOS CASOS DE LA INVESTIGACIÓN CON Y SIN RECUBRIMIENTOS TÉRMICOS.	83
4.6 DESARROLLO DE ESTUDIO DE CASO ESPECÍFICAMENTE EN UNA VIVIENDA DE INTERÉS SOCIAL EN LA CIUDAD DE AGUASCALIENTES, MÉXICO.....	88
4.6.1 Ubicación de la vivienda.....	88
4.6.2 Usuarios	89
4.6.3 Características de la vivienda.....	89
4.7 IMPLEMENTACIÓN DE LA DE LA METODOLOGÍA DEL ARQUITECTO JAVIER NEILA “CÁLCULO DE LA EVOLUCIÓN DE LA TEMPERATURA INTERIOR” – APLICADA AL ESTUDIO DE CASO DE LA VIVIENDA DE INTERÉS SOCIAL.....	91
CAPITULO V. RESULTADOS Y DISCUSIONES.....	102
5.1 NORMATIVIDAD – NMX-C-460-ONNCCE-2009.....	102
5.2 COEFICIENTES DE ESTABILIDAD TÉRMICA EN MUESTRAS EXPERIMENTALES	104
5.3 EVOLUCIÓN DE LA TEMPERATURA INTERIOR – APLICADA A ESTUDIO DE CASO – VIVIENDA DE INTERES SOCIAL	108
5.3.1. Evolución de la temperatura interior en muros de 10 cm – Invierno	108
5.3.2. Evolución de la temperatura interior en muros de 10 cm – Verano.....	110
5.3.3. Evolución de la temperatura interior en muros de 12 cm – Invierno	111
5.3.4. Evolución de la temperatura interior en muros de 12 cm – Verano.....	112
5.3.5. Evolución de la temperatura interior en muros de 15 cm – invierno	113
5.3.6. Evolución de la temperatura interior en muros de 15 cm – Verano.....	114
CAPITULO VI. CONCLUSIONES DE LA INVESTIGACIÓN.	119

Relación de la resistencia total en muros según la norma NMX-C-460-ONNCCE-2009 sin la aplicación de recubrimientos. 119

Relación de la resistencia total en muros según la norma NMX-C-460-ONNCCE-2009 aplicando recubrimientos térmicos. 119

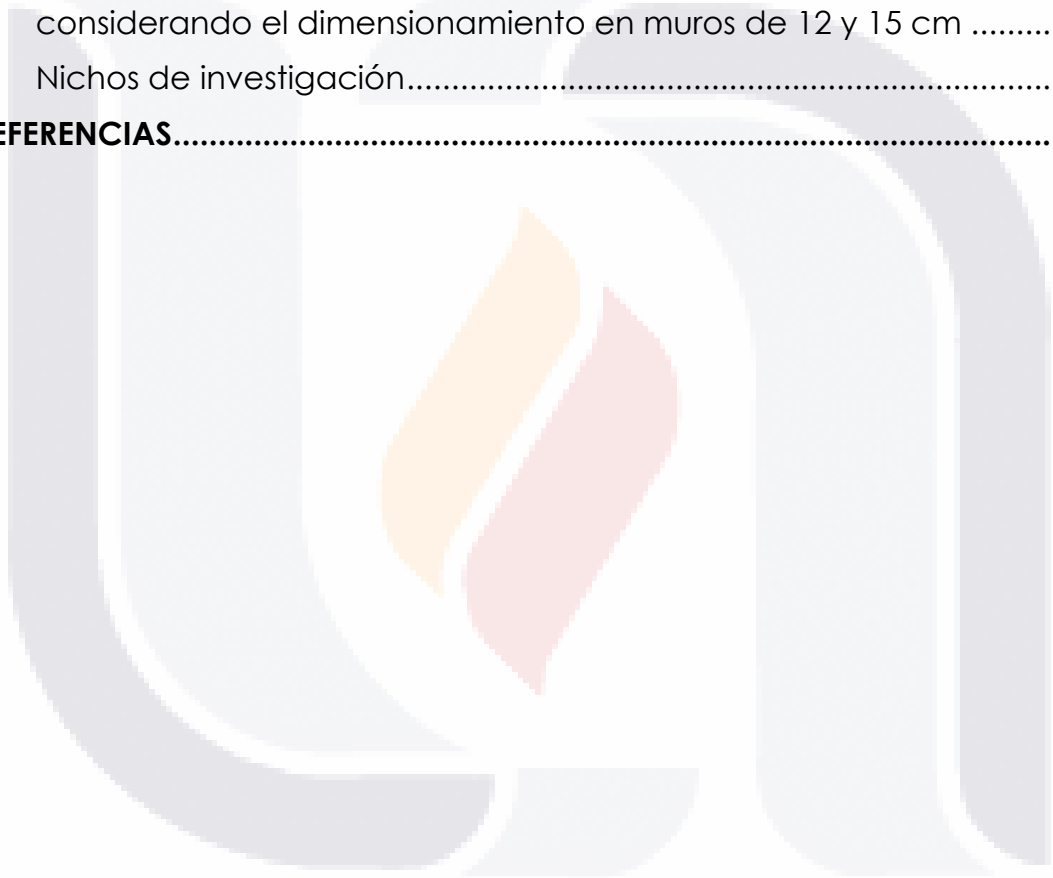
Evaluación de la temperatura interior aplicando la metodología del Arq. Neila al estudio de caso – vivienda de interés social..... 120

Evolución de la temperatura interior en el estudio de caso considerando el dimensionamiento actual de la vivienda..... 120

Evolución de la temperatura interior en el estudio de caso considerando el dimensionamiento en muros de 12 y 15 cm 121

Nichos de investigación..... 122

REFERENCIAS..... 123



ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Propuesta constructiva para las muestras	24
Tabla 2. Porcentaje de nubosidad en la atmosfera. Fuente: Neila(2004)	41
Tabla 3. Temperatura mínima Promedio por Entidad Federativa y Nacional. Fuente: (CONAGUA, 2019)	44
Tabla 4. Temperatura Máxima Promedio por Entidad Federativa y Nacional (CONAGUA,2019)	45
Tabla 5. Temperatura Promedio por Entidad Federativa y Nacional (CONAGUA,2019)	45
Tabla 6. Viviendas particulares habitadas y su distribución porcentual según resistencia de materiales para techos por Municipios de Aguascalientes	46
Tabla 7. Viviendas particulares habitadas y su distribución porcentual según resistencia de materiales para muros por Municipios de Aguascalientes.	47
Tabla 8. Porcentajes de absorción y reflexión en materiales (Gonzalo, 2003)	52
Tabla 9. Zonas Térmicas de la República Mexicana. Fuente: Norma Oficial Mexicana 2011	57
Tabla 10. Resistencia total "Valor R" de un elemento envolvente . Fuente: Norma Oficial Mexicana 2011	58
Tabla 11. Factores medioambientales de la espuma de poliuretano (Neila F,2004)	60
Tabla 12. Factores medioambientales del poliestireno expandido (Neila F,2004)	60
Tabla 13. Tabla 11. Factores medioambientales del poliestireno extruido (Neila F,2004)	61
Tabla 14. Tabla 11. Factores medioambientales de la lana de vidrio (Neila F,2004)	61
Tabla 15. Tabla 11. Factores medioambientales de la lana de roca (Neila F,2004)	61
Tabla 16. Factores medioambientales de la arcilla aislante (Neila F,2004)	61
Tabla 17. Factores medioambientales de la fibra de vidrio (Neila F,2004)	62
Tabla 18. Factores medioambientales del corcho (Neila F,2004)	62
Tabla 19. Conductividad térmica de los materiales (NMX-C-460-ONNCCE-2009)	64

Tabla 20. Conductividad térmica de los materiales (NMX-C-460-ONNCCE-2009)	64
Tabla 21. Cálculo de la resistencia total para un muro de block 10,12 y 15 cm – sin aislante térmico. Fuente: autoría propia	80
Tabla 22. Cálculo de la resistencia total para un muro de block 10,12 y 15 cm – con placa de poliestireno expandido. Fuente: autoría propia	81
Tabla 23. Cálculo de la resistencia total para un muro de block 10,12 y 15 cm – con aislante térmico – placa de poliestireno extruido. Fuente: autoría propia	82
Tabla 24 Evolución de la temperatura en muros de 10 cm sin recubrimiento térmico	83
Tabla 25 Evolución de la temperatura en muros de 10 cm con poliestireno expandido	84
Tabla 26. Evolución de la temperatura en muros de 10 cm poliestireno extruido	84
Tabla 27 Evolución de la temperatura en muros de 12 cm sin recubrimiento térmico	85
Tabla 28. Evolución de la temperatura en muros de 12 cm con poliestireno expandido	85
Tabla 29. Evolución de la temperatura en muros de 12 cm con poliestireno extruido	86
Tabla 30 Evolución de la temperatura en muros de 15 cm sin recubrimiento térmico	86
Tabla 31. Evolución de la temperatura en muros de 15 cm con recubrimiento de poliestireno expandido	87
Tabla 32. Evolución de la temperatura en muros de 15 cm con poliestireno extruido.	87
Tabla 33. Irradiancia horaria para la latitud de Aguascalientes en los meses de ENERO-FEBRERO-MARZO. Fuente: Neila (2004)	93
Tabla 34. Irradiancia horaria para la latitud de Aguascalientes en los meses de ABRIL-MAYO-JUNIO Fuente: Neila (2004)	94
Tabla 35. Irradiancia horaria para la latitud de Aguascalientes en los meses de JULIO-AGOSTO-SEPTIEMBRE Fuente: Neila (2004)	95
Tabla 36. Irradiancia horaria para la latitud de Aguascalientes en los meses de OCTUBRE- NOVIEMBRE-DICIEMBRE Fuente: Neila (2004)	96
Tabla 37. Calculo para coeficiente global de perdidas por transmisión. Modificado de Neila (2004)	97
Tabla 38. Cálculo para la obtención de la evolución de la temperatura interior, ejemplo en un muro de 10 cm con poliestireno extruido, en condiciones de verano. Modificado de Neila (2004)	100

Tabla 39 . Resultados finales de la resistencia total (Valor R), calculada para cada muestra experimental 102

Tabla 40 Clasificación del coeficiente de estabilidad térmica 104

Tabla 41. Resultados del coeficiente de estabilidad térmica para cada muestra del diseño experimental. 105

Tabla 42. Rangos de Bienestar - Caso de estudio - estaciones del año 108

Tabla 43. Evolución de la temperatura interior en invierno, muros de 10 cm sin recubrimiento térmico..... 109

Tabla 44. Evolución de la temperatura interior en invierno, muros de 10 cm con poliestireno expandido..... 109

Tabla 45. Evolución de la temperatura interior en invierno, muros de 10 cm con poliestireno extruido..... 109

Tabla 46. Evolución de la temperatura interior en verano, muros de 10 cm sin recubrimiento térmico. 110

Tabla 47. Evolución de la temperatura interior en verano, muros de 10 cm con poliestireno expandido 110

Tabla 48. Evolución de la temperatura interior en verano, muros de 10 cm con poliestireno extruido 110

Tabla 49. Evolución de la temperatura interior en invierno, muros de 12 cm sin recubrimiento 111

Tabla 50. Evolución de la temperatura interior en invierno, muros de 12 cm con poliestireno expandido..... 111

Tabla 51. Evolución de la temperatura interior en invierno, muros de 12 cm con poliestireno extruido..... 112

Tabla 52. Evolución de la temperatura interior en verano, muros de 12 cm sin recubrimiento térmico 112

Tabla 53. Evolución de la temperatura interior en verano, muros de 12 cm con poliestireno expandido 113

Tabla 54. Evolución de la temperatura interior en verano, muros de 12 cm con poliestireno extruido 113

Tabla 55. Evolución de la temperatura interior en invierno, muros de 15 cm sin recubrimiento 113

Tabla 56. Evolución de la temperatura interior en invierno, muros de 15 cm con poliestireno expandido..... 114

Tabla 57. Evolución de la temperatura interior en invierno, muros de 15 cm con poliestireno extruido..... 114

Tabla 58. Evolución de la temperatura interior en verano, muros de 15 cm sin recubrimiento térmico 114

Tabla 59. Evolución de la temperatura interior en verano, muros de 15 cm con poliestireno expandido 115

Tabla 60. Evolución de la temperatura interior en verano, muros de 15 cm con poliestireno extruido..... 115

Tabla 61. Resultados comparativos de los coeficientes de estabilidad térmica del estudio de caso en muros de 10, 12, 15 cm, considerando los recubrimientos térmicos y sin recubrimientos..... 116



ÍNDICE DE FIGURAS

Ilustración 1. A) Temperatura máxima promedio. B) Anomalías de la temperatura en Mayo 2016. Fuente : CONAGUA (2016).....	18
Ilustración 2. Adquisición de viviendas particulares en el estado de Aguascalientes. Fuente (Solis,1996)	23
Ilustración 3. Temperaturas consideradas para el análisis de temperaturas. Fuente: autoría propia.....	25
Ilustración 4. Circuito térmico para el cálculo de las resistencias en el muro. Fuente: Norma Oficial Mexicana 2011	26
Ilustración 5. Módulos de Isoblock y Block de concreto convencional. Fuente (Herrera, 2017)	31
Ilustración 6. Propuesta experimental para el análisis de radiación en muros, empleando luz infrarroja. Fuente (Elleser, 2019)	34
Ilustración 7. Esquema de latitudes. Modificado de (Neila, 2004)	38
Ilustración 8. Aumento de la temperatura según el nivel del mar. Fuente: autoría propia	39
Ilustración 9. Ejemplo de ubicaciones de un proyecto con respecto a la presencia de barreras montañosas. Fuente: autoría propia.....	40
Ilustración 10. Ubicación y mapa climático para la ciudad de Aguascalientes. Modificado de INEGI (2019)	43
Ilustración 11. Esquema para la evaluación de la energía radiada sobre una superficie.....	51
Ilustración 12. Esquema de la acumulación de energía. Fuente: autoría propia.....	52
Ilustración 13. Zona térmica para Aguascalientes según la norma NMX-C-460-ONNCCE-2009. Fuente: Norma Oficial Mexicana 2011.....	56
Ilustración 14 Cálculo para la obtención del valor R	59
Ilustración 15. Cálculo del coeficiente de transmisión térmica. Fuente: Norma Oficial Mexicana 2011	59
Ilustración 16. Detalle constructivo para paneles de poliestirenos extruidos Owens Corning- Panel Foamular 250- 1" Fuente: (Owens Corning México, 2019)	65
Ilustración 17. Detalle constructivo para de fibra de vidrio Owens Corning-AISLACUSTIC R-13 3.5 . Fuente: (Owens Corning México, 2019) .	66
Ilustración 18. Modelo Fabricado para contener y evaluar las temperaturas Fuente: autoría propia.....	70
Ilustración 19. Medidas para la fabricación de la caja de control. Fuente: autoría propia	70

Ilustración 20. Modelo experimental para la evaluación de temperaturas 71

Ilustración 21 Muestra para la toma de temperaturas - experimentales . 72

Ilustración 22. Especificaciones de Lampara Infrarroja 72

Ilustración 23. Detalle para fabricación de muros sin recubrimiento.
Fuente: autoría propia 73

Ilustración 24. Construcción de especímenes sin recubrimiento térmico 74

Ilustración 25. Detalle para fabricación de muros con recubrimiento
térmico. Fuente: autoría propia 75

Ilustración 26. Muestras de block con recubrimientos aplicados 75

Ilustración 27 . Muestras de muros con aislante térmico 76

Ilustración 28. Detalle constructivo para la fabricación de los muros –
lado exterior 77

Ilustración 29. Muros con recubrimiento Final..... 78

Ilustración 30 . Esquema del circuito térmico para la evaluación de los
muros..... 79

Ilustración 31. Ubicación de vivienda popular - estudio de caso 88

Ilustración 32 Plano arquitectónico de la vivienda seleccionada como
caso de estudio. 89

Ilustración 33. Fachada de casa habitación- estudio de caso 90

Ilustración 34. Ajuste de la temperatura - balance energético del edificio
para determinar las condiciones climáticas del exterior. Modificado de
Neila (2004)..... 91

Ilustración 35. Esquema metodológico para la evolución de la
temperatura interior Fuente: Neila (2004) 92

Ilustración 36. Datos particulares del uso de la vivienda. Estudio de caso
..... 98

Ilustración 37. Resistencia total obtenida para cada espesor de muro y
aislante térmico implementado 103

Ilustración 38 Resultados C.e.t. en muros de 10 cm – pruebas
experimentales 106

Ilustración 39. Resultados C.e.t. en muros de 12 cm – pruebas
experimentales 106

Ilustración 40. Resultados C.e.t. en muros de 12 cm – pruebas
experimentales 107

Ilustración 41. Comparativa del c.et. en las propuestas constructivas en
muros de 10, 12 y 15 cm, aplicando la metodología del Arquitecto Javier
Neila. 117

RESUMEN

En la actualidad una parte de la vivienda ofertada en el mercado inmobiliario en Aguascalientes ha sido enfocada en la producción de vivienda popular, la cual, por cuestiones constructivas, tiempos de ejecución, aspectos económicos y por disminuir lo menor posible el espacio interior se ha optado por la construcción de muros a base de block de concreto en medidas comerciales de 10 o hasta 12 cm. Sin embargo, dentro de las características del material se ha identificado que las viviendas carecer de cualidades térmicas, debido a la baja resistencia térmica del material. Es por ello que el presente trabajo de investigación integra una serie de experimentos, en donde a partir de diversos recubrimientos térmicos compatibles con las piezas de concreto, se edificaron modelos representativos de 40cm x 40 cm contruidos a base de block de concreto en espesores de 10, 12, 15cm, de los cuales se consideró para su fabricación, la aplicación de poliestireno expandido y extruido en su acabado exterior intermedio, como acabado final se aplicó repellado de mortero-arena de hasta 2 cm de espesor.

Las piezas fueron construidas a fin de comprobar su viabilidad de aplicación en fachadas para vivienda en serie en la ciudad de Aguascalientes, México.

Se determinó la resistencia total de los muros con y sin acabados intermedios según la norma NMX-C-460-ONNCCE-2009. Sin embargo, se comprobó que, al aplicar el poliestireno expandido y extruido en muros de 10, 12 y 15 su clasificación esta entre los rangos de habitabilidad según su resistencia total aplicando los acabados ya mencionados. Los muros se evaluaron de forma experimental con el método de circuito térmico por transferencia de calor, las pruebas se llevaron a cabo en laboratorio, por lo que las variables se contuvieron en una especie de caja, la cual permitió regular los datos para efectuar las pruebas. Los equipos empleados fueron una estación meteorológica. Se complemento la investigación con la metodología de Javier Neila, para la evolución de la temperatura interior, aplicada al estudio de caso de una vivienda de tipo popular al sur de Aguascalientes. La cual cumplía con la

condición de estar construida a base de block (muros 10cm espeso), y ser casa habitación en serie. Se ejemplifico a su vez lo que pasaría si los muros se presentaran no solo en 10 cm sino en 12 o 15 cm. Los resultados mostraron que al aplicar recubrimientos térmicos podría beneficiar la temperatura interior de 2°C hasta 3°C mejorando las características térmicas del espacio, cabe mencionar que las condiciones de las viviendas pueden verse beneficiadas o afectadas por aspectos como cantidad de personas que residen, edades, sexo, porcentajes de aberturas en puertas y ventanas, la orientación de la vivienda , asi como el consumo energético de los equipos electrodomésticos e iluminación.

PALABRAS CLAVE

Materiales térmicos, muros de block, resistencia térmica, vivienda popular, Evolución de la Temperatura interior.

ABSTRACT

Currently, a part of the housing offered in the real estate market in Aguascalientes, Mexico, has been focused on the production of popular housing, which, due to construction issues, execution times, economic aspects and to reduce the interior space as little as possible We have opted for the construction of walls based on concrete blocks in commercial measures of 10 or even 12 cm. However, within the characteristics of the material, it has been identified that the dwellings lack thermal qualities, due to the low thermal resistance of the material. That is why this research work integrates a series of experiments, where from various thermal coatings compatible with the concrete pieces, representative models of 40cm x 40 cm were built based on concrete blocks in thicknesses of 10 , 12, 15cm, of which the application of expanded and extruded polystyrene in its intermediate exterior finish was considered for its manufacture, as a final finish, mortar-sand plastering was applied up to 2 cm thick.

The pieces were built in order to verify their feasibility of application in series housing facades in the city of Aguascalientes, Mexico.

The total resistance of the walls with and without intermediate finishes was determined according to the NMX-C-460-ONNCCE-2009 standard. However, it was found that, when applying the expanded and extruded polystyrene in walls of 10, 12 and 15, its classification is among the ranges of habitability according to its total resistance applying the aforementioned finishes. The walls were evaluated experimentally with the thermal circuit method by heat transfer, the tests were carried out in the laboratory, so the variables were contained in a kind of box, which allowed regulating the data to carry out the tests . The equipment used was a meteorological station. The research was complemented with the methodology of Javier Neila, for the evolution of the interior temperature, applied to the case study of a popular type house south of Aguascalientes. Which met the condition of being built on the basis of block (I hope 10cm walls), and being

a serial house. In turn, it was exemplified what would happen if the walls were presented not only in 10 cm but in 12 or 15 cm. The results showed that applying thermal coatings could benefit the interior temperature of 2 ° C to 3 ° C by improving the thermal characteristics of the space, it is worth mentioning that the conditions of the houses can be benefited or affected by aspects such as the number of people who reside, ages, sex, percentages of openings in doors and windows, the orientation of the house, as well as the energy consumption of electrical appliances and lighting.





CAPÍTULO 1

INTRODUCCIÓN

CAPITULO I: INTRODUCCIÓN

1.1 PRÓLOGO

A largo de la historia se ha observado que las viviendas han evolucionado de acuerdo, a la época, costumbres, necesidades del usuario, situaciones económicas, industrialización de los materiales constructivos, e incluso se han adaptado para mitigar las inclemencias del clima.

De acuerdo con Leandro & Tatian (2011) el hombre puede percibe el confort térmico como la sensación de temperatura a través de la piel, relacionándola con diferentes condiciones del medio, como la temperatura del aire, la radiación, la humedad, movimiento de aire, y a su vez con el tipo de ropa y de la actividad que el individuo esté realizando en el espacio.

En las últimas 5 décadas según registros del World Bank Group en su portal sobre el cambio climático, se han experimentado variaciones de temperatura alarmantes a nivel mundial, en consecuencia, los registros arrojan que para México la media anual ha incrementado 0.6 °C desde 1960, obteniendo una tasa de 0.13 °C por década.

En estaciones secas con periodos entre marzo-mayo y diciembre-febrero se ha observado que el aumento en la tasa de temperatura es aún mayor, puesto que su promedio está entre los 0.18 a 0.20 °C. (World Bank Group, 2019)

Debido a las condiciones climáticas en algunas ciudades del mundo se consideran parámetros constructivos para mejorar la calidad térmica de las viviendas.

Por ejemplo, en ciudades como Bagdad, Irak, con climas secos y calurosos en verano, pero frio y con lluvias en invierno, se implementan métodos constructivos

a base ladrillos de barro de aproximadamente 35 cm de espesor, los cuales en conjunto con la losa mitigan las inclemencias del clima.

Por otra parte, en tundras al norte de Canadá en donde las condiciones climáticas alcanzan hasta los $-50\text{ }^{\circ}\text{C}$, la nieve es su principal fuente para la fabricación de espacios, los bloques toman medidas de hasta 50 cm de ancho que son colocados en forma de espiral, este proceso lleva como resultado a la construcción de semiesferas, las cuales garantizan que la superficie expuesta al viento sea mínima, y por consiguiente favorece al confort térmico del espacio interior.

Anteriormente en la ciudad de Aguascalientes se empleaban materiales constructivos como el adobe, los muros se construían desde 30 hasta 80 cm de espesor en viviendas, propiciando espacios frescos en el día y cálidos durante la noche.

Posteriormente aparece el uso del tabique rojo recocido, elaborado a base de tierra y algunos componentes naturales para llevarse directamente a los hornos, como se hacía en Londres y posteriormente en Norteamérica, pero en este caso fabricados de forma artesanal, los cuales continuamos empleados hasta la actualidad.

Sin embargo, se han dejado a un lado el uso de materiales como el tabique por la aplicación de prefabricados como el block de concreto, los cuales responden a una demanda de mercado que reduce los tiempos de ejecución, así como aspectos relacionados con el dimensionamiento de los predios y la disminución del lote a causa del aumento en el costo del predio. De acuerdo con ello es que la producción de vivienda en serie ha apostado por emplear el block en la edificación, no obstante, han sido materiales que por aspectos social, político y económico se han empleado olvidando la carencia de sus cualidades térmicas debido a su baja resistencia.

Para el caso de la ciudad de Aguascalientes según la clasificación climática propuesta por Köppen, ubica al estado en la categoría de clima semiárido. Con estos datos acerca de la clasificación asignada para Aguascalientes y basados en estudios anteriores por Víctor Olgyay en su libro Arquitectura y clima, acerca de la escala para índices de aislamiento, se determina que la exigencia para zonas cálido-árido y cálido húmedo con latitud entre lo 15° y 30° requieren una construcción pesada y maciza que pueda mitigar las variaciones entre los impactos diurnos y nocturnos en la edificación. (Olgyay, 1998)

Incluso en los últimos años CONAGUA ha obtenido resultados a cerca del aumento de la temperatura en el país, por lo que en su estudio acerca del cambio climático en 2016 mostro los siguientes resultados que podemos apreciar en la siguiente ilustración 1, en donde Aguascalientes se localiza en un intervalo de temperaturas máximas de los 30° hasta 35°C, incluyendo a su vez anomalías en la temperatura de 1° a 3° según registros previos. (CONAGUA, 2016)

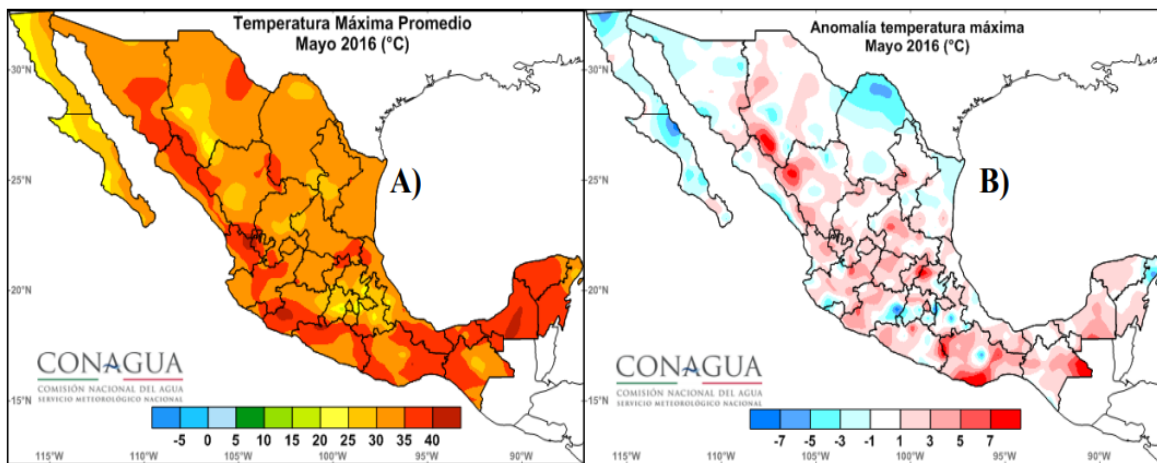


Ilustración 1. A) Temperatura máxima promedio. B) Anomalías de la temperatura en Mayo 2016. Fuente : CONAGUA (2016).

Con el planteamiento del cambio climático y la ausencia de reglamento o normativa enfocados en el confort térmico de las viviendas populares surge la

TESIS TESIS TESIS TESIS TESIS

necesidad de considerar materiales térmicos como recubrimientos en fachadas a fin de mejorar las condiciones de la temperatura interior de las casas.

Y por otra parte atender a la estrategia de generar en un futuro proyectos con alternativas pasivas desde las propuestas de diseño y asignación de materiales que favorezcan la inercia térmica del inmueble.

La producción de vivienda llegó a su máximo en la primera década del Siglo XXI, superando en algunos casos las 10 mil unidades por año, a pesar de que este periodo la inmigración y el crecimiento demográfico habían disminuido. Para 2010, la ciudad contaba con 192 mil viviendas habitadas y 33 mil deshabitadas, es decir, el 17% del total (Escobedo, 2018).

A pesar de que los resultados se tomaron hasta el 2010, es alarmante la cantidad de producción de vivienda que se está desarrollando en la ciudad de Aguascalientes, México, donde para su ejecución se dejan a un lado el confort térmico de los usuarios.

En el presente estudio se pretende demostrar que la aplicación de aislantes como el poliestireno extruido y expandido en muros de block es viable para su colocación en las fachadas de viviendas populares, a fin de mejorar sus condiciones climáticas al interior de los espacios.

1.2 OBJETIVOS

1.2.1 Objetivo General

Caracterizar la aplicación de recubrimientos térmicos como soluciones constructivas que respondan al cambio climático, aplicando materiales térmicos como acabado intermedio exterior, que favorezcan las características óptimas de confort térmico en viviendas en serie en el sector popular, construidas a base de block en Aguascalientes, a fin de aprovechar los componentes del sistema constructivo sin requerir la implementación de sistemas de calefacción dentro de las viviendas.

1.2.2 Objetivos Particulares

- A) Determinar la resistencia total conforme a la norma NMX-C-460-ONNCCE-2009 en muros de block de 10, 12 y 15 cm de espesor sin aplicación de recubrimientos térmico, para tomar un parámetro comparativo con los siguientes puntos a desarrollar durante la investigación.
- B) Caracterizar la resistencia total del método constructivos propuesto a través de la norma NMX-C-460-ONNCCE-2009 en muros de block de 10, 12 y 15 cm de espesor aplicando el recubrimiento térmico de poliestireno extruido y expandido.
- C) Determinar si los sistemas constructivos propuestos cumplen con la normativa mexicana sobre el factor R (Resistencia total) determinado para cada zona Geográfica, según lo marca la Norma Mexicana NMX-C-460-ONNCCE-2009.
- D) Comprobar la aplicación de las soluciones planteadas como estudio de caso en una vivienda popular ubicada en la ciudad de Aguascalientes, México, construida a base de block de concreto de la cual se deberán obtener los siguientes datos: características de los habitantes del inmueble

(Número personas, edades de los habitantes, sexo) características de la vivienda (orientación de la casa, dimensiones de ventanas y puertas, materiales en muros, pisos y losas) así como el consumo energético de la familia.

- E) Aplicar la metodología de Cálculo del Arquitecto Javier Neila "Evolución de la temperatura interior", por medio de cálculos matemáticos y generación de graficas para identificar los cambios generados en la temperatura interior de la vivienda estudio de caso con la aplicación de placas de poliestireno extruido o expandido en la fachada exterior.
- F) Revisar el mismo caso de estudio a través de la Metodología del arquitecto Javier Neila, proponiendo como pruebas complementarias el dimensionamiento de muros empleando block en su presentación de 12 y 15 cm, a fin de conocer que beneficios o consecuencias climáticas tendría el aumentar el espesor de los muros en la vivienda popular.
- G) Obtener del estudio de caso el coeficiente de estabilidad térmica para cada muro evaluado en sus diversas variables, bloques de concreto de 10, 12 y 15 cm, sin la aplicación de recubrimientos térmicos a partir de la metodología de evolución de la temperatura interior, por Javier Neila.
- H) Obtener del estudio de caso el coeficiente de estabilidad térmica para cada muro evaluado en sus diversas variables, bloques de concreto de 10, 12 y 15 cm, considerando la aplicación de la placa de poliestireno expandido o extruido, a partir, de la metodología de evolución de la temperatura interior, por Javier Neila.

1.3 JUSTIFICACIÓN

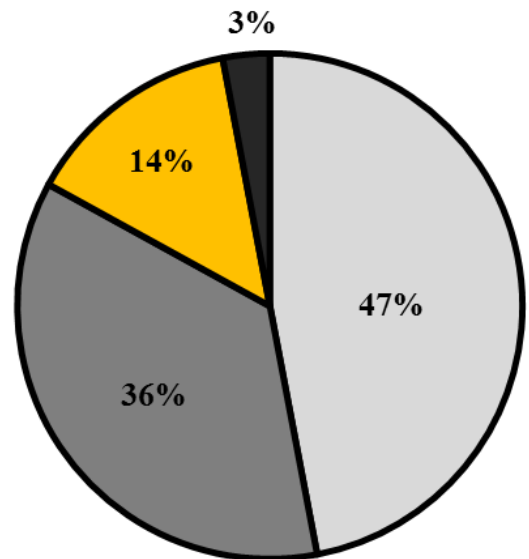
“Aquellas estructuras que, en un entorno determinado, reducen tensiones innecesarias aprovechando todos los recursos naturales favorecen el confort humano, pueden catalogarse como climáticamente equilibradas” (Olgyay, 1998).

La edificación de vivienda popular en Aguascalientes se ha ido modificando con el paso del tiempo sobre todo el dimensionamiento del inmueble, siendo la causa principal el aumento del costo en los lotes y en consecuencia la disminución del tamaño del terreno. Por lo que la selección de material ha sido determinante para no afectar el espacio interior.

A partir de lo anterior es que las desarrolladoras han partido por emplear bloques de concreto, para la producción de vivienda en serie, de la cual se han dejado a un lado aspectos como el confort térmico del usuario, obteniendo como resultado una serie de elementos carentes de cualidades térmicas, en donde se ha olvidado que debería cumplir con su función principal resguardar al humano de la hostilidad del clima, efectivamente las construcciones cumplen con la función de aislar y cubrir de fenómenos naturales, pero, los materiales empleados, las medidas propuestas, los recubrimientos en fachadas, no se han analizado para determinar si cumplen con los parámetros establecidos por la norma Mexicana NMX-C-460-ONNCCE-2009 “EL AISLAMIENTO TÉRMICO EN VIVIENDAS DENOMINADO VALOR R POR ZONAS PARA LA REPÚBLICA MEXICANA”, estos y otros aspectos térmicos son los que se cuestionan en esta investigación acerca de la edificación de vivienda en serie en Aguascalientes, México.

Por otra parte, en un estudio realizado por la Universidad Autónoma de Aguascalientes acerca de la adquisición de bienes inmuebles, se determinó que más del 40% de las personas adquieren su casa por compraventa, por lo que podemos interpretar que en su mayoría las viviendas adquiridas en realidad no se encuentran diseñadas o adaptadas para las funciones específicas de cada usuario hasta que éstas son posiblemente adaptadas por el comprador. (Solís, 1996)

- Compra
- Mandada a construir
- Auto construccion
- Otra forma
- No especificado



*Ilustración 2. Adquisición de viviendas particulares en el estado de Aguascalientes.
Fuente (Solis, 1996)*

Por otra parte, en el programa de desarrollo urbano de la ciudad de Aguascalientes 2040 versión 2018 evaluación 1, se plantea en uno de sus objetivos disminuir los niveles de producción de vivienda en serie, ante dicha propuesta, esta investigación podría aportar datos técnicos y métodos constructivos que beneficiarán el confort de las viviendas populares ya construidas, así como aportar nuevos parámetros constructivos que puedan ser punto de partida para la selección de materiales idóneos para la edificación de futuros inmuebles a fin de mejorar la temperatura interior en los espacios.

Por tal razón se proponen nuevas soluciones constructivas en el recubrimiento de fachadas con materiales térmicos como el poliestireno extruido o expandido, los cuales de diversos materiales comerciales presentan una compatibilidad con el método constructivo para muros a base de block comparados con otros materiales, por lo que dichas propuestas podrían favorecer las cualidades térmicas de las viviendas populares en Aguascalientes; si cada espacio está diseñado y planeado para el clima en el que se ubicará, por tanto, se obtendrían

viviendas con porcentajes de inercia térmica óptimos y en consecuencia se disminuiría la demanda del consumo energético.

1.4 HIPÓTESIS

Empleando aislantes térmicos como recubrimiento intermedio exterior en muros de block, aplicados en fachadas se obtendrán sistemas constructivos con mayor resistencia térmica y en consecuencia temperaturas interiores que permitan el confort térmico de los usuarios.

1.5 METODOLOGÍA

Para el desarrollo de este trabajo, se ha elegido una investigación de tipo explicativo, la información a documentar será de carácter cuantitativo, y parte de la investigación se desarrollará de forma experimental. A continuación, se desglosan las variables consideradas en el estudio.

Variables independientes

Como se observa en la tabla 1 estas serán las consignas para la fabricación de los muros, el factor que determinará el cambio en la muestra será la aplicación de los aislantes térmicos propuestos para las pruebas: **poliestireno extruido y poliestireno expandido**, y el espesor de los muros, por lo tanto, se trabajará con piezas de block de **10 cm, 12cm y 15 cm**.

A continuación, se muestra cómo se fabricarían las muestras de acuerdo con el orden y espesor asignados a los acabados intermedios y finales.

Tabla 1. Propuesta constructiva para las muestras

Acabado interior	Pintura blanca	-
Aplanado interior	Recubrimiento de mortero	1.00 cm de espesor
Muro estructural	Block de concreto	10,12,15 cm de espesor
Aislante térmico	-----	variable
Aplanado exterior	Recubrimiento de mortero	1.00 cm
Acabado exterior	Pintura blanca	-

Nota. El aislante térmico será el factor independiente de cada muro y los cuales se adjunta con su ficha técnica posteriormente.

Variables dependientes

Como variables dependientes, la evolución de la temperatura se considera en ambos costados de los muros, representando el lado de la radiación como el exterior, y el lado opuesto el interior.

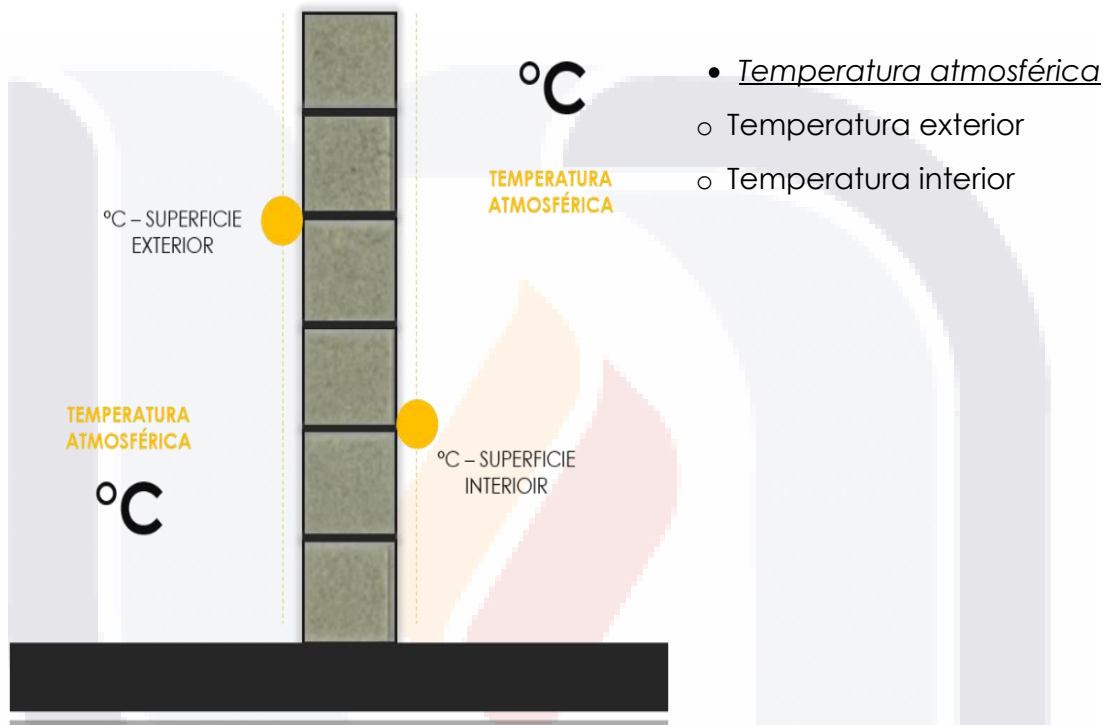


Ilustración 3. Temperaturas consideradas para el análisis de temperaturas. Fuente: autoría propia

A continuación, se muestran un resumen de las actividades a desarrollar para la metodología propuesta, obtención de datos y análisis experimental de las muestras.

- Documentar dentro de la literatura, los estudios científicos mas relevantes con respecto al análisis térmico de materiales y evolución de la temperatura interior en espacios habitables.

- b) Analizar los materiales térmicos, fabricados y disponibles actualmente en el mercado, para la ciudad de Aguascalientes.

Será necesario considerar características y proceso de aplicación, para determinar si todos los recubrimientos podrán ser viables para incorporarlos en muros de block.

- c) Fabricación de las muestras y diseño de los componentes para el control de la temperatura.

- d) Determinar el modelo de análisis para la recopilación de información.

Para obtener la resistencia térmica del sistema constructivo propuesto y su desfase de temperatura, se analizará por medio de un circuito por transferencia de calor.

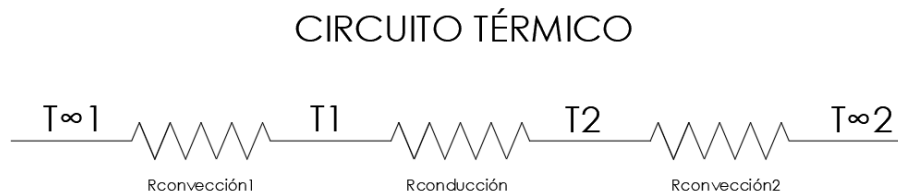


Ilustración 4. Circuito térmico para el cálculo de las resistencias en el muro. Fuente: Norma Oficial Mexicana 2011

- e) Determinar la resistencia total de los elementos constructivos propuestos, para identificar si cumplen los parámetros establecidos para cada zona geográfica de México según la norma (NMX-C-460-ONNCCE-2009)
- f) Realizar las pruebas experimentales en las muestras fabricadas para muros de 10, 12 y 15 cm, sin aplicación de aislantes térmicos

- g) Realizar las pruebas experimentales en las muestras fabricadas para muro de 10, 12 y 15 cm, aplicando los 2 recubrimientos térmicos: Poliestireno expandido y poliestireno extruido,
- h) Verificar a partir de las temperaturas obtenidas el coeficiente de estabilidad térmica (C.E.T.), para medir los efectos climáticos que se podrían producir al interior de un espacio con dichos resultados.
- i) Como complemento de la investigación se desarrolla la metodología de Javier Neila "Evolución de la temperatura interior", para ello se seleccionará una vivienda popular ubicada en la ciudad de Aguascalientes, la cual deberá cumplir con los siguientes parámetros: ser vivienda popular construida a base de block de concreto.

Para el cálculo de las temperaturas interiores se deberán calcular los siguientes aspectos:

- 1. Datos climáticos del sitio**
- 2. Datos del edificio (Habitantes, edades, m2, materiales y métodos constructivos)**
- 3. Datos de uso (en este caso es vivienda multifamiliar)**
- 4. Balance energético, para obtener este parámetro se deberá calcular los siguientes conceptos:**
 - a) Cargas internas
 - b) Ventilación higiénica
 - c) Ventilación térmica
 - d) Energía complementaria
 - e) Transmisión
 - f) Balance
 - g) Variaciones de la temperatura
 - h) Temperaturas interiores Finales.

CAPÍTULO 2

ESTADO ACTUAL DEL
CONOCIMIENTO



CAPITULO II: ESTADO ACTUAL DEL CONOCIMIENTO

2.1 INTRODUCCIÓN

Para este capítulo se revisa el estado actual del conocimiento en cuanto a metodología propuesta para la evolución de la temperatura interior en espacios, normatividad y aplicación de materiales térmicos.

A continuación, se resumen los principales artículos científicos, tesis y libros, que aportaron para el desarrollo de este trabajo de investigación.

2.2 CONFORT TÉRMICO

El confort térmico se define como “las condiciones de bienestar en el individuo, pero desde el punto de vista de las condiciones de temperatura y humedad de un determinado lugar. No obstante, además de la temperatura y humedad del aire se ha de evaluar el estado del movimiento del aire y la temperatura de las superficies envolventes del edificio” (Lozano, 2010, pág. 30), este concepto ha surgido con el pasar de la historia como una causa al consumo energético, por la falta de criterios de planeación, diseño y construcción de proyectos bioclimáticos.

En cada ambiente siempre existen factores que funcionan como parámetros térmicos según (Serra & Coch, 1995) los criterios a considerar en el confort térmico con los siguientes:

Ta - Temperatura del aire (°C): regula la sensación del calor por conducción, convección y respiración

Tr- Temperatura de la radiación (W/m^2) : media ponderada de las superficies que envuelven el cuerpo influye sobre los intercambios radiantes.

h- Humedad relativa del aire (gr/kg): modifica las pérdidas por evapotranspiración y humedad cedida con la respiración

v- Velocidad del aire (m/s): influye en la disipación por convección y en la velocidad de evaporación de la transpiración.

Si estos conceptos se consideran al inicio de la generación de un proyecto habitacional, las propuestas de diseño y materiales asignados se cambiarían por opciones más viables a fin de obtener viviendas con cualidades térmicas y confort humano.

2.3 SIMULACIONES DE MODELOS CON CUALIDADES TÉRMICAS

En una investigación realizada en la Universidad Politécnica de Madrid por Vicens et al. en (2018) sobre la inercia térmica y el aislamiento de viviendas en clima cálido-húmedo, se desarrollaron simulaciones por ordenador, en donde representaban una vivienda de aproximadamente 60m², al modelo se le aplicaron los parámetros según las características del clima de La Habana (Cuba). En el caso de este estudio se tomaron en cuenta factores como la orientación, humedad relativa, tipología de la construcción y ventilación de los espacios.

Previamente se desarrolló un análisis con las cualidades térmicas de los diversos materiales utilizados para la construcción de viviendas en La Habana.

En el caso de este estudio para la simulación de los modelos de vivienda se empleó un programa de simulación dinámica TRNSYS 16.1 (Transient Energy System Simulation Tool), el cual permitió diseñar un sistema de programación para el desarrollo de rutinas que permitieran analizar la evolución y cambios en la temperatura de las viviendas durante el día.

Por otra parte, en un estudio realizado para las condiciones climatológicas en la ciudad de Chihuahua, México, Herrera (2017), se diseñó un nuevo material, el cual lo denomina ISOBLOCK.



Ilustración 5. Módulos de Isoblock y Block de concreto convencional. Fuente (Herrera, 2017)

Se consideraron dos modelos físicos: el primero con block de uso comercial y el segundo muestreo lo desarrollo con la implementación de propuesta ISOBLOCK, considero para su investigación el factor de resistencia térmica ("R"), establecida por las Normas de Eficiencia Energética de México.

Su metodología consistió en comparar las dos propuestas constructivas para el análisis de modelos térmicos ideales en la edificación de vivienda en la ciudad de Chihuahua.

Las variables que se consideran para el estudio fueron la masa y la resistencia térmicas del material, las herramientas de medición fueron sensores tipo Hobo U12 marca Onset para el registro de la temperatura del aire interior y Hobo 008 marca Onset en el exterior, los cuales le permitieron medir la humedad relativa y la temperatura superficial.

Dichos equipos cumplieron con los requisitos de ISO 7726:1998, Clase I, esta norma establece los criterios para el uso de instrumentos que miden las magnitudes físicas de acuerdo con una ergonomía del entorno térmico.

En la segunda parte de la investigación se hizo uso de software para realizar simulaciones térmicas de los modelos, el programa empleado para la elaboración del material fue el Design Builder V4.5; finalmente el concluye satisfactoriamente la investigación puesto que sus resultados arrojan un coeficiente térmico óptimo para las piezas de ISOBLOCK , en donde menciona que "el uso de materiales con inercia térmico en invierno permiten almacenar calor durante el día lo cual es producto de un calor específico volumétrico." (Herrera, 2017)

2.4 MATERIALES ENVOLVENTES

"Para climas secos es recomendable considerar materiales con altos niveles de inercia térmica, en donde se mitiguen los cambios efectuados durante el día y la noche, por lo que es recomendable el uso de materiales como el ladrillo, piedra u adobe. Además, es necesario considerar que los envolventes de estos edificios deben estar aplicados con acabados en tonos claros para disminuir el porcentaje de radiación solar sobre la superficie." (Serra & Coch, 1995)

En una investigación para la vivienda de interés social en climas de algunas zonas de Ecuador desarrollada por Villacis y Ernest en 2018, se evaluaron los

TESIS TESIS TESIS TESIS TESIS

materiales que conforman el envolvente de dichas viviendas, para los cuales se desarrolló la siguiente metodología:

Una vez evaluados los materiales que pueden servir como envolvente en viviendas de interés social en climas de paramo andino, se procedió a determinar las propiedades térmicas de los materiales que cumplen con más de la mitad de los parámetros establecidos.

No se realizaron pruebas en metales ni vidrios, puesto que estos tienen alta conductividad térmica. Este procedimiento es válido para materiales que tengan algo de resistencia a la transferencia de calor. (Villacís & Ernesto, 2018)

Se efectuaron pruebas de transferencia de calor tipo placa caliente (ISO 8302) para comprobar las propiedades térmicas, de los materiales fabricados en la localidad.

Las pruebas fueron realizadas en el "Laboratorio de Ensayos Térmicos en Materiales y Elementos de Construcción" de la "Escuela Superior Politécnica del Litoral" la cual cuenta con un aparato de medición de tales características.

El aparato de origen alemán es el medidor de conductividad térmica λ -meter EP500 que sigue métodos de ensayo para la determinación de las propiedades de transmisión térmica en estado estacionario de muestras de aislamiento térmico con un calentador delgado de densidad de potencia uniforme con bajo flujo de calor lateral según criterios normativos de la ISO 8302.

El ensayo determina la conductividad térmica mediante la ley de Fourier. Para medir el flujo de calor de la muestra se coloca el material entre dos placas, cada una de ellas a diferentes temperaturas, una mantiene altas temperaturas y la otra placa está en estado de enfriamiento, se aplican transductores de flujo térmico (termopares) para medir el flujo de calor a través de la muestra.

La temperatura de las placas se registra y se ajusta cuando se alcanza un valor constante. Las condiciones de estado estacionario se producen cuando la cantidad de flujo de calor es igual en cada punto del sistema estratificado. Para

calcular la conductividad térmica, se usan las temperaturas de estado estacionario, el espesor de la muestra, el área medida del espécimen y el flujo de calor que se introduce en la placa caliente.

Sin embargo, en otra metodología propuesta por Sina Ellesser en estudio denominado "Investigación sobre climatización sostenible para arquitectura bioclimática", enfocado únicamente a su experimento sobre temperaturas en muros trombe, utilizo el uso de energía lumínica como radiación directa sobre el muro, desarrolló sus pruebas en laboratorio, el control de la energía y radiación fueron propuestas por ella en varios lapsos de tiempo desde 1 hr hasta 5 hr de radiación directa.

Para la recolección de la información utilizó instrumentos manuales: la temperatura con termómetros digitales Testo Sensor 110, y la velocidad del aire con anemómetros de Molinete testo 410. Con ello, se obtuvo una idea general del comportamiento del muro, pero, ya que el registro de datos era rudimentario, se decidió a utilizar una configuración más automatizada.



Ilustración 6. Propuesta experimental para el análisis de radiación en muros, empleando luz infrarroja. Fuente (Ellesser, 2019)

Por la cuestión de precisión en la obtención de datos se utilizó un sistema basado en Arduino, que integraba todas las medidas de 7 puntos del muro, y la velocidad del aire se registró con un anemómetro testo 405i Smart Probe de mejor precisión. Con ello, en todos los datos, se pudieron registrar en intervalos de tiempo de 2 segundos para un correcto análisis.

2.5 ANÁLISIS DE LA NORMATIVA

En el caso del cumplimiento de algunas normas para la edificación térmica de viviendas, se ha dejado a un lado, incluso por desconocimientos los constructores omiten el uso de ellas, por lo que en 2008 el Ing. Omar Cortés Portillo desarrolló la siguiente investigación "Análisis térmico de los sistemas constructivos comunes utilizados en techos y muros en vivienda versus la normatividad oficial en el tema, en los diversos bioclimas de México", donde desarrollo una comparación de la resistencia total obtenida por los sistemas constructivos, comprados con el valor r propuesto por la NORMA Oficial Mexicana NOM-018-ENER-2011 y los cuales los analizo por el método de transferencia de energía.

Comprobando así que en su mayoría los métodos constructivos empleados no cumplen con las Normas requeridas, y desafortunadamente no se hacen requisitos de la construcción futura. (Cortés, 2008)



CAPÍTULO 3

MARCO TEÓRICO



CAPÍTULO III MARCO TEÓRICO

3.1 INTRODUCCIÓN

Con objetivo de poder seleccionar un material térmico para la investigación se analizaron diversas opciones del mercado a fin de seleccionar las ventajas y desventajas de aplicarlos sobre las fachadas de block.

Por otra parte, se presenta información de todos los aspectos que determinan el confort térmico en las viviendas, y las características o propiedades de los materiales que favorecen la inercia térmica.

Así como la normativa y algunos aspectos a calcular para la campaña experimental.

3.2 ASPECTOS QUE INTERVIENEN EN EL COMPORTAMIENTO CLIMÁTICO DEL SITIO

La relación entre el clima y la arquitectura ha sido siempre íntima, estableciendo una dependencia entre los materiales, las técnicas, los sistemas constructivos y el diseño de los edificios con el clima. (Neila, 2004)

Cada sitio es característico por la determinación de factores climáticos que hacen del lugar algo particular, por lo tanto, para cada ubicación Javier Neila establece que se deberán considerar los siguientes rasgos para su evaluación

3.2.1 Latitud

A partir de la ubicación del sitio es la cantidad de radiación solar que pueden incidir en la superficie con respecto a los ángulos de reflexión. A partir de ello se clasifican en altas, medias y bajas.

En las latitudes altas la incidencia solar es mínima porque la radiación que recibe la superficie tiene un ángulo muy bajo, es por lo que las temperaturas en zonas polares son inferiores a los 0° C.

A diferencia de ellas los sitios de menor latitud reciben la incidencia solar de forma perpendicular y constante en cualquier época del año.

Para el caso de las latitudes medias su comportamiento está relacionado con las estaciones del año, por ejemplo, en verano reciben mayor incidencia solar causando altas temperaturas y en invierno su ángulo de incidencia en la superficie es menor.

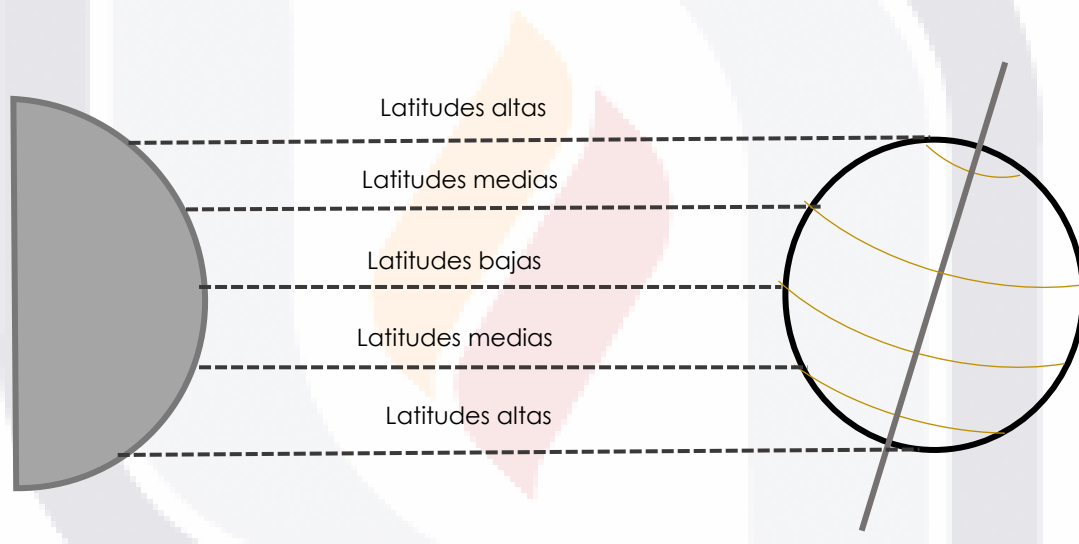


Ilustración 7. Esquema de latitudes. Modificado de (Neila, 2004)

3.2.2 Altitud.

Conforme el sitio se localiza sobre el nivel del mar, podría presentar una disminución en la temperatura atmosférica de hasta ½°C por cada aumento en latitud equivalente a 100 metros, incluso en climas secos el incremento es de 1°C.

Este efecto surge como consecuencia de la distancia tomada de la superficie o elemento que se va a calentar, por tal caso es que las zonas montañosas tienen temperaturas menores debido a los efectos del aire en la atmosfera.

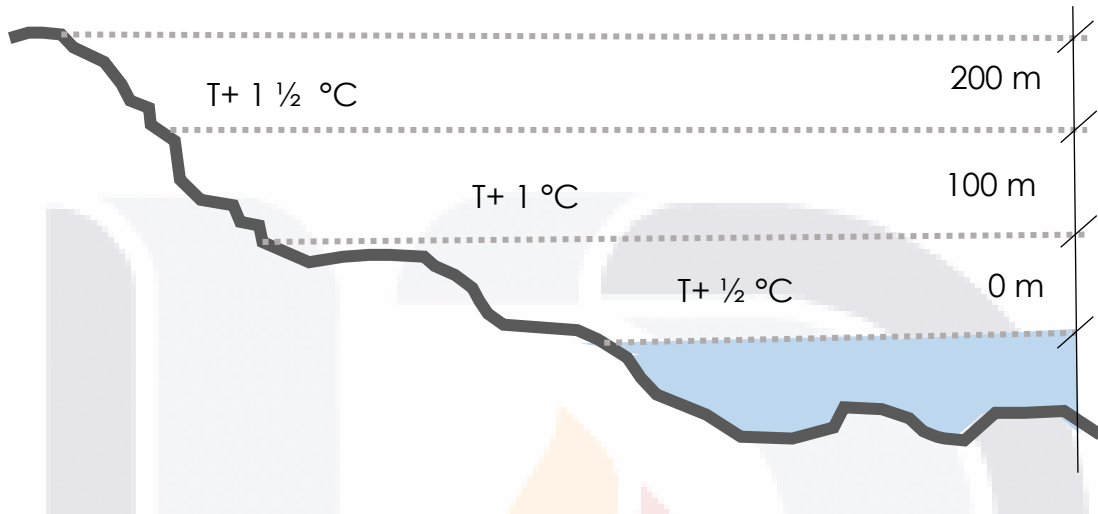


Ilustración 8. Aumento de la temperatura según el nivel del mar. Fuente: autoría propia

3.2.3 Continentalidad

La cercanía de un sitio con respecto al mar determina favorablemente o en contra en el sitio, para las zonas que se localizan cerca de la costa tiene climas con temperaturas relativamente moderadas durante el año, por tanto, no presentan cambios radicales durante el verano con altas temperaturas y en invierno temperaturas inferiores a 0°C.

El hecho de estar cerca de elementos masivos de agua permite que la energía solar radiada genere temperaturas moderadas por el movimiento fluido del líquido.

A diferencia de las zonas continentales en donde la superficie permite la captación de la energía, causando altas temperaturas por la radiación, acumulando ese porcentaje de calor en la atmosfera.

3.2.4 Orografía del sitio.

Analizar la orografía para un proyecto es determinante, a pesar de que la latitud del lugar sea la misma, este factor de elementos montañosos puede crear variantes en el estudio.

La presencia de elementos o características topográficas provoca la generación de microclimas en donde aspectos como la radiación solar y la dirección del viento, arrojan cualidades diversas, por ejemplo, como se muestra en la ilustración 9 la radiación recibida para el sitio A es menor a la que se percibe en la superficie del proyecto C, en donde las temperaturas durante el día van a ser más altas y bajas durante la noche.

Por otra parte, a la altitud que se encuentra B, podría tenerse mejores condiciones de ventilación, pero por las noches sus temperaturas se verían disminuidas a comparación de A, dado que A tendría temperaturas similares entre el día y la noche, ya que quizás no recibe demasiada energía, pero por tener elementos montañosos como protección los vientos no residen de manera negativa o, en consecuencia, no disminuyen más su temperatura.



Ilustración 9. Ejemplo de ubicaciones de un proyecto con respecto a la presencia de barreras montañosas. Fuente: autoría propia

3.2.5 Propiedades físicas de la atmosfera.

Estas propiedades son de las principales para el estudio del sitio de un proyecto, el análisis de los vientos, su dirección y velocidad, así como la orientación determinada por la radiación solar y la incidencia sobre las superficies.

Aunado a estos estudios se consideran factores como la temperatura del aire, la humedad y la presión atmosférica, todos ellos en conjuntos juegan el papel fundamental para determinar las características atmosféricas de un sitio y por lo tanto su influencia sobre el diseño y materiales constructivos del edificio.

3.2.6 Fenómenos meteorológicos.

Específicamente nos referimos al porcentaje de precipitación dado en un sitio, su frecuencia y diversas variantes (nieve, tormentas, huracanes etc.). A continuación, se muestran los porcentajes para determinar el porcentaje de nubosidad en un sitio.

Tabla 2. Porcentaje de nubosidad en la atmosfera. Fuente: Neila(2004)

< 0.2 %	0.2 % – 0.8 %	> 0.8%
día despejado	día cubierto	día nuboso

Es primordial recordar que estas características generalmente se dan en cierto radios y determinadas superficies, incluso esto se confirma con los datos arrojados por las estaciones meteorológicas, ya que los resultados serán diversos a pesar de que las estaciones se localicen en zonas cercanas.

3.2.7 Temperatura de la superficie del mar.

El movimiento de las masas marítimas provoca las diversas temperaturas en las costas, puesto que la corriente del mar puede llevar o dirigir las aguas cálidas o por el contrario las aguas frías, a otros sitios del planeta.

Por ejemplo, Europa recibe las corrientes cálidas del Golfo de México, beneficiándose por el movimiento de las masas oceánicas. Por otra parte, países de Sudamérica, como Chile tiene costas con aguas heladas, todo a causas por las corrientes del polo sur y las que derivan desde las costas de Asia.

3.2.8 La vegetación del sitio.

El hincapié por la reforestación en las ciudades no es capricho social, la influencia de la vegetación favorece en el confort hidrotérmico de una ciudad. Las zonas con altas áreas de construcción y vías de asfalto tienen altas ganancias de energía sobre las superficies, provocando altas temperaturas durante el día, además de disminuir los niveles de absorción y acumulación de agua en los mantos acuíferos, por la poca absorción a causa de la ausencia de vegetación.

La implementación de vegetación del sitio también es importante, pues no todas las especies responden a las mismas condiciones climáticas. Además, la respuesta a su entorno aporta climáticamente para el confort humano.

3.3 CARACTERISTICAS CLIMATICAS DE AGUASCALIENTES

Según los registros de INEGI Aguascalientes se ubica con una Latitud $23^{\circ}9'45.72''N$ $27^{\circ}47'56.76''N$ y una Longitud $101^{\circ}12'25.2''W$ $98^{\circ}25'17.76''W$.

A continuación, observamos en la Ilustración 10 que Aguascalientes se encuentra en la zona donde colindan los climas cálidos secos y semi cálidos templados, para estos casos es necesario considerar materiales constructivos que puedan conservar la energía calorífica durante el día para ser liberada al interior en las noches, y por consiguiente que en los periodos nocturnos no existan pérdidas de energía para conservar la climatización óptima del espacio.

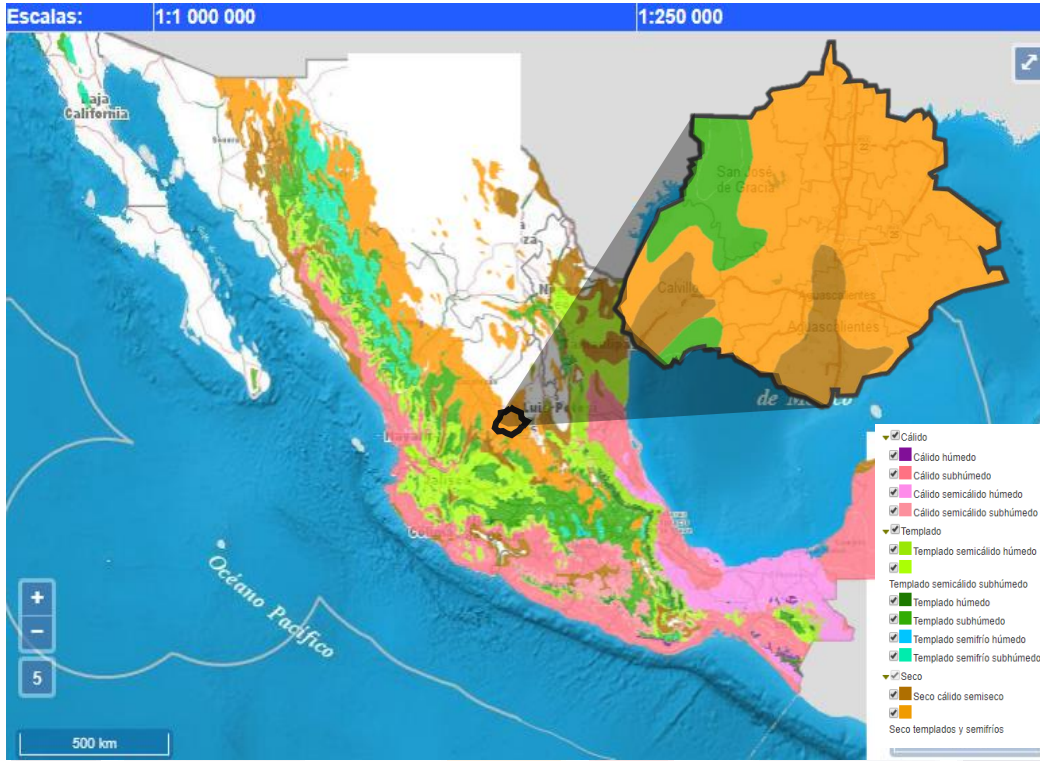


Ilustración 10. Ubicación y mapa climático para la ciudad de Aguascalientes. Modificado de INEGI (2019)

En el estado de Aguascalientes el clima semiseco es aproximadamente el 86% de su territorio, el 14% presenta clima templado húmedo localizado en el suroeste y noroeste del estado, ya que la sierra El Laurel y la Sierra Fría respectivamente, propician que la humedad aumente y la temperatura disminuya.

La temperatura más alta (30°C o más), se presenta en los meses de mayo y junio y la más baja, es alrededor de 4°C, en el mes de enero. Las lluvias son escasas y se presentan durante el verano.

La precipitación total anual es de 526 mm, aproximadamente un 80% del estado presenta una frecuencia de granizadas en un rango de 0 a 2 días anuales en los climas semiseco y templado. El 18% de la entidad tiene una frecuencia de heladas de 2 a 4 días al año. En el 2% restante el fenómeno es inapreciable. Las

granizadas no guardan un patrón de comportamiento bien definido, aunque están asociadas con periodos de precipitación. (INEGI, 2019)

3.3.1 Temperaturas registradas en los últimos meses para la ciudad de Aguascalientes.

La siguiente tabla muestra los datos mensuales de temperatura media máxima, temperatura media mínima y temperatura media de Aguascalientes. Se observa que el dato de temperatura máxima es de 22°C y la mínima de 4,3°C, con una variabilidad anual de aproximadamente 18°C.

Tabla 3. Temperatura mínima Promedio por Entidad Federativa y Nacional. Fuente: (CONAGUA, 2019)

Entidad	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Anual
Aguascalientes	4.8	7.1	8.7	9.4	12.6	15.7	14.2	13.4	12.2	11.3			
Baja California	8	6.5	9	13.2	14.3	17.6	18.5	20.9	18.8	13.6			
Baja California Sur	12.1	12.1	13	15.3	15.9	19.9	23.9	24.6	23.2	19.4			
Campeche	17.2	20	20.2	21.8	24.5	24	23	23.3	23.2	23.2			
Coahuila	6.4	9.6	12.1	14.5	19.8	21.5	21.7	23.4	21.2	15.5			
Colima	18.6	18	18.3	17.5	19.7	23.5	23.2	23.7	23.3	22.8			
Chiapas	16.4	17.4	18.2	19	21.1	21	20.4	20.6	20.6	20.6			
Chihuahua	1.8	4.1	6.9	8.7	12	16.7	18.3	18.4	16	11			
Ciudad de México	8.1	10.6	11.4	12.9	14	14.2	13	13.6	13.8	13.6			
Durango	2.6	5.4	7.1	8.3	10.1	15.5	15.3	16	14.3	11.5			
Guanajuato	6.4	8	10.3	10.9	13.9	15	13.6	13.9	13.3	13			
Guerrero	15.9	16.7	18.2	18.1	19.2	20	19.2	20.2	19.8	19.7			
Hidalgo	7.5	10.2	10.8	12.3	15.2	15.4	14.6	14.1	13.9	13.7			
Jalisco	7.9	9.5	10.9	11.2	14.2	17.6	16.5	16.9	16.6	15.8			
Estado de México	3	4.7	6.2	7.1	9	10.6	9.6	9.5	9.2	9.2			
Michoacán	8.1	9.8	11.3	11.3	14	15.7	14.7	14.5	14.3	14.2			
Morelos	10.1	12.6	15.4	15.3	16.8	17.3	16.1	15.9	16	15.9			
Nayarit	14.6	15.2	14.4	15.8	17.8	22.8	23.2	23.5	23.2	23			
Nuevo León	6.9	10.3	12.7	14	19.8	21.2	20.5	21.9	20.3	16.5			
Oaxaca	13.9	16.8	16.5	17.4	18.9	19.6	17.8	18.9	18.5	17.9			
Puebla	6.9	9.5	10.4	11.5	13.6	13.7	12.4	12.7	12.6	12.3			
Querétaro	8.5	10.3	12	13.6	16.8	16.5	14.9	16	14.9	14.2			
Quintana Roo	18.3	21.5	21.2	22.7	25.3	25.8	25.4	25.3	24.3	24.3			
San Luis Potosí	11.9	14.2	15.3	16.5	22.1	21.9	20.7	21.4	20.2	18.6			
Sinaloa	11.6	12	12.8	14.6	16.7	22.3	24.4	24.3	23.4	21.8			
Sonora	6	6.2	9.2	11.5	12.9	19.1	23.3	23.8	21.2	15.3			
Tabasco	18.8	20.7	20.8	22.1	25.1	24.6	23.6	24.3	23.9	23.6			
Tamaulipas	11.3	14.4	16.3	17.7	23.7	24.5	23.8	25	23.4	19.8			
Tlaxcala	2.2	4.8	6.3	7.7	9.7	11.2	9.5	9.2	9.3	9			
Veracruz	13.6	15.9	16.1	16.9	20.7	20.7	19.4	19.7	19.4	18.7			
Yucatán	16.1	18.8	19	20.7	23.4	23.9	22.6	22.9	23	22.7			
Zacatecas	3.9	6.2	7.7	8	10.9	14.7	13.7	14.1	12.9	11.4			
Nacional	8.8	10.6	12.2	13.7	16.6	19.3	19.6	20.2	18.9	16.2			

Nota: Valores en °C, pueden variar de acuerdo con actualización de la base de datos.

Tabla 4. Temperatura Máxima Promedio por Entidad Federativa y Nacional (CONAGUA,2019)

Entidad	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Anual
Aguascalientes	23.1	26.7	29.3	29.8	32.1	30.8	28.6	28.4	26.8	26			
Baja California	20.4	17.9	22.2	27.6	26.4	30.6	32.7	35.3	31.8	28.5			
Baja California Sur	25.2	24.7	27.6	29.7	29.2	33.1	35.4	34.5	33.6	31.9			
Campeche	29.4	33.2	33.5	35.6	37.7	35.8	35	35.3	34.3	33.2			
Coahuila	20.6	24.7	25.5	31.2	33	35	35.6	37.6	33.6	30.1			
Colima	33.2	33	34.1	33.3	33.8	35.2	35	34.5	33.9	32.9			
Chiapas	29.6	32.3	32.6	34	34.3	32.3	32.3	32.7	31.9	31			
Chihuahua	20.3	21.5	26	29	32.1	35.9	34.4	33.1	29.6	26.9			
Ciudad de México	22.7	25.6	27	27.4	28.7	25.9	24.7	26	25	24.6			
Durango	22.6	25.8	28.1	29.7	31.7	33.5	31.3	31.9	28.9	28			
Guanajuato	24.6	27.9	30.1	30.9	32.8	30.2	28.2	28.7	27.7	27.1			
Guerrero	20.9	32.6	33.7	33.6	34.2	32.9	32.2	32.6	31.8	31			
Hidalgo	23.4	27.9	28.1	30.5	32.1	28.5	27.6	28.6	26.9	26.3			
Jalisco	26.7	29.7	31.9	32.3	34.1	33.2	30.5	30.3	29.7	29			
Estado de México	21.6	24.4	26	26.4	27.7	24.8	23.2	23.4	22.6	22.3			
Michoacán	27	30.1	31.6	32.3	33.7	31.3	29.8	29.3	28.8	28.3			
Morelos	28.3	31.3	33.5	33.9	33.9	29.9	28.7	29.3	28.7	27.6			
Nayarit	31.3	32.1	34.4	34.7	35.6	37	35.9	33.8	33.6	33.3			
Nuevo León	21.5	26	26.1	31.3	33.2	35.1	35.3	37.6	32.5	30.2			
Oaxaca	28.3	31.8	32.3	33.8	34.6	31.9	30.8	31.7	31.2	29.4			
Puebla	23.4	26.8	27.5	29.3	30.6	27.8	26.9	27.9	26.8	25.6			
Querétaro	24.7	28.1	29.6	30.9	33.2	29.9	28.6	30.6	28.7	27.4			
Quintana Roo	29.6	31.9	32.7	33.6	34.9	35.4	36	35.5	35	33.2			
San Luis Potosí	24.8	29.4	29.2	34.5	36.3	35.1	34.6	36.6	33.3	31.4			
Sinaloa	29.3	29.5	32.6	33.9	35.3	37.6	37.6	36.1	34.6	34.6			
Sonora	23.1	22.5	27.7	31.3	32	38.2	38.6	37.9	34.3	32.2			
Tabasco	28.1	31.3	32	34.1	37.6	35	34.5	35.3	33.7	32.3			
Tamaulipas	23.4	27.6	28.1	32.5	34.8	36.2	36.1	38.1	34.3	31.3			
Tlaxcala	22.4	25.1	26.4	27.1	27.6	24.4	23.9	24.2	23.5	22.4			
Veracruz	24.1	27.9	27.8	30.8	33.7	31.7	31	31.9	30.3	28.5			
Yucatán	28.8	33	33.6	35.8	37.4	36.6	35.7	35.6	34.7	33.4			
Zacatecas	22.3	25.9	28.4	29.1	31.3	30.5	28.1	28.6	26.8	26.4			
Nacional	24.4	26.7	28.8	31.5	33	34.1	33.5	33.9	31.5	29.8			

Nota: Valores en °C, pueden variar de acuerdo con actualización de la base de datos.

Tabla 5. Temperatura Promedio por Entidad Federativa y Nacional (CONAGUA,2019)

Entidad	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Anual
Aguascalientes	14	16.9	19	19.6	22.3	23.2	21.4	20.9	19.5	18.6			
Baja California	14.3	12.2	15.6	20.4	20.4	24.1	25.6	28.1	25.3	21			
Baja California Sur	18.7	18.4	20.3	22.5	22.6	26.5	29.6	30	28.4	25.6			
Campeche	23.3	26.6	26.9	28.7	31.1	29.9	29	29.3	28.7	28.2			
Coahuila	13.5	17.1	18.8	22.8	26.4	28.3	28.7	30.5	27.4	22.8			
Colima	25.9	25.5	26.2	25.4	26.7	29.3	29.1	29.1	28.6	27.9			
Chiapas	23	24.8	25.4	26.5	27.7	26.6	26.3	26.7	26.3	25.8			
Chihuahua	11	12.8	16.4	18.9	22	26.3	26.4	25.8	22.8	19			
Ciudad de México	15.4	18.1	19.2	20.2	21.4	20.1	18.9	19.8	19.4	19.1			
Durango	12.6	15.6	17.6	19	20.9	24.5	23.3	23.9	21.6	19.8			
Guanajuato	15.5	18	20.2	20.9	23.4	22.6	20.9	21.3	20.5	20.1			
Guerrero	23.3	24.6	25.9	25.9	26.7	26.5	25.7	26.4	25.8	25.4			
Hidalgo	15.4	19	19.5	21.4	23.7	22	21.1	21.3	20.4	20			
Jalisco	17.3	19.6	21.4	21.8	24.2	25.4	23.5	23.6	23.1	22.4			
Estado de México	12.3	14.6	16.1	16.8	18.3	17.7	16.4	16.5	15.9	15.7			
Michoacán	17.5	19.9	21.5	21.8	23.9	23.5	22.3	21.9	21.5	21.2			
Morelos	19.2	21.9	24.4	24.6	25.4	23.6	22.4	22.6	22.4	21.7			
Nayarit	22.9	23.6	24.4	25.3	26.7	29.9	29.5	28.7	28.4	28.1			
Nuevo León	14.2	18.2	19.4	22.7	26.5	28.2	27.9	29.8	26.4	23.4			
Oaxaca	21.4	24.3	24.4	25.6	26.7	25.8	24.3	25.3	24.8	23.7			
Puebla	15.2	18.1	18.9	20.4	22.1	20.8	19.6	20.3	19.7	18.9			
Querétaro	16.6	19.2	20.8	22.3	25	23.2	21.7	23.3	21.8	20.8			
Quintana Roo	23.9	26.7	27	28.2	30.1	30.6	30.7	30.4	29.6	28.7			
San Luis Potosí	18.4	21.8	22.2	25.5	29.2	28.5	27.7	29	26.8	25			
Sinaloa	20.4	20.8	22.7	24.2	26	30	31	30.2	29	28.2			
Sonora	14.6	14.4	18.5	21.4	22.5	28.7	30.9	30.8	27.8	23.7			
Tabasco	23.5	26	26.4	28.1	31.3	29.8	29	29.8	28.8	27.9			
Tamaulipas	17.4	21	22.2	25.1	29.3	30.4	30	31.6	28.8	25.6			
Tlaxcala	12.3	14.9	16.4	17.4	18.6	17.8	16.7	16.7	16.4	15.7			
Veracruz	18.9	21.9	22	23.8	27.2	26.2	25.2	25.8	24.9	23.6			
Yucatán	22.5	25.9	26.3	28.3	30.4	30.2	29.1	29.2	28.9	28.1			
Zacatecas	13.1	16	18	18.5	21.1	22.6	20.9	21.3	19.9	18.9			
Nacional	16.6	18.7	20.5	22.6	24.8	26.7	26.5	27	25.2	23			

Nota: Valores en °C, pueden variar de acuerdo con actualización de la base de datos.

3.4 MATERIALES EMPLEADOS PARA LA EDIFICACIÓN DE VIVIENDA EN AGUASCALIENTES.

La construcción de vivienda en Aguascalientes según registros de CONAVI durante los años 2010, 2011, 2012, el tipo de vivienda desarrollado en el estado fue el de interés social, obteniendo porcentajes de 83%, 78% y 75% con respecto a cada año. (*Periódico Oficial del estado de Aguascalientes*, 2014)

En general la vivienda en Aguascalientes ha presentado porcentajes de buena calidad en cuanto a la edificación de vivienda, al menos el 40.47% de la vivienda en Aguascalientes tiene piso a base de concreto, el 57.69% presenta materiales como piso de madera, porcelánico, u otros recubrimientos, mientras que el resto su piso es tierra o no especificaron ninguno de los anteriores.

Para el caso de losas y cubiertas, las viviendas en Aguascalientes son construidos en gran parte por losas de concreto o viguetas con bovedilla, las cuales representan un 94.86 %, mientras que el resto de las viviendas, sus cubiertas con de lámina, madera, o paja.

Tabla 6. Viviendas particulares habitadas y su distribución porcentual según resistencia de materiales para techos por Municipios de Aguascalientes

Municipio	Viviendas particulares habitadas 1	Resistencia de los materias en techos				
		Material de desecho o lámina de cartón	Lámina metálica, lámina de asbesto , palma , paja , madera o tejamanil	Teja o terrado con vigería	Losa de concreto o viguetas con bovedilla	Material no especificado
Total	293,024	0.14	4.22	0.54	94.86	0.24
Aguascalientes	205,731	0.12	2.09	0.31	97.24	0.23
Asientos	9,841	0.55	23.19	1.24	74.75	0.27
Calvillo	12,831	0	0.99	0.49	98.52	0
Cosío	3,246	0	7.79	0.25	91.96	0
El Llano	4,010	0.6	45.86	0.95	52.49	0.1
Jesús María	22,703	0.2	3.22	0.85	95.4	0.33

(INEGI, Cuestionario ampliado del censo de población y vivienda, 2010)

Y finalmente lo que respecta a muros, que en su caso es el dato que nos compete para este estudio, son edificados en un 92.32% con tabique, block de concreto, piedra o concreto, por otra parte, para el uso de materiales

vernáculos como el adobe constituyen un 7.2% de vivienda edificadas con este método, y para otros materiales no considerados estructurales se designa el porcentaje restante.

Tabla 7. Viviendas particulares habitadas y su distribución porcentual según resistencia de materiales para muros por Municipios de Aguascalientes.

Municipio	Resistencia de los materias en paredes				
	Material de desecho o lámina de cartón	Embarro o bajareque , lámina de asbesto o metálica, carrizo, bambú o palma	Madera o adobe	Tabique, ladrilo, block, piedra, cantera , cemento o concreto	Material no especificado
Total	0.04	0.22	7.24	92.32	0.17
Aguascalientes	0.04	0.28	2.68	96.83	0.16
Asientos	0	0.18	49.34	50.47	0
Calvillo	0.19	0.1	13.34	86.37	0
Cosío	0.06	0.15	36.01	63.77	0
El llano	12	0.1	59.28	40.4	0.1
Jesús María	0	0	5.61	94.06	0.33
Pabellón de Arteaga	0	0.09	10.42	89.32	0.18
Rincón de Romos	0	0.08	15.21	84.11	0.6
San Francisco de los Romo	0	0.09	5.79	93.82	0.3
San José de Gracia	0.13	0	45.76	54.12	0
Tepezalá	0	0.24	10.66	89.1	0

(INEGI, Cuestionario ampliado del censo de población y vivienda, 2010)

3.5 ACONDICIONAMIENTO TÉRMICO EN LOS ESPACIOS HABITABLES

Para la construcción de vivienda sería indispensable, que al inicio del proyecto proyectos se evaluaran las condiciones de confort en el espacio interior. Esto daría como resultado sistemas pasivos que fomenten la importancia de considerar materiales con aportación térmica a la envolvente.

Sin embargo, se ha descuidado o por cuestiones de recurso es difícil que algunos sectores de la sociedad accedan a este tipo de análisis o estudios, pero no rechaza la posibilidad de que la vivienda en serie también sea considerada y evaluada con análisis energéticos previos a su construcción.

3.5.1 Confort térmico en la edificación

El confort térmico está asociado a una serie de componentes: características del sitio, métodos constructivos, selección de materiales, incluso con el tipo de usuarios y el consumo energéticos de las viviendas

Para determinar el rango de confort para la ciudad de Aguascalientes, se empleó la formula Steve Szokolay. Los parámetros asignados en las temperaturas máximas y mínimas fueron tomados de la tabla 5 y 6

A continuación, se muestran los limites máximo y mínimos para la zona de Aguascalientes.

$$\begin{aligned}
 & \mathbf{T_n = (T_{ma} * 0,31) + 17,60} \\
 & T_n = (19,54 * 0,31) + 17,60 = 23,65 \text{ }^\circ\text{C} \\
 & \mathbf{ZC_{min} = T_n - 2,5} \\
 & ZC_{min} = 23,65 - 2,5 = 21,15 \text{ }^\circ\text{C} \\
 & \mathbf{ZC_{max} = T_n + 2,5} \\
 & ZC_{max} = 23,65 + 2,5 = 26,15 \text{ }^\circ\text{C}
 \end{aligned}$$

Donde:

T_n = Temperatura neutra (°C)

T_{ma} = Temperatura media anual (°C)

ZC_{min} = Límite de confort térmico mínimo (°C)

ZC_{max} = Límite de confort térmico máximo (°C)

Con este pequeño calculo podemos determinar que el promedio de temperaturas medias obtenido por las tablas anteriores para la ciudad de Aguascalientes está en un parámetro para la zona de confort va desde 21,15 °C hasta 26,15°C. Estos parámetros nos permitirán medir a futuro si las temperaturas obtenidas por los experimentos entran en el rango propuesto.

3.5.2 Cualidades de los materiales que intervienen en el confort y la temperatura interior de un espacio

Todos los materiales tienen características y factores físico-térmicos, que gracias a ellos permiten evaluar su comportamiento acorde a la aportación generada en los espacios, con lo que respecta a continuación se adjuntan los factores a considerar para la evaluación térmica de los materiales.

a) INERCIA TÉRMICA.

Se entiende como inercia térmica a la capacidad que tienen los materiales para conservar la energía, para posteriormente ser liberada gradualmente.

Para el caso de la edificación la forma de evaluar la inercia térmica, que tienen los envolventes, está dado por el tiempo acumulado de energía, por ejemplo durante la noche el frío se almacena para ser liberado durante el día y sentir un ambiente fresco durante las horas de actividad diurna, de esta forma durante el día se acumula el calor para ser liberado durante la noche, sin embargo no todos los sistemas constructivos pueden aportar este fenómeno "a mayor inercia térmica, mayor estabilidad térmica obtenida".

Para el comportamiento de un envolvente con temperaturas controladas Menjívar & Roberto, en su artículo sobre arquitectura bioclimática proponen la siguiente alternativa para resistencia térmica en las fachadas de un edificio: (Considerando que estas características solo aplican para la latitud norte)

- I. **Fachada norte:** resistencia térmica (aislamiento).
- II. **Fachada este y oeste:** resistencia e inercia térmica.
- III. **Fachada sur:** una combinación de inercia térmica para acumular ahí calor y transparencia para la captación directa.

(Menjívar & Roberto, 2015)

b) CONDUCTIVIDAD TÉRMICA – VALOR K

Es el tiempo que emplea el flujo de calor en estado estable al atravesar una unidad de área de un material homogéneo inducido por una unidad de gradiente de temperatura en una dirección perpendicular a esa unidad de área, W/m·K.

$$k = q \frac{L}{\Delta T}$$

En donde,

L – Grosor del espécimen (m)

T – Temperatura (K)

q – Velocidad del flujo de calor (W/m²)

c) RESISTENCIA TÉRMICA – VALOR R

La Resistencia térmica es la diferencia de temperatura, en estado estable, entre dos superficies definidas de un material o construcción que induce una unidad de velocidad de flujo de calor al atravesar una unidad de área, K·m²/W.}

$$R = \frac{\Delta T}{q} = \frac{L}{k}$$

Según la definición, el valor de la resistencia térmica puede determinarse dividiendo el espeso del material entre la conductividad térmica del espécimen.

d) CONDUCTANCIA TÉRMICA – VALOR C

La Conductancia térmica es el tiempo que emplea el flujo de calor en estado estable al atravesar una unidad de área de un material o construcción inducido por una unidad de diferencia de temperatura entre las superficies del cuerpo, en W/m²·K. El valor C, por lo tanto, es el recíproco del valor R y puede ser expresado por la siguiente ecuación.

$$C = \frac{q}{\Delta T} = \frac{1}{R} = \frac{k}{L}$$

Consecuentemente, el valor de la conductancia térmica puede calcularse dividiendo la conductividad térmica entre el grosor del espécimen.

e) **ALBEDO.**

En todos los materiales es necesario considerar varias características, como por ejemplo: su color, textura, o apariencia, puesto que factores como estos pueden influir en los porcentajes de energía reflejada, radiada o transmitida al interior, en el momento que una superficie recibe la radiación solar.

Por lo tanto, se define albedo o reflectancia solar, como el porcentaje de la energía solar reflejada por una superficie.

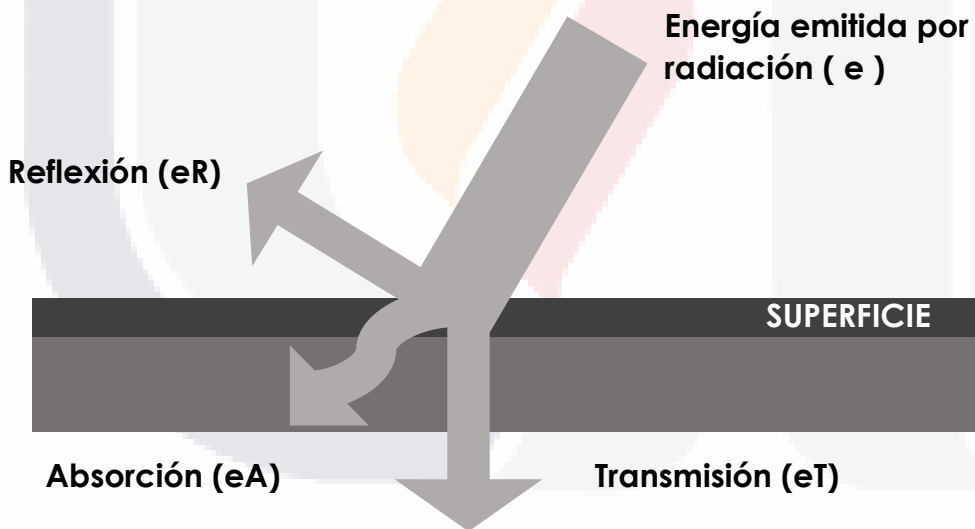


Ilustración 11. Esquema para la evaluación de la energía radiada sobre una superficie.

Por lo tanto, entendemos que la energía radiada es igual a la suma de la energía absorbida por la superficie, la energía transmitida y finalmente la energía de reflexión que se emite nuevamente hacia la atmósfera.

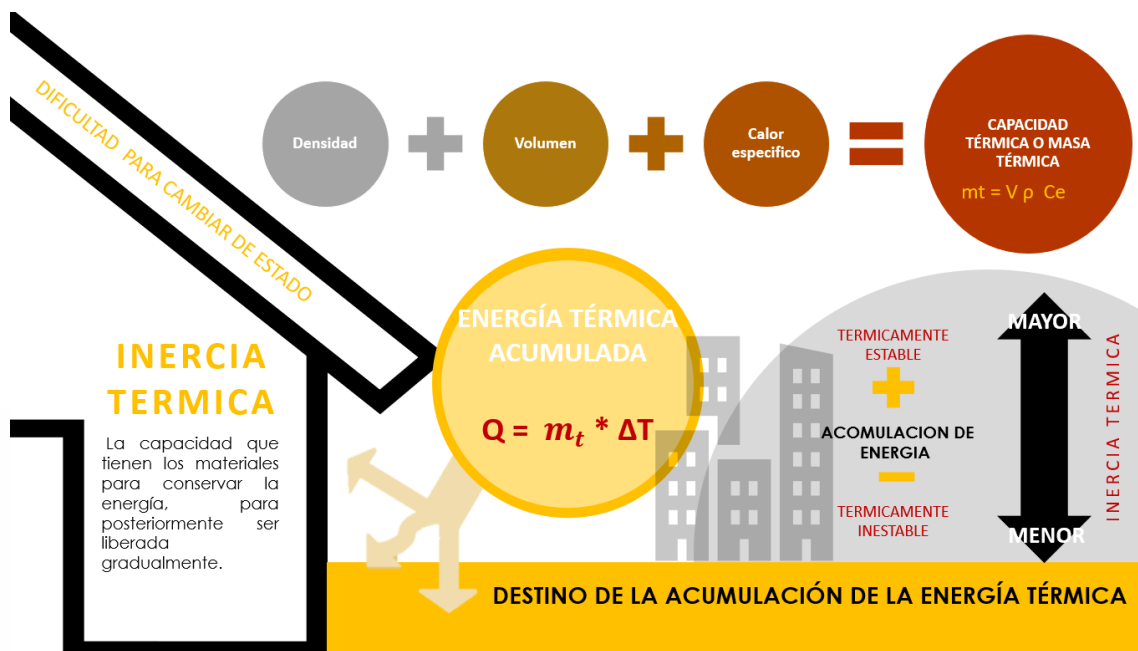


Ilustración 12. Esquema de la acumulación de energía. Fuente: autoría propia

En la tabla 10 se pueden observar los porcentajes de absorción y reflexión para diversos materiales, para el caso de esta investigación, es de interés los valores para el color blanco y el concreto.

Tabla 8. Porcentajes de absorción y reflexión en materiales (Gonzalo, 2003)

Material	Coefficiente de absorción	Coefficiente de reflexión
Color Blanco	0.20	0.80
Cobre	0.52 – 0.50	0.48 – 0.50
Cromo pulido	0.40 – 0.30	0.60 – 0.70
Cromo mate	0.48 – 0.45	0.52 – 0.55
Esmalte blanco	0.25 – 0.35	0.65 - 0.75
Estuco blanco viejo	0.70 – 0.40	0.30 - 0.60
Estuco blanco seco nuevo	0.30 – 0.20	0.70 – 0.80
Concreto viejo	0.95 – 0.85	0.05 – 0.15
Concreto nuevo	0.60 - 0.50	0.40 – 0.50
Ladrillo nuevo	0.90 – 0.70	0.10 – 0.30
Ladrillo viejo	0.95 – 0.85	0.05 – 0.15
Madera de roble claro	0.60 - 0.50	0.40 – 0.50

Madera de roble oscura	0.85 – 0.60	0.15 – 0.40
Madera caoba o nogal	0.85 – 0.60	0.15 - 0.40
Madera clara	0.45 – 0.35	0.55 – 0.65
Mármol pulido	0.70 – 0.29	0.30 – 0.71
Níquel pulido	0.47 – 0.37	0.53 – 0.63
Níquel mate	0.45 – 0.40	0.55 – 0.63
Oleo blanco	0.25 -0.15	0.75 – 0.85
Plata pulida	0.12 – 0.07	0.88 – 0.93
Seda blanca	0.70 – 0.62	0.29 – 0.38
Vidrio claro de 2 – 4 mm	0.94 – 0.92	0.06 – 0.08
Vidrio prensado de 3 - 6 mm	0.93 – 0.76	0.07 – 0.24
Vidrio opalino verde de 2 – 3 mm	0.40 - 0.34	0.60 – 0.66
Color negro ébano	0.96	0.04

3.6 LA PROPAGACIÓN DEL CALOR EN LOS MATERIALES.

La conservación de la energía de forma pasiva es generada por la aplicación de elementos que permiten aislarla dentro del edificio sin generar pérdidas exhaustivas, por lo que la planeación de proyectos bioclimáticos genera la disminución de equipos de acondicionamiento eléctrico.

Para efectuarse una transferencia de energía es necesario que dos elementos tengan temperaturas diversas para así ceder o generar cambios en el estado de la materia. Estas transferencias de calor deben cumplir con dos de los principios de la termodinámica.

- I. El intercambio se produce por el cuerpo con mayor temperatura al cuerpo con menor temperatura.
- II. La cantidad de calor cedida por un elemento debe ser absorbida por el otro.

3.6.1 Factores para la propagación del calor

Debemos recordar previamente que el calor es una forma de energía que representa el potencial o la capacidad para realizar un trabajo, por lo que se mide en la misma unidad que el trabajo (Joule).

$$1 \text{ J} = 1 \text{ N} \cdot \text{m} = \left(\text{kg} \cdot \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \right) \cdot \text{m} = \frac{\text{kg} \cdot \text{m}^2}{\text{s}^2}$$

Por lo tanto, 1J es igual a la unidad de fuerza (Newton) sobre la unidad de longitud (metro).

La cantidad de calor que absorbe un cuerpo es directamente proporcional a su masa, a la variación de la temperatura y al calor específico de la sustancia.

$$Q = m * C_e * \Delta t$$

Para que la transferencia de energía se pueda llevar a cabo es necesario que la programación del calor se efectuó de tres formas: por radiación, por convección o por conducción.

RADIACIÓN

Es la emisión y transporte de la energía de ondas electromagnéticas las cuales sin algún medio material permiten proyectarse de una superficie de mayor temperatura a otra, a través del vacío.

La energía por radiación percibida por los materiales o por algún cuerpo va a depender del porcentaje de absorción, así como de su capacidad de reflexión, ya que a partir de ello las temperaturas generadas en la superficie del elemento pueden varían según su composición y características físicas.

La fórmula para calcular el coeficiente de radiación ($W/m^2 * ^\circ C$) es la siguiente:

$$h_r = 4 * \epsilon * \sigma (273.15 + Tm)^3$$

En donde

- h_r = coeficiente de radiación
- ε = emisividad de la superficie
- σ = constante de Stefan-Boltzmann = $5.66 \times 10^{-8} \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}^4$

CONDUCCIÓN

Es el flujo de energía que se produce a través de la unidad de material, cuando existe una diferencia de temperaturas entre sus dos extremos, ya sea diversos cuerpos o el mismo afectado por diversas temperaturas.

La conductividad térmica se mide en $\text{W/m} \cdot ^\circ\text{C}$. La ley que rige este fenómeno en un sólido isótropo es la ley de Fourier.

$$\frac{\Phi_c}{A} = \lambda * \frac{\partial T}{\partial d}$$

Indica el flujo de la energía que pasa a través de una unidad de superficie de un material con cierto espesor, en dirección normal a ella, dado que sus caras están a una diferencia de temperatura.

CONVECCIÓN

Es el medio de transferencia de calor en donde interfiere una superficie y un fluido. Esta transferencia está básicamente dada por el movimiento mismo de las masas, por lo que podemos definir dos tipos de convecciones, la natural y la provocada, como su nombre lo dice la primera se da de forma natural, por el mismo movimiento de la materia, sin embargo, el segundo caso ha tenido afectaciones por el uso de sistemas automatizados como lo es un ventilador.

3.7 EL AISLAMIENTO TÉRMICO EN VIVIENDAS DENOMINADO “VALOR R” POR ZONAS PARA LA REPÚBLICA MEXICANA.

Según la Norma (NMX-C-460-ONNCCE-2009) determina que el Valor R o resistencia térmica total de un elemento, es la suma de las resistencias superficiales, interna y externa, esta suma es el inverso del coeficiente total de transmisión de calor “k” y por lo tanto sus unidades son m²K/W.

Esta norma mexicana “industria de la construcción-aislamiento térmico-valor R para las envolventes de vivienda por zona térmica para la república mexicana-especificaciones y verificación” ha establecido parámetros para el control y determinación de factores térmicos según sus condiciones climáticas. (Norma Oficial Mexicana, 2011)

2



Ilustración 13. Zona térmica para Aguascalientes según la norma NMX-C-460-ONNCCE-2009. Fuente: Norma Oficial Mexicana 2011

Por lo que a continuación se muestra la clasificación climática y la zonificación propuesta para la república mexicana. Así como los valores propuestos para el valor R, según sus características. Se proponen la resistencia térmica mínima, optima, y la ideal para el ahorro de energía.

Tabla 9. Zonas Térmicas de la República Mexicana. Fuente: Norma Oficial Mexicana 2011

Estado	Localidad	Zona Térmica
Aguascalientes	Aguascaliente	3B
Baja California	Ensenada	3C
	Mexicali	2
	Tijuana	3B
Baja California Sur	La Paz	2
	Los Cabos	2
Campeche	Campeche	1
	Cd.del Carmen	1
Coahuila	Matamoros	2
	Monclova	2
	Piedras Negras	2
	Saltillo	3B
Colima	Torreón	2
	Colima	1
Chiapas	Manzanillo	1
	Comitán	2
Chiapas	San Cristóbal	1
	Ocosingo	2
	Tapachula	1
	Tonalá	1
Chihuahua	Tuxtla Gutiérrez	1
	Chihuahua	3B
	Cuahtémoc	4B
	Hidalgo del Parral	3B
	Juárez	3B
Durango	Nuevas Casas	3B
	Durango	3B
Guanajuato	Lerdo	2
	Acambaro	3A
	Celaya	2
	Dolores Hidalgo	3A
	Guanajuato	3A
	Irapuato	2
	León	3A
	Pénjamo	2
	Salamanca	2
	San Felipe	3A
	San Miguel de Allende	2
	Silao	3A
	Valle de Santiago	3B
Guerrero	Acapulco	1
	Chilapa	3A
	Chilpancingo	2
	Iguala	1
	Taxco	2
Hidalgo	Zihuatanejo	1
	Pachuca de Soto	4B
	Tula de Allende	3A
	Tulancingo	4A

Tomar de referencia estos factores permitirá, evaluar los métodos construidos con y sin aislamiento en muros para vivienda en la ciudad de Aguascalientes. Y así que las propuestas diseñadas cumplan con los criterios mínimos establecidos por la norma mexicana.

Tabla 10. Resistencia total "Valor R" de un elemento envolvente . Fuente: Norma Oficial

Zona Térmica No.	Techos m ² K / W (ft ² h °F /BTU)			Muros m ² K / W (ft ² h °F /BTU)			Entrepisos Ventilados m ² K / W (ft ² h °F /BTU)		
	Mínima	Habitabilidad	Ahorro de Energía	Mínima	Habitabilidad	Ahorro de Energía	Mínima	Habitabilidad	Ahorro de Energía
1	1,40 (8,00)	2,10 (12,00)	2,65 (15,00)	1,00 (5,70)	1,10 (6,00)	1,40 (8,00)	NA	NA	NA
2	1,40 (8,00)	2,10 (12,00)	2,65 (15,00)	1,00 (5,70)	1,10 (6,00)	1,40 (8,00)	0,70 (4,00)	1,10 (6,00)	1,20 (7,00)
3A, 3B y 3C	1,40 (8,00)	2,30 (13,00)	2,80 (16,00)	1,00 (5,70)	1,23 (7,00)	1,80 (10,00)	0,90 (5,00)	1,40 (8,00)	1,60 (9,00)
4A, 4B y 4C	1,40 (8,00)	2,65 (15,00)	3,20 (18,00)	1,00 (5,70)	1,80 (10,00)	2,10 (12,00)	1,10 (6,00)	1,80 (10,00)	1,90 (11,00)

Nota 4: 1 m² K / W = 5,68 ft² h °F / BTU

Mexicana 2011

Para el caso de esta investigación los parámetros que nos competen son los respectivos a las columnas de muros, en este caso Aguascalientes se localiza en la zona térmica 3B, por lo que los datos a considerarse están resaltados dentro de la tabla 10.

3.7.1 Análisis para la transferencia de calor en muros, circuito térmico.

La metodología para obtener el valor R de un elemento constructivo, ya sea losas o muros se desarrollará de la siguiente forma:

El análisis para la obtención de estos resultados es el método simplificado de ampliación manual, especificado por la norma NMX-C-460-ONNCCE-2009

El cual consiste en la suma de resistencias por material que compone el elemento constructivo, el procedimiento debe ser evaluado como se muestra en el esquema y respondiendo según los parámetros propuestos a continuación.

Es importante considerar que en el caso de incluirse materiales aislantes se anexara la conductividad y su resistencia térmica.

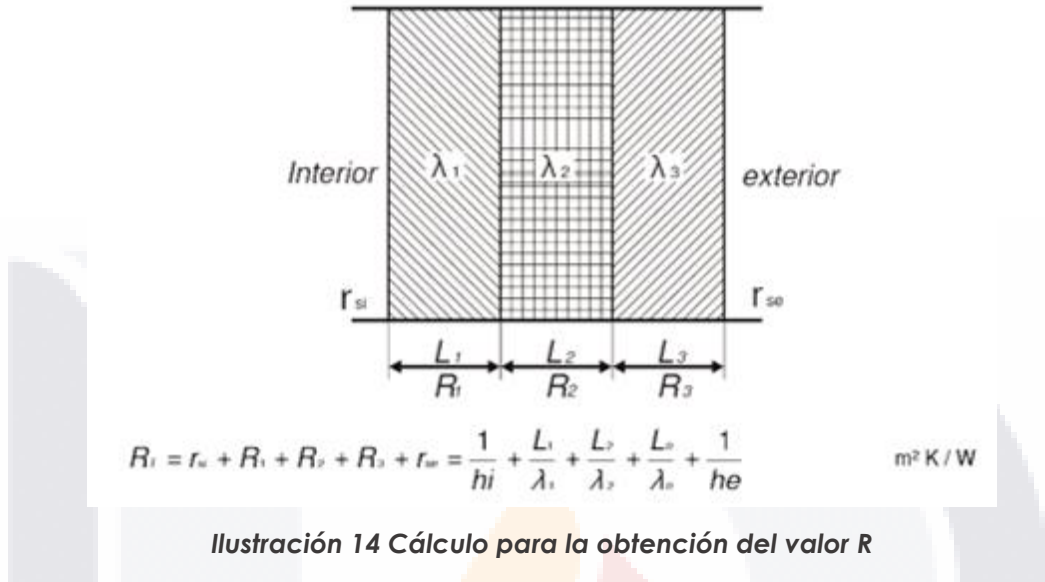


Ilustración 14 Cálculo para la obtención del valor R

entonces:

$$K = \frac{1}{R_t} = \frac{1}{\frac{1}{hi} + \frac{1}{he} + \frac{L_1}{\lambda_1} + \frac{L_2}{\lambda_2} + \frac{L_3}{\lambda_3}} \tag{A.2}$$

donde:

- K es el coeficiente de transmisión térmica, en $W/m^2 K$
- L es el espesor de la capa del material en el componente, en m
- λ es la conductividad térmica del material obtenida de valores tabulados, reportes del fabricante o de ensayos de laboratorio, en $W/(m K)$,
- hi es la conductancia superficial interior, en W/m^2K , su valor (de la norma NOM-008-ENER-2001) es:
 - 8,1 para superficies verticales,
 - 9,4 para superficies horizontales con flujo de calor hacia arriba (de piso hacia el aire interior o del aire interior hacia el techo),
 - 6,6 para superficies horizontales con flujo de calor hacia abajo (del techo al aire interior o del aire interior al piso)
- he es la conductancia superficial exterior, en W/m^2K , su valor es igual a 13 (de la norma NOM-008-ENER-2001).
- n es el número de capas que forman la porción de la envolvente.
- R_t es la resistencia térmica total de una porción de la envolvente del edificio, de superficie a superficie, $m^2 K/W$

Ilustración 15. Cálculo del coeficiente de transmisión térmica. Fuente: Norma Oficial Mexicana 2011

3.8 MATERIALES TERMICOS Y SUS CARACTERISTICAS

El uso de materiales térmicos ha mejorado el control térmico de los espacios, actualmente su comercialización ha facilitado el acceso a diversa propuesta para su implementación en la construcción.

El objetivo de aplicarlos a la envolvente es mejorar la inercia térmica de los espacios, así como controlar el consumo de energía, con el uso de sistemas pasivos en la construcción, disminuyendo a la vez el uso de equipos para climatizar los espacios de forma eléctrica.

3.8.1 Clasificación de los materiales térmicos

Los materiales térmicos a partir de sus cualidades físicas, su comportamiento y aplicación se dividen en los siguientes.

- Materiales térmicos de tipo sintético
- Materiales térmicos de tipo mineral
- Materiales térmicos de tipo natural

Materiales térmicos de tipo sintético

ESPUMA DE POLIURETANO

Tabla 11. Factores medioambientales de la espuma de poliuretano (Neila F,2004)

Materia prima	Petróleo
Consumo de energía	70 MJ/kg
Reciclado	No es posible reciclarlo

POLIESTIRENOS EXPANDIDOS

Tabla 12. Factores medioambientales del poliestireno expandido (Neila F,2004)

Materia prima	Petróleo
----------------------	----------

Consumo de energía	90 MJ/kg
Reciclado	No es posible reciclarlo

POLIESTIRENOS EXTRUIDOS

Tabla 13. Tabla 11. Factores medioambientales del poliestireno extruido (Neila F,2004)

Materia prima	Petróleo
Consumo de energía	100 MJ/kg
Reciclado	Es posible reciclarlo

Materiales térmicos de tipo mineral

LANA DE VIDRIO

Tabla 14. Tabla 11. Factores medioambientales de la lana de vidrio (Neila F,2004)

Materia prima	Arenas silíceas, cuarcitas y calizas
Consumo de energía	30 MJ/kg
Reciclado	Es posible reciclarlo – mala degradación

LANA DE ROCA

Tabla 15. Tabla 11. Factores medioambientales de la lana de roca (Neila F,2004)

Materia prima	Rocas basálticas y escorias de alto horno
Consumo de energía	30 MJ/kg
Reciclado	Es posible reciclarlo- mala degradación

Materiales térmicos de tipo natural

ARCILLAS AISLANTES

Tabla 16. Factores medioambientales de la arcilla aislante (Neila F,2004)

Materia prima	Cocción de arcillas con cascara de cereal
Consumo de energía	4 MJ/kg
Reciclado	Es posible reciclarlo- mala degradación

FIBRA DE MADERA

Tabla 17. Factores medioambientales de la fibra de vidrio (Neila F,2004)

Materia prima	Amalgama de la viruta de madera con cemento
Consumo de energía	14 MJ/kg
Reciclado	Su trituración es la reutilización de la explotación de la madera.

CORCHO

Tabla 18. Factores medioambientales del corcho (Neila F,2004)

Materia prima	Corteza del alcornoque
Consumo de energía	- MJ/kg
Reciclado	Se puede incinerar sin crear sustancias nocivas

3.8.2 Condiciones y comportamiento de los materiales

Para definir la viabilidad de un material en cuanto a beneficios térmicos es necesario tomar en cuenta los siguientes parámetros para su elección. Por lo tanto, a continuación, se desglosan cada una de las características y su impacto en la fabricación de materiales.

a) DENSIDAD APARENTE

La cantidad de aire contenida en la pieza puede afectar la conductividad térmica del aislante puesto que el promedio de la sustancia compactada contra el aire permitirá un alto o bajo coeficiente de conductividad.

b) CONDUCTIVIDAD TÉRMICA

En porcentaje de conductividad de un material me permite analizar su capacidad para transmitir la energía efectuada sobre el en un determinado tiempo, es por lo que los materiales como el acero tiene un porcentaje alto de conductividad, sin embargo, para los aislantes sus porcentajes son mayores debido a que su objetivo es controlar la energía que se disipa para no causar pérdidas aceleradas de la energía.

c) ABSORCIÓN DEL AGUA

El porcentaje de absorción del material va a permitir que tanto pueda incidir la humedad sobre la superficie y por consecuencia, condensarse hacia el interior.

d) PERMEABILIDAD DEL AGUA

Es el porcentaje de vapor de agua que pasa en determinado tiempo sobre la superficie de un material.

Además de que el material tenga efectos sobre estas condicionantes, también se ve afectado por aspectos del entorno como el envejecimiento, la humedad, el calor y la radiación, por tales motivos el material puedes llegar a sufrir alteraciones en su resistencia, presencia de parásitos, dilatación, o comportamiento ante agentes químicos.

A continuación, se muestran las densidades y conductividad térmica de diversos materiales empleados en la construcción y de los cuales en general se determinó su coeficiente. De no conocerse será necesario determinarla a partir del material empleado físicamente, y por lo tanto deberán de ser calculados.

Tabla 19. Conductividad térmica de los materiales (NMX-C-460-ONNCCE-2009)

Material	Densidad kg/m ³	Conductividad térmica de diseño (λ) W/mk (BTU / ft h°F)
Acero y fierro	7 800	50,000 (28,89)
Aire (sin mover)	1,23	0,025 (0,014)
Aluminio	2 700	204,00 (117,87)
Aplanado de mortero de cal al exterior	...	0,872 (0,504)
Aplanado de mortero de cal al interior	...	0,698(0,403)
Aplando de yeso	800	0,372 (0,215)
Arcilla expandida	400	0,120 (0,069)
Asfalto impermeabilizante biluminoso ó Betún	1 050	0,170 (0,98)
Azulejos y mosaicos	2 300	1,300 (0,751)
Bloque de adobe al exterior	...	0,930 (0,537)
Bloque de adobe al interior	...	0,582 (0,336)
Bloque de concreto de 2 ó 3 huecos	1 700	1,11 (0,641)
Bloque de tepetate o arenisca calcárea al exterior	...	1,047 (0,605)
Bloque de tepetate o arenisca calcárea al interior	...	0,930 (0,537)
Bronce	8 700	65,0 (37,557)
Cobre	8 900	380,0 (219,564)
Concreto armado	2 400	2,0 (1,156)

Tabla 20. Conductividad térmica de los materiales (NMX-C-460-ONNCCE-2009)

Material	Densidad kg/m ³	Conductividad térmica de diseño (λ) W/mk (BTU / ft h°F)
Concreto ligero al interior	1 250	0,582 (0,336)
Concreto simple al exterior	2 200	1,65 (,953)
Concreto simple al interior	1 250	0,698 (0,403)
Ladrillo exterior	...	0,872 (0,504)
Madera de Cedro (12 % de humedad)	505	0,130 (0,075)
Madera de fresno (12% de humedad)	674	0,164 (0,095)
Madera de Pino (12 % de humedad)	663	0,162 (0,094)
Madera de Roble (12 % de humedad)	753	0,180 (0,104)
Mortero cemento arena	2 000	0,170 (0,098)
Piedra arenisca	2 000	1,300 (0,751)
Piedra caliza	2 180	1,400 (0,809)
Piedra de granito , basalto	2 500 - 2 7000	2,80 (1,618)
Piedra de mármol	2 800	3,50 (2,022)
Piedra pizarra	2 000 - 2 800	2,200 (1,271)
Rellenos de arena seca , limpia	1 700 - 2 200	2,000 (1,156)
Rellenos de Tezonite	400	0,120 (0,069)
Rellenos de tierra, arena o grava expuesta a la lluvia	2 600	2,300 (1,329)
Rellenos terrados secos en azoteas	...	0,582 (0,336)
Tabique de barro extruido sólido vidriado , p/acabado exterior	2 050	1,282 (0,741)
Tabique de barro extruido , bloque hueco vertical (60 -67 % sólido)	2 050	0,998 (0,566)
Tabique ligero al exterior	1 600	0,814 (0,470)
Tabique rojo recocido común a interior	...	0,698 (0,403)

3.8.3 Aplicación de los aislantes en la edificación.

Para la aplicación de aislantes térmicos es necesario mencionar que su colocación podría tener variación a partir de su presentación. Sin embargo, para este estudio se presentan dos de ellas, la primera que es la aplicación idónea para los métodos constructivos a base de block, por su compatibilidad para la colocación sobre los muros y, además, la resistencia a la intemperie. La segunda opción es una propuesta empleada en muros interiores fabricados a base de Tablaroca, la cual permite que entre el espacio de la hojas y bastidores sea colocada la manta flexible.

PANEL RÍGIDO

Los materiales térmicos que podemos encontrar comercialmente en la presentación de panel rígido son los poliestirenos extruidos, poliestirenos expandidos, y corchos. Cabe mencionar que por su producción e impacto ambiental las placas de corcho para esta investigación no serán una opción. El uso de paneles puede ser aplicado tanto en muros, como losas, a continuación, se muestra en la ilustración 16, la propuesta para su aplicación.

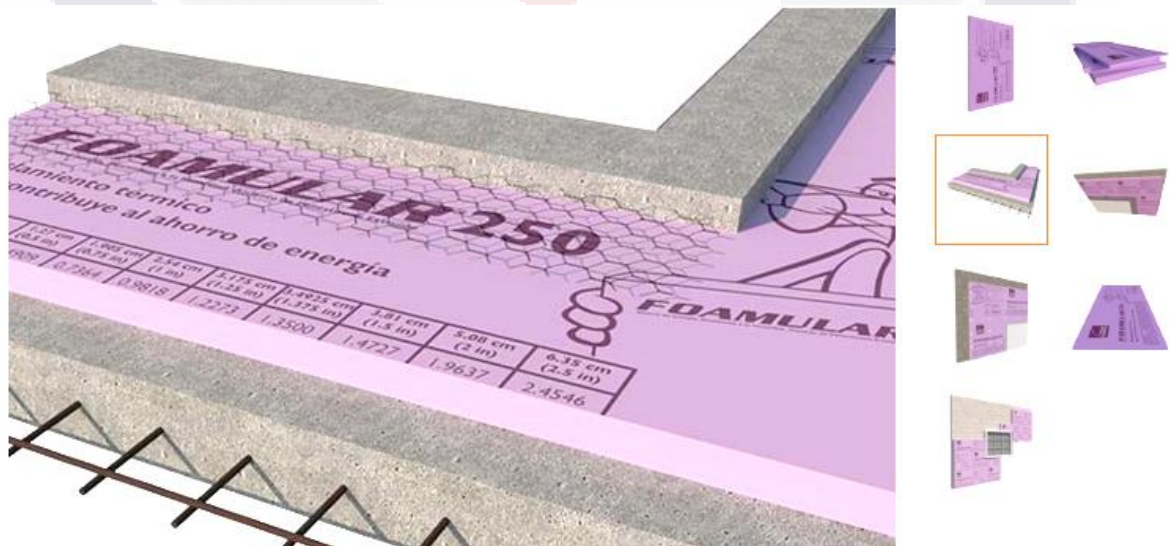


Ilustración 16. Detalle constructivo para paneles de poliestirenos extruidos Owens Corning- Panel Foamular 250- 1" Fuente: (Owens Corning México, 2019)

En el caso de las placas los proveedores recomiendan que deberá ser sellada con adhesivo para pisos, de igual forma deberá ser fijada con clavos y rondanas a cada metro, sobre el panel se colocará malla hexagonal para posteriormente aplicar el mortero o aplanado designado para su acabado.
 Para el caso de los poliestirenos expandidos su aplicación será considerada con el mismo procedimiento que los paneles extruidos.

MANTA FLEXIBLE

El uso de manta flexible se ha aplicado especialmente como aislante térmico en elementos constructivos tales como los muros, este tipo de materiales son empleados especialmente como materiales intermedios en muros de madera o Tablaroca, por su características físicas y composición, son adecuados en muros interiores.



Ilustración 17. Detalle constructivo para de fibra de vidrio Owens Corning-AISLACUSTIC R-13 3.5 . Fuente: (Owens Corning México, 2019)

A diferencia de la aplicación de placas estos no pueden ser colocados sobre los muros de block y recibirlos con el acabado final de pastas o morteros, ya que la falta de rigidez y permeabilidad por la fibra no permite su viabilidad para ser colocado al exterior en las fachadas de una vivienda, incluso para su soporte son estructurados con marcos de aluminio para mejorar su rigidez.





CAPÍTULO 4

CAMPAÑA EXPERIMENTAL



CAPITULO IV. CAMPAÑA EXPERIMENTAL

El desarrollo de la campaña experimenta de esta investigación comprende los siguientes elementos que se muestran a continuación en los apartados:

- 4.1** Diseño y propuesta de elaboración para la construcción de muestras requeridas para el análisis de la evolución de la temperatura interior en muros de block de concreto con y sin aplicación de recubrimientos térmicos.
- 4.2** Fabricación de muestras empleando block de concreto en medidas de 10, 12 y 15 cm bajo los parámetros de construcción propuestas sin la aplicación de recubrimientos térmicos
- 4.3** Fabricación de muestras empleando block de concreto en medidas de 10, 12 y 15 cm bajo los parámetros de construcción propuestas con la aplicación de placas de poliestireno expandido o extruido.
- 4.4** Cálculo de las resistencias totales basado en la norma NMX-C-460-ONNCCE-2009, considerando cada muestra fabricada con block de 10, 12 y 15 cm, para ambos casos de la investigación con y sin recubrimientos térmicos.
- 4.5** Comprobación de las temperaturas obtenidas para cada muestra fabricada con block de 10, 12 y 15 cm, para ambos casos de la investigación con y sin recubrimientos térmicos.
- 4.6** Desarrollo de estudio de caso específicamente en una vivienda de interés social en la ciudad de Aguascalientes, México.
- 4.7** Implementación de la de la metodología del Arquitecto Javier Neila Cálculo de la evolución de la temperatura interior – aplicada al estudio de caso de la vivienda de interés social.

4.1 DISEÑO Y PROPUESTA DE ELABORACIÓN PARA LA CONSTRUCCIÓN DE MUESTRAS REQUERIDAS PARA EL ANÁLISIS DE LA EVOLUCIÓN DE LA TEMPERATURA INTERIOR EN MUROS DE BLOCK DE CONCRETO CON Y SIN APLICACIÓN DE RECUBRIMIENTOS TÉRMICOS

Para el diseño de experimentos se efectuaron las pruebas dentro de un laboratorio, o áreas protegidas de las inclemencias o cambios climáticos, por lo que se construyó una caja para contener las variables de la temperatura.

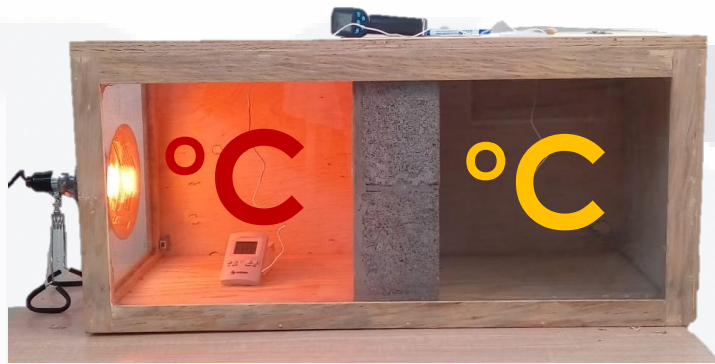


Ilustración 18. Modelo Fabricado para contener y evaluar las temperaturas Fuente: autoría propia

La caja se fabricó a base de madera de pino natural, para su desarrollo se consideraron las siguientes medidas, como observa en la ilustración 19, el ingreso de las muestras se planeó para que la tapa posterior contara con un sistema de bisagras en la parte superior de la caja, la cual permitiera el acceso de las muestras fabricadas a base de block.

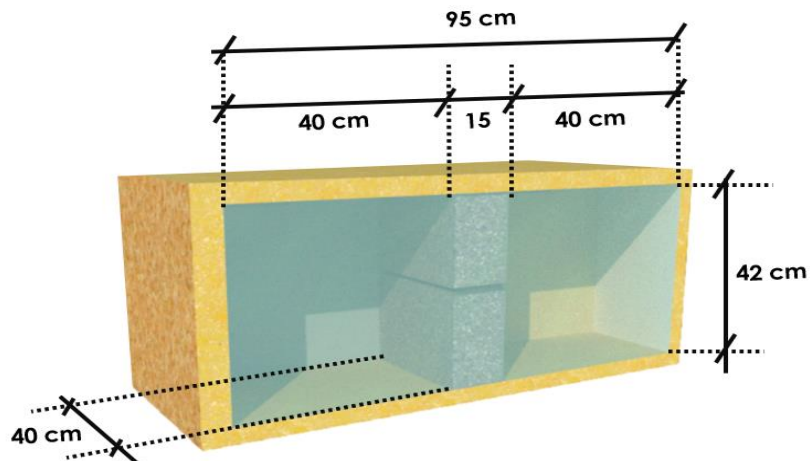


Ilustración 19. Medidas para la fabricación de la caja de control. Fuente: autoría propia

Para el control de la toma de datos sera necesario que la caja permita la visibilidad de los datos a capturar, por lo tanto, la caja deberá contar con una ventanilla. En el caso de este experimento se propuso que parte de la cara principal, contara con la suficiente visibilidad, por lo que el material propuesto es de cristal en su totalidad para vista frontal.

Además, se considerará la cara lateral izquierda con la misma transparencia que la vista frontal, ya que de ese lado se ubicará el objeto a generar la energía para el análisis de la temperatura en el experimento propuesto.

Para simular la temperatura exterior del espacio en el experimento, se empleará el uso de la radiación lumínica y calorífica de una lampara de luz infrarroja, el tiempo de radiación será hasta la sección exterior considerada como el lado A (ver ilustración 21) llegue a la temperatura máxima promedio de la ciudad de Aguascalientes, México, en el año 2019, dato obtenido de la tabla 5.

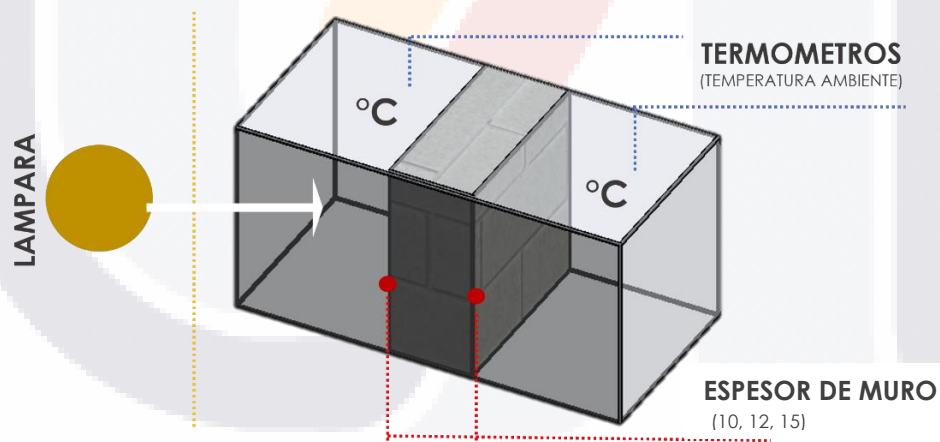


Ilustración 20. Modelo experimental para la evaluación de temperaturas. . Fuente: autoría propia

De forma general la ilustración 20 muestra la ubicación de la lámpara en el lado lateral izquierdo de la caja, así como la ubicación centrada de las muestras fabricadas de block, para ambos lados de la caja se asignará un termómetro atmosférico que estará midiendo la evolución de la temperatura interior, para ambos lados.

A continuación, se muestra la fabricación del producto final para la caja, y ubicación de los elementos mencionados para el desarrollo de las pruebas experimentales de este proyecto de investigación. Por otra parte, la ilustración 21 muestra que el lado A sera el espacio considerado como exterior y el lado b el interior del espacio.

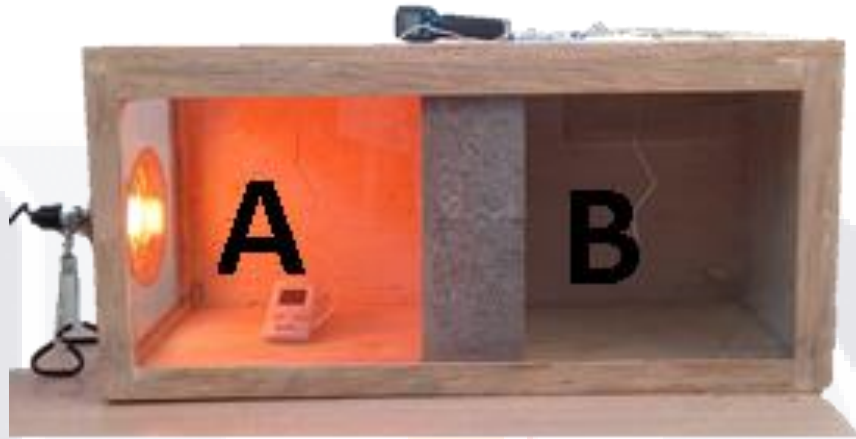


Ilustración 21 Muestra para la toma de temperaturas – experimentales. . Fuente: autoría propia

La lampara empleada para este estudio fue una incandescente, tipo reflector BR40, marca ADIR Lighting de luz infrarroja. El elemento fue colocado en el lado A de la caja a fin de simular la radiación solar en el lado exterior de la caja.

ESPECIFICACIONES

LÁMPARA INCANDESCENTE DECORATIVA mod 6015
 A COLOR Y REFLECTOR INTEGRADO Marca: ADIR

Flujo luminoso: 15 000 lm

120 V~ 60 Hz 250 W 1,75 A

Bulbo tipo: BR40 Base media E-27

Vida útil 1 000 h

Antes de usar, favor de leer el instructivo

Importado por: INDUSTRIAS ADIR, S.A. de C.V.
 Cantú No.9 Int.602 Col. Anzures Del. Miguel Hidalgo, Ciudad de México, C.P.11590, RFC. IAD151111MUB, Hecho en China. Tels. (+52) 55 7590 8000 (+52) 55 5715-4706 / (+52) 55 5715-6335.
 www.adir.com.mx

CONTENIDO 1 PIEZA

Ilustración 22. Especificaciones de Lampara Infrarroja. . Fuente: autoría propia

Para que las pruebas experimentales comenzaran y se pudiera activar la lampara, ambos lados de la caja deberían tener temperaturas iguales (A Y B),

siendo así se iniciaba el proceso de encendido, la luz se detenía hasta que el lado A alcanzara los 32°C, siendo la temperatura promedio máxima obtenida en el año 20129 en Aguascalientes, México. Alcanzando dicha temperatura la lámpara era apagada, esperando a que las temperaturas se regularan nuevamente para ambos lados A Y B de la caja en un lapso de 60 minutos.

4.2 FABRICACIÓN DE MUESTRAS EMPLEANDO BLOCK DE CONCRETO EN MEDIDAS DE 10, 12 Y 15 CM BAJO LOS PARÁMETROS DE CONSTRUCCIÓN PROPUESTAS SIN LA APLICACIÓN DE RECUBRIMIENTOS TÉRMICOS

Para la fabricación de especímenes se han construido muestra de 40x40. En el caso de los muros, analizados sin recubrimiento térmico, las especificaciones para su fabricación son las siguientes:

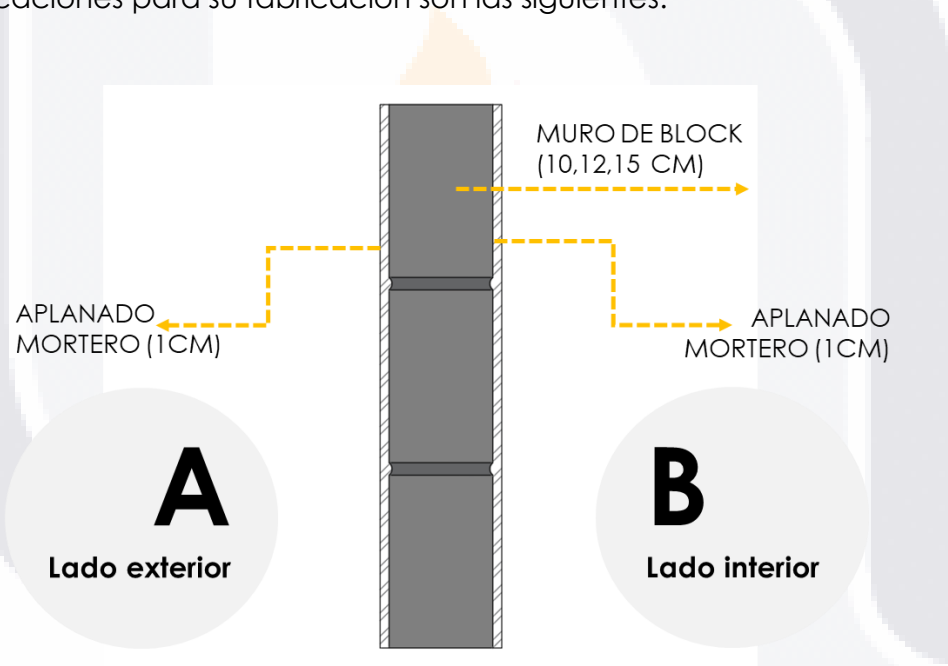


Ilustración 23. Detalle para fabricación de muros sin recubrimiento. Fuente: autoría propia

- Acabado interior: mortero cemento arena de 1 cm de espesor.
- Acabado exterior: mortero cemento arena 1cm de espesor.

Las piezas consideradas para la fabricación de las muestras fueron pegadas con mortero cemento arena, con juntas de aproximadamente 1.5 cm de espesor.

Cada muestra se fabricará en muros de 10, 12 y 15 cm, para cada espesor se consideró un muestreo de 4 piezas, 3 de ellas para hacer pruebas y una como elemento ante cualquier siniestro ocurrido a las piezas bases.



*Ilustración 24. Construcción de especímenes sin recubrimiento térmico. .
Fuente: autoría propia*

4.3 FABRICACIÓN DE MUESTRAS EMPLEANDO BLOCK DE CONCRETO EN MEDIDAS DE 10, 12 Y 15 CM BAJO LOS PARÁMETROS DE CONSTRUCCIÓN PROPUESTAS CON LA APLICACIÓN DE PLACAS DE POLIESTIRENO EXPANDIDO O EXTRUIDO.

Después de revisar parte de la bibliografía y de consultar las opciones viables para su aplicación como recubrimientos en fachadas se llegó a la conclusión que los aislantes térmicos compatible en muros de block serian el poliestireno expandido y el poliestireno extruido. Cabe mencionar que debido a su presentación comerciales los materiales su compra fue en tipo placa.

A continuación, se muestra un esquema de la aplicación de los recubrimientos sobre los muros de block al interior y exterior del espacio

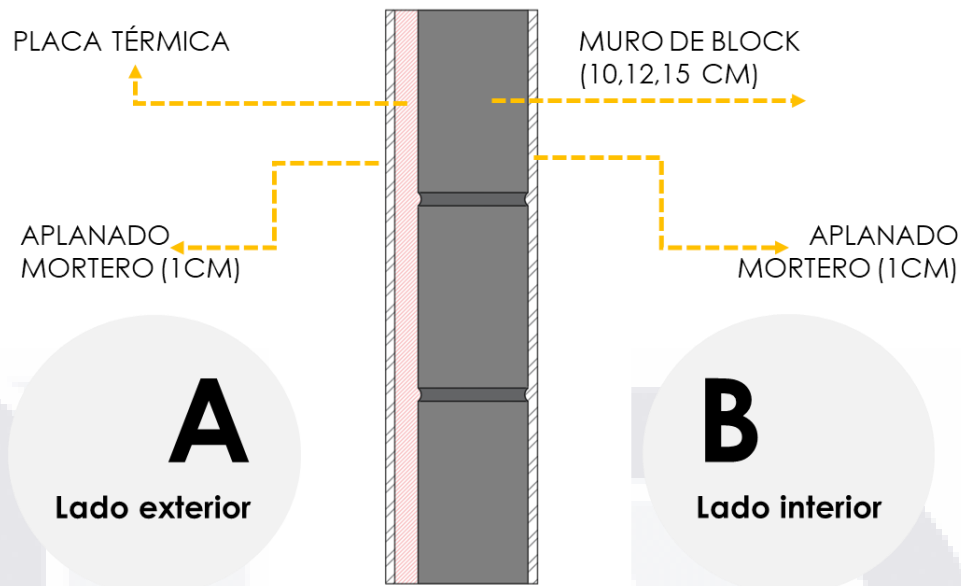


Ilustración 25. Detalle para fabricación de muros con recubrimiento térmico. Fuente: autoría propia

Como parte de las consideraciones constructivas para la durabilidad del método propuesto, la aplicación de mortero cemento arena posterior al aislante térmico, deberá tener un grosor mayor a 1cm, ya que durante la experimentación se observó que al ser menor su espesor eran propensos al agrietamiento y fractura del repellado. Incluso será necesario que para este tipo de espesores se coloque malla sobre el material térmico para mejorar su adherencia del mortero y la placa, de no ser así podría disminuir su durabilidad y viabilidad como propuesta constructiva.



Ilustración 26. Muestras de block con recubrimientos aplicados. . Fuente: autoría propia

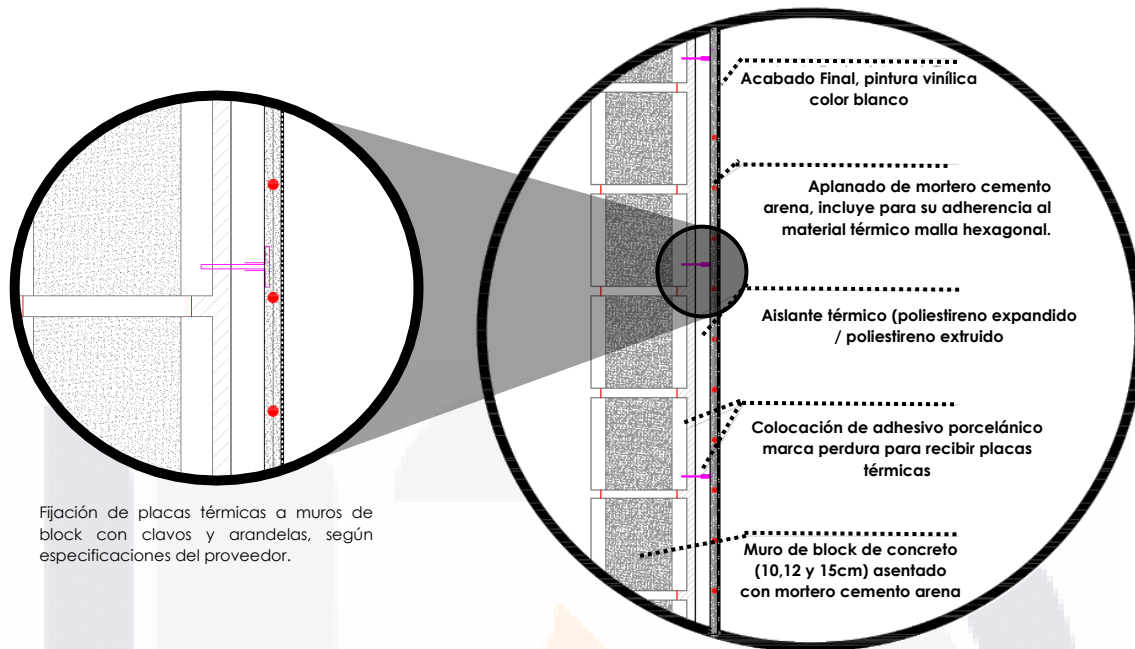
Para la fabricación de especímenes con recubrimiento térmico se han construido muestra de 40x40, las especificaciones son las siguientes, aplicadas en muros de 10,12 y 15 cm

- Acabado interior: mortero cemento arena de 1 cm de espesor.
- Acabado exterior: colocación de malla tipo hexagonal, placa de poliestireno expandido o placa de poliestireno extruido, según sea el caso, acabado final con mortero cemento arena espesor mínimo 1 cm. El detalle constructivo se llevará a cabo como se especificó anteriormente en la ilustración 25.

En la ilustración 27, se muestra el proceso final para la construcción de los especímenes con recubrimiento térmico:



Ilustración 27 . Muestras de muros con aislante térmico. Fuente: autoría propia



Fijación de placas térmicas a muros de block con clavos y arandelas, según especificaciones del proveedor.

Ilustración 28. Detalle constructivo para la fabricación de los muros – lado exterior.
Fuente: autoría propia

Los bloques de concreto se asentaron con mortero cemento arena 1:4; para el lado interior del muro solo se aplicará aplanado de mortero cemento arena acabado liso (1 cm), para el caso del exterior se colocó el recubrimiento térmico con adhesivo porcelánico y se fijó con clavos en las 4 en esquinas y uno al centro con sus respectivas arandelas, para el caso de fachadas el fabricante recomienda fijarse a cada 1m².

Con lo que respecta al aplanado de la cara exterior se efectuó con mortero cemento arena, en su caso fue necesario la colocación de malla hexagonal para obtener mejor adherencia entre el mortero y el aislamiento térmico.

En lo que respecta al acabado final en los muros ambas fueron pintados en color blanco, ya que los colores claros permiten mayores porcentajes de reflexión y menores porcentajes de absorción de calor.



Ilustración 29. Muros con recubrimiento Final. Fuente: autoría propia

4.4 CÁLCULO DE LAS RESISTENCIAS TOTALES BASADO EN LA NORMA NMX-C-460-ONNCCE-2009, CONSIDERANDO CADA MUESTRA FABRICADA CON BLOCK DE 10, 12 Y 15 CM, PARA AMBOS CASOS DE LA INVESTIGACIÓN CON Y SIN RECUBRIMIENTOS TÉRMICOS.

Para analizar la resistencia total de cada muro se calcularon los materiales empleados en su fabricación, así como los espesores obtenidos físicamente. Únicamente en el caso del cálculo de las resistencias se consideró para las medidas del block de hasta 20 cm únicamente para comprobar si el espesor del muro podría ser un aspecto determinante para el control térmico.

La conductividad térmica de cada material se consideró de los parámetros de la norma NMX-C-460-ONNCCE-2009, a excepción de los recubrimientos térmicos (poliestireno expandido y poliestireno extruido), se tomaron los valores establecidos por Neila F en su libro "Arquitectura bioclimática en un entorno sostenible".

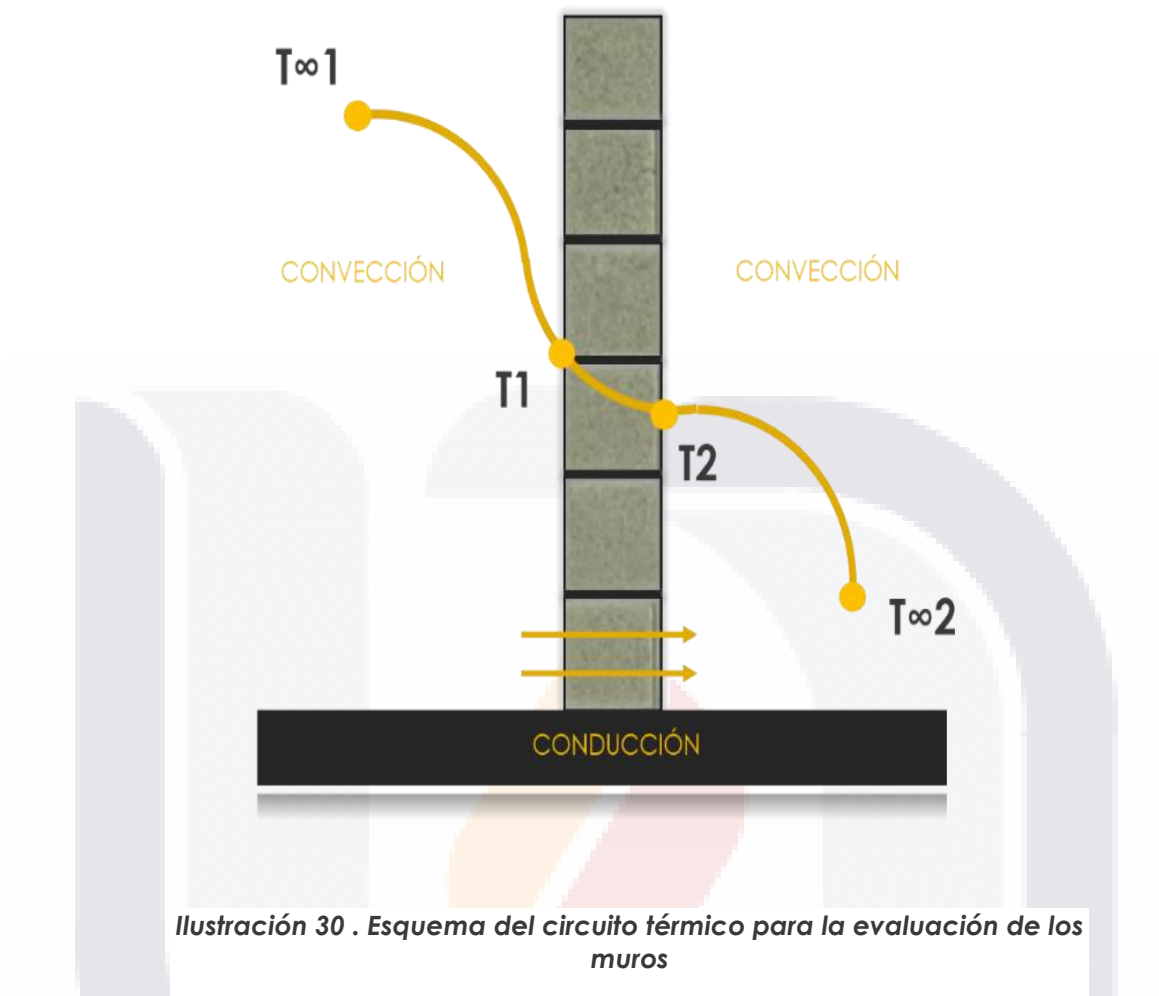


Ilustración 30 . Esquema del circuito térmico para la evaluación de los muros

Para efectuar el cálculo para cada muro se tomará en cuenta el análisis para la obtención del método simplificado por ampliación manual, especificado en la norma NMX-C-460-ONNCCE-2009.

La resistencia de cada material consiste en la multiplicación de su conductividad térmica por su espesor, posteriormente al resultado de la resistencia de cada elemento, se asignará el valor para h_i y h_e , estos valores se explican en el capítulo 3.7.1. y los cuales serán determinados según lo que especifique la norma mexicana.

Al asignar ambos valores en h_i y h_e , se hace la suma final para obtener la resistencia total del método constructivos. A continuación, se adjuntan los calculo correspondientes para cada muro de 10, 12, 15 y 20 cm, con recubrimientos térmicos y sin ellos.

Las siguientes tablas muestran el desglose del material empleado para la construcción de cada propuesta constructiva y su resistencia total.

Tabla 21. Cálculo de la resistencia total para un muro de block 10,12 y 15 cm – sin aislante térmico. Fuente: autoría propia

OBTENCION DE VALOR RT (RESISTENCIA TOTAL)				
# 1A	Evaluación de muro 10x20x40 con recubrimiento térmico de placa de poliestireno extruidos			
MATERIAL A CONSIDERAR	L (ESPESOR DEL ELEMENTO) m	(λ) CONDUCTIVIDAD TÉRMICA (W/m K)	RESISTENCIA DEL ELEMENTO	
1	BLOCK 10 X 20 X 40	0.1000	1.1	0.090909091
3	REPELLADO L-EXTERIOIR	0.0100	0.17	0.058823529
4	REPELLADO L-INTERIOIR	0.0100	0.17	0.058823529
hi = conductividad superficial interior para elementos verticales (NMX)			0.12345679	
he = es la conductancia exterior			0.08	
RESISTENCIA TOTAL DEL MURO			0.408936017	
ESPESOR TOTAL DEL MURO			0.1200	

OBTENCION DE VALOR RT (RESISTENCIA TOTAL)				
# 1A	Evaluación de muro 12x20x40 con recubrimiento térmico de placa de poliestireno extruidos			
MATERIAL A CONSIDERAR	L (ESPESOR DEL ELEMENTO) m	(λ) CONDUCTIVIDAD TÉRMICA (W/m K)	RESISTENCIA DEL ELEMENTO	
1	BLOCK 12 X 20 X 40	0.1200	1.1	0.109090909
3	REPELLADO L-EXTERIOIR	0.0100	0.17	0.058823529
4	REPELLADO L-INTERIOIR	0.0100	0.17	0.058823529
hi = conductividad superficial interior para elementos verticales (NMX)			0.12345679	
he = es la conductancia exterior			0.08	
RESISTENCIA TOTAL DEL MURO			0.427117835	
ESPESOR TOTAL DEL MURO			0.1400	

OBTENCION DE VALOR RT (RESISTENCIA TOTAL)				
# 1A	Evaluación de muro 15x20x40 con recubrimiento térmico de placa de poliestireno extruidos			
MATERIAL A CONSIDERAR	L (ESPESOR DEL ELEMENTO) m	(λ) CONDUCTIVIDAD TÉRMICA (W/m K)	RESISTENCIA DEL ELEMENTO	
1	BLOCK 15 X 20 X 40	0.1500	1.1	0.136363636
3	REPELLADO L-EXTERIOIR	0.0100	0.17	0.058823529
4	REPELLADO L-INTERIOIR	0.0100	0.17	0.058823529
hi = conductividad superficial interior para elementos verticales (NMX)			0.12345679	
he = es la conductancia exterior			0.08	
RESISTENCIA TOTAL DEL MURO			0.454390562	
ESPESOR TOTAL DEL MURO			0.1700	

OBTENCION DE VALOR RT (RESISTENCIA TOTAL)				
# 1A	Evaluación de muro 20x20x40 con recubrimiento térmico de placa de poliestireno extruidos			
MATERIAL A CONSIDERAR	L (ESPESOR DEL ELEMENTO) m	(λ) CONDUCTIVIDAD TÉRMICA (W/m K)	RESISTENCIA DEL ELEMENTO	
1	BLOCK 20 X 20 X 40	0.2000	1.11	0.18018018
3	REPELLADO L-EXTERIOIR	0.0100	0.17	0.058823529
4	REPELLADO L-INTERIOIR	0.0100	0.17	0.058823529
hi = conductividad superficial interior para elementos verticales (NMX)			0.12345679	
he = es la conductancia exterior			0.08	
RESISTENCIA TOTAL DEL MURO			0.498207106	
ESPESOR TOTAL DEL MURO			0.2200	

Tabla 22. Cálculo de la resistencia total para un muro de block 10,12 y 15 cm – con placa de poliestireno expandido. Fuente: autoría propia

OBTENCION DE VALOR RT (RESISTENCIA TOTAL)				
# 1A	Evaluación de muro 10x20x40 con recubrimiento térmico de placa de poliestireno expandido			
MATERIAL A CONSIDERAR	L (ESPESOR DEL ELEMENTO) m	(λ) CONDUCTIVIDAD TÉRMICA (W/m K)	RESISTENCIA DEL ELEMENTO	
1	BLOCK 10 X 20 X 40	0.1000	1.1	0.090909091
2	PLACA DE POLIESTIRENO EXPANDIDO L-EXT	0.0254	0.037	0.686486486
3	REPELLADO L-EXTERIOIR	0.0100	0.17	0.058823529
4	REPELLADO L-INTERIOIR	0.0100	0.17	0.058823529
hi = conductividad superficial interior para elementos verticales (NMX)			0.12345679	
he = es la conductancia exterior			0.08	
RESISTENCIA TOTAL DEL MURO			1.095422503	
ESPESOR TOTAL DEL MURO			0.1454	

OBTENCION DE VALOR RT (RESISTENCIA TOTAL)				
# 1A	Evaluación de muro 12x20x40 con recubrimiento térmico de placa de poliestireno expandido			
MATERIAL A CONSIDERAR	L (ESPESOR DEL ELEMENTO) m	(λ) CONDUCTIVIDAD TÉRMICA (W/m K)	RESISTENCIA DEL ELEMENTO	
1	BLOCK 12X 20 X 40	0.1200	1.1	0.109090909
2	PLACA DE POLIESTIRENO EXPANDIDO L-EXT	0.0254	0.037	0.686486486
3	REPELLADO L-EXTERIOIR	0.0100	0.17	0.058823529
4	REPELLADO L-INTERIOIR	0.0100	0.17	0.058823529
hi = conductividad superficial interior para elementos verticales (NMX)			0.12345679	
he = es la conductancia exterior			0.08	
RESISTENCIA TOTAL DEL MURO			1.113604321	
ESPESOR TOTAL DEL MURO			0.1654	

OBTENCION DE VALOR RT (RESISTENCIA TOTAL)				
# 1A	Evaluación de muro 15x20x40 con recubrimiento térmico de placa de poliestireno expandido			
MATERIAL A CONSIDERAR	L (ESPESOR DEL ELEMENTO) m	(λ) CONDUCTIVIDAD TÉRMICA (W/m K)	RESISTENCIA DEL ELEMENTO	
1	BLOCK 15 X 20 X 40	0.1500	1.1	0.136363636
2	PLACA DE POLIESTIRENO EXPANDIDO L-EXT	0.0254	0.037	0.686486486
3	REPELLADO L-EXTERIOIR	0.0100	0.17	0.058823529
4	REPELLADO L-INTERIOIR	0.0100	0.17	0.058823529
hi = conductividad superficial interior para elementos verticales (NMX)			0.12345679	
he = es la conductancia exterior			0.08	
RESISTENCIA TOTAL DEL MURO			1.140877049	
ESPESOR TOTAL DEL MURO			0.1954	

OBTENCION DE VALOR RT (RESISTENCIA TOTAL)				
# 1A	Evaluación de muro 20x20x40 con recubrimiento térmico de placa de poliestireno expandido			
MATERIAL A CONSIDERAR	L (ESPESOR DEL ELEMENTO) m	(λ) CONDUCTIVIDAD TÉRMICA (W/m K)	RESISTENCIA DEL ELEMENTO	
1	BLOCK 20 X 20 X 40	0.2000	1.11	0.18018018
2	PLACA DE POLIESTIRENO EXPANDIDO L-EXT	0.0254	0.037	0.686486486
3	REPELLADO L-EXTERIOIR	0.0100	0.17	0.058823529
4	REPELLADO L-INTERIOIR	0.0100	0.17	0.058823529
hi = conductividad superficial interior para elementos verticales (NMX)			0.12345679	
he = es la conductancia exterior			0.08	
RESISTENCIA TOTAL DEL MURO			1.184693593	
ESPESOR TOTAL DEL MURO			0.2454	

Tabla 23. Cálculo de la resistencia total para un muro de block 10,12 y 15 cm – con aislante térmico – placa de poliestireno extruido. Fuente: autoría propia

OBTENCION DE VALOR RT (RESISTENCIA TOTAL)				
#	1A	Evaluación de muro 10x20x40 con recubrimiento térmico de placa de poliestireno extruidos		
	MATERIAL A CONSIDERAR	L (ESPESOR DEL ELEMENTO) m	(λ) CONDUCTIVIDAD TÉRMICA (W/m K)	RESISTENCIA DEL ELEMENTO
1	BLOCK 10 X 20 X 40	0.1000	1.1	0.090909091
2	PLACA DE POLIESTIRENO EXTRUIDO L-EXT	0.0254	0.032	0.79375
3	REPELLADO L-EXTERIOIR	0.0100	0.17	0.058823529
4	REPELLADO L-INTERIOIR	0.0100	0.17	0.058823529
hi = conductividad superficial interior para elementos verticales (NMX)				0.12345679
he = es la conductancia exterior				0.08
RESISTENCIA TOTAL DEL MURO (°C/W)				1.202686017
ESPESOR TOTAL DEL MURO				0.1454

OBTENCION DE VALOR RT (RESISTENCIA TOTAL)				
#	1A	Evaluación de muro 12x20x40 con recubrimiento térmico de placa de poliestireno extruidos		
	MATERIAL A CONSIDERAR	L (ESPESOR DEL ELEMENTO) m	(λ) CONDUCTIVIDAD TÉRMICA (W/m K)	RESISTENCIA DEL ELEMENTO
1	BLOCK 12 X 20 X 40	0.1200	1.1	0.109090909
2	PLACA DE POLIESTIRENO EXTRUIDO-EXT	0.0254	0.032	0.79375
3	REPELLADO L-EXTERIOIR	0.0100	0.17	0.058823529
4	REPELLADO L-INTERIOIR	0.0100	0.17	0.058823529
hi = conductividad superficial interior para elementos verticales (NMX)				0.12345679
he = es la conductancia exterior				0.08
RESISTENCIA TOTAL DEL MURO (°C/W)				1.220867835
ESPESOR TOTAL DEL MURO				0.1654

OBTENCION DE VALOR RT (RESISTENCIA TOTAL)				
#	1A	Evaluación de muro 15x20x40 con recubrimiento térmico de placa de poliestireno extruidos		
	MATERIAL A CONSIDERAR	L (ESPESOR DEL ELEMENTO) m	(λ) CONDUCTIVIDAD TÉRMICA (W/m K)	RESISTENCIA DEL ELEMENTO
1	BLOCK 15 X 20 X 40	0.1500	1.1	0.136363636
2	PLACA DE POLIESTIRENO EXTRUIDO L-EXT	0.0254	0.032	0.79375
3	REPELLADO L-EXTERIOIR	0.0100	0.17	0.058823529
4	REPELLADO L-INTERIOIR	0.0100	0.17	0.058823529
hi = conductividad superficial interior para elementos verticales (NMX)				0.12345679
he = es la conductancia exterior				0.08
RESISTENCIA TOTAL DEL MURO (°C/W)				1.248140562
ESPESOR TOTAL DEL MURO				0.1954

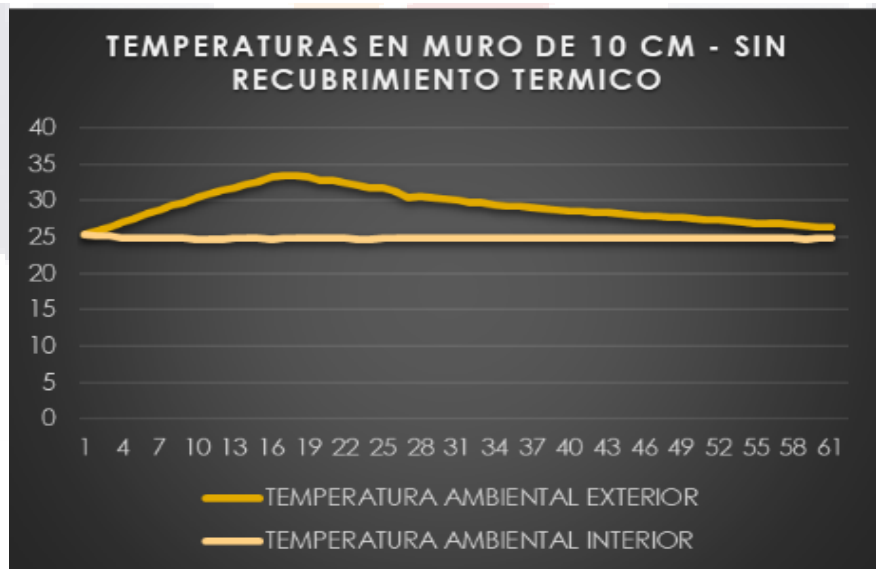
OBTENCION DE VALOR RT (RESISTENCIA TOTAL)				
#	1A	Evaluación de muro 20x20x40 con recubrimiento térmico de placa de poliestireno extruidos		
	MATERIAL A CONSIDERAR	L (ESPESOR DEL ELEMENTO) m	(λ) CONDUCTIVIDAD TÉRMICA (W/m K)	RESISTENCIA DEL ELEMENTO
1	BLOCK 20 X 20 X 40	0.2000	1.11	0.18018018
2	PLACA DE POLIESTIRENO EXTRUIDO L-EXT	0.0254	0.032	0.79375
3	REPELLADO L-EXTERIOIR	0.0100	0.17	0.058823529
4	REPELLADO L-INTERIOIR	0.0100	0.17	0.058823529
hi = conductividad superficial interior para elementos verticales (NMX)				0.12345679
he = es la conductancia exterior				0.08
RESISTENCIA TOTAL DEL MURO (°C/W)				1.291957106
ESPESOR TOTAL DEL MURO				0.2454

4.5 COMPROBACIÓN DE LAS TEMPERATURAS OBTENIDAS PARA CADA MUESTRA FABRICADA CON BLOCK DE 10, 12 Y 15 CM, PARA AMBOS CASOS DE LA INVESTIGACIÓN CON Y SIN RECUBRIMIENTOS TÉRMICOS.

Las tomas de temperatura fueron efectuadas en un lapso de 30 minutos por muestra, para ello los resultados de cada muro se muestran a continuación, es importante mencionar que dado el tiempo que se experimentó, los resultados cet (coeficiente de estabilidad térmica) son mínimos, es por ello, que se implementó la segunda metodología la cual permite evaluar la temperatura en un transcurso de 24 hrs.

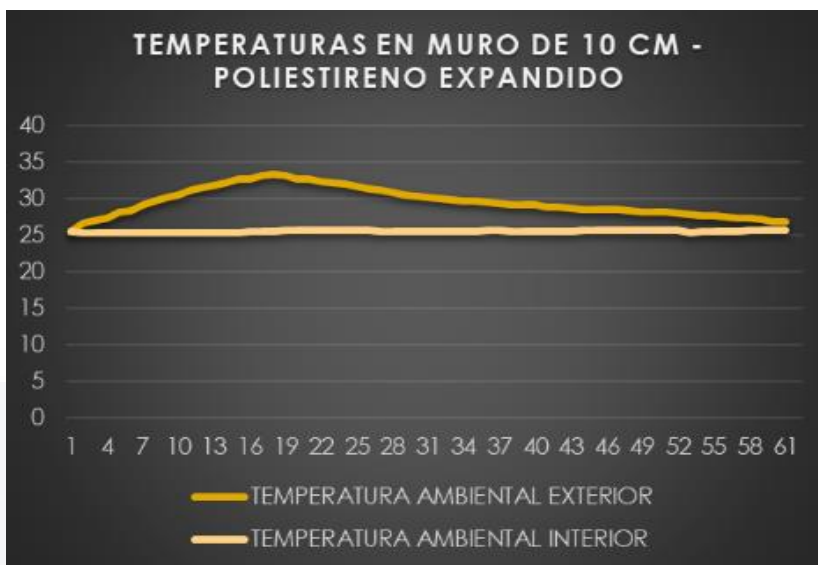
Las siguientes graficas reflejan las temperaturas tomadas por cada tipo de muro, a fin de identificar su variación de temperatura comprando los resultados del exterior e interior de la caja (A Y B) y finalmente calcular su coeficiente de estabilidad térmica.

Tabla 24 Evolución de la temperatura en muros de 10 cm sin recubrimiento térmico



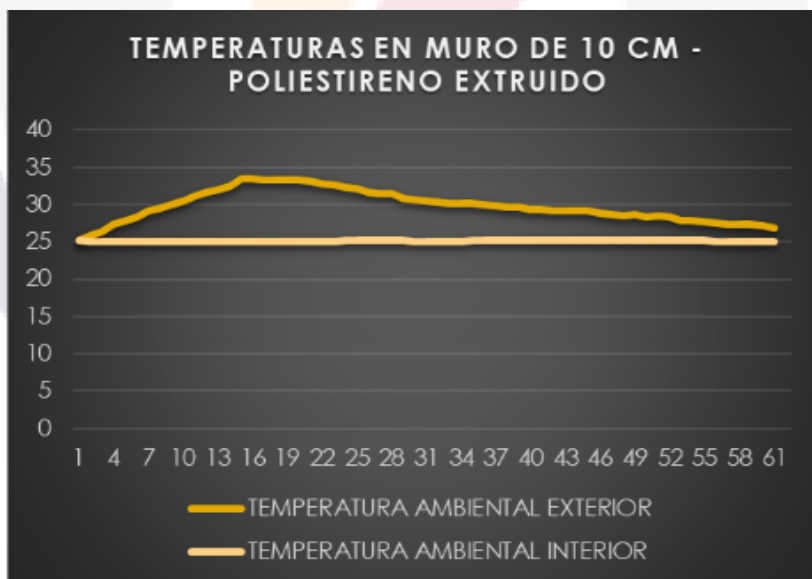
MINUTO	TEMPERATURA AMBIENTAL EXTERIOR	TEMPERATURA AMBIENTAL INTERIOR
max	33.5	25.3
min	25.3	24.7
VARIACION	8.2	0.6
	c.e.t	0.073170732

Tabla 25 Evolución de la temperatura en muros de 10 cm con poliestireno expandido



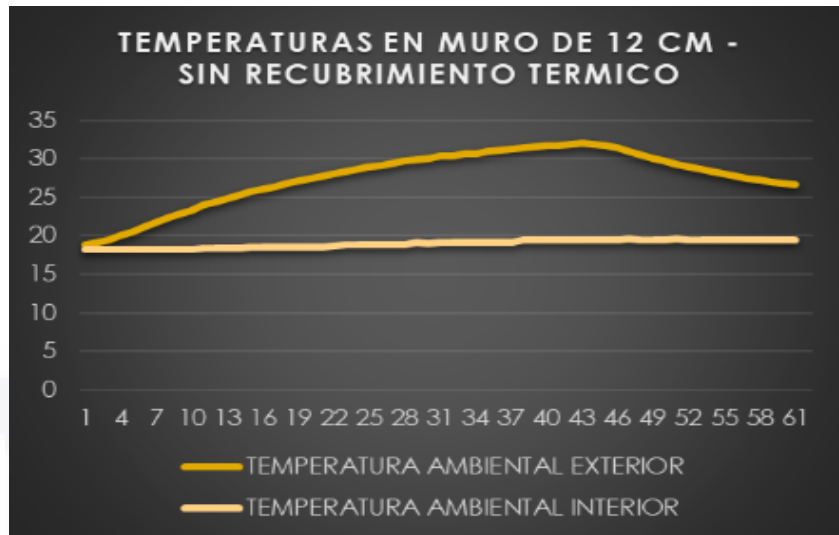
MINUTO	TEMPERATURA AMBIENTAL EXTERIOR	TEMPERATURA AMBIENTAL INTERIOR
max	33.4	25.6
min	25.5	25.3
VARIACION	7.9	0.3
	c.e.t	0.037974684

Tabla 26. Evolución de la temperatura en muros de 10 cm poliestireno extruido



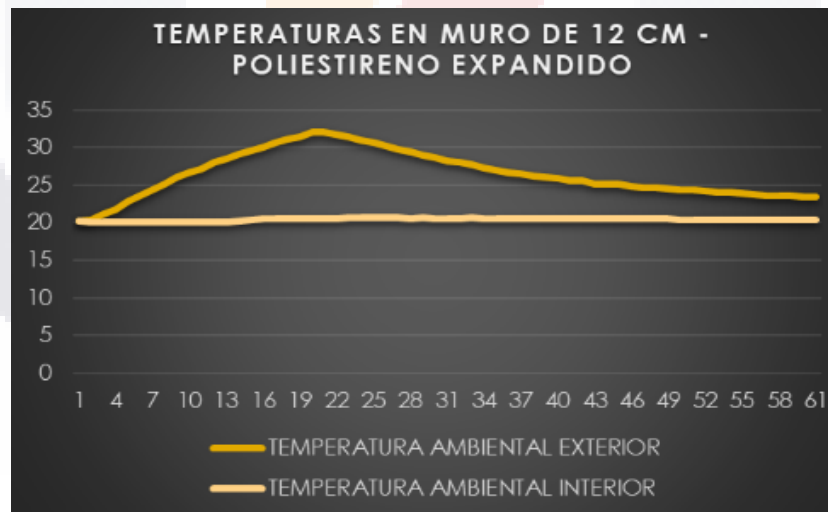
MINUTO	TEMPERATURA AMBIENTAL EXTERIOR	TEMPERATURA AMBIENTAL INTERIOR
max	33.4	25.2
min	25.2	25.1
VARIACION	8.2	0.1
	c.e.t	0.012195122

Tabla 27 Evolución de la temperatura en muros de 12 cm sin recubrimiento térmico



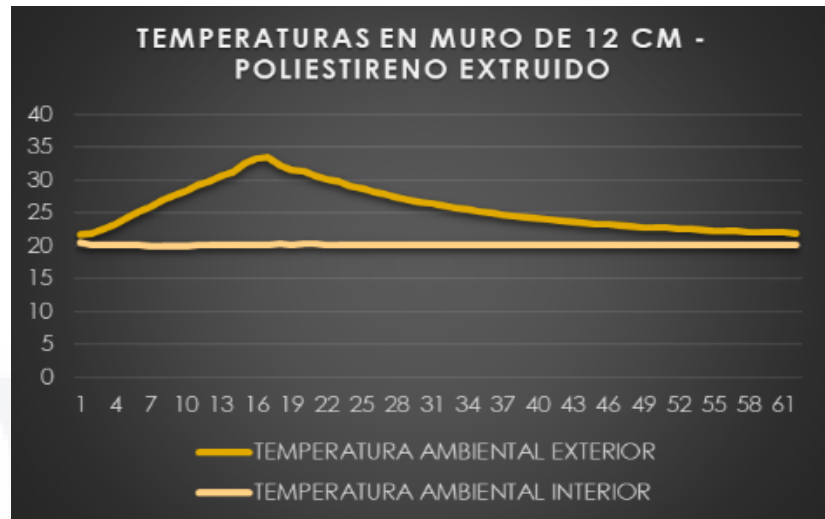
MINUTO	TEMPERATURA AMBIENTAL EXTERIOR	TEMPERATURA AMBIENTAL INTERIOR
0	32.1	19.6
60	18.9	18.2
VARIACION	13.2	1.4
	c.e.t	0.106060606

Tabla 28. Evolución de la temperatura en muros de 12 cm con poliestireno expandido



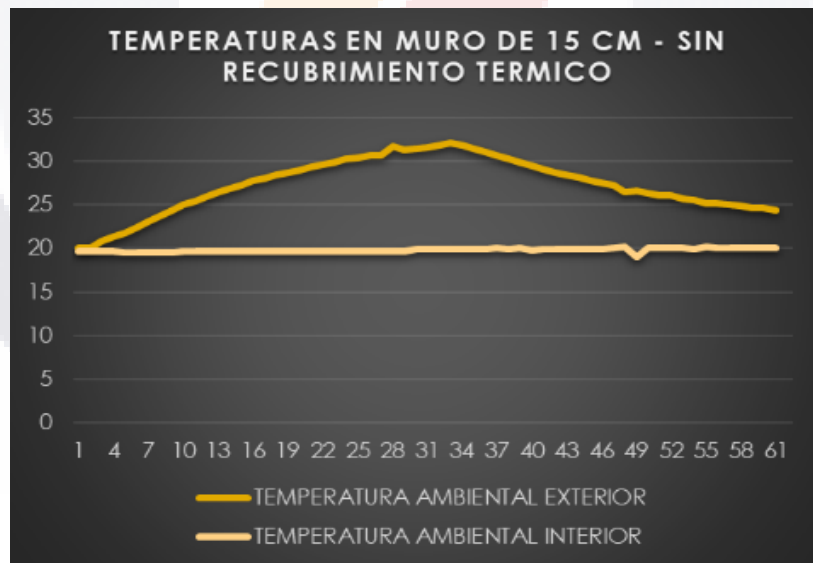
MINUTO	TEMPERATURA AMBIENTAL EXTERIOR	TEMPERATURA AMBIENTAL INTERIOR
max	32	20.7
min	20.2	20.1
VARIACION	11.8	0.6
	c.e.t	0.050847458

Tabla 29. Evolución de la temperatura en muros de 12 cm con poliestireno extruido



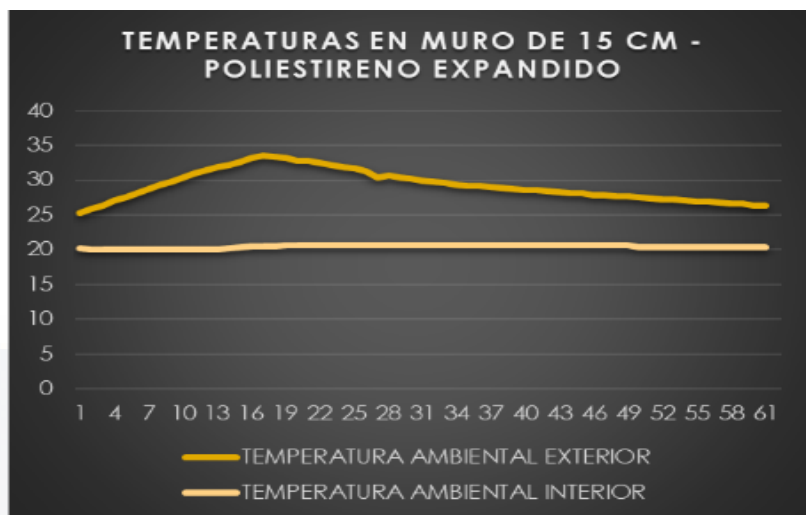
MINUTO	TEMPERATURA AMBIENTAL EXTERIOR	TEMPERATURA AMBIENTAL INTERIOR
0	33.5	20.4
60	21.7	19.9
VARIACION	11.8	0.5
	c.e.t	0.042372881

Tabla 30 Evolución de la temperatura en muros de 15 cm sin recubrimiento térmico



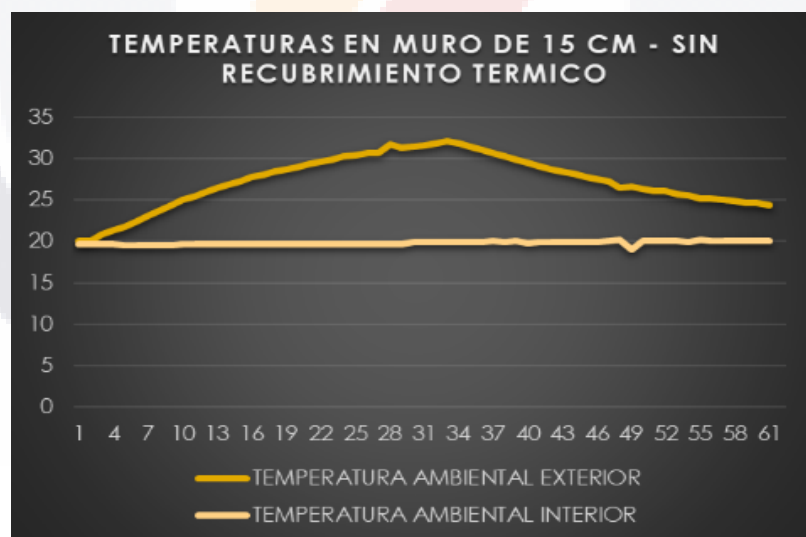
MINUTO	TEMPERATURA AMBIENTAL EXTERIOR	TEMPERATURA AMBIENTAL INTERIOR
0	32.1	20.2
60	20.1	19
VARIACION	12	1.2
	c.e.t	0.1

Tabla 31. Evolución de la temperatura en muros de 15 cm con recubrimiento de poliestireno expandido



MINUTO	TEMPERATURA AMBIENTAL EXTERIOR	TEMPERATURA AMBIENTAL INTERIOR
0	33.5	20.7
60	25.3	20.1
VARIACION	8.2	0.6
	c.e.t	0.073170732

Tabla 32. Evolución de la temperatura en muros de 15 cm con poliestireno extruido.



MINUTO	TEMPERATURA AMBIENTAL EXTERIOR	TEMPERATURA AMBIENTAL INTERIOR
0	32.1	20.2
60	20.1	19
VARIACION	12	1.2
	c.e.t	0.1

4.6 DESARROLLO DE ESTUDIO DE CASO ESPECÍFICAMENTE EN UNA VIVIENDA DE INTERÉS SOCIAL EN LA CIUDAD DE AGUASCALIENTES, MÉXICO.

Con la finalidad de complementar esta investigación, se optó por evaluar las condiciones de una vivienda de interés social, aplicando la metodología del Arquitecto Javier Neila para evaluar la evolución de la temperatura interior en un periodo de 24 horas.

Por consiguiente, se adjunta la información preliminar para evaluar la vivienda seleccionada.

4.6.1 Ubicación de la vivienda

La vivienda seleccionada está ubicada al sur de la ciudad de Aguascalientes en el Fraccionamiento Hacienda San Marcos, calle Haciendas de Santoral 109.

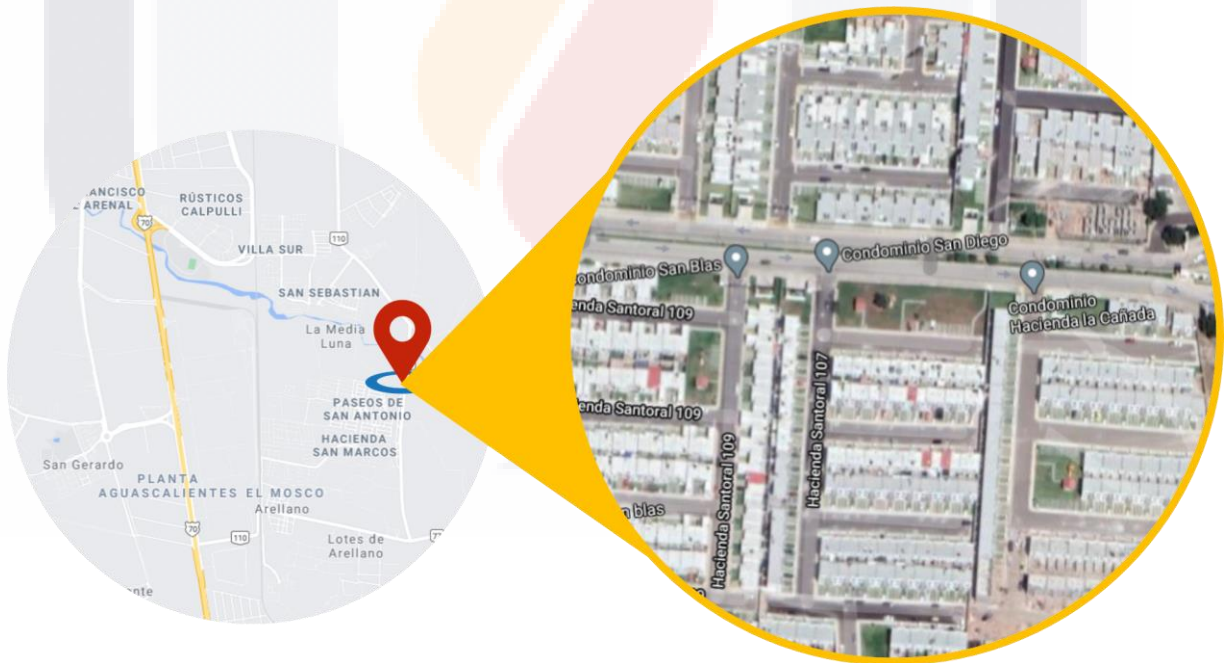


Ilustración 31. Ubicación de vivienda popular - estudio de caso

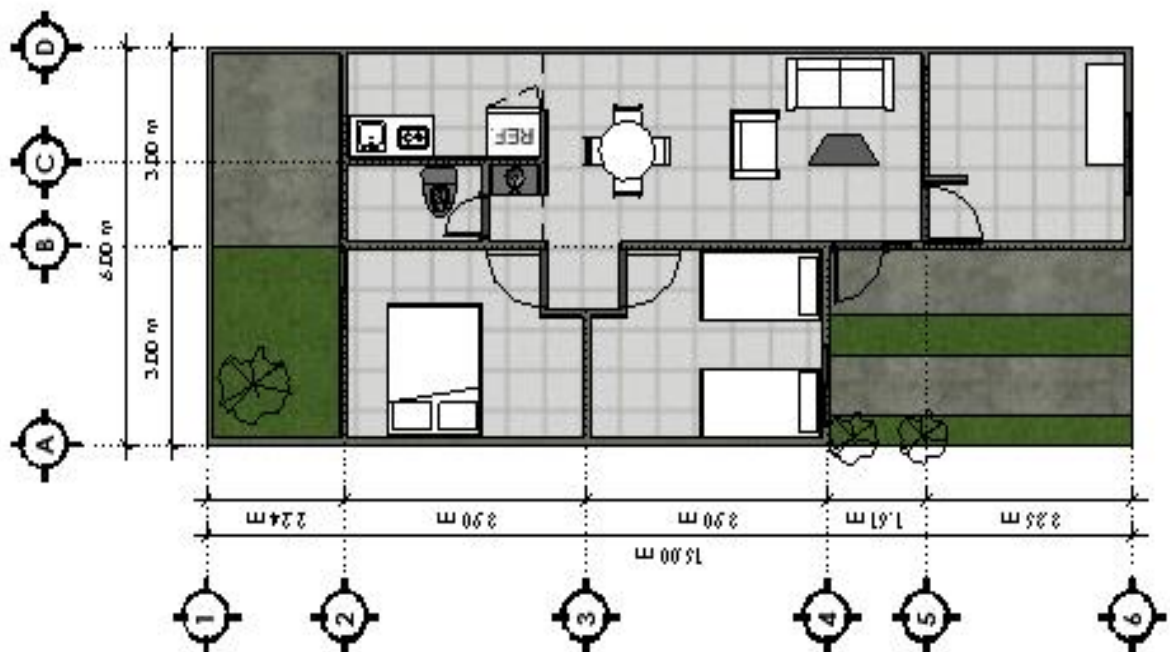
4.6.2 Usuarios

En ella habitan 4 integrantes papá, mamá, y 2 hijas con edades entre 2 y 5 años, mientras que los cónyuges el varón tiene una edad de 29 años y su esposa 27.

4.6.3 Características de la vivienda

La vivienda seleccionada para esta investigación cuenta con 75 m² construidos y 90 m² de terreno, Actualmente se conserva como fue adquirida desde su compra.

El sistema constructivo es por medio de muros de carga y losas a base de semivigüeta y casetón. Los materiales con los que se construyen los muros son a base de bloques de concreto de 10 cm y recubrimientos de 1cm en ambas caras a base de aplanado mortero-cemento-arena, y pintados en color blanco.



*Ilustración 32 Plano arquitectónico de la vivienda seleccionada como caso de estudio. .
Fuente: autoría propia*

Como se puede ver en la ilustración 32 la casa cuenta con los siguientes espacios: cochera para 1 auto, 3 recamaras, sala-comedor, cocina, baño

completo y patio de servicios. Hasta el momento los dueños no han considerado hacer modificaciones.

La orientación de la fachada principal está ubicada al poniente, y en cuanto al uso de climatización artificial la vivienda no emplea ningún equipo de calefacción complementaria, únicamente la ventilación natural.

En cuanto aspectos constructivos, la altura de entrepiso es de 2.50 cm, las ventanas son prefabricadas, con medidas de 60cm x 120 cm, ubicadas en fachada poniente y oriente. El patio de la casa y cochera no se encuentran techados. Hasta la fecha la casa no ha presentado modificaciones lo que permite evaluar el modelo como se entregó desde su compra.



Ilustración 33. Fachada de casa habitación- estudio de caso

4.7 IMPLEMENTACIÓN DE LA DE LA METODOLOGÍA DEL ARQUITECTO JAVIER NEILA “CÁLCULO DE LA EVOLUCIÓN DE LA TEMPERATURA INTERIOR” – APLICADA AL ESTUDIO DE CASO DE LA VIVIENDA DE INTERÉS SOCIAL.

Como complemento a esta investigación se decidió implementar la metodología del arquitecto Javier Neila, para analizar la evolución de la temperatura interior del inmueble, por lo que fue evaluada la situación actual de la vivienda con muros de 10 cm, sin recubrimiento y aplicando las placas de poliestireno o poliestireno extruido. A su vez también se evaluó los métodos constructivos propuesto en 12 cm y 15 cm.

En seguida se desglosa cada uno de los parámetros tomados en cuenta para el cálculo y obtención de resultados. Al desarrollar el cálculo uno de los primeros criterios es suponer una primera temperatura interior. Esta temperatura inicial propuesta no será el valor real, simplemente procederá para llevar a cabo el cálculo de las 24 horas del día.

Al término del cálculo se verifico que la temperatura propuesta coincida con la temperatura final, en el momento que ambas sean iguales se habrá generado el balance energético.

La siguiente Ilustración representa el balance energético para el cálculo de un muro de 10 cm con recubrimiento de poliestireno expandido, donde su temperatura inicial propuesta fue de 25.96 °C, con la cual se logró el balance energético para las condiciones del verano.

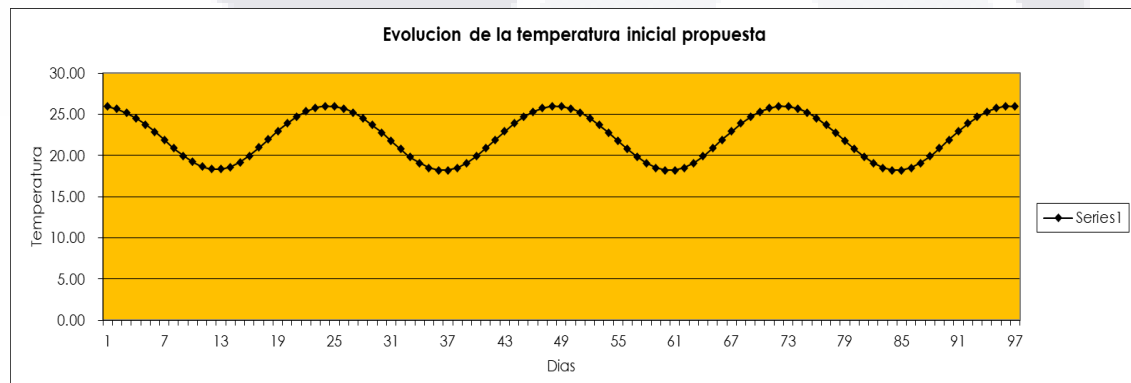


Ilustración 34. Ajuste de la temperatura - balance energético del edificio para determinar las condiciones climáticas del exterior. Modificado de Neila (2004)

El siguiente esquema muestra de forma general cada uno de los pasos a seguir para la evaluación de la temperatura interior, Metodología propuesta por el Arquitecto Español Javier Neila, en su libro Arquitectura bioclimática en un entorno sostenible.

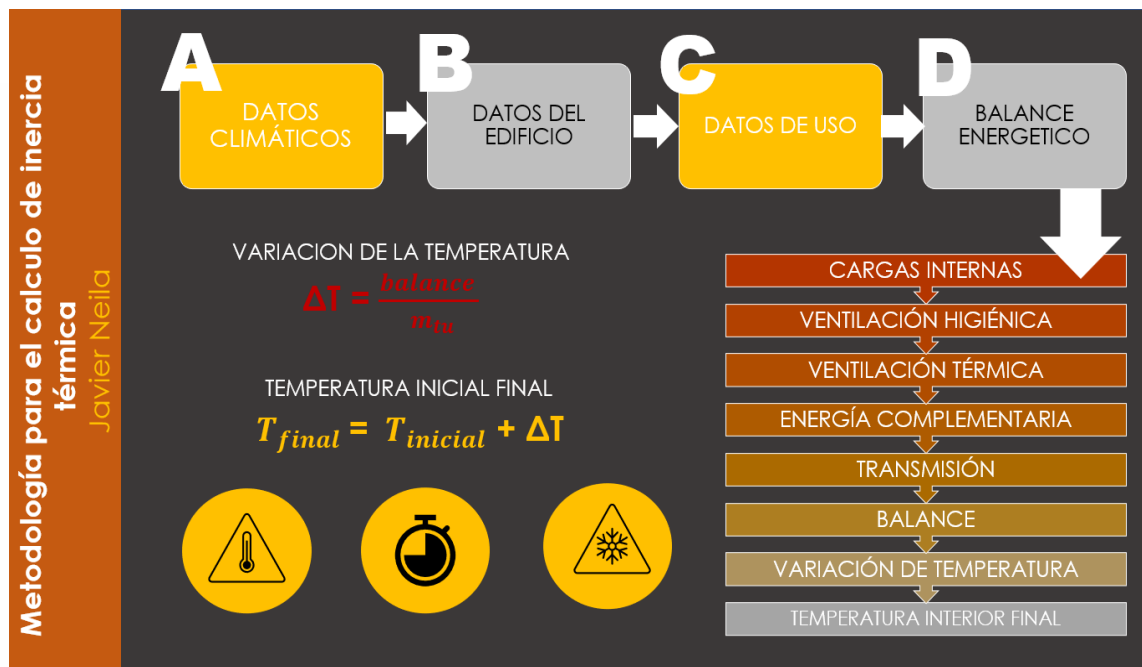


Ilustración 35. Esquema metodológico para la evolución de la temperatura interior
Fuente: Neila (2004)

A. DATOS CLIMATICOS

Los aspectos climáticos por considerar para el cálculo serán:

1. Temperatura exterior horaria: Para este parámetro se asignaron los promedios obtenidos acerca de las temperaturas mínimas y máximas de Aguascalientes de las tablas 4 y 5.
2. Irradiancia horaria: Los siguientes valores representan la irradiancia por mes y fachada para la latitud en la que se encuentra Aguascalientes.

En la siguiente tabla se adjuntaron todos los datos de la irradiancia media horaria sobre superficie en el mes de enero para la latitud especifica de Aguascalientes, México. En la tabla se pueden identificar cada uno de los datos por hora del día, ubicando un mes del año, y asignado valores diversos según la fachada del edificio (N: NORTE, S: SUR, O: OESTE, E: ESTE).

Tabla 33. Irradiancia horaria para la latitud de Aguascalientes en los meses de ENERO-FEBRERO-MARZO. Fuente: Neila (2004)

		MES DEL AÑO														
		Enero					Febrero					Marzo				
HORA DEL DIA	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	7	15	15	134	268	15	21	21	140	392	21	26	26	92	501	26
	8	32	32	337	524	32	34	34	291	599	34	36	36	194	662	36
	9	38	38	476	547	38	40	40	407	600	40	40	40	284	640	40
	10	41	41	572	442	41	42	42	492	476	42	42	42	355	500	42
	11	42	42	629	260	42	42	42	544	277	42	42	42	400	288	42
	12	42	42	648	42	42	42	42	561	42	42	42	42	415	42	42
	13	42	42	829	42	260	42	42	544	42	277	42	42	400	42	288
	14	41	41	572	41	442	42	42	492	42	476	42	42	355	42	500
	15	38	38	476	38	547	40	40	407	40	600	40	40	284	40	640
	16	32	32	337	32	524	34	34	291	34	599	36	36	194	36	662
	17	15	15	134	15	268	21	21	140	21	392	26	26	92	26	501
	18	0	0	0	0	226	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	19	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	20	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	21	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	22	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	23	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	24	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		dif	N	S	E	O	dif	N	S	E	O	dif	N	S	E	O

Tabla 34. Irradiancia horaria para la latitud de Aguascalientes en los meses de ABRIL-MAYO-JUNIO Fuente: Neila (2004)

		MES DEL AÑO														
		Abril					Mayo					Junio				
HORA DEL DIA	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	6	9	28	9	132	9	15	101	15	284	15	18	142	18	324	18
	7	30	67	30	570	30	31	164	31	584	31	32	211	32	578	32
	8	38	38	49	686	38	38	146	38	669	38	38	203	38	650	38
	9	40	40	114	644	40	40	104	40	619	40	40	168	40	598	40
	10	41	41	169	497	41	40	61	40	476	40	40	40	131	459	40
	11	41	41	206	285	41	41	41	50	273	41	40	40	104	263	40
	12	41	41	219	41	41	40	40	61	40	40	40	40	95	40	40
	13	41	41	206	41	285	41	41	50	41	273	40	40	104	40	263
	14	41	41	169	41	497	40	61	40	40	476	40	40	131	40	459
	15	40	40	114	40	644	40	104	40	40	619	40	168	40	40	598
	16	38	38	49	38	686	38	146	38	38	669	38	203	38	38	650
	17	30	67	30	30	570	31	164	31	31	584	32	211	32	32	578
	18	9	28	9	9	132	15	101	15	15	284	18	142	18	18	324
	19	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	20	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	21	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	22	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	23	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	24	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		dif	N	S	E	O	dif	N	S	E	O	dif	N	S	E	O

Tabla 35. Irradiancia horaria para la latitud de Aguascalientes en los meses de JULIO-AGOSTO-SEPTIEMBRE Fuente: Neila (2004)

		MES DEL AÑO														
		Julio					Agosto					Septiembre				
HORA DEL DIA	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	6	17	125	17	309	17	12	59	12	214	12	2	2	2	3	2
	7	32	191	32	579	32	30	110	30	575	30	27	27	55	530	27
	8	37	180	37	655	37	37	81	37	675	37	37	37	135	671	37
	9	40	142	40	604	40	40	40	49	629	40	40	40	214	639	40
	10	40	103	40	464	40	40	40	99	485	40	41	41	278	497	41
	11	40	40	75	266	40	40	40	132	278	40	41	41	319	286	41
	12	40	40	65	40	40	40	40	144	40	40	41	41	333	41	41
	13	40	40	75	40	266	40	40	132	40	278	41	41	319	41	286
	14	40	103	40	40	464	40	40	99	40	485	41	41	278	41	497
	15	40	142	40	40	604	40	40	49	40	629	40	40	214	40	639
	16	37	180	37	37	655	37	81	37	37	675	37	37	135	37	671
	17	32	191	32	32	579	30	110	30	30	575	27	27	55	27	530
	18	17	125	17	17	309	12	59	12	12	214	2	2	2	2	3
	19	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	20	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	21	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	22	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	23	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	24	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		dif	N	S	E	O	dif	N	S	E	O	dif	N	S	E	O

Tabla 36. Irradiancia horaria para la latitud de Aguascalientes en los meses de OCTUBRE- NOVIEMBRE- DICIEMBRE Fuente: Neila (2004)

		MES DEL AÑO														
		Octubre					Noviembre					Diciembre				
HORA DEL DIA	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	7	23	23	127	432	23	17	17	140	304	17	14	14	122	226	14
	8	35	35	258	619	35	32	32	325	543	32	31	31	343	500	31
	9	40	40	364	611	40	39	39	457	560	39	38	38	488	529	38
	10	41	41	443	482	41	41	41	550	450	41	41	41	587	430	51
	11	42	42	491	280	42	42	42	605	264	42	42	42	645	254	42
	12	42	42	508	42	42	42	42	624	42	42	42	42	665	42	42
	13	42	42	491	42	280	42	42	605	42	264	42	42	645	42	254
	14	41	41	443	41	482	41	41	550	41	450	41	41	548	488	343
	15	40	40	364	40	611	39	39	457	39	560	38	38	488	38	529
	16	35	35	258	35	619	32	32	325	32	543	31	31	343	31	500
	17	23	23	127	23	432	17	17	140	17	304	14	14	122	14	226
	18	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	19	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	20	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	21	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	22	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	23	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	24	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		dif	N	S	E	O	dif	N	S	E	O	dif	N	S	E	O

B. DATOS DEL EDIFICIO

Correspondientes a este apartado se calculó:

1. El coeficiente global de pérdidas
2. La masa térmica útil del edificio.

Para su desarrollo fue necesario considerar de que materiales están contruidos muros, losas y piso, desglosando de cada uno conductividad térmica, densidad, calor especifico y alguno otros datos requeridos para el cálculo. A continuación, se muestra un ejemplo de las tablas empleadas.

Tabla 37. Calculo para coeficiente global de perdidas por transmisión. Modificado de Neila (2004)

COEFICIENTE GLOBAL DE PÉRDIDAS POR TRANSMISIÓN			
Opacos	SFg=	672.35 W/°C	Masa térmica útil (cerramientos)
Ventana sin persiana	SFg=	20.20 W/°C	mtu= 7463 Wh/°C
Ventana con persiana	SFg=	0.00 W/°C	
Total (ventana sin persiana)	SFg=	692.54 W/°C	
Total (persiana aislada)	SFg=	672.35 W/°C	

Muro 1

Capa	Espesor m	Conductividad W/m °C	Densidad kg/m ³	Calor específico kJ/kg °C	Resistencia °C m ² /W	Masa térmica kJ/m ² °C	Coef. Corrector
block de concreto 12x20x40	0.10	1.100	1400	0.840	0.0909	118	0.95
mortero	0.01	0.170	1800	1.100	0.0588	20	
mortero	0.01	0.170	1800	1.100	0.0588	20	
poliestireno expandido	0.03	0.370	20	1.450	0.0686	1	
		1.000			0.0000	0	
		1.000			0.0000	0	
		1.000			0.0000	0	
Cámara de aire							
Int					0.18		
R _{se} + R _{si}					0.17		
Total					0.63		
U					1.59 W/m ² °C		
Fg= U·A					134.12 W/°C		
Total corregida						150 kJ/m ² °C	
mtu=						42 Wh/m ² °C	
						3506 Wh/°C	

A= 84.12 m²

C. DATOS DE USO

En la siguiente ilustración se muestran cada uno de los aspectos a considerar referente al uso del inmueble, horario de ocupación de la vivienda, así como algunos equipos electrodomésticos empleado por la familia.

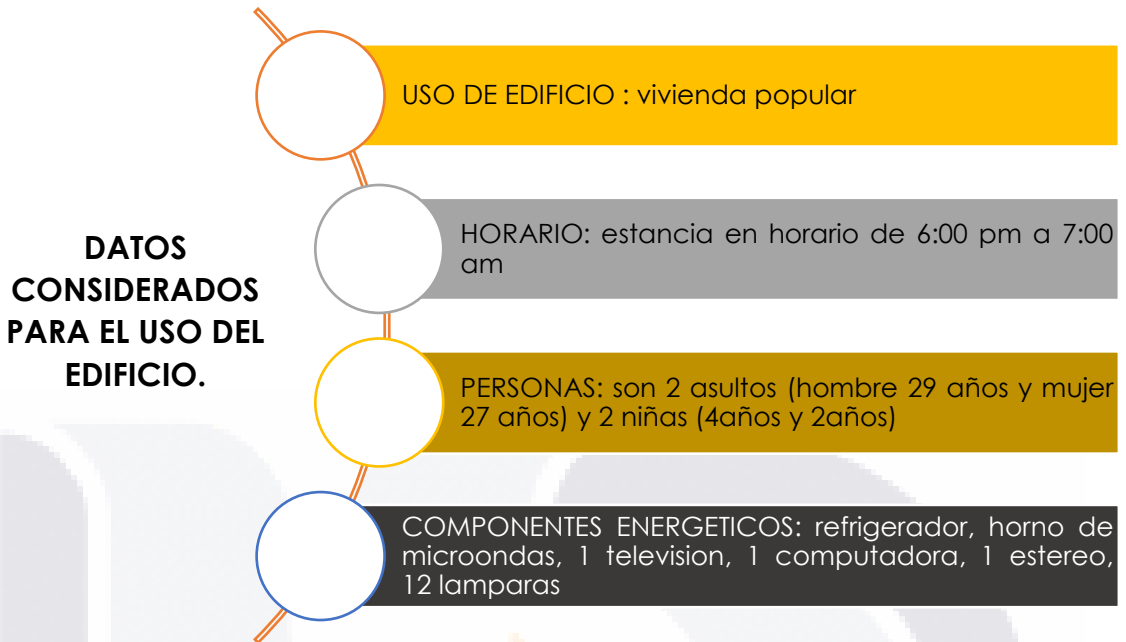


Ilustración 36. Datos particulares del uso de la vivienda. Estudio de caso. . Fuente: autoría propia

D. BALANCE ENERGETICO

Se evaluó la totalidad de la energía que entra y sale del edificio, para considerarse aportaciones se mantienen con signo positivo, y perdidas como negativo.

El intercambio energético puede tener variación según la hora del día, por lo que los siguientes factores son circunstanciales para la obtención de temperaturas finales.

1) Radiación

Se obtuvo de la irradiancia horaria por la superficie del hueco (ventanas o puertas) y por un coeficiente corrector.

$$\sum I \cdot A \cdot C_{corrector} \quad (w)$$

Cada factor está en función del tipo de cristal, si tiene protecciones solares, y de aspectos de acumulación de calor del local.

2) Cargas internas

El cálculo de las cargas interna se determinó con el número de ocupantes por la velocidad del metabolismo según la actividad que desarrollan a cierta hora. Adicionando a ellos se deberá considerar la potencia del alumbrado encendido más alguna otra fuente de energía que se esté consumiendo dentro de la vivienda. Recordemos que la potencia de los equipos electrónicos también termina convirtiéndose en calor.

$$N_{personas} \cdot M + P_{alumbrado} + P_{equipos}. \quad (w)$$

3) Ventilación Higiénica

Es de suponerse que la vivienda debería tiene un porcentaje de ventilación higiénica, la cual se calculó de acuerdo con la estación del año, las fórmulas empleadas se anexan a continuación.

$$\text{Invierno: } 1.29 \cdot (N_{personas} \cdot 6.4 \cdot M) \cdot \Delta T \quad (w)$$

$$\text{Verano: } 1.14 \cdot (N_{personas} \cdot 6.4 \cdot M) \cdot \Delta T \quad (w)$$

M = es la velocidad del metabolismo

ΔT = Diferencia de temperaturas

4) Ventilación térmica

Este factor corresponde al caudal de aportación determinado por la velocidad del aire exterior. Se considera este factor en su totalidad cuando no existen elementos o espacios que limiten el flujo del aire, el caso de ser así se deberá considerar un parámetro menor de ventilación interior.

$$\text{Caudal: } V_{aire} \cdot A_{hueco} \cdot C_{corrector} \quad (m^3/h)$$

$$\text{Verano: } 0.32 \cdot \text{caudal} \cdot \Delta T \quad (w)$$

A continuación, se muestra un ejemplo para el desarrollo de los calculo mencionados anteriormente, de los cuales en el capítulo siguiente se analizarán la gráficas y tablas obtenidas de la evolución de la temperatura interior para las pruebas en muro de 10, 12 y 15 cm, considerando los efectos térmicos del invierno y del verano, con los tres métodos propuestos

- 1) Sin aplicar recubrimientos
- 2) Aplicando poliestireno extruido a la fachada exterior – como acabado intermedio
- 3) Aplicando poliestireno expandido a la fachada exterior – como acabado intermedio.

Tabla 38. Cálculo para la obtención de la evolución de la temperatura interior, ejemplo en un muro de 10 cm con poliestireno extruido, en condiciones de verano. Modificado de Neila (2004)

LOCALIDAD:	AGUASCALIE	Coefficiente de pérdidas (O):	600.43 W/°C	Ocupantes:	4 Personas
Mes:	DIC	Coefficiente de pérdidas (V):	20.20 W/°C	Iluminación:	130 W
Ventanas (NORTE)	0.00 m ²	Coefficiente de pérdidas (V+P):	0.00 W/°C	Masa térmica:	15515.2 Wh/°C
Ventanas (SUR)	0.00 m ²	Masa térmica:	15515.2 Wh/°C	Ventilación:	(velocidad) 0.006 m/s
Ventanas (ESTE)	3.24 m ²	Ventilación:	(hueco) 3.1 m ²	Energía complementaria:	92 W
Ventanas (OESTE)	2.88 m ²			Fracción de la carga:	29.48 %
				Ahorro:	70.52 %
				Consumo sin estrategia:	7463 Wh/día
				Consumo de apoyo:	2200 Wh/día

Hora solar	Temp. interior inicial (°C)	Temp. exterior (°C)	Irradiancia (W/m ²)												Radiación (Wh)	Cargas inte. (Wh)	Vent. (Wh)	Térm. (Wh)	Hig. (Wh)	Energía cor. Transm. (Wh)	BALANCE (Wh)	Variación de Temp. interi					
			DIFUS/NORTE	som%	Nreal	SUR	som%	Sreal	ESTE	som%	Ereal	OESTE	som%	Oreal								Temp. (°C)	final (°C)				
0	18.57	11.1	0	0	100	0	0	100	0	0	100	0	0	100	0	0	100	0	0	360	-168	-297	92	-4497	-4511	-0.29	18.28
1	18.28	9.4	0	0	100	0	0	100	0	0	100	0	0	100	0	0	100	0	0	360	-200	-352	92	-5331	-5432	-0.50	17.78
2	17.78	7.9	0	0	100	0	0	100	0	0	100	0	0	100	0	0	100	0	0	360	-222	-392	92	-5928	-6089	-0.66	17.12
3	17.12	6.7	0	0	100	0	0	100	0	0	100	0	0	100	0	0	100	0	0	360	-235	-414	92	-6268	-6465	-0.80	16.32
4	16.32	5.8	0	0	100	0	0	100	0	0	100	0	0	100	0	0	100	0	0	360	-237	-419	92	-7691	-7895	-0.94	15.38
5	15.38	5.2	0	0	100	0	0	100	0	0	100	0	0	100	0	0	100	0	0	360	-229	-404	92	-7858	-8039	-1.01	14.37
6	14.37	5.0	0	0	100	0	0	100	0	0	100	0	0	100	0	0	100	0	0	360	-211	-372	92	-7676	-7807	-1.04	13.34
7	13.34	5.5	14	122	100	14	122	100	14	226	100	14	14	100	14	86	630	-175	-310	92	-7116	-6794	-0.99	12.35			
8	12.35	7.1	31	343	100	31	343	100	31	500	80	125	31	100	31	494	630	-119	-210	92	-5666	-4779	-0.82	11.52			
9	11.52	9.4	38	488	100	38	488	100	38	529	80	136	38	100	38	551	0	-48	-84	92	-3634	-3124	-0.63	10.90			
10	10.90	12.3	41	587	100	41	587	100	41	430	80	197	51	100	41	755	0	0	55	92	-1233	-332	-0.33	10.56			
11	10.56	15.3	42	645	100	42	645	90	102	254	80	84	42	100	42	394	0	0	189	92	1292	1968	-0.03	10.53			
12	10.53	18.2	42	665	100	42	665	80	291	42	100	42	42	100	42	257	0	0	304	92	3669	4322	0.28	10.82			
13	10.82	20.5	42	645	100	42	645	40	404	42	100	42	254	100	42	257	0	0	386	92	5612	6346	0.59	11.40			
14	11.40	22.1	41	548	100	41	548	20	447	488	100	41	343	100	41	251	500	0	423	92	6925	8191	0.86	12.26			
15	12.26	22.6	38	488	100	38	488	20	398	38	100	38	529	100	38	233	500	0	410	92	7437	8672	1.03	13.29			
16	13.29	22.4	31	343	100	31	343	40	218	31	100	31	500	100	31	190	0	0	362	92	7314	7957	1.07	14.36			
17	14.36	21.8	14	122	100	14	122	60	57	14	100	14	226	100	14	86	0	0	297	92	6769	7243	1.04	15.40			
18	15.40	20.9	0	0	100	0	0	90	0	0	100	0	0	100	0	0	630	0	219	92	5714	6655	0.97	16.37			
19	16.37	19.7	0	0	100	0	0	100	0	0	100	0	0	100	0	0	630	0	132	92	4460	5314	0.84	17.21			
20	17.21	18.2	0	0	100	0	0	100	0	0	100	0	0	100	0	0	630	0	39	92	2949	3710	0.67	17.88			
21	17.88	16.5	0	0	100	0	0	100	0	0	100	0	0	100	0	0	630	-31	-54	92	1297	1934	0.47	18.35			
22	18.35	14.7	0	0	100	0	0	100	0	0	100	0	0	100	0	0	630	-82	-144	92	-409	87	0.23	18.58			



CAPÍTULO 5

RESULTADOS Y DISCUSIONES



CAPITULO V. RESULTADOS Y DISCUSIONES

5.1 NORMATIVIDAD – NMX-C-460-ONNCCE-2009

Los resultados obtenidos para cada una de las muestras fabricadas en físico, arrojo los siguientes resultados; en primera instancia se observa que los bloque de concreto únicamente repellados con mortero cemento arena presentan resultados por debajo el rango mínimo especificado en la norma para las zonas 3A, 3B, 3C, incluso ni con el aumento en el espesor del bloque se logra obtener un resultado óptimo.

Zona 3A 3B 3C	Muros m ² K / W (ft ² h °F /BTU)		
	Mínima	Habitabilidad	Ahorro de Energía
	1,00 (5,70)	1,10 (6,00)	1,40 (8,00)

A diferencia de los muros a los cuales se fue aplicado un recubrimiento térmico, desde los bloques con espesor de 10cm hasta los de 20 cm los resultados cumplen con lo especificado en norma, entrando en los parámetros mínimos y en algunos casos superando el valor R para ser habitables.

Tabla 39 . Resultados finales de la resistencia total (Valor R), calculada para cada muestra experimental. . Fuente: autoría propia

BLOCK + APLANADO INTERIOR + APLANADO EXTERIOR			
ESPESOR DE BLOCK	SIN AISLANTE TÉRMICO	POLIESTIRENO EXPANDIDO	POLIESTIRENO EXTRUIDO
10 CM	0.408936017	1.095422503	1.202686017
12 CM	0.427117835	1.113604321	1.220867835
15 CM	0.454390562	1.140877049	1.248140562
20 CM	0.498207106	1.184693593	1.291957106

A continuación, se observa como los muros que fueron fabricados con aislantes térmicos, superar la resistencia mínima de 1.00 , sin embargo, para los muros de block con recubrimientos, semejantes a los que se aplican para viviendas en Aguascalientes, no cumplen con lo especificado por la norma.

RESISTENCIA TOTAL OBTENIDA POR CADA MUESTRA

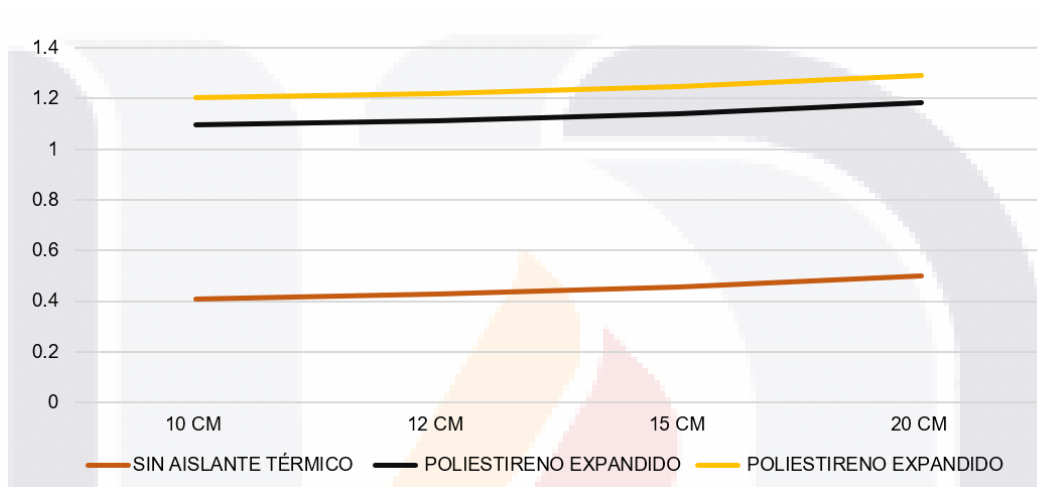


Ilustración 37. Resistencia total obtenida para cada espesor de muro y aislante térmico implementado

En el primer cálculo se observaba el análisis de resistencia total para un muro con las siguientes características, block de concreto 10x20x40cm repellado en su cara interior y exterior con cemento mortero arena. Para los resultados obtenidos para esta muestra, se observa que su resistencia total está por debajo de la requerida para la zona 3A, 3B y 3C en la NMX-

La evaluación para un muro de block con dimensiones de 10x20x40 cm, el cual se encuentra recubierto en su cara interior únicamente por mortero, en su cara exterior será armado por una placa de poliestireno extruido, malla hexagonal y mortero cemento arena. El resultado obtenido de la resistencia total para esta muestra según sus características constructivas es de 1.2026 $m^2 k/w$.

Por lo tanto, esta muestra cumple con lo establecido por la norma como requisito mínimo de resistencia, incluso su valor estaría cercano al segundo parámetro del rango que es habitabilidad.

Sin embargo, ninguna de la muestra, entra dentro del rango de Ahorro de energía, lo que significa que ningún muro podría omitir el uso de climatización, ni siquiera los de 20 cm podría generar ahorro energético en las viviendas.

5.2 COEFICIENTES DE ESTABILIDAD TÉRMICA EN MUESTRAS EXPERIMENTALES

Se analizó la resistencia térmica de los modelos propuestos, así como su coeficiente de estabilidad térmica (c.e.t). Este coeficiente se obtiene como la relación entre la temperatura interior y exterior promedio. Por lo tanto, los parámetros resultantes designan el comportamiento de la temperatura interior del edificio y su inercia térmica.

Tabla 40 Clasificación del coeficiente de estabilidad térmica. Fuente: Neila (2004)

Coeficiente de estabilidad térmica	
C.e.t > 1.0	Local donde los efectos del sobrecalentamiento son críticos
C.e.t = 1.0	Local en el que la temperatura varía al mismo ritmo que el exterior
C.e.t entre 1.0 y 0.5	Local con suficiente inercia térmica. Se reduce el efecto de la temperatura exterior.
C.e.t < 0.5	Local con gran inercia térmica. Repercute en el local menos del 50% de la fluctuación de la energía interior

Para las temperaturas obtenidas por medio de las pruebas experimentales se obtuvieron los siguientes c.e.t, cabe mencionar que los valores mostrados son

muy pequeños incluso son menor al 0.5 c.et. que indica que el local cuenta con gran inercia térmica, sin embargo, es importante mencionar que los valores son resultados mínimos debido a que las variaciones de las temperaturas no fueron mayores, ya que solo se experimentaron por 60 min, es por ellos que la segunda metodología nos dará una estimativa de un lapso de 24 hrs.

Sin embargo, lo que si permite evaluar esta prueba es la viabilidad de las 3 propuestas, y se puede evaluar que de los materiales el poliestireno extruido podría presentar mejor comportamiento en la temperatura interior, incluso también se verifica que el aumento del espesor en los muros se podría beneficiar la resistencia térmica del edificio.

Tabla 41. Resultados del coeficiente de estabilidad térmica para cada muestra del diseño experimental. Fuente: autoría propia

C.E.T - MUROS DE 10		
	espesor	c.e.t
SIN RECUBRIMIENTO	10 cm	0.073
EXPANDIDO	10cm	0.037
EXTRUIDO	10cm	0.012
C.E.T - MUROS DE 12		
	espesor	c.e.t
SIN RECUBRIMIENTO	12cm	0.106
EXPANDIDO	12 cm	0.0508
EXTRUIDO	12 cm	0.04
C.E.T - MUROS DE 15		
	espesor	c.e.t
SIN RECUBRIMIENTO	15cm	0.1
EXPANDIDO	15cm	0.7
EXTRUIDO	15cm	0.1

Para el desarrollo de las pruebas experimentales en campo se detectó que algunas agentes externo como el espacio de pruebas sin regulación térmica, la hora de toma de las muestras o incluso los periodos en lo que fueron evaluados, hablando de que algunas pruebas fueron desarrolladas en invierno, primavera y verano, provocaron sobre todo variación en el resultado de los c.e.t del experimento en los muros de 15 cm, por lo que en estas muestras no cumplió el

patrón de que los poliestirenos extruidos proporcionaban mejores características de inercia térmica.



Ilustración 38 Resultados C.e.t. en muros de 10 cm – pruebas experimentales

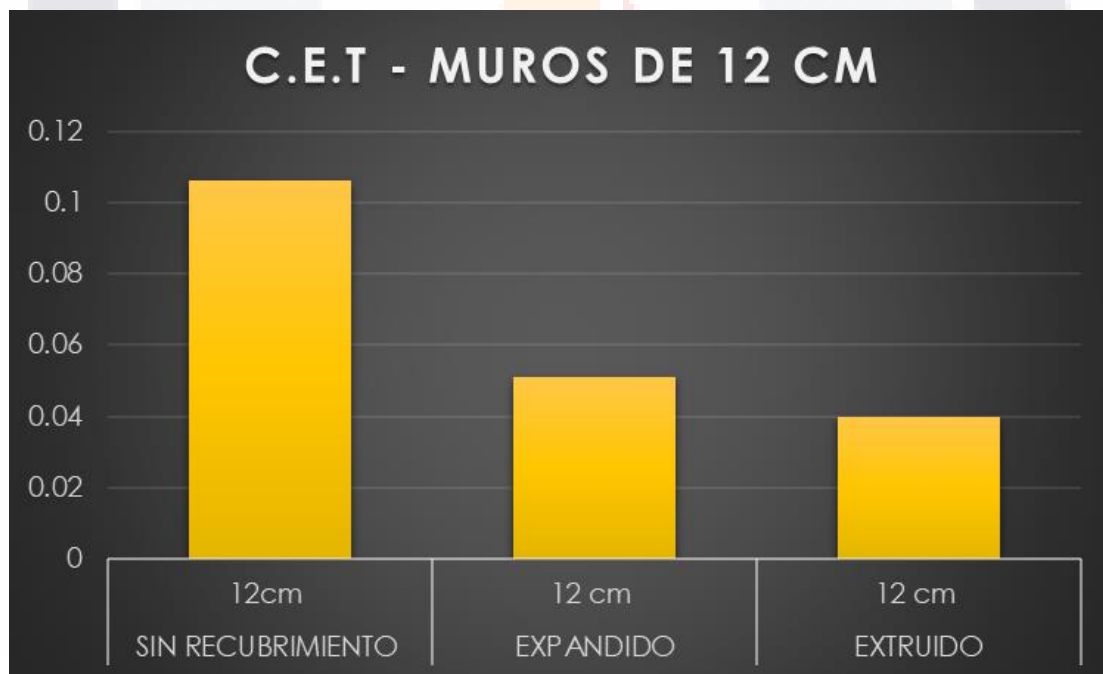


Ilustración 39. Resultados C.e.t. en muros de 12 cm – pruebas experimentales

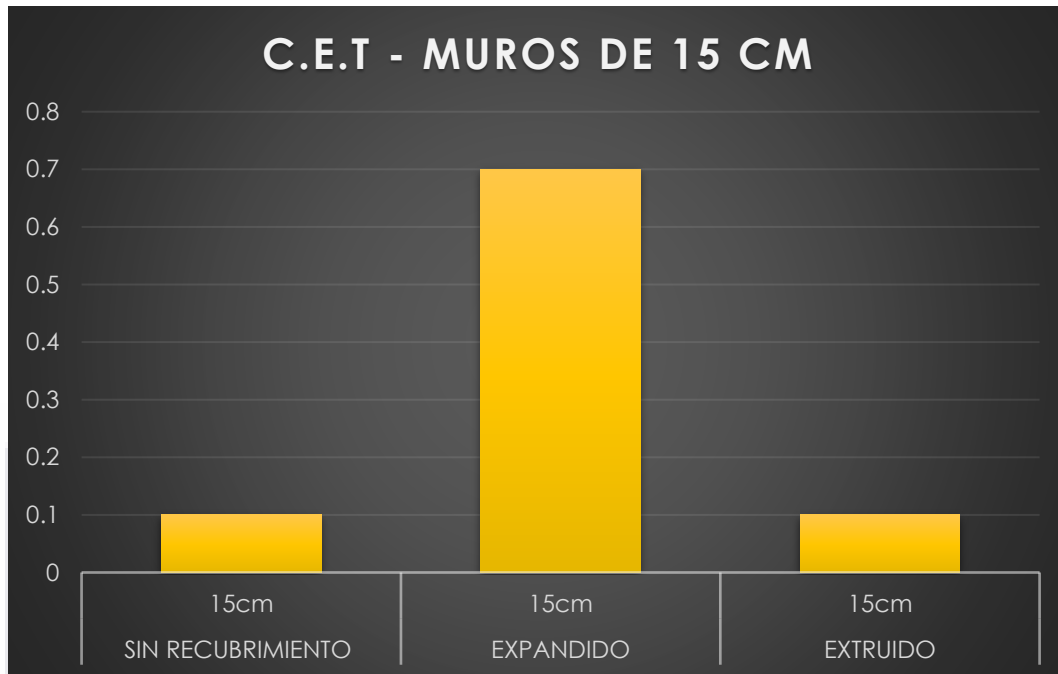


Ilustración 40. Resultados C.e.t. en muros de 12 cm – pruebas experimentales

En los resultados de c.e.t se entendería que entre menor sea su resultado indica que la propuesta constructiva presenta mayor grandes cualidades con relación a su inercia térmica, sin embargo, con las pruebas experimentales no se pudo obtener un c.e.t certero porque solo se probaron durante lapsos mínimos de tiempo, sin embargo, si se define que al aplicar algún recubrimiento podremos mejorar la resistencia térmica del sistema constructivo.

5.3 EVOLUCIÓN DE LA TEMPERATURA INTERIOR – APLICADA A ESTUDIO DE CASO – VIVIENDA DE INTERES SOCIAL

La metodología aplicada para en análisis de la evolución de la temperatura interior en el estudio de caso arrojó los siguientes resultados.

Tabla 42. Rangos de Bienestar - Caso de estudio - estaciones del año. Fuente: autoría propia

RANGO DE BIENESTAR (INV)		RANGO DE BIENESTAR (VER)		RANGO DE BIENESTAR (PRIM-OTO)	
Mínimo	Máximo	Mínimo	Máximo	Mínimo	Máximo
18.3	22.5	22.5	28.1	19.72	25.28

Los resultados que muestra la tabla 42 son los rangos establecidos por el cálculo para las diversas estaciones del año en la ciudad de Aguascalientes, México, por lo tanto, a partir de estos rangos se podrá determinar si la evolución de la temperatura interior de las viviendas puede proporcionar el confort térmico deseado. Para este estudio se han enfocado los resultados en la evolución de la temperatura interior en verano y en invierno, considerando los muros actuales de 10 cm, y las propuestas constructivas aplicadas a 12 y 15 cm.

A continuación, se muestran los resultados obtenidos para cada uno de los tipos de muros y sus propuestas con recubrimiento térmico y sin recubrimiento térmico en fachada. En cada una de las gráficas se manejan los conceptos de límite superior de bienestar y límite inferior, los cuales corresponden a los resultados de la tabla 42.

5.3.1. Evolución de la temperatura interior en muros de 10 cm – Invierno

Para la evolución de la temperatura interior del inmueble sin aplicar recubrimiento térmico se obtuvieron los siguientes resultados para las estaciones de invierno y de verano

Tabla 43. Evolución de la temperatura interior en invierno, muros de 10 cm sin recubrimiento térmico.

MURO DE 10 CM SIN RECUBRIMIENTO TÉRMICO

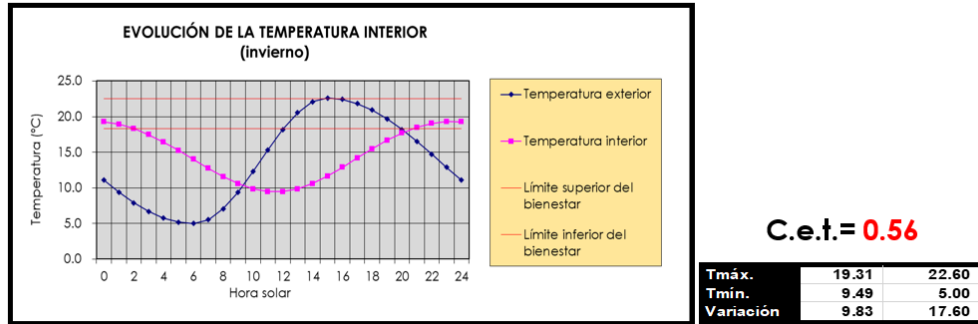


Tabla 44. Evolución de la temperatura interior en invierno, muros de 10 cm con poliestireno expandido

MURO DE 10 CM CON RECUBRIMIENTO DE POLIESTIRENO EXPANDIDO

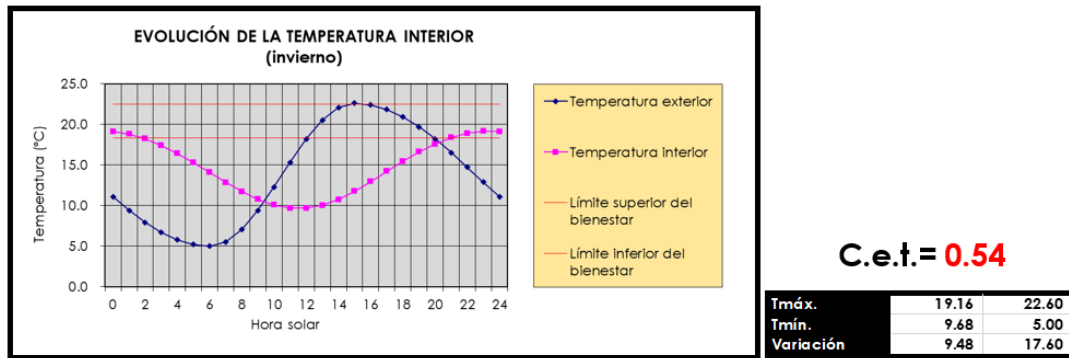
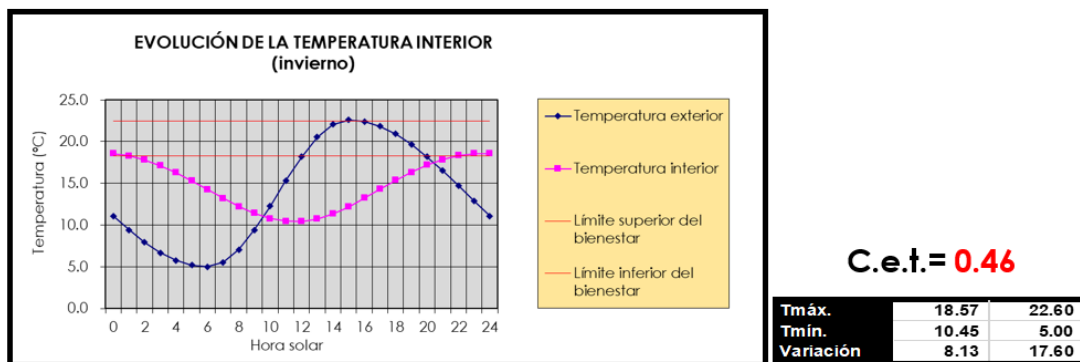


Tabla 45. Evolución de la temperatura interior en invierno, muros de 10 cm con poliestireno extruido

MURO DE 10 CM CON RECUBRIMIENTO DE POLIESTIRENO EXTRUIDO



5.3.2. Evolución de la temperatura interior en muros de 10 cm – Verano

Tabla 46. Evolución de la temperatura interior en verano, muros de 10 cm sin recubrimiento térmico.

MURO DE 10 CM SIN RECUBRIMIENTO TÉRMICO

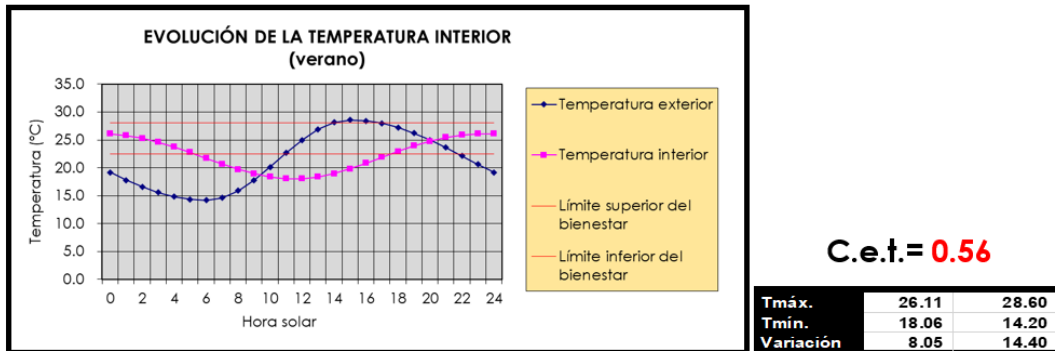


Tabla 47. Evolución de la temperatura interior en verano, muros de 10 cm con poliestireno expandido

MURO DE 10 CM CON RECUBRIMIENTO DE POLIESTIRENO EXPANDIDO

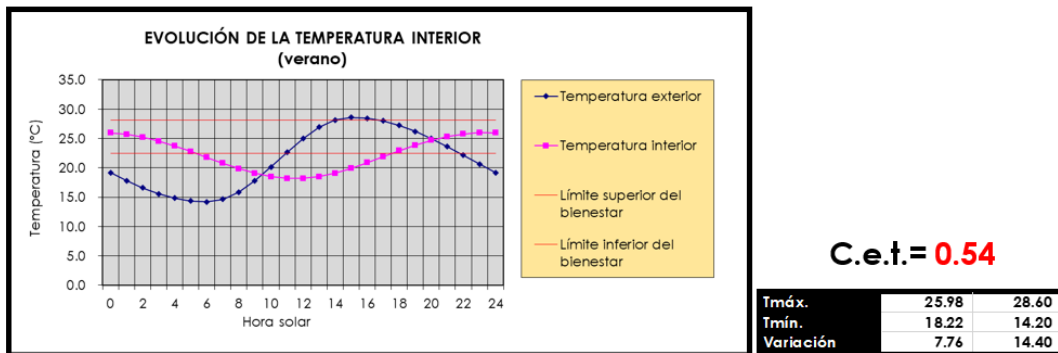
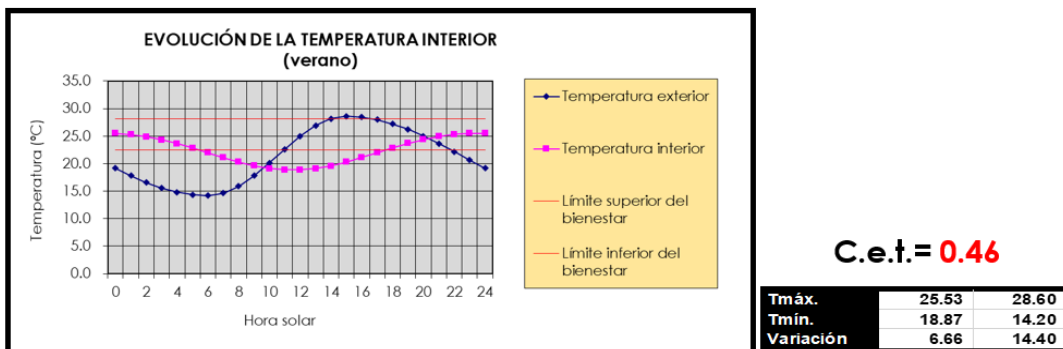


Tabla 48. Evolución de la temperatura interior en verano, muros de 10 cm con poliestireno extruido

MURO DE 10 CM CON RECUBRIMIENTO DE POLIESTIRENO EXTRUIDO



5.3.3. Evolución de la temperatura interior en muros de 12 cm – Invierno

Para analizar cómo podría ser el comportamiento de las viviendas, se propuso analizar la evolución de la temperatura interior en muros de 12 y 15 cm para identificar que hubiera sucedido al interior de la casa, si el sistema constructivo fuera de mayor espesor.

Tabla 49. Evolución de la temperatura interior en invierno, muros de 12 cm sin recubrimiento

MURO DE 12 CM SIN RECUBRIMIENTO TÉRMICO

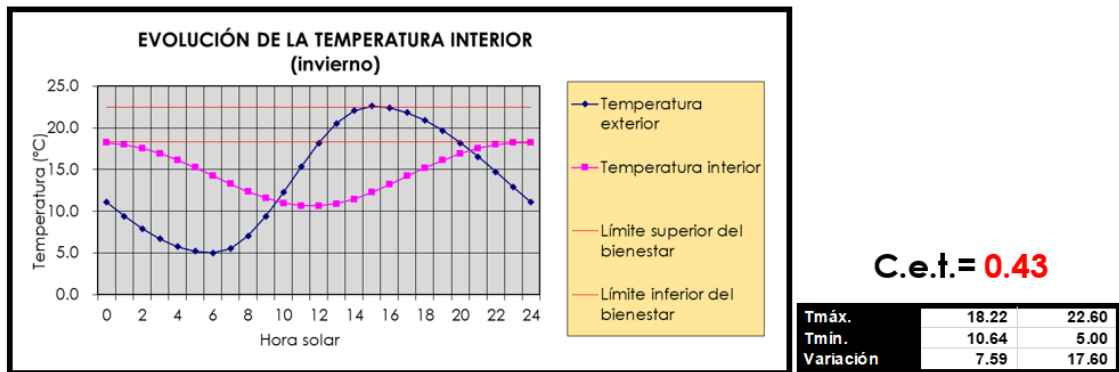


Tabla 50. Evolución de la temperatura interior en invierno, muros de 12 cm con poliestireno expandido

MURO DE 12 CM CON RECUBRIMIENTO DE POLIESTIRENO EXPANDIDO

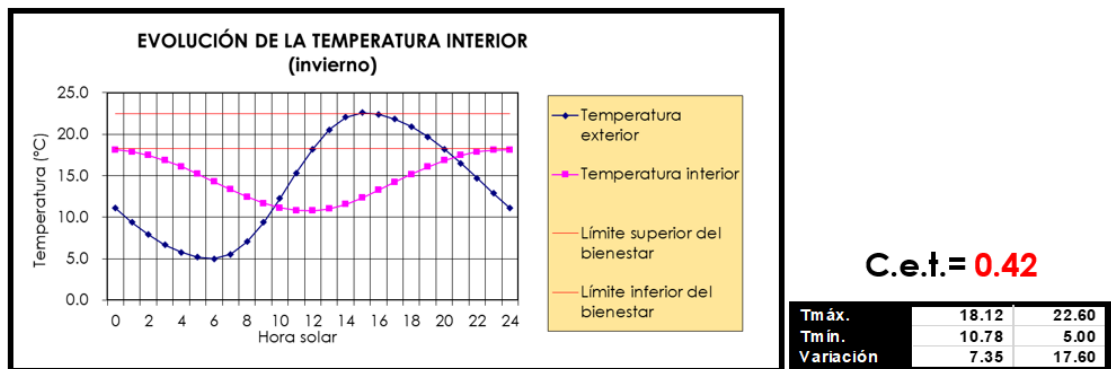
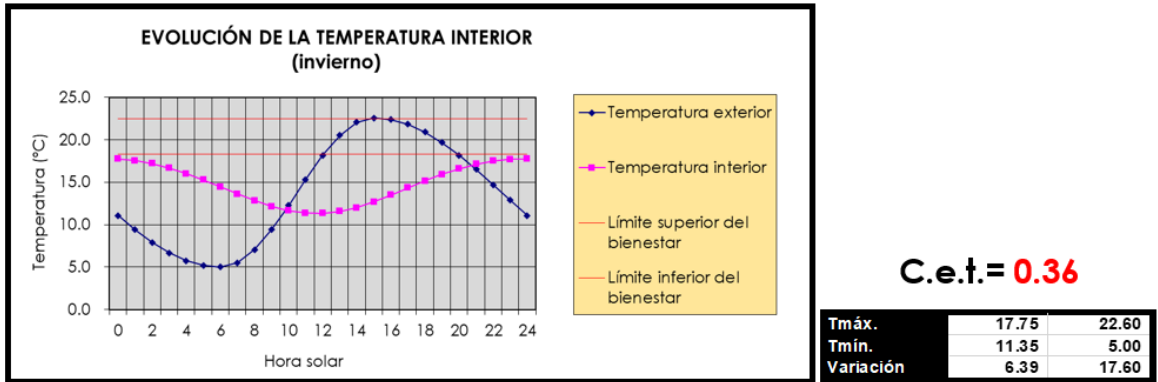


Tabla 51. Evolución de la temperatura interior en invierno, muros de 12 cm con poliestireno extruido

MURO DE 12 CM CON RECUBRIMIENTO DE POLIESTIRENO EXTRUIDO



5.3.4. Evolución de la temperatura interior en muros de 12 cm – Verano

Tabla 52. Evolución de la temperatura interior en verano, muros de 12 cm sin recubrimiento térmico

MURO DE 12 CM SIN RECUBRIMIENTO TÉRMICO

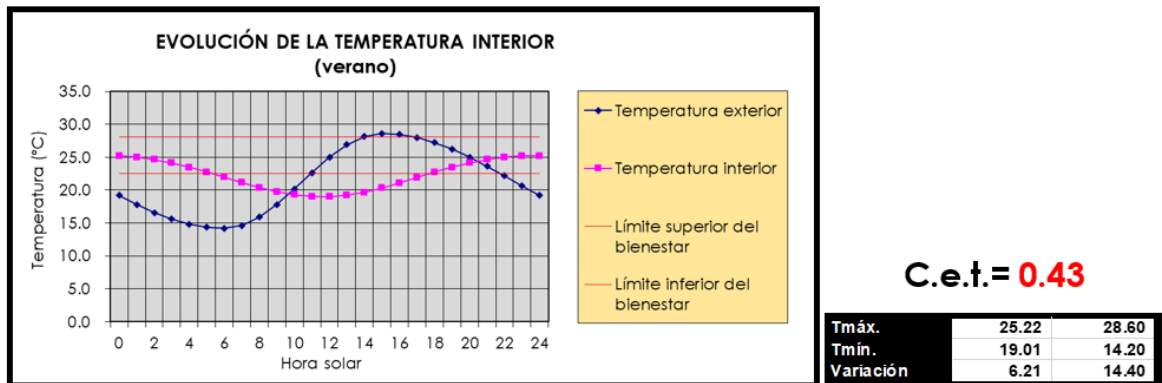


Tabla 53. Evolución de la temperatura interior en verano, muros de 12 cm con poliestireno expandido

MURO DE 12 CM CON RECUBRIMIENTO DE POLIESTIRENO EXPANDIDO

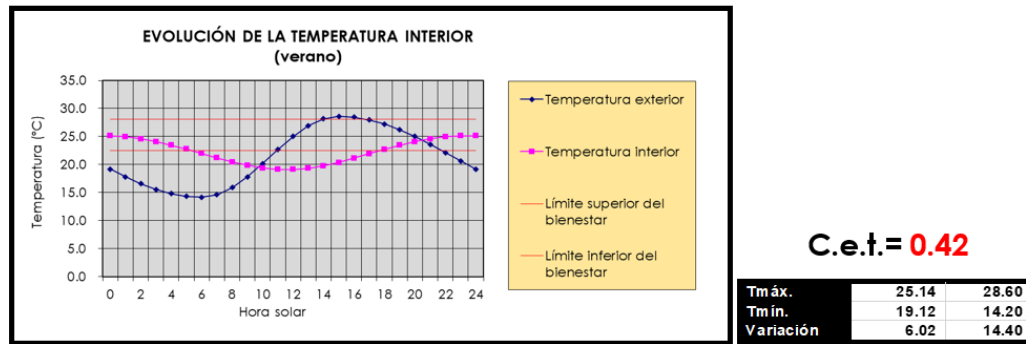
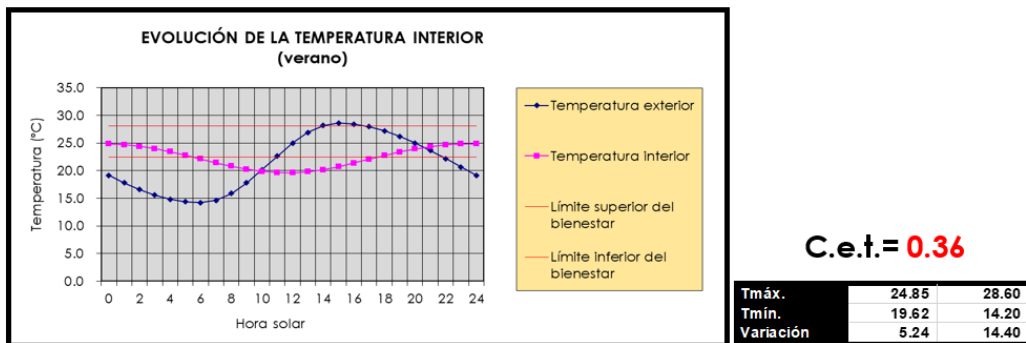


Tabla 54. Evolución de la temperatura interior en verano, muros de 12 cm con poliestireno extruido

MURO DE 12 CM CON RECUBRIMIENTO DE POLIESTIRENO EXTRUIDO



5.3.5. Evolución de la temperatura interior en muros de 15 cm – invierno

Tabla 55. Evolución de la temperatura interior en invierno, muros de 15 cm sin recubrimiento

MURO DE 15 CM SIN RECUBRIMIENTO TÉRMICO

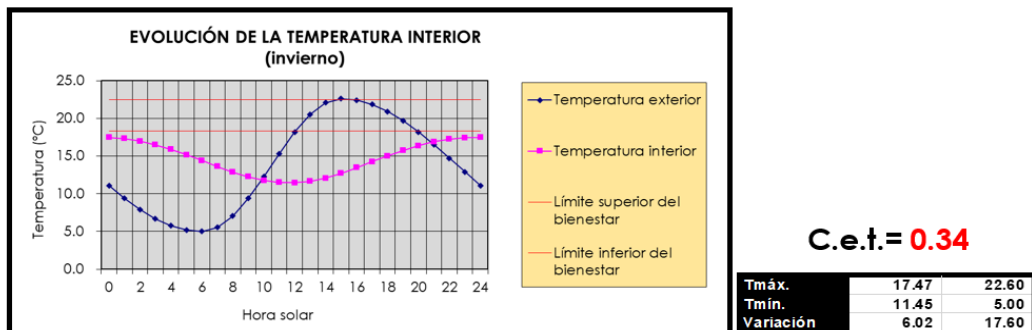


Tabla 56. Evolución de la temperatura interior en invierno, muros de 15 cm con poliestireno expandido

MURO DE 15 CM CON RECUBRIMIENTO DE POLIESTIRENO EXPANDIDO

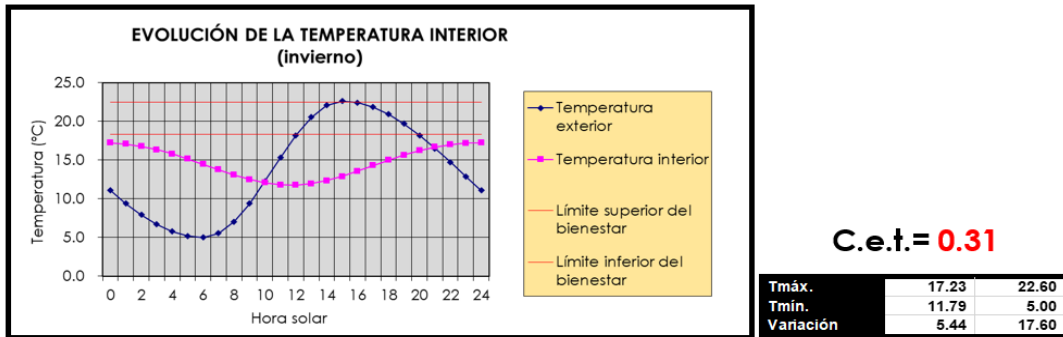
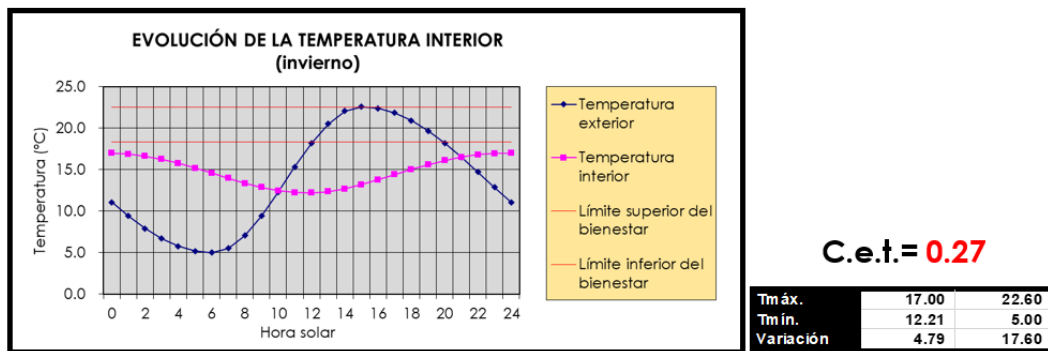


Tabla 57. Evolución de la temperatura interior en invierno, muros de 15 cm con poliestireno extruido

MURO DE 15 CM CON RECUBRIMIENTO DE POLIESTIRENO EXTRUIDO



5.3.6. Evolución de la temperatura interior en muros de 15 cm – Verano

Tabla 58. Evolución de la temperatura interior en verano, muros de 15 cm sin recubrimiento térmico

MURO DE 15 CM SIN RECUBRIMIENTO TÉRMICO

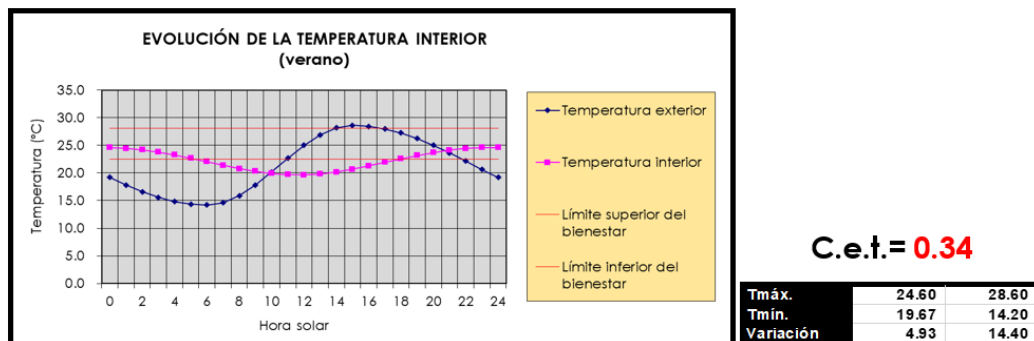


Tabla 59. Evolución de la temperatura interior en verano, muros de 15 cm con poliestireno expandido

MURO DE 15 CM CON RECUBRIMIENTO DE POLIESTIRENO EXPANDIDO

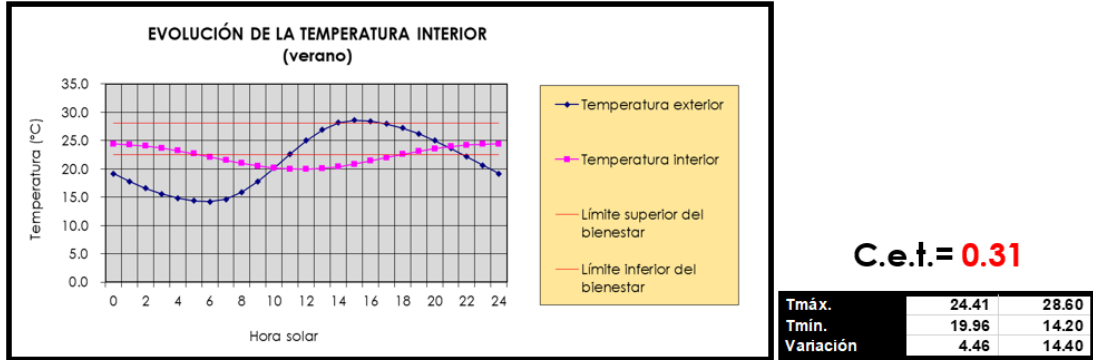
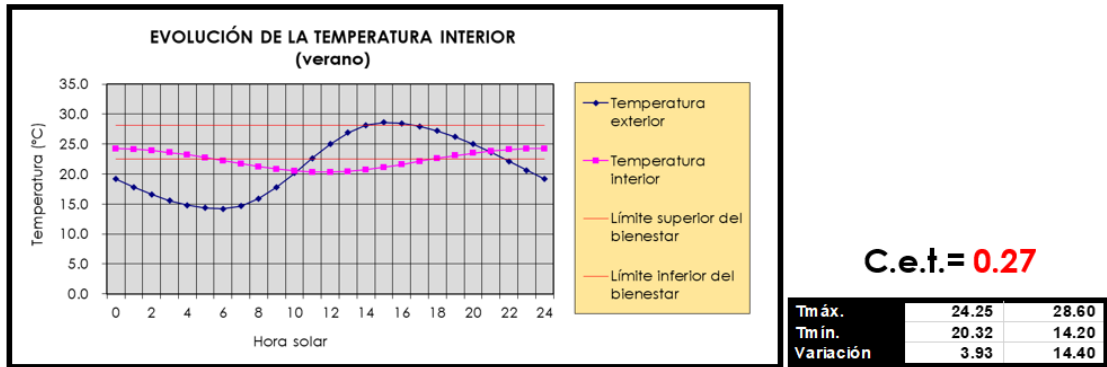


Tabla 60. Evolución de la temperatura interior en verano, muros de 15 cm con poliestireno extruido

MURO DE 15 CM CON RECUBRIMIENTO DE POLIESTIRENO EXTRUIDO



Para la evolución de la temperatura en verano se observa que la temperatura interior durante el día no entra dentro del rango de confort, por lo que la sensación tanto en verano como en invierno es fría.

5.4 RESULTADOS DE LOS COEFICIENTES DE ESTABILIDAD TERMICA EN MUROS DE 10,12 Y 15 CM APLICANDO LA METODOLOGIA DEL ARQUITECTO JAVIER NEILA.

A continuación, se muestran una tabla comparativa con los resultados obtenidos de los coeficientes de estabilidad térmica en cada uno de los muros evaluados por la metodología “evolución de la temperatura interior” del arquitecto Javier Neila.

Cabe mencionar que este factor tanto en verano como en invierno es el mismo, es por ellos que solo se obtuvo una sola tabla, a pesar de que se evaluarán los métodos constructivos en las dos estaciones ya mencionadas, el coeficiente de estabilidad térmica deber ser el mismo en todas las estaciones del año para cada método constructivo.

Tabla 61. Resultados comparativos de los coeficientes de estabilidad térmica del estudio de caso en muros de 10, 12, 15 cm, considerando los recubrimientos térmicos y sin recubrimientos.

COEFICIENTES DE ESTABILIDAD TÉRMICA			
	10cm	12cm	15cm
Sin recubrimiento	0.56	0.43	0.34
Pol. Expandido	0.54	0.42	0.31
Pol. Extruido	0.46	0.36	0.27

A diferencia de los primeros resultados experimentales, estos permiten evaluar de forma clara la evolución de la temperatura interior de las viviendas dado que ahora los periodos si fueron calculados para lapsos de 24 horas como lo establece la metodología para analizar la evolución de la temperatura interior en espacios.

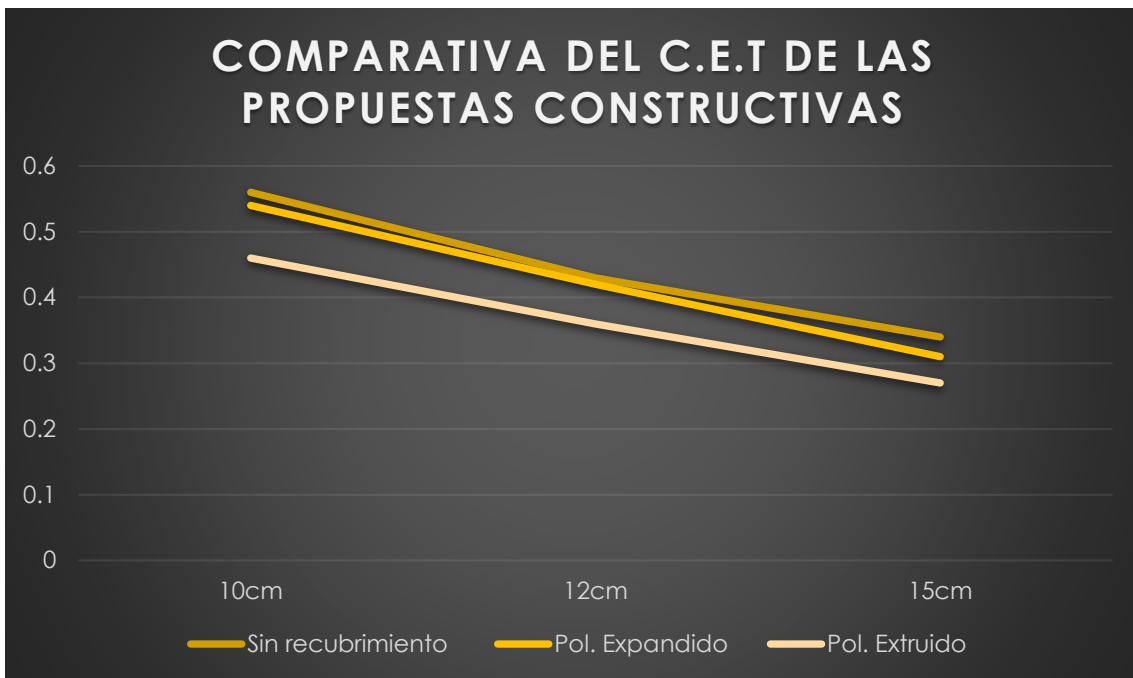
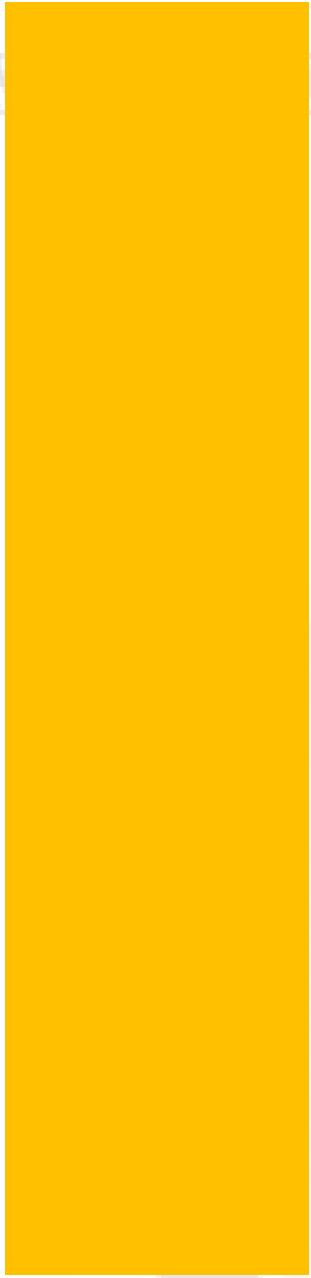


Ilustración 41. Comparativa del c.et. en las propuestas constructivas en muros de 10, 12 y 15 cm, aplicando la metodología del Arquitecto Javier Neila.

Como se puede observar en la ilustración 41 la aplicación de las placas de poliestireno extruido en muro de 10, 12 y 15 cm presenta valores menores en el coeficiente de estabilidad térmica, por lo que define que su inercia térmica es un mayor que el resto de las propuestas constructivas.



CAPÍTULO 6

CONCLUSIONES DE LA INVESTIGACIÓN



CAPITULO VI. CONCLUSIONES DE LA INVESTIGACIÓN.

Retomando parte de los resultados obtenidos, se ha podido concluir que las muestras propuestas con recubrimientos térmico podrían funcionar y proporcionar un rango de confort a la vivienda, por lo que se podría decir que la hipótesis planteada si podría generar resultados favorables en las viviendas de interés social e incluso considerarse nuevos parámetros constructivos para futuras viviendas.

Relación de la resistencia total en muros según la norma NMX-C-460-ONNCCE-2009 sin la aplicación de recubrimientos.

Actualmente los muros a base de block de concreto (10cm, 12cm,15cm), recubierto únicamente son aplanado a base de mortero no cumplen con la resistencia total, establecida por la norma NMX-C-460-ONNCCE-2009, para las zonas de la República mexicana 3A,3B,3C, zonas en las cuales entra la ciudad de Aguascalientes, México. Ya que la resistencia mínima obtenida para las 3 muestras es de 0.40, 0.42, 0.45 respectivamente.

Relación de la resistencia total en muros según la norma NMX-C-460-ONNCCE-2009 aplicando recubrimientos térmicos.

Sin embargo, se identificó que los siguientes muros, es probable que tengan porcentajes de inercia térmica mayores debido a que sus resultados se localizan en el parámetro de habitabilidad y no en el mínimo, según la norma NMX-C-460-ONNCCE-2009, por ejemplo: los muros que podrían tener efectos positivos en mayor escala son: 10cm, 12cm, 15cm y 20cm con aislamiento térmico de poliestireno extruido, material que presento mejores resultados durante todo el proceso de investigación.

Por otra parte, a pensar de la aplicación de estos aislantes térmicos (Poliestirenos extruidos y expandido), se observó que sí podrían generar confort térmico en algunas horas del día, sin embargo, no se consideran dentro del rango de aportación al ahorro energético, ya que aún no son totalmente eficientes para disminuir el consumo de equipos de calefacción.

Evaluación de la temperatura interior aplicando la metodología del Arq. Neila al estudio de caso – vivienda de interés social.

A partir de la metodología del arquitecto Javier Neila, implementada en el desarrollo de la tesis, se concluye que al aplicarla al estudio de CASO- VIVIENDA HACIENDA SAN MARCOS, se determinó que el sistema constructivo, asociado a sus materiales empleados, no permiten que la evolución de la temperatura interior se mantenga en el rango de confort térmico.

Considerando la aplicación de los dos materiales propuestos como aislantes térmicos, se determinó que ambos pueden aportar térmicamente al interior de la vivienda, Estos presentaron un comportamiento de control en la temperatura de hasta un grado con respecto al muro sin recubrimiento.

Sin embargo, los poliestirenos extruidos aportan al confort y evolución de la temperatura en un porcentaje mayor, con respecto a los poliestirenos expandidos. Incluso considerando la aplicación de las placas térmicas se define que el método constructivo propuesto a base de poliestireno extruido mantiene una durabilidad mayor sin presentar desprendimientos o agrietamiento del mortero con respecto al poliestireno expandido.

Evolución de la temperatura interior en el estudio de caso considerando el dimensionamiento actual de la vivienda

Al considerar la aplicación de aislante térmicos en los muros de 10 cm, que son el estado actual de la vivienda, se observó que si bien la vivienda siempre presenta características de estar por debajo del confort termino, en invierno, se

obtuvo que al menos con la aplicación de los aislantes la temperatura se podría conservar sin disminuir la temperatura interior. Por otra parte, su comportamiento en verano es favorable en ciertas horas del día aportando al confort de la vivienda durante la noche.

Evolución de la temperatura interior en el estudio de caso considerando el dimensionamiento en muros de 12 y 15 cm

Se desarrollo el análisis de la temperatura interior en modelos de muros de 12 y 15 cm a fin de comparar si al aumentar el espesor del block podríamos beneficiar la evolución de la temperatura, a lo que se concluyó, que, en invierno, si bien aún no se entra en el rango de confort, las temperaturas comparadas con los muros de 10 cm permiten que la temperatura no baje de 2 hasta 3 °C. Incluso se podría determinar que el espesor de los muros si podría ser un factor detonante para el control térmico de las viviendas, por lo que sería interesante hacer una análisis de la normativa, incluso de los parámetros establecidos para viviendas mínimas en cuanto a las acotaciones de predios. Puesto que, al proponer la disminución de los predios, los muros en consecuencia tendrían el mismo efecto.

Por lo tanto, sería considerable, hacer conciencia en las propuestas de lotificación de vivienda en serie, así como los materiales propuestos para su edificación, ya que el dimensionamiento de los materiales se confirmó que si afecta directamente el confort térmico de las viviendas en Aguascalientes.

Coefficiente de estabilidad térmica

Para el desarrollo de esta investigación se observó que los c.e.t de todas las muestras estaban en el parámetro de menos 0.5, lo que determina que el local cuenta con gran inercia térmica, repercutiendo menos del 50% de la fluctuación de la energía interior, por lo tanto, define que los sistemas constructivos propuestos son viables habitablemente.

Sin embargo, se observó que en las tres propuestas de muros (10,12 y 15cm) en la aplicación de placas de recubrimiento térmico se obtuvieron menores

parámetros en el coeficiente de estabilidad térmica 0.46 en muros de 10, 0.36 en muros de 12 y 0.27 en muros de 15 por lo que este factor demostró que la aplicación de placas podría aumentar la inercia térmica de las viviendas de interés social, incluso se relaciona esta disminución con el aumento en el tamaño de las piezas de block, lo cual podría ser incluso una situación analizar si en realidad es viable seguir edificando con block de 10 cm.

Nichos de investigación

La aplicación de materiales térmicos tiene áreas de oportunidad en el campo de simulaciones por medio de software, ya que el diseño de experimentaciones en campo podría ser costoso e incluso impráctico, ya que el espacio para desarrollar las pruebas debe contar con la tecnología y control de la temperatura.

Incluso la implementación de metodologías por medio de cálculos matemáticos podría llevarse a la generación de plataformas o software de uso general que permitieran la modificación de parámetros para ser utilizados en la vida profesional y evaluar la evolución de la temperatura interior en las futuras propuestas a edificar.

Finalmente, parte de esta investigación, propone el punto de partida para la generación de propuestas constructivas pasivas para el sector popular, ya que podría beneficiar a la población en la calidad de la vivienda producida a futuro, así como la evaluación de aspectos legales y normativos en la edificación de vivienda en serie.

Incluso para futuras investigaciones se pueden hacer la evaluación de losas de azotea, propuestas de nuevos materiales naturales aplicados a fachadas. Así como el análisis de los módulos de viviendas y su relación con las diversas orientaciones.

REFERENCIAS

- CONAGUA. (2016). *Cambio climático—Temperaturas Nacionales*.
<https://smn.conagua.gob.mx/es/climatologia/pronostico-climatico/temperatura-form>
- CONAGUA. (2019). *Temperatura Máxima Promedio por Entidad Federativa y Nacional 2019*.
- Cortés, O. (2008). *Análisis térmico de los sistemas constructivos comunes utilizados en techos y muros en vivienda versus la normatividad oficial en el tema, en los diversos bioclimas de México*.
<https://core.ac.uk/display/48972677>
- Ellessor, S. V. (2019). *Investigación sobre climatización sostenible para arquitectura bioclimática*.
<https://riunet.upv.es/handle/10251/126140>
- Escobedo, A. A. (2018). *PROGRAMA DE DESARROLLO URBANO DE LA CIUDAD DE AGUASCALIENTES 2040*.
- Herrera, L. C. H. (2017). Evaluación térmica del material ISOBLOCK en el clima cálido seco de ciudad. Juárez, México. *Hábitat Sustentable*, 7(2 (Diciembre)), 18-27.
<https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6238018>
- INEGI. (2019). *Mapas. Climatológicos*. Instituto Nacional de Estadística y Geografía. INEGI. <https://www.inegi.org.mx/temas/climatologia/>

Leaño, P., & Tatiana, C. (2011). *Determinación de estrategias de diseño bioclimático para la ciudad de Sucre (Bolivia)* [Thesis, Universidad Internacional de Andalucía].

<https://dspace.unia.es/handle/10334/1457>

Menjívar, G., & Roberto, M. (2015). *Arquitectura Bioclimática como parte fundamental para el ahorro de energía en edificaciones.*

<http://www.redicces.org.sv:80/jspui/handle/10972/1986>

Neila, J. (2004). *Arquitectura bioclimática en un entorno sostenible.* Munilla-Leria.

Norma Oficial Mexicana. (2011). *NORMA Oficial Mexicana NOM-018-ENER-2011, Aislantes térmicos para edificaciones.*

<http://www.dof.gob.mx/normasOficiales/4576/sener/sener.htm>

Olgay, V. (1998). *Arquitectura y Clima.* Gustavo Gili.

Owens Corning México. (2019). *Aislamiento y Aislantes Térmicos para Casas.* Owens Corning México.

<https://owenscorning.com.mx/aislamiento-termico/>

Periódico Oficial del estado de Aguascalientes. (2014).

<https://www.aguascalientes.gob.mx/seguat/sepdu/pdf/ProgEst/PEV2013-2035.pdf>

Serra, R., & Coch, H. (1995). *Arquitectura y energía natural.* Edicions UPC.

Solís, M. A. S. (1996). *Arquitectura y consumo simbólico. La vivienda en Aguascalientes en 1920-1950: II Parte. Investigación y Ciencia: de*

la Universidad Autónoma de Aguascalientes, 18, 58-69.

<https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6154417>

Vicens, G., Soutullo, S., López Zaldívar, O., Díez, R. V., & Verdu, A. (2018).

Sobre inercia térmica y aislamiento de viviendas en clima cálido-húmedo = On thermal inertia and insulation of buildings in warm-humid climate. *Anales de Edificación, 4, 14.*

<https://doi.org/10.20868/ade.2018.3730>

Villacís, H., & Ernesto, C. (2018). *Arquitectura bioclimática en el páramo*

andino de Ecuador: Mejora térmica-energética de materiales como envolvente en la vivienda social.

<http://dspace.ucuenca.edu.ec/handle/123456789/30663>

World Bank Group. (2019). *Cambio Climático.*

<https://climateknowledgeportal.worldbank.org/>