



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA



ESCOLA TÈCNICA
SUPERIOR
D'ARQUITECTURA

UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE VALENCIA

ANÁLISIS DEL COMPORTAMIENTO TÉRMICO DE LAS TIPOLOGÍAS ARQUITECTÓNICAS EN COMUNIDADES RURALES DE LA PROVINCIA DE MANABÍ SOBRE LA BASE DEL CÓDIGO TÉCNICO DE EDIFICACIÓN (CTE) ESPAÑA.

Escuela Técnica Superior de Arquitectura
MÁSTER EN ARQUITECTURA AVANZADA, PAISAJE, URBANISMO Y DISEÑO
Tecnología Avanzada en la Arquitectura y el Urbanismo

AUTOR
GUILLERMO PÉREZ ALMEIDA

TUTOR
VICENTE BLANCA GIMENEZ

2017

EN BUSCA DE MEJORAR LA CALIDAD DE VIDA

ANÁLISIS DEL COMPORTAMIENTO TÉRMICO DE LAS TIPOLOGÍAS ARQUITECTÓNICAS EN COMUNIDADES RURALES DE LA PROVINCIA DE MANABÍ SOBRE LA BASE DEL CÓDIGO TÉCNICO DE EDIFICACIÓN (CTE) ESPAÑA.

2017

UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE VALENCIA



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA.



ESCOLA TÈCNICA
SUPERIOR
D'ARQUITECTURA.

MÁSTER EN TECNOLOGÍA AVANZADA EN LA ARQUITECTURA Y EL URBANISMO

UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE VALENCIA

ANÁLISIS DEL COMPORTAMIENTO TÉRMICO DE LAS TIPOLOGÍAS ARQUITECTÓNICAS EN COMUNIDADES RURALES DE LA PROVINCIA DE MANABÍ SOBRE LA BASE DEL CÓDIGO TÉCNICO DE EDIFICACIÓN (CTE) ESPAÑA.

Escuela Técnica Superior de Arquitectura
MÁSTER EN ARQUITECTURA AVANZADA, PAISAJE, URBANISMO Y DISEÑO
Tecnología Avanzada en la Arquitectura y el Urbanismo

AUTOR
GUILLERMO PÉREZ ALMEIDA

TUTOR
VICENTE BLANCA GIMENEZ

2017

ÍNDICE

CAPÍTULO.....	18
1 Preliminares	19
1.1 INTRODUCCIÓN	19
1.2 OBJETIVOS.....	20
1.1.1 OBJETIVO GENERAL.....	20
1.1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	20
1.2 METODOLOGÍA.....	21
1.3 JUSTIFICACIÓN DEL ESTUDIO	22
CAPÍTULO.....	23
2 Estado de Conocimiento	24
2.1 Certificación energética en Europa	24
2.2 Certificación Energética en España	25
2.2.1 Documento Básico Ahorro de Energía (DB-HE) .	27
2.3 Estado actual del conocimiento de eficiencia energética en Ecuador.....	31
2.3.1 Guía de Estrategias para mejorar las condiciones de habitabilidad y el consumo de energía en viviendas 32	
CAPÍTULO.....	34
3 Descripción del contexto, Zona y Casos de Estudio	35
3.1 Situación Geográfica y climática de Ecuador.....	35
3.1.1 Ubicación Geográfica.....	36
3.1.2 Clima	37
3.1.3 Descripción Zona climática Húmeda muy calurosa.....	39
3.2 Región Costa o Litoral	40
3.3 Descripción y Ubicación Geográfica de Manta- Manabí.....	41
3.3.1 Ubicación	41
3.3.2 Descripción	42
3.3.3 Clima	42
3.3.4 Pertinencia del Lugar de los casos de Estudio – Manta 45	
3.4 Descripción de los sistemas constructivos en la zona de estudio.....	46
3.4.1 Materiales del Techo o Cubierta.....	46
3.4.2 Materiales de pared o elementos opacos	49
3.4.3 Materiales de Piso	52
3.5 Descripción y estado de las instalaciones de agua potable, alcantarillado y luz eléctrica en la zona de estudio 54	
3.5.1 Instalaciones de agua recibida	54
3.5.2 Instalaciones de luz eléctrica.....	57
3.5.3 Alcantarillado	59
3.6 Tipologías arquitectónicas identificadas para el análisis térmico de viviendas.....	61

3.6.1	Vivienda convencional.....	61	5.1	Mejoramiento de la certificación energética de los casos de estudio para obtener una mayor calificación energética mediante Ce3x.....	108
3.6.2	Vivienda no convencional – Vernácula.....	62	5.1.1	MEJORAS ENERGÉTICAS CASO 1 VIVIENDA CONVENCIONAL	108
3.6.3	Características de vivienda vernácula en la Región Litoral Manabí.....	63	5.1.2	MEJORAS ENERGÉTICAS CASO 2 VIVIENDA CONVENCIONAL	120
3.7	Características térmicas de materiales utilizados en las viviendas en la zona de Estudio Manta-Ecuador.....	66	5.1.3	MEJORAS ENERGÉTICAS CASO 3 VIVIENDA VERNÁCULA.....	132
3.8	Criterios de selección, Descripción y Pertinencia de los casos de estudio	68	5.2	RESUMEN COMPARATIVO DE CERTIFICACIÓN ENERGÉTICA Y MEJORAS DE CASOS DE ESTUDIO	146
3.8.1	Criterios de selección y pertinencia de los casos de estudio.....	68	5.2.1	Descripción de mejoras energéticas para Casos de Estudio	149
3.8.2	Descripción Casos de Estudio – Viviendas para análisis energético	69	5.3	Sugerencia de diseño a partir de carta psicométrica de Manta.....	150
CAPÍTULO.....		92	6	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	152
4	Análisis y obtención de certificación energética de casos de estudio	93	Bibliografía.....		154
4.1	Descripción de la Zona climática en España similar con Manta.	93	Anexos.....		157
4.2	Análisis del comportamiento térmico de los casos de estudio mediante utilización Ce3x.....	96			
4.2.1	CASO 1 Vivienda Convencional.....	96			
4.2.2	CASO 2 VIVIENDA CONVENCIONAL	99			
4.2.3	Análisis de resultados	104			
CAPÍTULO.....		106			
5	Propuestas de mejora energética de casos de estudio	107			

CUADRO DE TABLAS

Tabla 1: Zona climática de invierno	28
Tabla 2: Valor base y factor corrector por superficie de la demanda energética de calefacción.....	29
Tabla 3: Definición de Zonas Climáticas para el Ecuador	39
Tabla 4: Datos meteorológicos.....	42
Tabla 5: Datos meteorológicos de Manta	44
Tabla 6: Total de viviendas particulares con personas presentes por tipo de material del techo o cubierta, según provincia, cantón y parroquia de empadronamiento Manta-Ecuador	46
Tabla 7: total de viviendas particulares con personas presentes por tipo de material de paredes exteriores, según provincia, cantón y parroquia de empadronamiento Manta-Ecuador	49
Tabla 8: Total de viviendas particulares con personas presentes por tipo de material de piso, según provincia, cantón y parroquia de empadronamiento Manta-Ecuador.....	52
Tabla 9: Procedencia del agua potable recibida.....	55
Tabla 10: Procedencia de luz eléctrica.....	57
Tabla 11: Eliminación de aguas servidas.....	59
Tabla 12: Catálogo elementos constructivos CTE - Maderas	67
Tabla 13: Catálogo elementos constructivos CTE – Hormigón	68
Tabla 14: Catálogo elementos constructivos CTE – Ladrillo... ..	68
Tabla 15: Criterios para escoger los Casos de Estudio	70
Tabla 16: Zonas climáticas de la Península Ibérica.....	94

Tabla 17: Zonas climáticas de las Islas Canarias	95
Tabla 18: Caso 1 Vivienda convencional Cerramientos opacos	97
Tabla 19: Caso 1 Vivienda convencional Huecos y lucernarios	97
Tabla 20: Caso 1 Vivienda convencional Instalaciones térmicas	98
Tabla 21: Caso 2 Vivienda convencional Cerramientos opacos	100
Tabla 22: Caso 2 Vivienda convencional Huecos y lucernarios	101
Tabla 23: Caso 2 Vivienda convencional Instalaciones térmicas	101
Tabla 24: Caso 3 Vivienda Vernácula Cerramientos opacos	103
Tabla 25: Caso 3 Vivienda Vernácula Huecos y lucernarios	103
Tabla 26: Caso 3 Vivienda Vernácula Instalaciones térmicas	104
Tabla 27: Coste de Caso 1 Vivienda convencional	109
Tabla 28: Coste Mejoras Caso 1 Vivienda Convencional	111
Tabla 29: Coste de Caso 2 Vivienda convencional	121
Tabla 30: Coste de mejoras Caso 2 Vivienda convencional	123
Tabla 31: Coste de Caso 3 Vivienda vernácula	133
Tabla 32: Coste de mejoras Caso 3 Vivienda vernácula.....	135
Tabla 33: Resumen comparativo de certificación energética de Casos de estudio	148

CUADRO DE IMAGENES

Imagen 1: Panorámica de Manta.....	17	Imagen 23: Vivienda con mampostería de ladrillo y cubierta de zinc.....	61
Imagen 2: Irradiación Global Horizontal Europa	24	Imagen 24: Casas informales de ladrillo y cubierta de zinc...62	
Imagen 3: LEED.....	24	Imagen 25: Vivienda informal mampostería de bloque y junto de Caña. Cubierta de Zinc	62
Imagen 4: BREEAM	25	Imagen 26: Vivienda convencional en la periferia de Manta fuera de zona urbana	62
Imagen 5: Passivhaous	25	Imagen 27: Ejemplo de Vivienda Vernácula.....	65
Imagen 6: Ejemplo de Calificación energética de Edificios .29		Imagen 28: Vivienda con madera y caña	65
Imagen 7: Vivienda con cubierta de zinc y madera	31	Imagen 29: Vivienda Vernácula en comunidades rurales.....	65
Imagen 8: Informalidad de la construcción en Ecuador	33	Imagen 30: Zinc galvanizado.....	66
Imagen 9: Casa de Caña y Madera	33	Imagen 31: Casa en Manabí de Caña guadúa	67
Imagen 10: Ubicación Ecuador	36	Imagen 32: Bloque aligerado	68
Imagen 11: Región Litoral o Costa.....	40	Imagen 33: Ladrillo macizo.....	68
Imagen 12: Provincia de Manabí	41	Imagen 34: Ubicación de Caso 1 Vivienda Convencional ...73	
Imagen 13: Playa el Murciélago en Manta	41	Imagen 35: Caso 1 Vivienda Convencional fachada	73
Imagen 14: Materiales de construcción.....	46	Imagen 36: Caso 1 Vivienda Convencional.....	73
Imagen 15: Casa en construcción Manta-Ecuador.....	48	Imagen 37: Ubicación y trama del sector Santa Ana	79
Imagen 16: Casas con techo de Zinc Manta-Ecuador	48	Imagen 38: Vista exterior Caso 2 Vivienda Convencional	79
Imagen 17: Casas de ladrillo Manta-Ecuador	51	Imagen 39: Caso 2 Vivienda Convencional Fachadas	79
Imagen 18: Casas de caña No Revestida	51	Imagen 40: Zona de Ubicación de Caso 3.....	85
Imagen 19: Construcción contrapiso en Manta-Ecuador	54	Imagen 41: Vivienda No convencional Vernácula Caso 3 ...85	
Imagen 20: Agua del grifo.....	55	Imagen 42: Vivienda No convencional Vernácula Caso 3 ...85	
Imagen 21: Tanquero de agua en Manabí Manta	55	Imagen 43: Vista exterior frontal Caso 1 Vivienda mejorada	116
Imagen 22: Líneas de transmisión	57		

Imagen 44: Vista exterior frontal 2 Caso 1 Vivienda mejorada	117
Imagen 45: Vista exterior frontal 3 Caso 1 Vivienda mejorada	118
Imagen 46: Vista exterior lateral Caso 1 Vivienda mejorada	119
Imagen 47: Vista exterior frontal Caso 2 Vivienda mejorada	128
Imagen 48: Vista exterior frontal 2 Caso 2 Vivienda mejorada	129
Imagen 49: Vista exterior frontal 3 Caso 2 Vivienda mejorada	130
Imagen 50: Vista exterior posterior Caso 2 Vivienda mejorada	131
Imagen 51: Vista exterior frontal Caso 3 Vivienda mejorada	142
Imagen 52: Vista exterior frontal 2 Caso 3 Vivienda mejorada	143
Imagen 53: Vista exterior frontal 3 Caso 3 Vivienda mejorada	144
Imagen 54: Vista exterior posterior Caso 3 Vivienda mejorada	145

CUADRO DE FIGURAS

Figura 1: Esquema piramidal de reglamentación.....	26
Figura 2: Esquema de capítulos DB-HE	27
Figura 3: Ubicación Geográfica de Ecuador.....	35
Figura 4: Mapa de zonificación climática del Ecuador	38
Figura 5: Asentamientos precarios en ciudades Grandes seleccionadas.....	45
Figura 6: Losa tipo de hormigón con bloque	48
Figura 7: Planta Tipología vivienda Vernácula Manabí.....	61
Figura 8: Sección Tipología vivienda Vernácula Manabí.....	61
Figura 9: Elevación Tipología vivienda Vernácula Manabí....	63
Figura 10: Detalles constructivos Vivienda Vernácula	64
Figura 11: Planta tipo otra conformación interna de Vivienda vernácula Manabí.....	64
Figura 12: Elevación de Figura 10	64
Figura 13: Corte de Figura 10.....	65
Figura 14: Ubicación Caso 1 Vivienda Convencional.....	72
Figura 15: Planta Baja Caso 1 Vivienda Convencional	74
Figura 16: Cubierta Caso 1 Vivienda Convencional	75
Figura 17: Corte longitudinal Caso 1 Vivienda Convencional	76
Figura 18: Corte transversal Caso 1 Vivienda Convencional	76
Figura 19: Elevaciones Caso 1 Vivienda Convencional (desde izq: Elevación Sur – Elevación Este)	77
Figura 20: Elevaciones Caso 1 Vivienda Convencional (desde izq: Elevación Norte - Elevación Oeste	77
Figura 21: Ubicación Caso 2 Vivienda Convencional.....	78
Figura 22: Planta Caso 2 Vivienda Convencional.....	80
Figura 23: Cubierta Caso 2 Vivienda Convencional	81
Figura 24: Corte Longitudinal Caso 2 Vivienda Convencional	82
Figura 25: Corte transversal Caso 2 Vivienda Convencional.	82
Figura 26: Fachadas Caso 2 Vivienda Convencional (desde izq: Fachada Este y Oeste)	83
Figura 27: Fachadas Caso 2 Vivienda Convencional (desde izq: Fachadas Sur y Norte)	83
Figura 28: Ubicación Caso 3.....	84
Figura 29: Planta Baja Caso 3 Vivienda Vernácula.....	86
Figura 30: Planta Alta Caso 3 Vivienda Vernácula	87
Figura 31: Cubierta Caso 3 Vivienda Vernácula	88
Figura 32: Corte 1 Caso 3 Vivienda Vernácula	89
Figura 33: Corte 2 Caso 3 Vivienda Vernácula	89
Figura 34: Elevaciones Caso 3 Vivienda Vernácula (desde izq: Elevación Frontal Oeste – Elevación Este).....	90
Figura 35: Elevaciones Caso 3 Vivienda Vernácula (desde izq: Elevación Norte - Elevación Sur)	91
Figura 36: Planta Caso 1 Vivienda convencional Mejorada	112
Figura 37: Sección longitudinal Caso 1 Vivienda Convencional Mejorada.....	113
Figura 38: Sección transversal Caso 1 Vivienda Convencional Mejorada	113
Figura 39: Fachadas Caso 1 Vivienda Convencional Mejorada (desde izq: Sur y Este)	114

Figura 40: Fachadas Caso 1 Vivienda Convencional Mejorada (desde izq: Norte y Oeste)	114
Figura 41: Corte Fachada Caso 1 Vivienda convencional mejorada.....	115
Figura 42: Detalle pilar esquinero Caso 1 Vivienda Convencional mejorada	115
Figura 43: Detalle Ventana Caso 1 Vivienda convencional mejorada.....	115
Figura 44: Planta Caso 2 Vivienda convencional Mejorada.....	124
Figura 45: Sección Longitudinal Caso 2 Vivienda convencional Mejorada.....	125
Figura 46: Sección Transversal Caso 2 Vivienda Mejorada..	125
Figura 47: Fachadas Caso 2 Vivienda Convencional Mejorada (desde izq: Este y Oeste)	126
Figura 48: Fachadas Caso 2 Vivienda Convencional Mejorada (desde izq: Sur y Norte)	126
Figura 49: Corte fachada Caso 2 Vivienda convencional mejorada.....	127
Figura 50: Detalle pilar esquinero Caso 2 Vivienda Convencional mejorada	127
Figura 51: Detalle Ventana Caso 2 Vivienda Convencional mejorada.....	127
Figura 52: Planta Baja No habitable Caso 3 Vivienda vernácula mejorada.....	136
Figura 53: Planta Alta habitable Caso 3 Vivienda vernácula mejorada.....	137
Figura 54: Secciones Caso 3 Vivienda vernácula mejorada	138

Figura 55: Fachadas Caso 3 Vivienda vernácula mejorada (desde izq: Norte y Sur).....	139
Figura 56: Fachadas Caso 3 Vivienda vernácula mejorada (desde izq: Oeste frontal y Este)	140
Figura 57: Corte Fachada Caso 3 Vivienda vernácula mejorada.....	141
Figura 58: Detalle Pilar esquinero Caso 3 Vivienda vernácula mejorada.....	141
Figura 59: Detalle ventana Caso 3 Vivienda vernácula mejorada.....	141

CUADRO DE GRÁFICOS

Gráfico 1: Materiales de Techo o Cubierta Manta-Ecuador.	47	
Gráfico 2: Materiales de paredes exteriores Manta-Ecuador	50	
Gráfico 3: Materiales de Pisos Manta-Ecuador	53	
Gráfico 4: Procedencia del agua recibida	56	
Gráfico 5: Procedencia de luz eléctrica	58	
Gráfico 6: Eliminación de aguas servidas	60	
Gráfico 7: Cantones con mayor presencia de asentamientos precarios en zonas urbanas.....	Gráfico 8: Asentamientos precarios de Manta	71
Gráfico 9: Zonas climáticas España	95	
Gráfico 10: Caso 1 Vivienda Convencional - Calificación energética	96	
Gráfico 11: Calificación energética de Caso 1 Vivienda convencional Consumo	98	
Gráfico 12: Emisiones CO2 Caso 1 Vivienda convencional ..	98	
Gráfico 13: Certificación energética Caso 1 Vivienda convencional Consumo energía No renovable	98	
Gráfico 14: Calificación parcial de la demanda energética Caso 1 Vivienda Convencional	98	
Gráfico 15: Caso 1 Vivienda Convencional - Calificación energética	99	
Gráfico 16: Calificación energética de Caso 2 Vivienda convencional Consumo	101	
Gráfico 17: Emisiones CO2 Caso 2 Vivienda convencional	101	
Gráfico 18: Certificación energética Caso 2 Vivienda convencional Consumo energía No renovable	101	
Gráfico 19: Calificación parcial de la demanda energética Caso 2 Vivienda Convencional.....	101	
Gráfico 20: Caso 2 Vivienda Convencional - Calificación energética.....	102	
Gráfico 21: Calificación energética de Caso 3 Vivienda Vernácula Consumo	104	
Gráfico 22: Emisiones CO2 Caso 3 Vivienda Vernácula	104	
Gráfico 23: Certificación energética Caso 3 Vivienda Vernácula Consumo energía No renovable	104	
Gráfico 24: Calificación parcial de la demanda energética Caso 3 Vivienda Vernácula	104	



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA



ESCOLA TÈCNICA
SUPERIOR
D'ARQUITECTURA

AGRADECIMIENTOS

Agradezco al Gobierno del Ecuador por haberme brindado el apoyo pues sin ello no hubiera podido cumplir una meta más en la vida; al poder estudiar, aprender, convivir en otro país y poder vivir nuevas experiencias que me han nutrido durante el tiempo que estuve en España.

Agradezco a mis compañeros, autoridades, profesores y todos los que conformaron el Máster, por su apoyo incondicional en circunstancias complicadas.

Un agradecimiento especial a una amiga Arq. Sylvia Jiménez Decana de la Facultad de Arquitectura, Diseño y Artes de la Pontificia Universidad Católica del Ecuador por apoyar con información importante para el desarrollo de este trabajo.

DEDICATORIA

Dedicado en especial a la memoria de mi Tía amada Laura Almeida Molina (+) que en paz descanse y que mientras estuvo cerca de mí fue como una madre, guía y ejemplo de vida.

Además, a toda mi familia que siempre me han brindado apoyo en todo momento y mi novia por su apoyo incondicional en todo este tiempo.

A todos ellos mi agradecimiento y abrazo fraterno.

RESUMEN

La Organización de las Naciones Unidas (ONU) ha planteado una Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible; con ambiciosos objetivos con lucha para erradicar la pobreza, y a sanar y proteger nuestro planeta. Los objetivos planteados involucran además la inclusión de un consumo, producción y gestión sostenible de sus recursos naturales y medidas urgentes para combatir el cambio climático que en varias ocasiones y tratados se ha reunido la comunidad mundial para lograr mitigarlo. La subida de la temperatura global, subida del nivel de los océanos entre otros efectos ha afectado a zonas costeras y al mundo. Se reconoce además que la Convención Marco de la ONU es el principal foro intergubernamental para que exista una respuesta positiva a nivel mundial alrededor del Cambio Climático. Así exige el involucramiento de todos los países miembros en el afán de combatirlo.

Según ONU existe preocupación en el desfase del agregado del efecto invernadero proyectadas para 2020 hechas por la partes y trayectoria que se debería mantener con temperatura global media de 2°C.

Es un objetivo difícil de cumplir. Entre los involucrados La Unión Europea ha tomado acciones fuertes para lograr bajar dichas emisiones y en menor grado algunos países Desarrollados; esto también debería tomar en cuenta en países en vías de desarrollo; deberá implicar una mayor Eficiencia Energética y mejores técnicas constructivas; pues el acelerado crecimiento urbano implicará el consumo de mayor energía.

El mayor problema en países en vía de desarrollo es la réplica de tipologías, modelos arquitectónicos sin tomar en cuenta factores climáticos y contexto. Pues no necesariamente un sistema o modelo constructivo que sirva en una zona climática determinada en zonas frías será el más idóneo en una zona con climas cálidos. En el Ecuador, se replica esa situación y la informalidad en el sector constructivo sin parámetros de calidad también ha sido una de las problemáticas para lograr una eficiencia térmica adecuada, construcción sostenible y por ende mejor calidad de vida del usuario.

El presente trabajo comprenderá de un análisis térmico de tres tipologías existentes en el cantón de Manta Provincia de Manabí-Ecuador para acreditar el Estado Energético.

Después vendrá la fase de la propuesta de Mejora térmica de los elementos analizados (Construcciones existentes). El análisis se lo hará con programas informáticos utilizados en España que evalúan el cumplimiento del Código Técnico de España (CTE).

Este trabajo servirá para mejorar la calidad de habitabilidad mediante estrategias bioclimáticas y sistemas pasivos de las construcciones del sector en estudio y aporte para una futura normativa de consumos energéticos en la zona en cuestión.

Palabra clave: Evaluación, Mejoras, Eficiencia energética, Manta.

ABSTRACT

The United Nations has proposed Sustainable Development Agency 2030; with ambitious objectives with fight to eradicate poverty, and to heal and protect our planet. The proposed objectives also involve the inclusion of consumption, production and sustainable management of their natural resources and urgent measures to combat climate change that on several occasions and treaties the world community has met to mitigate it. The rise in global temperature, rise in the level of the oceans and other effects has affected coastal areas and the world. It is also recognized that the UN Framework Convention is the main intergovernmental forum for a positive global response to Climate Change. This requires the involvement of all member countries in the effort to combat it.

According to the United Nations there is concern about the phase-out of the aggregate of the greenhouse effect projected for 2020 by the parties and the trajectory that should be maintained with an average global temperature of 2 °C.

It is a difficult goal to fulfill. Among those involved The European Union has taken strong actions to achieve lower emissions, and to a lesser degree some Developed countries; this should also be taken into account in developing countries; it must imply a greater Energy Efficiency and better constructive techniques; because the accelerated urban growth will imply the consumption of greater energy.

The biggest problem in developing countries is the replication of typologies, architectural models without taking into account climatic factors and context. For not necessarily a system or constructive model that serves in a certain climatic zone in cold areas will be the most suitable in an area with warm climates. In Ecuador, this situation is replicated and informality in the construction sector without quality parameters has also been one of the problems to achieve adequate thermal efficiency, sustainable construction and therefore better quality of life for the user.

The present work will comprise a thermal analysis of three typologies existing in Manta-Manabí-Ecuador to accredit the Energy State.

Then the phase of the proposal of thermal improvement of the analyzed elements will come (Existing constructions). The analysis will be done with computer programs used in Spain that evaluate compliance with the Spanish Technical Code (CTE).

This work will serve to improve the quality of habitability through bioclimatic strategies and passive systems of the constructions of the sector under study and contribution for a future regulation of energy consumption in the area in question.

Keyword: Evaluation, Improvements, Energy efficiency, Blanket.



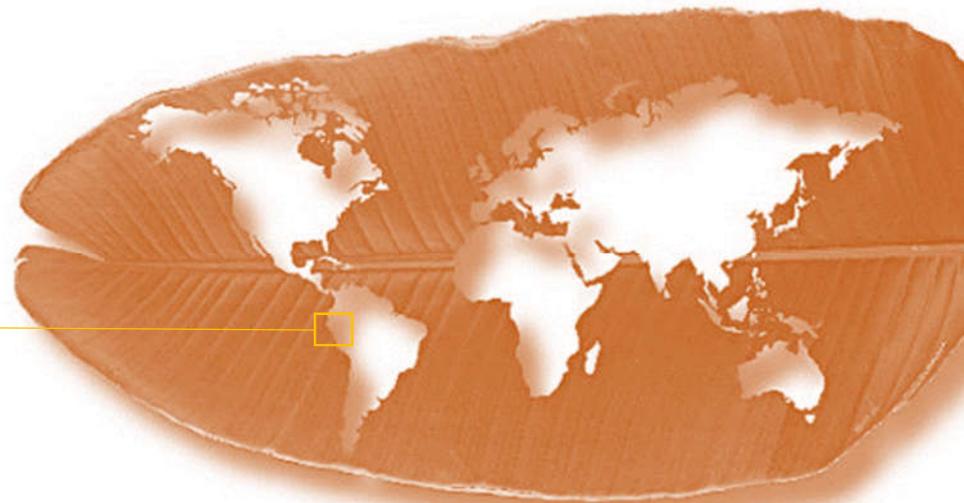
Imagen 1: Panorámica de Manta
Fuente: <http://www.essay.ws/importance-of-natural-resources-essay/>

Preliminares

CAPÍTULO 1

"Los ecuatorianos son seres raros y únicos: duermen tranquilos en medio de crujientes volcanes, viven pobres en medio de incomparables riquezas y se alegran con música triste."

Alexander Volt Humboldt



1 Preliminares

1.1 INTRODUCCIÓN

La Organización de las Naciones Unidas (ONU) ha planteado una Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible; con ambiciosos objetivos con lucha para erradicar la pobreza, y a sanar y proteger nuestro planeta. Los objetivos planteados involucran además la inclusión de un consumo, producción y gestión sostenible de sus recursos naturales y medidas urgentes para combatir el cambio climático que en varias ocasiones y tratados se ha reunido la comunidad mundial para lograr mitigarlo. La subida de la temperatura global, subida del nivel de los océanos entre otros efectos ha afectado a zonas costeras y al mundo. Se reconoce además que la Convención Marco de la ONU es el principal foro intergubernamental para que exista una respuesta positiva a nivel mundial alrededor del Cambio Climático. Así exige el involucramiento de todos los países miembros en el afán de combatirlo. (ONU, 2015)

Según ONU existe preocupación en el desfase del agregado del efecto invernadero proyectadas para 2020 hechas por la partes y trayectoria que se debería mantener con temperatura global media de 2°C. (ONU, 2015)

Es un objetivo difícil de cumplir. Entre los involucrados La Unión Europea ha tomado acciones fuertes para lograr bajar dichas emisiones y en menor grado algunos países Desarrollados; esto también debería tomar en cuenta en países en vías de

desarrollo; deberá implicar una mayor Eficiencia Energética y mejores técnicas constructivas; pues el acelerado crecimiento urbano implicará el consumo de mayor energía. (Europea, 2010)

El mayor problema en países en vía de desarrollo es la réplica de tipologías, modelos arquitectónicos sin tomar en cuenta factores climáticos y contexto. Pues no necesariamente un sistema o modelo constructivo que sirva en una zona climática determinada en zonas frías será el más idóneo en una zona con climas cálidos. En el Ecuador, se replica esa situación y la informalidad en el sector constructivo sin parámetros de calidad también ha sido una de las problemáticas para lograr una eficiencia térmica adecuada, construcción sostenible y por ende mejor calidad de vida del usuario. (INER, 2015).

Cabe añadir en Ecuador según el último censo de 2010 por parte del Instituto Ecuatoriano de Estadística y Censo tiene un índice de 90% en construcciones informales en todo el país. De esta forma conlleva a construcciones realizadas sin cumplir normativa y asesoramiento técnico adecuado. (INEC I. E., 2015).

En la situación actual de la vivienda en Ecuador, un porcentaje del 45% de los 3,8 millones de hogares ecuatorianos habitan en viviendas inadecuadas. Esta estadística contabiliza al 36% de hogares que sufren déficit cualitativo, y al 9% de los hogares con déficits cuantitativos. Los 1,37 millones de hogares con el déficit de calidad residen

en viviendas cuya tenencia es insegura, construidas con materiales inadecuados, mala calidad, sin servicios sanitarios básicos en alguno de los casos, o con problemas de hacinamiento. Existen datos de 342.000 hogares con déficit cuantitativo comparten su vivienda con uno o más hogares, o viven en unidades de vivienda improvisadas.¹ (INEC I. E., 2015).

Se debe tomar en cuenta que tampoco existe un amparo normativo hasta el momento dentro de la Norma Ecuatoriana de la Construcción (NEC) que regule el consumo energético y emisiones de CO₂ de las edificaciones.

Bajo lo expuesto anteriormente y bajo la premisa estipulada en la Constitución del Ecuador que refiere al Hábitat y Vivienda “Las personas tienen derecho a un hábitat seguro y saludable, y a una vivienda adecuada y digna, con independencia de su situación social y económica” (Constituyente, 2012); es necesario que en Ecuador se comience a mejorar la calidad de vivienda con mejores sistemas constructivos tanto cuantitativo como cualitativamente, es decir, bajo cumplimientos que apunten al confort térmico, eficiencia energética y construcción sostenible.

Este documento tiene como objetivo primordial generar información donde se realice una evaluación y estado energético en el que se encuentra la construcción existente en Ecuador analizando viviendas ubicadas en la Provincia de Manabí - Manta y realizar una posterior propuesta de mejora.

¹ El Censo Nacional 2010 define como vivienda con hacinamiento a aquella con más de tres personas por cuarto.

Esta evaluación y análisis térmico se realiza sobre la base del Código Técnico de España (CTE); debido a la ausencia de Normativa Ecuatoriana en el ámbito energético.

1.2 OBJETIVOS

1.1.1 OBJETIVO GENERAL

- Generar información donde se realice una evaluación y estado energético en el que se encuentra la construcción existente en el Ecuador analizando viviendas ubicadas en la Provincia de Manabí cantón Manta bajo el Código Técnico de España (CTE) debido a la carencia de normativa en el aspecto de eficiencia energética; con la ayuda de softwares de libre acceso y realizar una posterior propuesta y recomendaciones de mejoras en el comportamiento energético de los casos de estudio.

1.1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Analizar la tipología constructiva existente de clase económica baja y media en la zona climática Muy Calurosa específicamente en la Provincia de Manabí Cantón Manta mediante el escogimiento de casos de estudio; y catalogar su estado energético para una posterior propuesta de mejoras.

- Analizar y comparar el comportamiento térmico de tipología arquitectónica convencional con materiales más utilizados en el medio y vivienda vernácula con materiales propios de la zona.
- Realizar las mejoras del comportamiento térmico tomando en cuenta la zona climática en estudio; optando por estrategias bioclimáticas y sostenibles para mitigar el uso de sistemas de refrigeración y aumentar sustancialmente la calidad de vida de los usuarios.
- Utilizar herramientas informáticas para realizar el análisis sobre la base del Código Técnico de Edificación CTE debido a la ausencia de normativa energética en el Ecuador.
- Realizar cuadros comparativos entre los diferentes elementos analizados para identificar los materiales con mejor comportamiento térmico para esa zona en específico.
- Optar por soluciones de mejoras que minimicen el gasto económico prefiriendo materiales de la zona, región y/o país.
- Establecer parámetros de confort térmico y eficiencia energética mediante mejor utilización de materiales para las viviendas en la zona a estudiar con criterios de cumplimiento de Código Técnico Español (CTE).

1.2 METODOLOGÍA

Este trabajo tiene por objetivo lograr un análisis energético de las construcciones en Ecuador y hacer recomendaciones de

mejora que servirán para construcciones futuras. Se estructura la metodología de la siguiente forma:

Fase 1

Se inicia con una investigación del manejo de Certificación energética en Europa; específicamente la Normativa existente en España; pues será a partir de esta que se realizará el análisis del comportamiento térmico de los casos de estudio. Además, se explica el estado del conocimiento en relación al aspecto energético en Ecuador. Se realiza también una investigación sobre los materiales, sistemas constructivos de mayor utilización en la zona. En este punto se recopilará datos estadísticos y análisis del lugar para encontrar cuáles son los más utilizados y determinar tipologías del lugar.

Consecutivamente, se escogerá viviendas tipo tomando en cuenta su ubicación dentro de zonas periféricas y rurales en Manta; pues se quiere analizar viviendas de carácter social nivel socioeconómico bajo y medio. Esto se debe que son casas que en su mayoría son informales y construidas sin criterio técnico alguno. Además, que tienen un déficit cualitativo de vivienda que no brindan las condiciones adecuadas para el usuario. (INEC I. E., 2015).

Fase 2

Se realiza una investigación bibliográfica de la ciudad de Manta para obtención de datos meteorológicos, clima, temperatura, estadísticas y análisis de carta psicométrica que se obtendrá de documento llamado "Estrategias para mejorar las condiciones de habitabilidad y el consumo de energía en viviendas" realizado por el Instituto de Energías Renovables (INER). Además de obtención de datos de

meteonorm 7 un software con todos los datos relevantes del clima, climate consultance y otros obtenidos directamente de las estaciones meteorológicas de la zona.

Adicionalmente, se realiza una toma de datos e información necesaria de los casos de estudio escogidos como son ubicación, registro fotográfico, estado actual de construcción, levantamiento planimétrico entre otros; para realizar la evaluación energética.

Fase 3

Se hace una evaluación del estado energético de los casos de estudio escogidos de la zona rural de Manta. Esta evaluación energética se la realiza por medio de programas informáticos de libre acceso que actualmente se utilizan para certificar viviendas bajo el Código Técnico de España (CTE).

Fase 4

En base a los datos arrojados por el análisis se sugerirá la Propuesta de mejora en cada uno de los casos de estudio y a mejorar sustancialmente la calidad de vida de las personas mediante sistemas pasivos y sea un aporte para las comunidades bajo un esquema de arquitectura bioclimática sostenible.

1.3 JUSTIFICACIÓN DEL ESTUDIO

- En Ecuador tiene un porcentaje alto de déficit cualitativo y cuantitativo de viviendas; así se plantea un estudio que sugiera mejor estas estadísticas para lograr un bienestar social y buen vivir.

- Al no existir en Ecuador una normativa energética no brinda bases para realizar una certificación energética adecuada; por ello surge la necesidad de realizar un análisis energético de las viviendas de la zona utilizando el Código Técnico Español (CTE) para dicha certificación energética bajo normas establecidas y sugerir mejoras para lograr una calificación energética acertada.

- La informalidad en la construcción en el Ecuador ha causado que no se tome conciencia del confort térmico que debe brindar una vivienda para comodidad del usuario; por ello el análisis en este documento sugiere mejoras energéticas para la zona climática a la cual pertenece el Cantón Manta.

- Ecuador esta ubicada en una zona sísmica de alto impacto como lo es el cinturón de fuego; el período de retorno es de 475 años, esto implica un latente riesgo sísmico. El terremoto más reciente fue en abril de 2016 de 7,8° en la escala de Richter; que causó destrucción de varias ciudades, pueblos, comunidades de Manabí. En el caso específico de Manta sufrió varios daños materiales y colapso de muchas viviendas. (BBC, 2016).

- El gobierno ha planteado un plan de reconstrucción de zonas afectadas por el terremoto; la presente investigación propone mejoras en la utilización de materiales para que se tome en cuenta en posteriores intervenciones urbanas de vivienda y logre un menor consumo energético y mayor confort térmico.

CAPÍTULO 2

Estado actual de
conocimiento

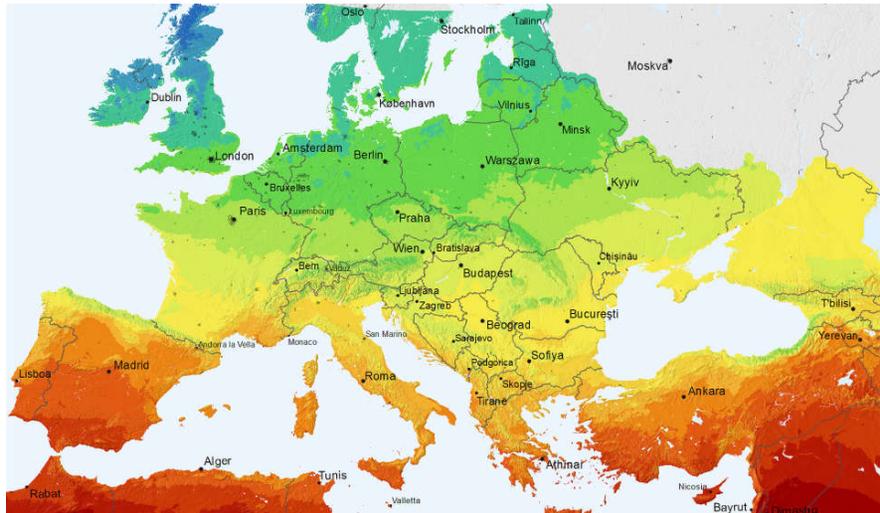


Imagen 2: Irradiación Global Horizontal Europa
Fuente: Wikipedia



Imagen 3: LEED
Fuente: <http://www.cenergetica.es/>

2 Estado de Conocimiento

2.1 Certificación energética en Europa

En el marco europeo sobre certificación energética se plantea la necesidad de mejorar la eficiencia energética, para lograr un objetivo de reducir en 20% su consumo energético para 2020. (Europea, 2010).

Esta eficiencia energética de las edificaciones debe ser bajo una metodología que puede variar dependiendo de la nación y región. También dependerá de otros elementos como son las instalaciones de calefacción, aire acondicionado, elementos pasivos, orientación, iluminación natural y diseño del edificio. (Europea, 2010)

El cálculo para la eficiencia energética se debe tener en cuenta una sostenibilidad durante todo el año, no sólo en las temporadas más extremas. (Europea, 2010).

Existencia un constante desarrollo en cuanto a mejorar la eficiencia energética de las edificaciones, incluyendo apoyos financieros que provienen del Banco Europeo de Inversiones (BEI) para invertir en investigación y desarrollo de proyectos con este carácter. (Europea, 2010)

La certificación energética se tiene que dar al posible comprador o arrendatario el inmueble; además de una información veraz y oportuna para mejorar su eficiencia y ahorro energético. Así en las etiquetas de certificación de los edificios informan el impacto real de sistemas activos como calefacción y refrigeración, consumo de energías primarias y emisiones de dióxido de carbono. (Europea, 2010).

Existen diferentes métodos de evaluación a nivel internacional, entre ellos se encuentra LEED-H, BREEM de Estados Unidos y Gran Bretaña; PASSIVHAUS QUALITEL de Alemania y Francia respectivamente. En este caso los dos primeros son los que se preocupan de la Eficiencia energética, así también los valores que brinda la evaluación son datos para determinar el rendimiento de un edificio. Así como se expuso se da mayor importancia a: iluminación artificial interna y externa, iluminación natural, electrodomésticos y uso de energías renovables. (María T. Baquero L, 2016).



Imagen 4: BREEAM
Fuente: <https://itec.es/>

Imagen 5: Passivhaus
Fuente: <http://www.plataforma-pep.org/>



2.2 Certificación Energética en España

La certificación energética en España se maneja bajo un marco normativo como es el Código Técnico de la Edificación (CTE) para hacer la evaluación y obtener la certificación energética. Existen varios puntos en cuanto a la evaluación que se realiza bajo esta normativa y con programas certificados por parte del Gobierno y Ministerio de Fomento de España. (Científicas, CTE Código Técnico de la Edificación, 2015).

Como dato histórico el CTE se aprobó y publicó en el Real Decreto 314/2006 del 17 de marzo, a partir de esta fecha se han derivado en diferentes actualizaciones y mejoras. (Científicas, CTE Código Técnico de la Edificación, 2015).

Las principales exigencias de este código que deben cumplir las edificaciones se enfocan a temas en materia de seguridad y habitabilidad. Dentro de esta última refiere a salubridad, mitigación frente al ruido y ahorro energético. En este caso se profundiza en el tema de la eficiencia energética alrededor del CTE. (Científicas, CTE Código Técnico de la Edificación, 2015).

El CTE enuncia todos los requisitos indispensables que deben cumplir las edificaciones, pero deja abierta la manera para lograr cumplir esta normativa. Así es un entorno más flexible. (Científicas, CTE Código Técnico de la Edificación, 2015).

Así se permite desarrollar investigación, desarrollo e innovación, aumento en nuevas tecnologías constructivas. Esto es primordial para estar en un constante aumento de conocimiento respecto a la construcción. De esta manera la

tecnología implantada al momento de edificar brinda nuevas opciones que cumplan normativas de eficiencia energética y una buena calidad constructiva en las edificaciones. (Científicas, CTE Código Técnico de la Edificación, 2015).

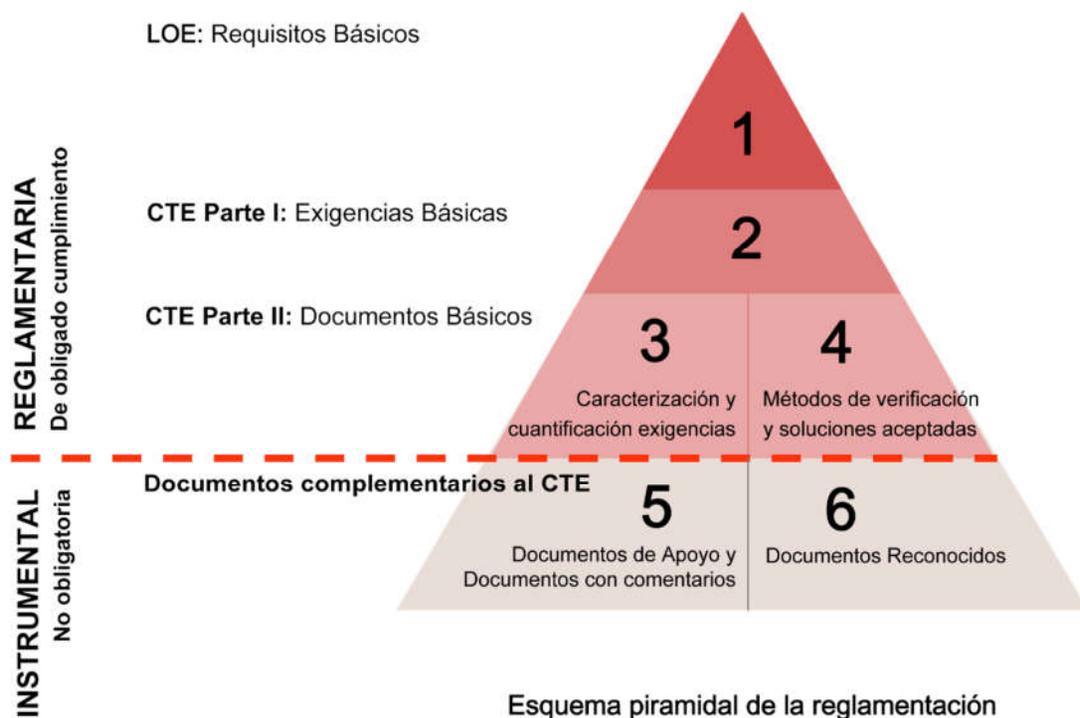


Figura 1: Esquema piramidal de reglamentación
Fuente: <https://www.codigotecnico.org/>

La estructura del documento esta subdividida en secciones que se muestra en la figura 1. Está dividida en capítulos que abarca diferentes ramas técnicas de cada uno de los ámbitos a evaluar.

Los Documentos Básicos son los siguientes:

- DB SE:** Seguridad estructural.
- Constituye la base para cuya correcta aplicación son necesarios igualmente los siguientes cinco documentos:
- DB SE-AE:** Acciones en la edificación
- DB SE-A:** Estructuras de acero
- DB SE-F:** Estructuras de fábrica
- DB SE-M:** Estructuras de madera
- DB SE-C:** Cimentaciones
- DB SI:** Seguridad en caso de incendio
- DB SUA:** Seguridad de utilización y accesibilidad
- DB HE:** Ahorro de energía
- DB HR:** Protección frente al ruido
- DB HS:** Salubridad

En este caso el Documento Básico (DB) que corresponde al ahorro de energía es la que se analiza a mayor detalle. (Científicas, CTE Código Técnico de la Edificación, 2015).

2.2.1 Documento Básico Ahorro de Energía (DB-HE)

Este documento refiere a las normas, reglas y procedimientos para cumplir con requerimientos del ahorro de energía. Tal como muestra a continuación su esquema por capítulos. (Científicas, CTE Código Técnico de la Edificación, 2015).

Documento Básico HE

Ahorro de energía

- HE 1 Limitación de demanda energética
- HE 2 Rendimiento de las instalaciones térmicas
- HE 3 Eficiencia energética de las instalaciones de iluminación
- HE 4 Contribución solar mínima de agua caliente sanitaria
- HE 5 Contribución fotovoltaica mínima de energía eléctrica

Figura 2: Esquema de capítulos DB-HE
Fuente: Documento Básico HE

A continuación, se describe las exigencias básicas planteadas por el DB-HE como son:

Exigencia HE 0 Limitación del Consumo energético

Se relaciona con todas las siguientes HE1-HE5. La correcta aplicación de cada apartado en este caso refleja un ahorro energético. Los límites de dicho consumo están planteados dependiendo a la zona climática de su ubicación y uso. (Científicas, CTE Código Técnico de la Edificación, 2017).

La HE1 es la limitación de la demanda energética

En relación con esto los edificios dispondrán un envolvente que limite dicha demanda de energía para lograr el bienestar térmico en función del clima, ubicación, uso del edificio y estaciones del año verano e invierno. (Científicas, CTE Código Técnico de la Edificación, 2017).

Este bienestar térmico dependerá reducir el riesgo de humedades ya sean por condensación o intersticiales, por sus características de aislamiento e inercia, exposición a la radiación solar y permeabilidad, evitando puentes térmicos para limitar pérdidas o ganancias de calor. (Científicas, CTE Código Técnico de la Edificación, 2017).

La HE 2 Rendimiento de las instalaciones térmicas

Refiere que los edificios cuenten con instalaciones térmicas para el confort térmico de los usuarios. (Científicas, CTE Código Técnico de la Edificación, 2017).

La HE3 Eficiencia energética de las instalaciones de iluminación

Dispone que las edificaciones deben contar con instalaciones de iluminación de acuerdo con los requerimientos de los usuarios y contar con un sistema de control para el encendido al espacio real ocupado, y otro que aproveche de mejor forma la luz natural en zonas con ciertas condiciones. (Científicas, CTE Código Técnico de la Edificación, 2017).

HE 4 Contribución solar mínima de agua sanitaria

En esta exigencia el CTE establece que la necesidad térmica derivada de esta demanda será cubierta por medio de implementación de sistemas de captación, almacenamiento y utilización de energía solar de baja temperatura. Esto

depende de la radiación solar donde la edificación se implante y de la demanda de agua caliente. (Científicas, CTE Código Técnico de la Edificación, 2017).

HE 5 Contribución fotovoltaica mínima de energía eléctrica

El CTE en las edificaciones que sea necesario se incorpora sistemas de captación y transformación de energía solar en energía eléctrica; es un proceso fotovoltaico para uso del usuario o de la red. (Científicas, CTE Código Técnico de la Edificación, 2017).

A continuación, se describe la sección HE 0 y HE 1 y su ámbito de aplicación, caracterización y cuantificación de exigencia y esquema de verificación.

HE0 Ámbito de aplicación

- Edificios nuevos y ampliaciones de edificios existentes;
- Edificaciones o partes de las mismas que, por sus características de utilización, estén abiertas de forma permanente y sean acondicionadas. (Científicas, CTE Código Técnico de la Edificación, 2017).

HE0 Caracterización y cuantificación de la exigencia

El Consumo energético de las edificaciones se limita en función de su zona climática; esto es imprescindible pues los limitantes dependen directamente de la zona a implantarse. El uso para el cual fue diseñado el Edificio es otro factor que tomar en cuenta para su caracterización. (Científicas, CTE Código Técnico de la Edificación, 2017).

En cuanto a la cuantificación el consumo energético de energía primaria no debe superar el valor límite base. En cuanto a la verificación que se realiza se esquematiza en verificación de exigencias donde se define zona climática

donde se encuentra el edificio según HE1 del DB, procedimiento para cálculo de demanda y consumo energético. Incluye demanda energética de calefacción, refrigeración, ACS e iluminación. (Científicas, CTE Código Técnico de la Edificación, 2017).

HE 0 Cálculo del consumo energético

El consumo de energía depende de sistemas de calefacción y refrigeración, agua caliente sanitaria (ACS), Iluminación considerando eficiencia energética en base a lo establecido por el cálculo de demanda de energía que consta en HE1, HE4, HE3 del DB. (Científicas, CTE Código Técnico de la Edificación, 2017).

	Zona climática de invierno					
	α	A*	B*	C*	D	E
$C_{ep,base}$ [kW·h/m ² ·año]	40	40	45	50	60	70
$F_{ep,sup}$	1000	1000	1000	1500	3000	4000

* Los valores de $C_{ep,base}$ para las zonas climáticas de invierno A, B, C, D y E de Canarias, Baleares, Ceuta y Melilla se obtendrán multiplicando los valores de $C_{ep,base}$ de esta tabla por 1,2.

Tabla 1: Zona climática de invierno

Fuente: CTE

Este extracto fue obtenido del CTE y consta más detallado en el Anexo 1 de este documento.

HE 1 Limitación de la demanda energética

En cuanto a la demanda de energía de las edificaciones esta igualmente en función de la zona climática y ubicación.

Se debe evitar riesgos debidos a procesos que bajen la eficiencia térmica o vida útil de la envolvente térmica como

son las condensaciones. (Científicas, CTE Código Técnico de la Edificación, 2017).

HE1 Limitación de demanda energética

Para los edificios de uso residencial privado la demanda de energía no supera el valor límite estipulado en el CTE

$D_{cal,base}$ [$kW \cdot h/m^2 \cdot año$]	Zona climática de invierno					
	α	A	B	C	D	E
$F_{cal,sup}$	15	15	15	20	27	40
	0	0	0	1000	2000	3000

Tabla 2: Valor base y factor corrector por superficie de la demanda energética de calefacción

Fuente: CTE

Este extracto fue obtenido del CTE y consta más detallado en el Anexo 1 de este documento.

HE1 Verificación y justificación de cumplimiento de la exigencia

Es Proceso justificativo de la exigencia básica de limitación de demanda energética según DBHE; el cumplimiento de la exigencia se resume en:

- Definición de la zona climática de la localidad donde se encuentre el edificio,
- Descripción geométrica, constructiva y de usos del edificio, orientación, envolvente térmica.
- Uso, nivel de acondicionamiento de espacios habitables,
- Proceso de cálculo de demanda de energía empleada para cumplimiento de la exigencia,



Imagen 6: Ejemplo de Calificación energética de Edificios
Fuente: <https://www.idealista.com/news/etiquetas/certificado-energetico-obligatorio>

- e) Valores de demanda energética y porcentaje de ahorro de energía.

Este extracto fue obtenido del CTE y consta más detallado en el Anexo 1 de este documento.

HE1 Cálculo de la demanda

Para el cálculo se tiene en cuenta, de forma detallada o simplificada lo siguiente:

- a) Diseño, emplazamiento y orientación del edificio
- b) Evolución hora a hora en régimen transitorio de los procesos térmicos
- c) Acoplamiento térmico entre espacios adyacentes
- d) Solicitaciones internas, externas y condiciones operacionales.
- e) Ganancias y pérdidas de energía por conducción por medio de la envolvente térmica del edificio, ya sea por elementos opacos, huecos y puentes térmicos. Se incluye inercia térmica de materiales.
- f) Ganancias y pérdidas de energía producidas por intercambio de aire al exterior producido por la ventilación e infiltraciones.

Este extracto fue obtenido del CTE y consta más detallado en el Anexo 1 de este documento.

Estas exigencias se evaluarán y deben estar bajo los límites establecidos en el CTE. Todos los parámetros deben ser justificados. (Científicas, CTE Código Técnico de la Edificación, 2017).

Los productos ya sea de cerramientos definidos por su conductividad térmica λ (W/m·K), factor de resistencia a la difusión del vapor de agua como los productos de los huecos

(ventanas y puertas) caracterizadas por transmitancia térmica U (W/m²·K) y factor solar g_{\perp} parte semitransparente del hueco deberán contar con todos estos datos; incluyendo las carpinterías con su resistencia a la permeabilidad medida en m³/h·m². (Científicas, CTE Código Técnico de la Edificación, 2017).

La exigencia del CTE debe ser tomado en cuenta para el posterior análisis de los casos de estudio. Si bien en Ecuador no existe una normativa oficial para lograr una certificación energética de Edificios como se menciona anteriormente; se debe analizar ciertos aspectos que influyen en el confort térmico de las zonas de estancia, donde el primer objetivo será mejorar el confort dentro de las viviendas. Posterior a eso es sugerir mejoras en la calidad constructiva de los edificios y utilización de materiales de buena calidad; pues de estos depende la inercia térmica y ganancia o pérdida de energía.

Los puntos HE2-HE3-HE4-HE5 en este caso no se los describe debido a que el análisis se lo realiza en viviendas de nivel socioeconómico baja y media. En estos casos no se considera sistemas activos para calefacción y refrigeración, ACS y/o debido al costo e impacto que significaría. Esto es en primera instancia ya que se resalta métodos pasivos y bioclimáticos para mejorar la condición térmica interna de los edificios. Si fuera necesario la implementación de cualquiera de estos sistemas se planteará como opción.

2.3 Estado actual del conocimiento de eficiencia energética en Ecuador.

El Ecuador mantiene un déficit cuantitativo y cualitativo de viviendas. Las condiciones de vida están íntimamente ligados al hacinamiento, materialidad, espacios y servicios. (INEC I. E., Ecuador en Cifras, 2014).

El hacinamiento alcanza el 12,7% a nivel país, pero el déficit cualitativo alcanza un alto porcentaje sobre todo en los sectores rurales del país, en muchos de los casos no cuenta con adecuado acceso a servicios básicos. Además de baja calidad en su construcción pues un 64% no cuenta con pisos firmes, o contando con techos de zinc (43%). (MIDUVI, 2012).

Aunque el objetivo de ONU es erradicar la pobreza y exista condiciones adecuadas de vivienda en todo el mundo, los datos estadísticos dicen lo contrario. La estadística de Informalidad de construcción en el Ecuador asciende al 70% según INEC. Esto refiere a la autoconstrucción sin tomar en cuenta normas técnicas, constructivas y/o de urbanismo (MIDUVI 2009).

Como resultado, Ecuador tiene un conjunto de viviendas precarias, con deficiencias de servicios básicos, posesión irregular de la propiedad (ausencia de títulos), y, en algunos casos, ubicadas en zonas de riesgo. Todos esto causa una ineficiencia en técnicas constructivas y por ende una carencia de eficiencia energética en viviendas en el Ecuador. (MIDUVI, 2012).

El factor de informalidad en la construcción, la no planificación de vivienda con enfoque en el bienestar de los

usuarios, carencia de materiales adecuados para la zona en donde se implante la vivienda en general desconocimiento técnico para lograr construcciones confortables. Cabe añadir la no existencia de normativas en cuanto a eficiencia energética para lograr un mayor confort térmico dentro de las viviendas y ha sido unos de factores de esta deficiencia cualitativa de las Viviendas en Ecuador. (INER, Instituto Ecuatoriano de Energías Renovables, 2016).



Imagen 7: Vivienda con cubierta de zinc y madera
Fuente: <http://www.ecuadorencifras.gob.ec/page/2/?s=vivienda>

2.3.1 Guía de Estrategias para mejorar las condiciones de habitabilidad y el consumo de energía en viviendas

El Instituto Nacional de Energías Renovables (INER) fue creado en el año 2012 con el propósito de realizar investigación y aportar con temas relacionados con eficiencia energética.

Existen varios documentos y publicaciones que ha realizado este Organismo. Uno de ellos refiere a la publicación de la *Guía Estrategias para mejorar las condiciones de habitabilidad y el consumo de energía en viviendas* que consiste en un primer acercamiento para mejorar la calidad de viviendas al tema de eficiencia energética. Con el objetivo de brindar recomendaciones bioclimáticas para el diseño de una vivienda con mejores prestaciones y confort térmico basado en las condiciones climatológicas de las regiones del país. (INER, 2015).

Sí bien es información útil para tomar en cuenta al momento de diseñar una vivienda; no se convierte en una normativa que detalle requerimientos técnicos mínimos a cumplir para lograr confort térmico, eficiencia o mucho menos certificación energética tal como se maneja en otros países como España.

Conocimiento alrededor del comportamiento energético de materiales en Ecuador

Según INEC las casas o Villas son el más alto porcentaje de tipologías de viviendas. Con ello, se tiene un indicador de los materiales que más se utilizan. Según estadísticas y resultados obtenidos por encuestas por parte del INEC se tiene que cubiertas de tol galvanizados es el más utilizado, después la

losa de hormigón, para elementos verticales en paredes se utiliza el bloque y ladrillo. Los pisos se encuentran recubiertos con ladrillo o cemento, segundo lugar ocupa la cerámica, baldosa, vinil o mármol, y en tercer lugar es la madera. (INER, Instituto Ecuatoriano de Energías Renovables, 2016).

Actualmente, Ecuador no cuenta con datos suficientes de propiedades térmicas de materiales para una realidad local, los datos existentes son referencias internacionales; pues no se ha realizado un estudio pormenorizado de características térmicas de materiales. (INER, Instituto Ecuatoriano de Energías Renovables, 2016).



Imagen 8: Informalidad de la construcción en Ecuador
Fuente: <http://www.eltelegrafo.com.ec/>



Imagen 9: Casa de Caña y Madera
Fuente: <http://quitopress.com>



CAPÍTULO 3

Descripción del contexto,
Zona y Casos de Estudio

3 Descripción del contexto, Zona y Casos de Estudio

3.1 Situación Geográfica y climática de Ecuador

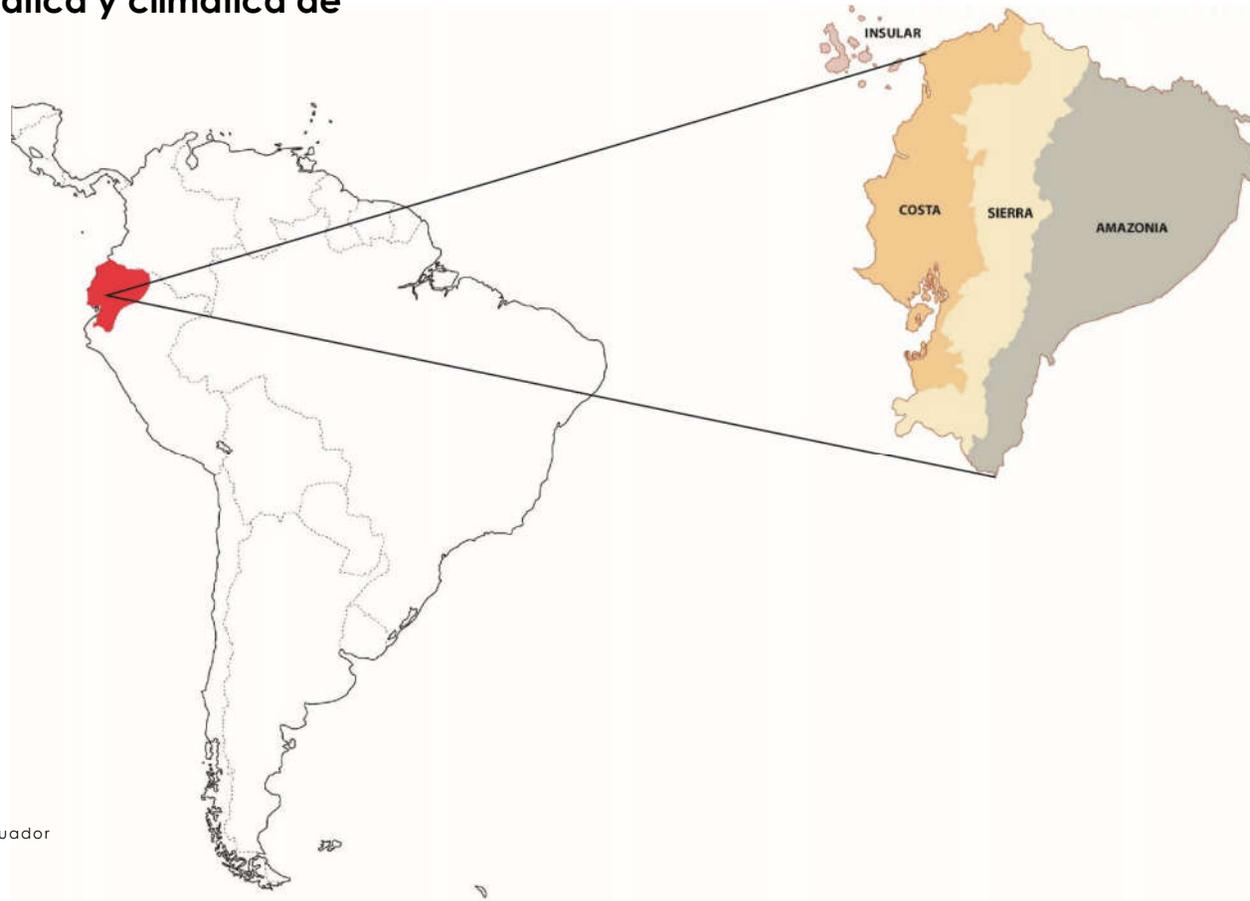


Figura 3: Ubicación Geográfica de Ecuador
Fuente: Elaboración propia



Imagen 10: Ubicación Ecuador

Fuente: <https://www.istockphoto.com/photo/>

3.1.1 Ubicación Geográfica

Ecuador está situado en la zona noroccidental de Sudamérica, específicamente zona tórrida del continente americano. La zona en el continente está ubicada en las coordenadas: entre paralelos 01°30' N y 03°23.5' S y los meridianos 75°12' W y 81°00' W. La peculiaridad de Ecuador es que es atravesado por la línea ecuatorial, exactamente en 22 Km al N de la capital que es Quito. Tiene un desarrollo de costas de alrededor de 1200 km, sin tomar en cuenta las Islas Galápagos e islas continentales. (INOCAR, 2012).

Sus fronteras son por el norte Colombia, Sur y Este Perú y Oeste con el Océano Pacífico. Aunque se encuentra en la zona tórrida es atravesada por la Cordillera de los Andes en sentido transversal de norte a sur, así se divide el territorio continental en tres regiones naturales como son:

- Región Litoral o Costa
- Región Interandina o Sierra
- Región Oriental o Amazonía

La región Litoral o Costa se ubica desde la cordillera occidental hasta la costa del océano Pacífico. Es una región baja. (INOCAR, 2012).

La región Interandina o Sierra se ubica entre las cordilleras Occidental y Central, que forman hoyas por su unión cada cierta distancia, por ello se forman valles altos en donde se asienta poblaciones. La altitud promedio de estos valles interandinos es de 2.500 m.s.n.m. y temperatura promedio de 14° C. (INOCAR, 2012).

La región Oriental o Amazonía es una zona con abundante vegetación selvática. Se divide en Oriente Alto y Bajo. En el primero existe más poblaciones ya que es un clima más confortable mientras que en el Bajo Oriente existe selva virgen con abundantes bosques, existen además de zonas pantanosas, junto a los ríos que las atraviesan. (INOCAR, 2012).

3.1.2 Clima

El Ecuador por su ubicación geográfica se encuentra únicamente en la zona ecuatorial tropical, pero por factores como la presencia del mar, sumado a corrientes como la de Humboldt y cálida de Panamá y con la orientación perpendicular de la cordillera de los Andes a los vientos Alisios, el resultado es una variedad de subclimas y microclimas. (INOCAR, 2012).

A diferencia de las regiones templadas, Ecuador se caracteriza por tener dos estaciones, el invierno la estación lluviosa y verano la estación seca. Normalmente, en invierno las lluvias están entre el mes de diciembre hasta mayo; mientras que el verano está en los seis meses restantes. (INOCAR, 2012).

Existe diferentes metodologías para clasificar los climas. En el caso de Ecuador según el propuesto por Koppen² Ecuador tiene los climas Af (ecuatorial), Aw (tropical con invierno seco), Bwh (árido cálido), Bsh (semiárido cálido), Cwa (subtropical con estación seca) y Cwb (templado con invierno seco). Sin embargo, al momento de la proyección y diseño arquitectónico bajo Koppen no es el más adecuado. Pero con la clasificación de Instituciones como ASHRAE que ha desarrollado un método que toma en cuenta diferentes aspectos en relación con la percepción humana del espacio construido. En este caso, Ecuador según esta clasificación

proporcionada por ASHRAE³ tiene los climas 1-A (muy caluroso húmedo), 1-B (muy caluroso seco), 2-A (caluroso húmedo) y 3-A (templado húmedo). (INER, 2015).

Toda esta clasificación es obtenida de datos de la NASA y se maneja bajo tres parámetros: precipitación media diaria mensual, grados días de calefacción y grados de refrigeración. Se puede concluir que esta clasificación es climático-habitacional porque usa conceptos de confort térmico. Otro factor importante que tomar en cuenta es la radiación solar. En el 2008 el Ministerio de Electricidad y Energías Renovables realiza un publica un Atlas Solar del Ecuador; en este se plasma el recurso solar por medio de mapas digitales. (INER, 2015).

² El sistema de Köppen se basa en que la vegetación natural tiene una clara relación con el clima, por lo que los límites entre un clima y otro se establecieron teniendo en cuenta la distribución de la vegetación. Los parámetros para determinar el clima de una zona son las temperaturas y precipitaciones medias anuales y mensuales, y la estacionalidad de la precipitación.

³ Shaping Tomorrow's Built Environment Today

ZONA CLIMÁTICA	NOMBRE	LOCALIDADES DE REFERENCIA	CRITERIO TÉRMICO
1	Húmeda muy calurosa	Guayaquil, Esmeraldas, Nueva Loja, Machala, Santa Elena	$5000 < \text{CDD } 10^{\circ}\text{C}$
2	Húmeda calurosa	Tena, Puyo, Macas	$3500 < \text{CDD } 10^{\circ}\text{C} \leq 5000$
3	Continental lluviosa	Quito, Loja, Cuenca	$\text{CDD } 10^{\circ}\text{C} \leq 2500$ Y $\text{HDD } 18^{\circ}\text{C}$
4	Continental templada	Ibarra, Ambato, Azogues	$2000 < \text{HDD } 18^{\circ}\text{C} \leq 3000$
5	Fría	Latacunga, Riobamba, Tulcán	$3000 \text{ m} < \text{altura} \leq 5000$

Tabla 3: Definición de Zonas Climáticas para el Ecuador
Fuente: INER – Guía EEE

Como se observa en la tabla 3, se tiene clasificadas las localidades de referencia con la zona climática que corresponden al mapa en la Figura 3.

En este caso, para los casos de Estudio que se ubican en la provincia de Manabí, en la ciudad de Manta. Pertenecen a la Zona Húmeda muy Calurosa según la Figura 3 donde se especifica la ubicación de este lugar.

3.1.3 Descripción Zona climática Húmeda muy calurosa

En esta zona climático-habitacional, se encuentran las zonas de la región costa y amazonía profunda del Ecuador, las principales estrategias según el INER en un análisis del ábaco de Givoni se menciona la ventilación natural (con o sin ventilación nocturna). Además, de minimizar las ganancias de calor por radiación solar. En algún momento del día se recomienda utilizar un equipo artificial con un

equipo eficiente. Entre las ciudades ubicadas en esta zona son: Babahoyo, Esmeraldas, Portoviejo, Manta, Machala, Nueva Loja, Francisco de Orellana, Santa Elena y Guayaquil. (INER, 2015).

3.2 Región Costa o Litoral



Imagen 11: Región Litoral o Costa

Fuente: <https://ecuador1b423.files.wordpress.com/2013/03/ecuador-costa.png>

Esta región del país se encuentra ubicada entre la cordillera occidental hasta la costa del océano Pacífico. Está formada por las provincias de:

- Esmeraldas,
- Santo Domingo,
- Manabí, Los Ríos,
- Guayas,
- Santa Elena y El Oro. (INOCAR, 2012).

Es región baja con algunas elevaciones como son: la cordillera de Chongón – Colonche, Balzar, montañas de Paján y Puca, entre otros.

El resto está formado por llanuras densas óptimas para la agricultura, terrenos salitres y manglares. (INOCAR, 2012).

En cuanto a las condiciones climáticas de la costa, son zonas tropicales, temperaturas que superan los 20°C, con lluvias abundantes en meses de invierno. (INOCAR, 2012).

Los climas que se tiene son: clima tropical Húmedo con temperatura media anual que supera los 25°C, con humedad relativa superiores al 85% y nubosidad considerable, siendo este el correspondiente a la provincia de Manabí donde se ubican los casos de estudio. Existen además otros tipos de clima como el tropical Monzón, tropical de Sabana, tropical Seco. (INOCAR, 2012).

3.3 Descripción y Ubicación Geográfica de Manta-Manabí



Imagen 12: Provincia de Manabí
Fuente: <http://www1.gsp.edu.ec/ecuador/provincias/>

3.3.1 Ubicación

Manta se encuentra en la Provincia de Manabí, colinda con el Océano Pacífico. Su posición astronómica es $0^{\circ}57'35''$ de latitud Sur y $80^{\circ}43'02''$ de longitud Oeste. Su altitud promedio es 6m. sobre el nivel del mar. Su ubicación es primordial para el ingreso de tráfico marítimo de embarcaciones, ya que se encuentra en el centro del perfil costanero ecuatoriano (Manta 360, 2004).



Imagen 13: Playa el Murciélago en Manta
Fuente: <https://www.ec.viajandox.com/>

3.3.2 Descripción

Considerado primer puerto turístico, marítimo y pesquero de Ecuador. Ubicado en una bahía, y es un puerto internacional. (Provincial, 2017).

3.3.3 Clima

Tiene precipitaciones de 210mm anuales. Con temperatura media de 26°C en la estación de invierno y 24°C en verano.

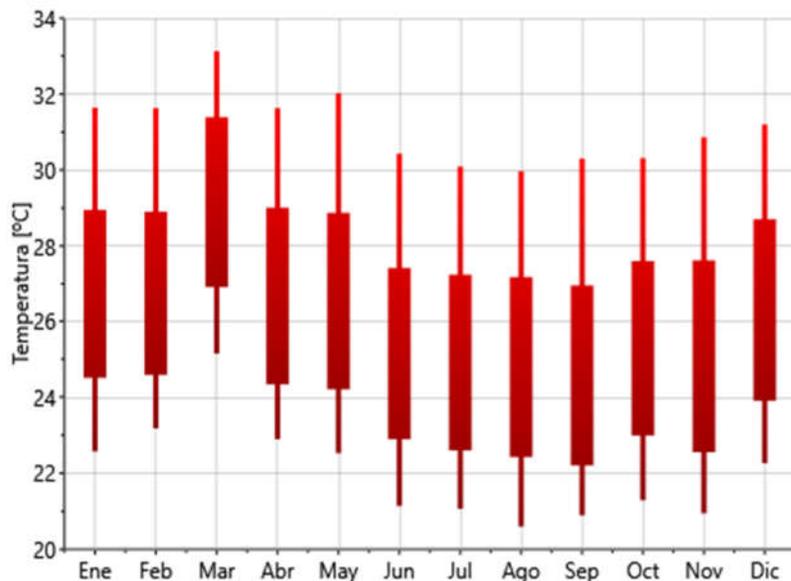


Diagrama 1: Temperatura Manta
Fuente: Metenorm

	Gh kWh/m ²	Dh kWh/m ²	Bn kWh/m ²	Ta °C	Td °C	FF m/s
Enero	154	74	114	26,7	20,2	5,5
Febrero	160	74	119	26,9	21,1	5,2
Marzo	192	82	151	29,1	21	5,2
Abril	178	78	139	27	20,3	5
Mayo	153	74	115	26,4	19,1	5,3
Junio	130	71	87	25,4	18,1	5
Julio	128	74	79	24,9	17,2	5,4
Agosto	135	91	63	24,7	17,1	5,7
Setiembre	149	83	90	24,8	17,3	5,3
Octubre	135	80	76	25,2	18,1	5,5
Noviembre	129	73	82	25,3	18,2	5,5
Diciembre	154	83	106	26,2	19,2	5,2
Año	1798	936	1222	26,1	18,9	5,3

Tabla 4: Datos meteorológicos
Fuente: Metenorm

Datos de resultado

Incertidumbre de valores anuales: Gh=7%, Bn=13%, Ta=0,8°C.

Tendencia de gh/década: Variabilidad de Gh/ año 6,2%.

Sitios de radiación interpolados: Datos de satélite (Parte de los datos de satélite: 100%.

Temperature interpolation locations: Porto Viejo-Granja (30km), Bahía de Caráquez (58km).

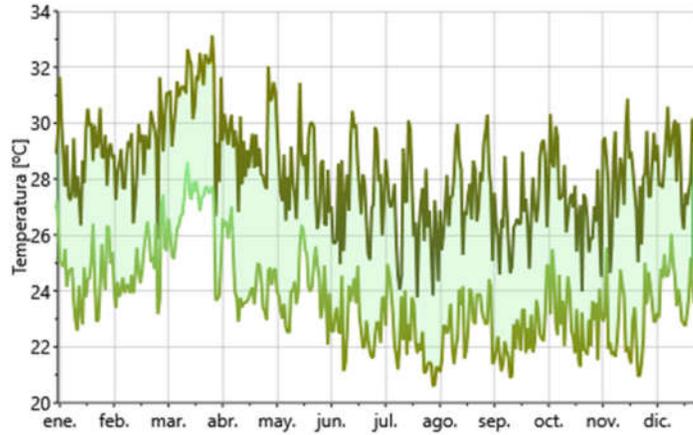


Diagrama 2: Temperatura diaria Manta
Fuente: Metenorm

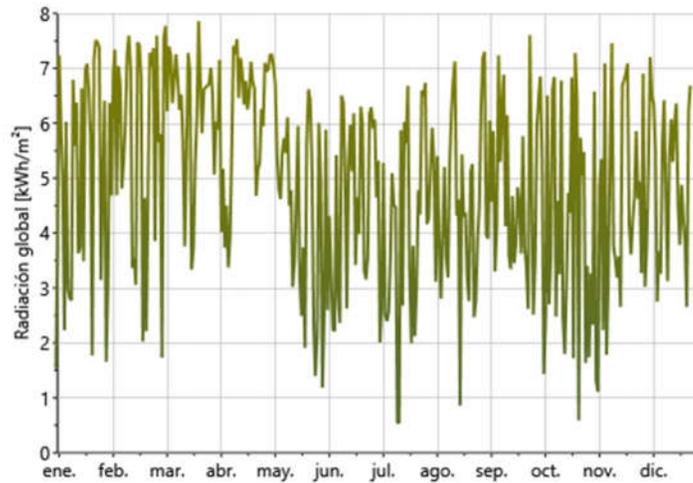


Diagrama 3: Radiación Global Manta
Fuente: Metenorm

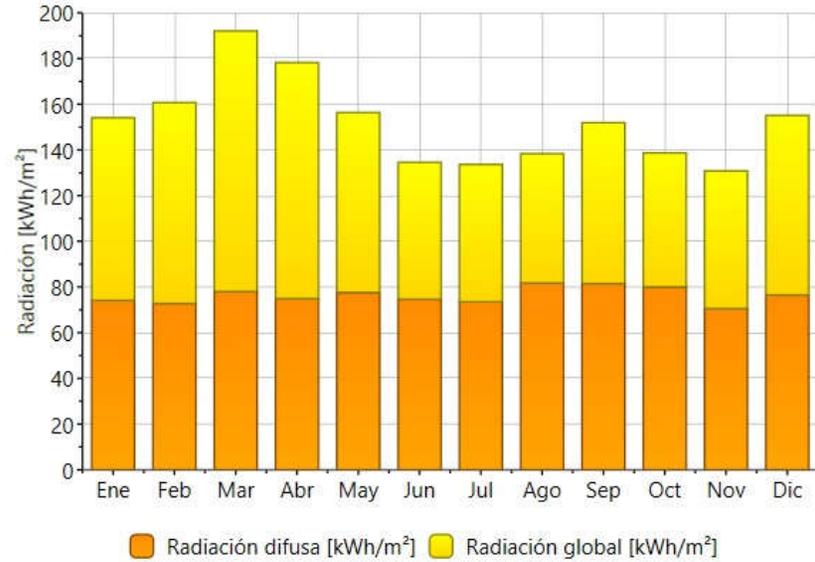


Diagrama 4: Radiación solar Manta
Fuente: Metenorm

Como se observa en el diagrama los meses con mayor radiación solar son: Marzo con 190 kWh/m², Abril con 178 kWh/m². Existe un promedio anual de 150 kWh/m². Los meses más bajos son junio y julio con 130 y 128 kWh/m².

WEATHER DATA SUMMARY													LOCATION: MANTA, -, -	
													Latitude/Longitude: 1.01° South, 80.773° West, Time Zone from Greenwich -5	
													Data Source: MN7 999 WMO Station Number, Elevation 130 m	
MONTHLY MEANS	JAN	FEB	MAR	APR	MAY	JUN	JUL	AUG	SEP	OCT	NOV	DEC		
Global Horiz Radiation (Avg Hourly)	407	470	511	489	416	366	347	343	406	355	347	408	Wh/sq.m	
Direct Normal Radiation (Avg Hourly)	301	323	421	398	299	225	218	165	223	199	186	297	Wh/sq.m	
Diffuse Radiation (Avg Hourly)	198	241	202	199	210	216	199	225	243	214	223	204	Wh/sq.m	
Global Horiz Radiation (Max Hourly)	1054	1062	1087	1142	998	941	927	945	987	1022	1035	1003	Wh/sq.m	
Direct Normal Radiation (Max Hourly)	932	1020	952	1006	920	962	820	746	948	984	909	931	Wh/sq.m	
Diffuse Radiation (Max Hourly)	517	544	544	525	496	464	475	500	509	520	478	500	Wh/sq.m	
Global Horiz Radiation (Avg Daily Total)	4909	5659	6134	5863	4983	4377	4156	4110	4877	4272	4183	4929	Wh/sq.m	
Direct Normal Radiation (Avg Daily Total)	3632	3898	5058	4772	3581	2693	2609	1982	2680	2395	2247	3590	Wh/sq.m	
Diffuse Radiation (Avg Daily Total)	2393	2900	2428	2390	2518	2580	2386	2699	2921	2575	2692	2468	Wh/sq.m	
Global Horiz Illumination (Avg Hourly)	45436	52487	57098	54651	46475	40949	38923	38468	45346	39925	39030	45588	lux	
Direct Normal Illumination (Avg Hourly)	27712	28656	39748	37381	26985	19857	19914	13857	19874	17430	15892	27034	lux	
Dry Bulb Temperature (Avg Monthly)	26	26	26	26	26	24	24	24	23	24	24	25	degrees C	
Dew Point Temperature (Avg Monthly)	20	21	22	21	20	19	19	19	18	19	19	19	degrees C	
Relative Humidity (Avg Monthly)	72	76	76	76	72	74	73	73	75	74	73	70	percent	
Wind Direction (Monthly Mode)	170	160	170	160	170	150	160	170	150	180	160	160	degrees	
Wind Speed (Avg Monthly)	2	1	1	1	2	2	2	2	3	3	3	2	m/s	
Ground Temperature (Avg Monthly of 1 Depths)	25	25	26	25	25	25	25	24	24	24	25	25	degrees C	

Tabla 5: Datos meteorológicos de Manta
 Fuente: Archivo EPW - Dirección de Aviación Civil (DAC) - Estación Meteorológica Manta

3.3.4 Pertinencia del Lugar de los casos de Estudio – Manta

Para escoger las viviendas a analizar se tuvo en cuenta algunas situaciones que dieron un sentido de pertinencia a esta ciudad.

Como principal antecedente se encuentran los desastres naturales que afectan al Ecuador, específicamente de los terremotos. El más reciente fue en abril de 2016 con una escala de 7,8° en la escala de Richter causó muchas afectaciones en las viviendas, edificios, etc. Como se expuso la mayoría de construcciones son informales según estadísticas del INEC. Esta ciudad se vio afectada por el terremoto; es así que existen planes de rehabilitación y reconstrucción para la ciudad de Manta; por ello se realiza el estudio para que esta información en futuro se aplique al momento de realizar estas reconstrucciones tomando en cuenta el confort térmico y se mejore la calidad de vida de los usuarios.

Cabe añadir en el último reporte del Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda para el Hábitat III, Manta tiene un gran porcentaje de su mancha urbana y rural con asentamientos precarios, esto significa una razón más para realizar el estudio en esta ciudad.

Otro punto importante es que se tomó la Zona más extrema en cuanto a índices de temperaturas como es la Zona Húmeda Muy Calurosa. En un futuro alcance se deberá realizar estudios en cada zona especificada de la Tabla 3.

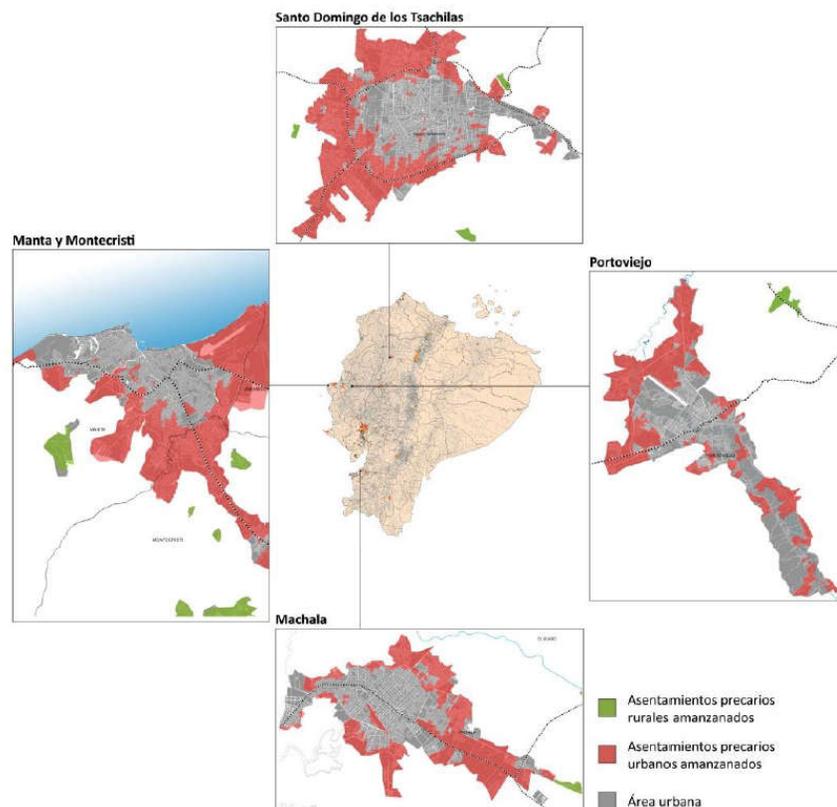


Figura 5: Asentamientos precarios en ciudades Grandes seleccionadas.
Fuente: Censo de población y vivienda, INEC, 2010. Elaboración: MIDUVI (2015).

3.4 Descripción de los sistemas constructivos en la zona de estudio

Según los datos proporcionados por el INEC en relación con los materiales más utilizados en la Zona de Estudio en Manta. Tenemos a continuación un despliegue de datos según empadronamiento del tipo de material del techo o cubierta, según provincia, y parroquia de empadronamiento. Con estos datos se tendrá una mejor visión para lograr escoger los casos de estudio; en el siguiente apartado se pondrá a consideración los parámetros para escoger los casos a estudiar; se toma en cuenta los sistemas constructivos más utilizados; esto para lograr información útil para la mayoría de viviendas.

3.4.1 Materiales del Techo o Cubierta



Imagen 14: Materiales de construcción
Fuente: http://laboratorios_dectc.espe.edu.ec/

Nombre del Cantón	Nombre Parroquia	Material del techo o cubierta						Total
		Hormigón (losa, cemento)	Asbesto (eternit, eurolit)	Zinc	Teja	Palma, paja u hoja	Otros materiales	
MANTA								
	MANTA	19.075	4.477	30.219	1.075	210	140	55.196
	SAN LORENZO	31	217	370	8	30	7	663
	SANTA MARIANITA	87	223	366	18	12	8	714
	Total	19.193	4.917	30.955	1.101	252	155	56.573
MANTA								
	MANTA	34,56 %	8,11 %	54,75 %	1,95 %	0,38 %	0,25 %	100,00 %
	SAN LORENZO	4,68 %	32,73 %	55,81 %	1,21 %	4,52 %	1,06 %	100,00 %
	SANTA MARIANITA	12,18 %	31,23 %	51,26 %	2,52 %	1,68 %	1,12 %	100,00 %
	Total	33,93 %	8,69 %	54,72 %	1,95 %	0,45 %	0,27 %	100,00 %

Tabla 6: Total de viviendas particulares con personas presentes por tipo de material del techo o cubierta, según provincia, cantón y parroquia de empadronamiento Manta-Ecuador
Fuente: <http://www.ecuadorencifras.gob.ec/page/2/?s=vivienda>

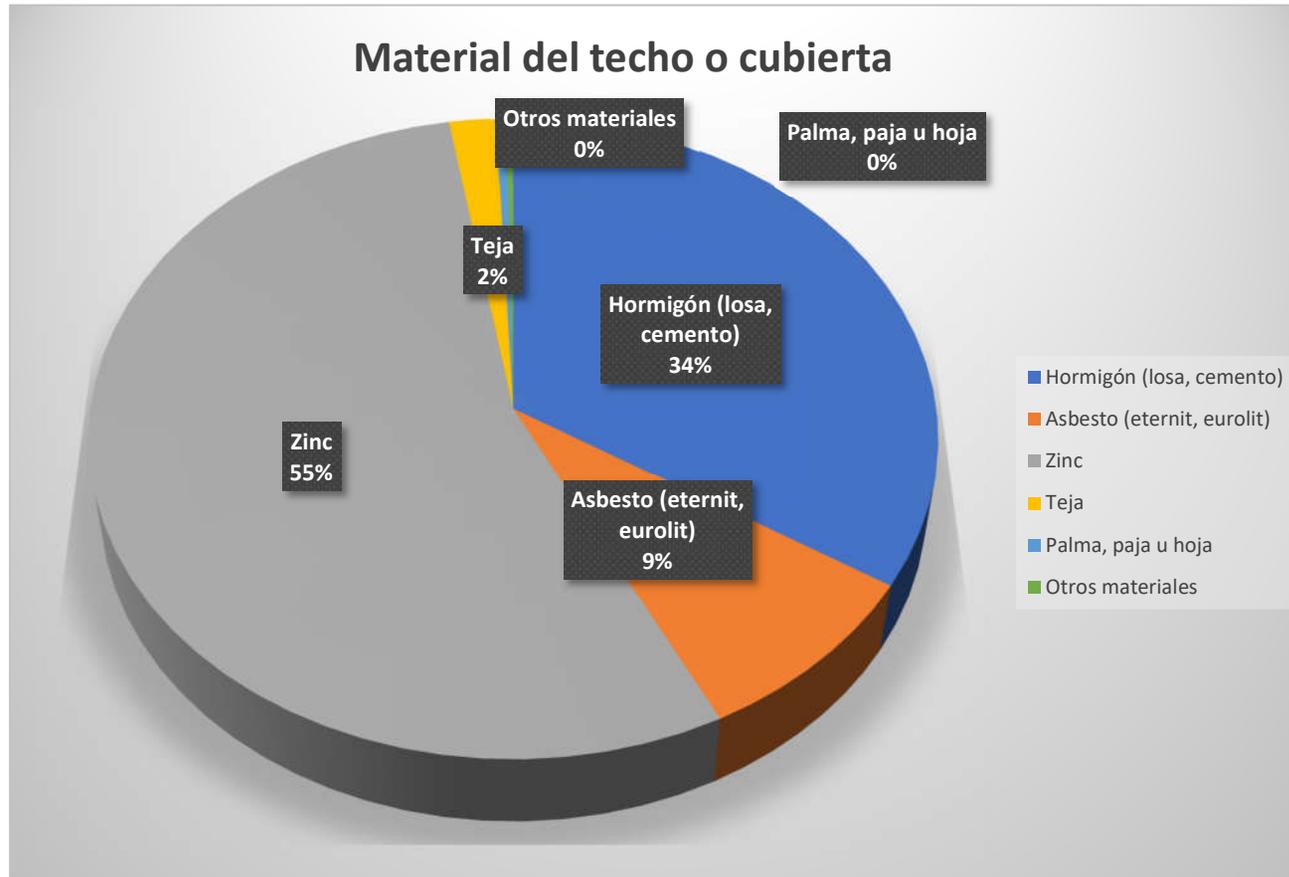


Gráfico 1: Materiales de Techo o Cubierta Manabí-Ecuador
Fuente: <http://www.ecuadorencifras.gob.ec/page/2/?s=vivienda>

Como se observa en la figura el material más utilizado en la cubierta es el Zinc con un 55%, seguido del Hormigón (losa, cemento) esto vendría a ser un hormigón fundido en situ en

muchos casos con sistema constructivo de losa alivianada con bloques perdidos. (INEC I. E., 2010).

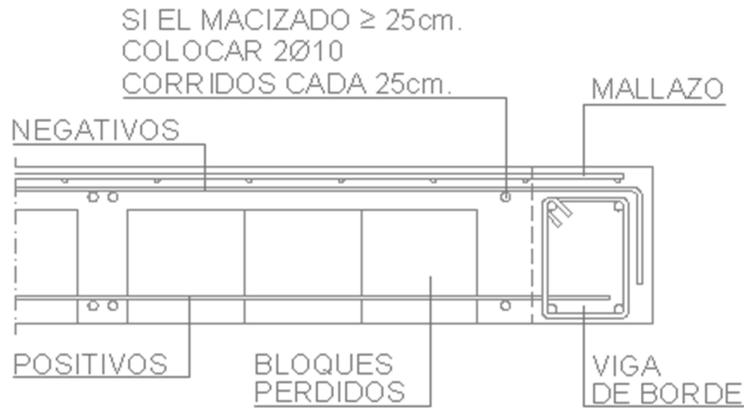


Figura 6: Losa tipo de hormigón con bloque
Fuente: <http://www.detallesconstructivos.net/sites/>

Como se expuso la precariedad de las construcciones es alta, en la mayoría de los casos se construye sin una guía técnica o profesionales a cargo, es decir, autoconstrucción. (MIDUVI, 2012).

Se puede observar en la Imagen 5 es una obra en construcción ubicada en Manta fuera del centro de la Urbe. La imagen muestra la forma la cual se construye, pues se realiza todo en situ en este caso, inclusive el fundido de la losa y la preparación del hormigón. No existen permisos de construcción y mucho menos planos estructurales, arquitectónicos, etc. Además, citando a la figura 4, este inmueble se encuentra dentro de la zona de Asentamientos precarios en ciudades Grandes de la ciudad de Manta.



Imagen 15: Casa en construcción Manta-Ecuador
Fuente: Elaboración propia



Imagen 16: Casas con techo de Zinc Manta-Ecuador
Fuente: Elaboración propia

3.4.2 Materiales de pared o elementos opacos

A continuación, en la tabla 5, como en el gráfico 2 se recopila las estadísticas de los materiales utilizados en los elementos verticales de las paredes exteriores en Manta.

Se puede observar que el ladrillo o bloque son los materiales más utilizados con un 77,62% seguidas del hormigón con un

11% y caña revestida o bahareque 5%, caña no revestida con un 4%. En porcentajes bajos se encuentra el adobe o la madera.

Nombre del Cantón	Nombre de la Parroquia	Material de elementos opacos							Total
		Hormigón	Ladrillo o bloque	Adobe o tapia	Madera	Caña revestida o bahareque	Caña no revestida	Otros materiales	
MANTA									
	MANTA	6.529	42.857	73	919	2.547	2.137	134	55.196
	SAN LORENZO	12	487	-	17	41	106	-	663
	SANTA MARIANITA	17	567	3	4	33	89	1	714
	Total	6.558	43.911	76	940	2.621	2.332	135	56.573
MANTA									
	MANTA	11,83 %	77,65 %	0,13 %	1,66 %	4,61 %	3,87 %	0,24 %	100,00 %
	SAN LORENZO	1,81 %	73,45 %	-	2,56 %	6,18 %	15,99 %	-	100,00 %
	SANTA MARIANITA	2,38 %	79,41 %	0,42 %	0,56 %	4,62 %	12,46 %	0,14 %	100,00 %
	Total	11,59 %	77,62 %	0,13 %	1,66 %	4,63 %	4,12 %	0,24 %	100,00 %

Tabla 7: total de viviendas particulares con personas presentes por tipo de material de paredes exteriores, según provincia, cantón y parroquia de empadronamiento Manta-Ecuador

Fuente: <http://www.ecuadorencifras.gob.ec/page/2/?s=vivienda>

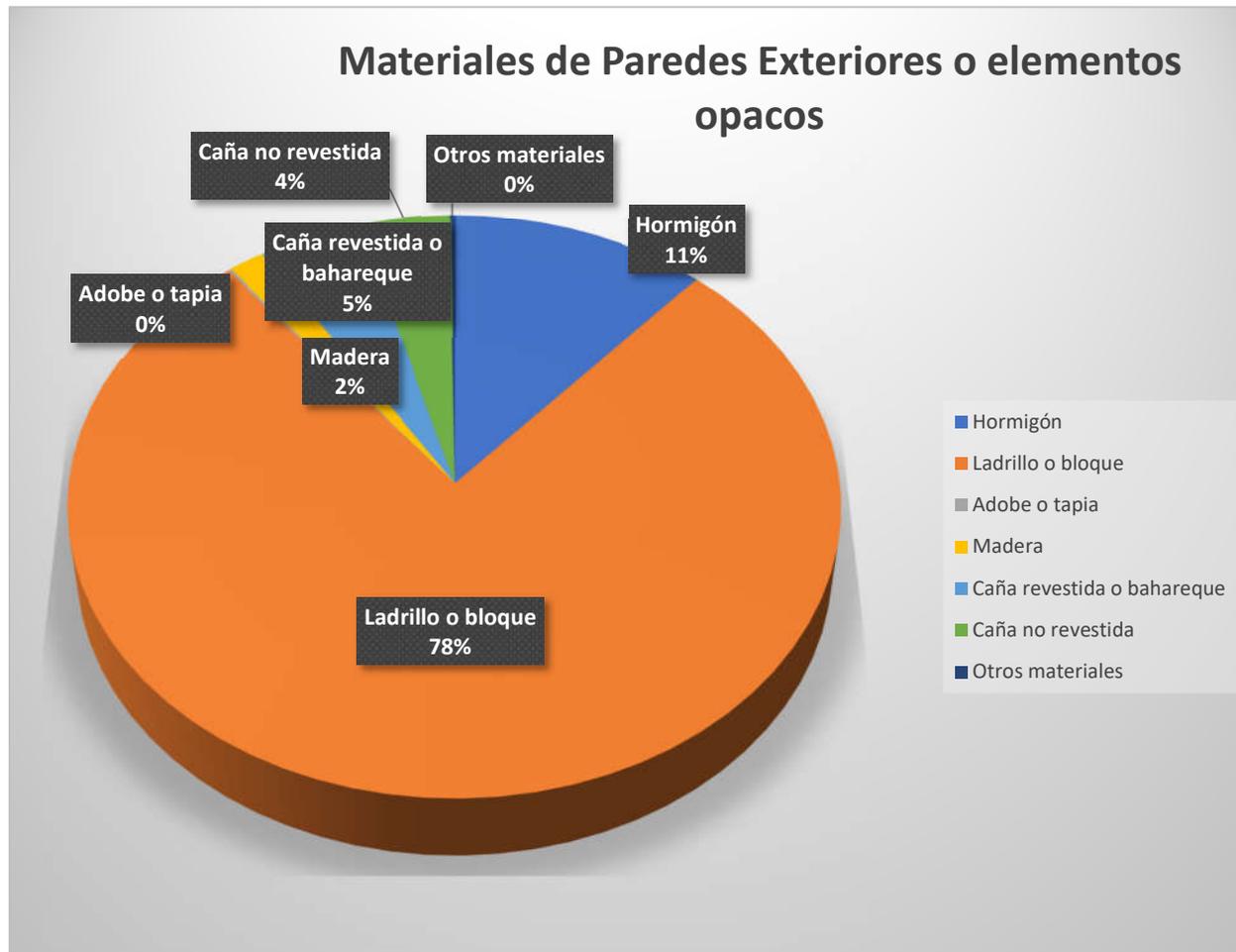


Gráfico 2: Materiales de paredes exteriores Manta-Ecuador
Fuente: <http://www.ecuadorencifras.gob.ec/page/2/?s=vivienda>



Imagen 17: Casas de ladrillo Manta-Ecuador
Fuente: Elaboración Propia

En esta imagen se puede observar casas con revestimientos exteriores de ladrillo en la ciudad de Manta. Este material caracteriza al lugar.

Según Código de Práctica Ecuatoriano en código ecuatoriano de la construcción elaborado por el Instituto Ecuatoriano de Normalización (INEN) especifica la transmitancia térmica de pared de ladrillo de 0,20 m de espesor, con enlucido por dos lados es $19,5 \text{ kcal/m}^2 \cdot \text{h} \cdot \text{grado C}$ = $81,51 \text{ J/m}^2 \cdot \text{h} \cdot \text{grado C}$. Para el estudio de las viviendas se hará un análisis sin recubrimiento que se da en la mayoría de las viviendas del sector(sin enlucido). (INEN, 2015).

Además, se recomienda la utilización del ladrillo con protección debido que estar a la intemperie causa un deterioro acelerado y pérdida de sus capacidades estructurales, acústicas y/ térmicas. Las paredes no protegidas sin impermeabilización dejan pasar más agua y no son confiables para protección contra lluvia. (INEN, 2015).

A continuación, se expone la tabla con recomendaciones constructivas para diferente espesor en paredes de ladrillo.



Imagen 18: Casas de caña No Revestida
Fuente: Elaboración propia

3.4.3 Materiales de Piso

Para los pisos o contrapisos se utiliza al ladrillo o cemento con 47%, después esta la cerámica, baldosa, vinil o mármol con un 39%. Después se reparte en porcentajes mucho menores a los mencionados a la tabla sin tratar con 6%, tierra 5%, duela o parquet con 1%, entre otros. Así es que se realiza un encementado o se utiliza el ladrillo.

Nombre del Cantón	Nombre de la Parroquia	Material del piso							Total
		Duela, parquet, tablón o piso flotante	Tabla sin tratar	Cerámica, baldosa, vinil o mármol	Ladrillo o cemento	Caña	Tierra	Otros materiales	
MANTA									
	MANTA	760	3.213	21.698	25.984	460	2.699	382	55.196
	SAN LORENZO	5	200	34	348	21	53	2	663
	SANTA MARIANITA	6	128	58	454	14	53	1	714
	Total	771	3.541	21.790	26.786	495	2.805	385	56.573
MANTA									
	MANTA	1,38 %	5,82 %	39,31 %	47,08 %	0,83 %	4,89 %	0,69 %	100,00 %
	SAN LORENZO	0,75 %	30,17 %	5,13 %	52,49 %	3,17 %	7,99 %	0,30 %	100,00 %
	SANTA MARIANITA	0,84 %	17,93 %	8,12 %	63,59 %	1,96 %	7,42 %	0,14 %	100,00 %
	Total	1,36 %	6,26 %	38,52 %	47,35 %	0,87 %	4,96 %	0,68 %	100,00 %

Tabla 8: Total de viviendas particulares con personas presentes por tipo de material de piso, según provincia, cantón y parroquia de empadronamiento Manta-Ecuador.

Fuente: <http://www.ecuadorencifras.gob.ec/page/2/?s=vivienda>

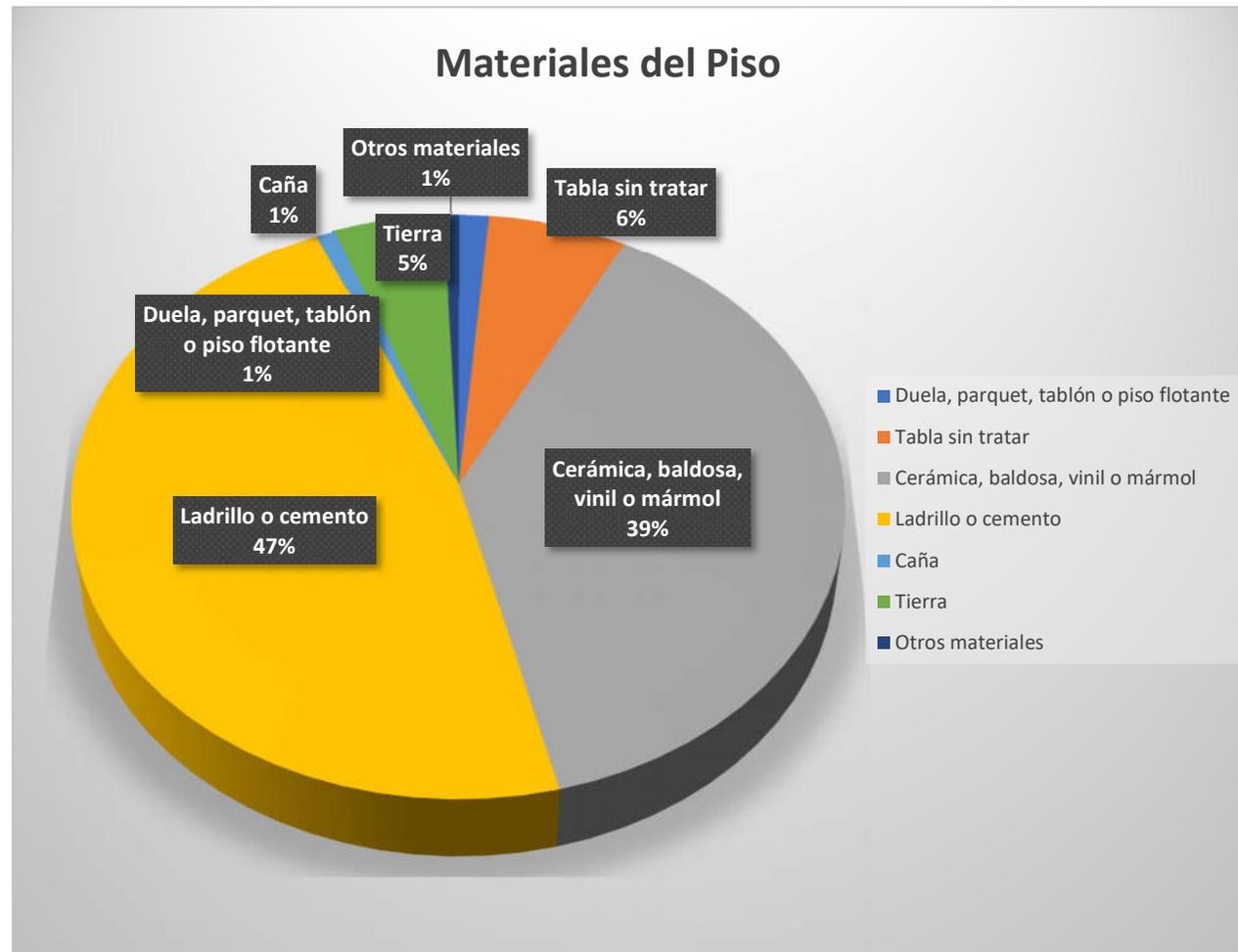


Gráfico 3: Materiales de Pisos Manta-Ecuador
Fuente: <http://www.ecuadorencifras.gob.ec/page/2/?s=vivienda>



Imagen 19: Construcción contrapiso en Manta-Ecuador
Fuente: Elaboración propia

Se puede observar que se lo realiza con un armado de cadenas que ata a su vez a los elementos estructurales verticales. Después se procede a rellenar con tierra y hacer compactación. De allí normalmente se realiza un fundido de toda la superficie con malla electrosoldada. Como se observan los datos obtenidos; se deja el hormigón como el acabado final. En algunos casos se recubre con cerámicas, baldosas o viniles.

3.5 Descripción y estado de las instalaciones de agua potable, alcantarillado y luz eléctrica en la zona de estudio

Las estadísticas arrojadas por el censo de 2010 realizadas por el INEC, brinda una perspectiva del acceso a los servicios básicos como son agua potable, luz eléctrica y alcantarillado en Manta. Aunque el estudio está enfocado a un análisis con énfasis en el confort térmico de las viviendas; es importante mostrar el manejo de las instalaciones, pues no todos cuentan con estos servicios básicos y en buenas condiciones según muestra las estadísticas y a su vez repercute en la calidad de vida.

3.5.1 Instalaciones de agua recibida

La instalación de agua apta para consumo humano se obtiene principalmente de la red pública con un 74% que es potable, seguido de en los demás casos obtenidas de carros repartidores con 18%, demás casos como pozos, río, vertiente u otros son porcentajes de una cifra. El déficit de obtención del agua de la red es de un 25% cifra todavía elevada.



Imagen 20: Agua del grifo
Fuente: <http://astillasderealidad.blogspot.com/2013/12/>



Imagen 21: Tanquero de agua en Manabí Manta
Fuente: <https://lagentedemanabi.jimdo.com/>

Nombre del Cantón	Nombre de la Parroquia	Procedencia principal del agua potable recibida					Total
		De red pública	De pozo	De río, vertiente, acequia o canal	De carro repartidor	Otro (Agua lluvia/albarrada)	
MANTA							
	MANTA	44.440	386	233	9.419	718	55.196
	SAN LORENZO	27	214	294	126	2	663
	SANTA MARIANITA	58	96	1	557	2	714
	Total	44.525	696	528	10.102	722	56.573
MANTA							
	MANTA	80,51 %	0,70 %	0,42 %	17,06 %	1,30 %	100,00 %
	SAN LORENZO	4,07 %	32,28 %	44,34 %	19,00 %	0,30 %	100,00 %
	SANTA MARIANITA	8,12 %	13,45 %	0,14 %	78,01 %	0,28 %	100,00 %
	Total	78,70 %	1,23 %	0,93 %	17,86 %	1,28 %	100,00 %

Tabla 9: Procedencia del agua potable recibida
Fuente: <http://www.ecuadorencifras.gob.ec/page/2/?s=vivienda>

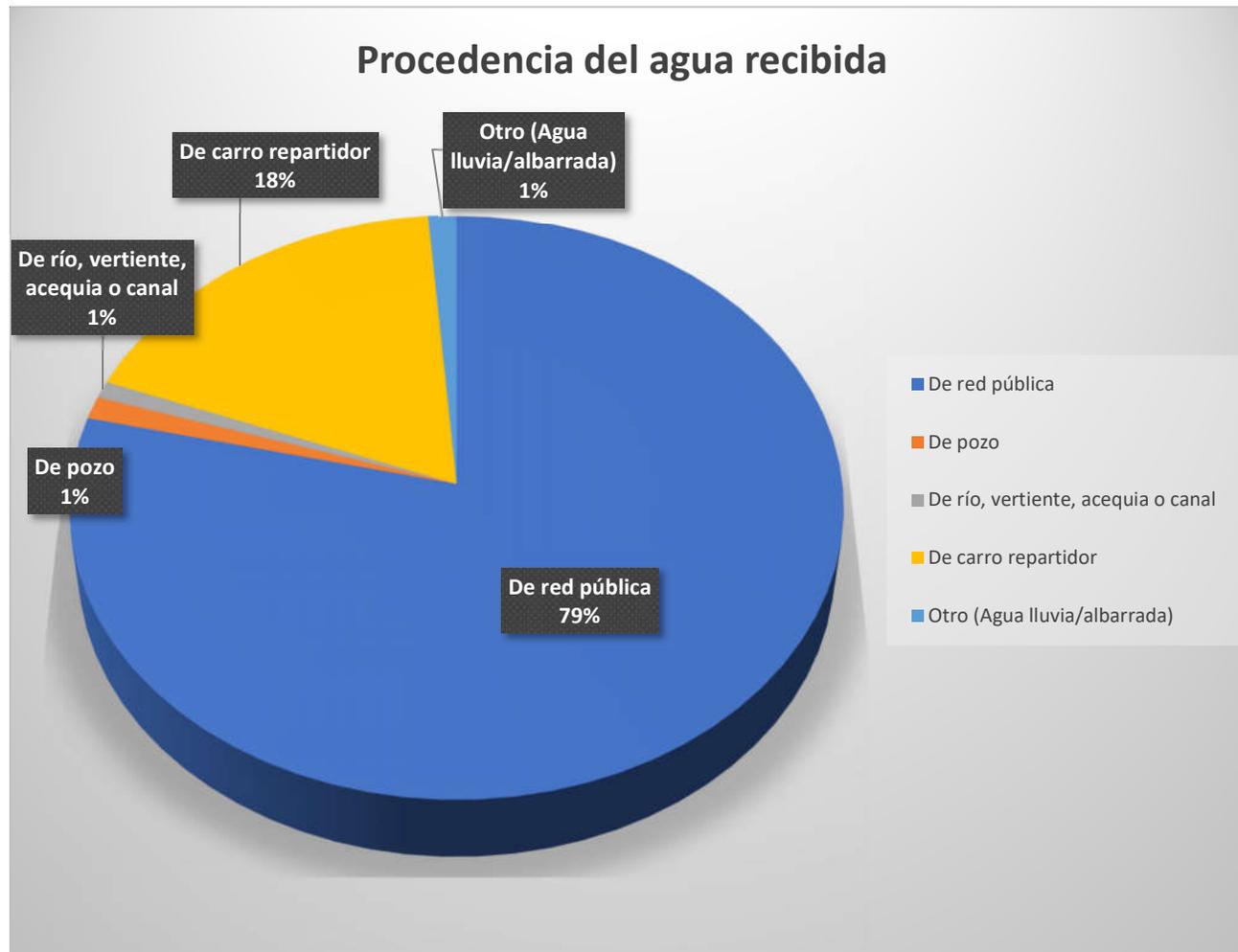


Gráfico 4: Procedencia del agua recibida
Fuente: <http://www.ecuadorencifras.gob.ec/page/2/?s=vivienda>

3.5.2 Instalaciones de luz eléctrica

La luz eléctrica proviene en un porcentaje mayor de la red de empresa eléctrica pública con un 95%; el no tener significa un 2,92% seguido de las demás fuentes de energía eléctrica como son panel solar, generador de planta eléctrica, entre otros.

Se debe resaltar que en el año 2016 se culminó la obra más emblemática de hidroeléctricas como es Coca Codo Sinclair de 1500MW de potencia. Esta central reduce la producción de emisiones de CO2 al reemplazar la generación térmica, en aproximadamente 3.45 millones de Ton/año, sustituyendo la importación de energía. (Ministerio de Electricidad y Energía Renovable, 2017).



Imagen 22: Líneas de transmisión
Fuente: <http://elmanana.com.mx/noticia/>

Nombre del Cantón	Nombre de la Parroquia	Procedencia de luz eléctrica					Total
		Red de empresa eléctrica pública	Paneles Solares	Generador de luz (Planta eléctrica)	Otro	No tiene	
MANTA							
	MANTA	52.919	66	98	542	1.571	55.196
	SAN LORENZO	612	-	-	2	49	663
	SANTA MARIANITA	673	3	4	4	30	714
	Total	54.204	69	102	548	1.650	56.573
MANTA							
	MANTA	95,87 %	0,12 %	0,18 %	0,98 %	2,85 %	100,00 %
	SAN LORENZO	92,31 %	-	-	0,30 %	7,39 %	100,00 %
	SANTA MARIANITA	94,26 %	0,42 %	0,56 %	0,56 %	4,20 %	100,00 %
	Total	95,81 %	0,12 %	0,18 %	0,97 %	2,92 %	100,00 %

Tabla 10: Procedencia de luz eléctrica

Fuente: <http://www.ecuadorencifras.gob.ec/page/2/?s=vivienda>

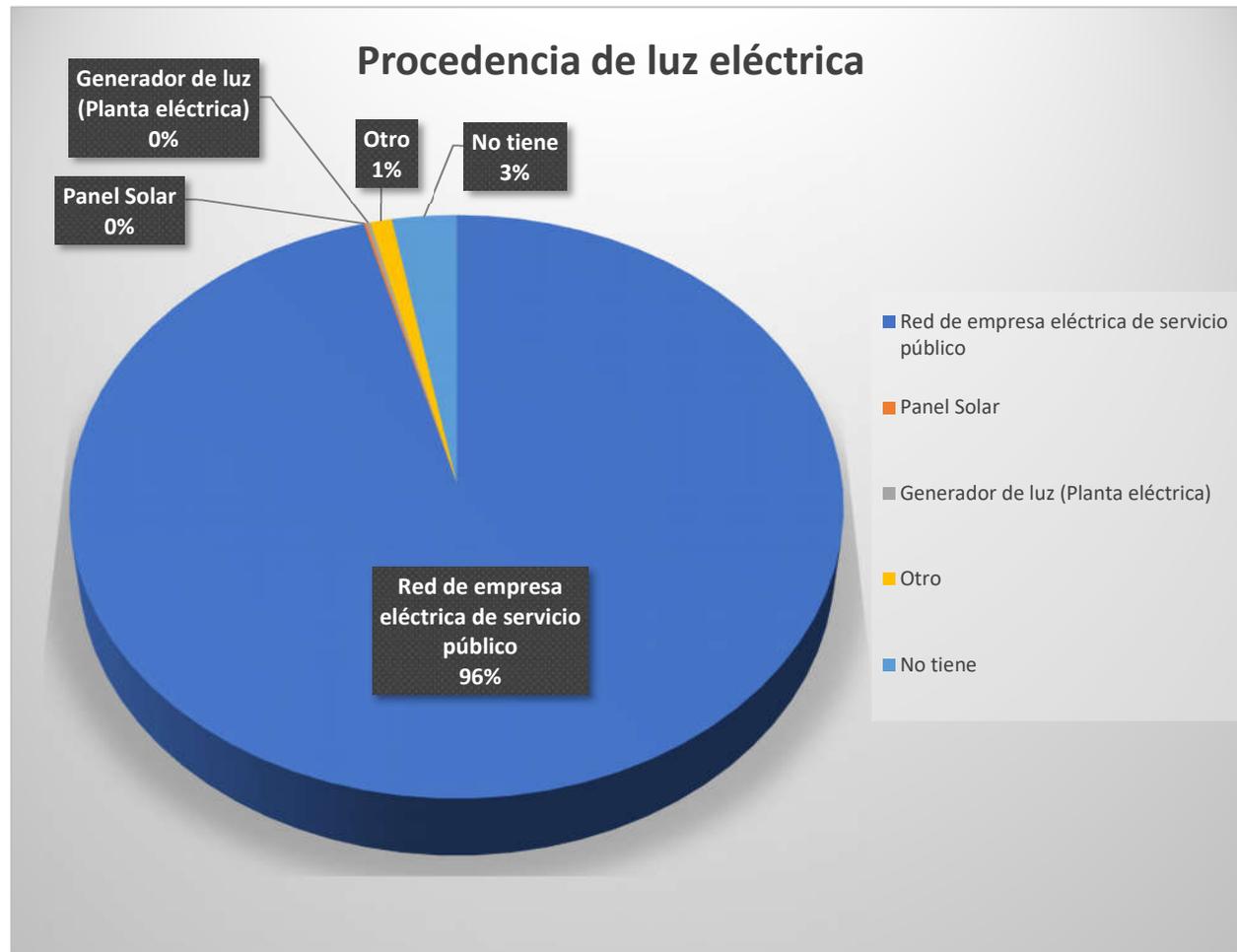


Gráfico 5: Procedencia de luz eléctrica
Fuente: <http://www.ecuadorencifras.gob.ec/page/2/?s=vivienda>

3.5.3 Alcantarillado

La eliminación de aguas servidas como muestran las estadísticas de INEC representa un 64% de viviendas empadronadas que están conectadas a red pública de alcantarillado, en los otros casos es un porcentaje del restante 40% se tiene conexión a pozo séptico en un 21,62%, pozo ciego en un 10% y descargas al mar, ríos, letrinas o que no tiene en porcentajes menores. Estas cifras demuestran todavía un déficit alto de un manejo adecuado y acorde a un mejor modo de vida.

Nombre del Cantón	Nombre de la Parroquia	Eliminación de aguas servidas						Total
		Conectado a red pública de alcantarillado	Conectado a pozo séptico	Conectado a pozo ciego	Con descarga directa al mar, río, lago o quebrada	Letrina	No tiene	
MANTA								
	MANTA	65,69 %	21,39 %	9,55 %	0,43 %	1,20 %	1,73 %	100,00 %
	SAN LORENZO	-	30,62 %	58,97 %	0,90 %	4,07 %	5,43 %	100,00 %
	SANTA MARIANITA	-	30,39 %	48,46 %	1,12 %	6,72 %	13,31 %	100,00 %
	Total	64,09 %	21,62 %	10,62 %	0,45 %	1,30 %	1,92 %	100,00 %
MANTA								
	MANTA	65,69 %	21,39 %	9,55 %	0,43 %	1,20 %	1,73 %	100,00 %
	SAN LORENZO	-	30,62 %	58,97 %	0,90 %	4,07 %	5,43 %	100,00 %
	SANTA MARIANITA	-	30,39 %	48,46 %	1,12 %	6,72 %	13,31 %	100,00 %
	Total	64,09 %	21,62 %	10,62 %	0,45 %	1,30 %	1,92 %	100,00 %

Tabla 11: Eliminación de aguas servidas

Fuente: <http://www.ecuadorencifras.gob.ec/page/2/?s=vivienda>

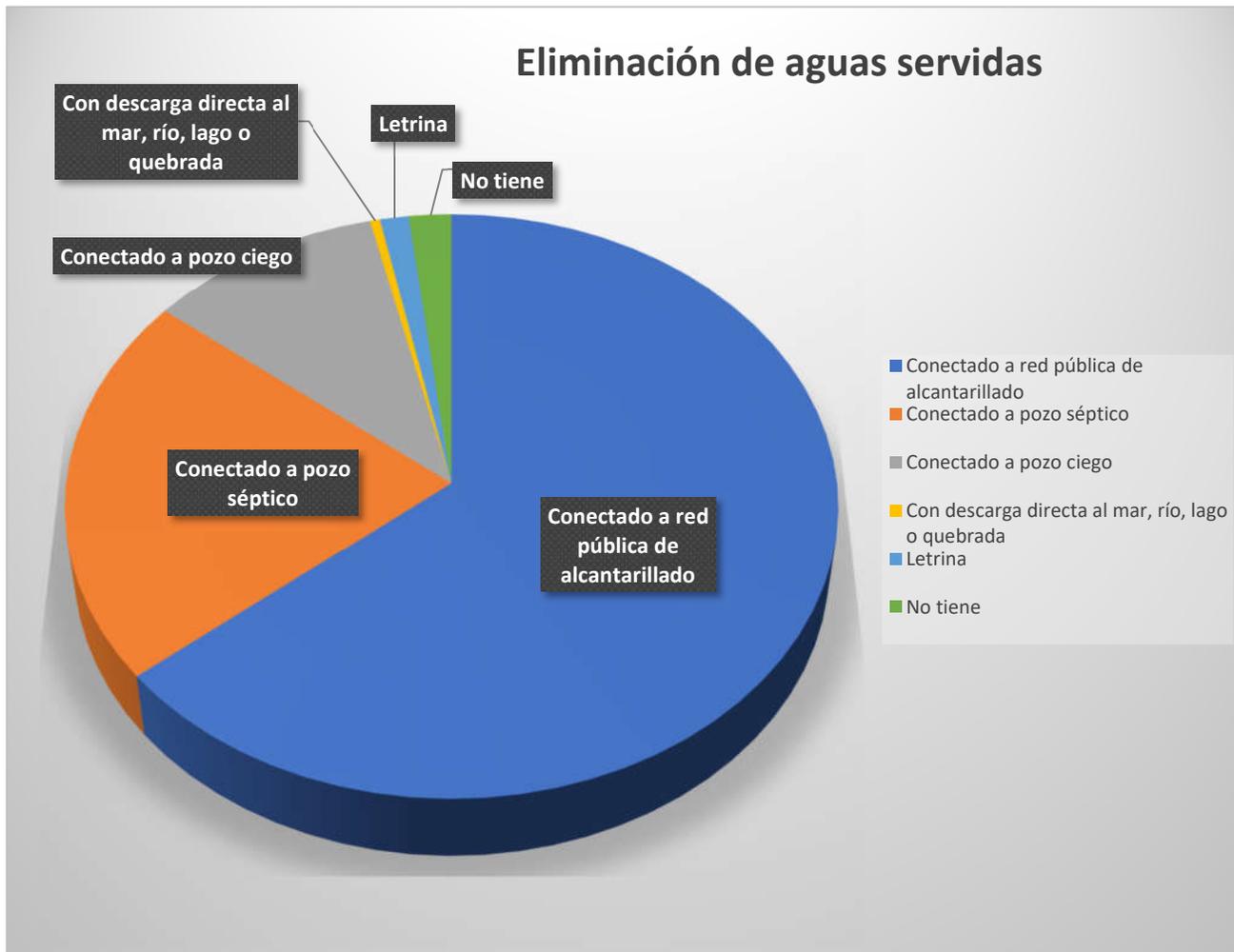
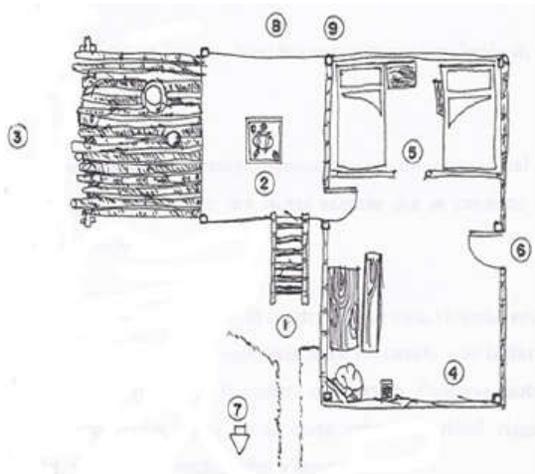


Gráfico 6: Eliminación de aguas servidas
Fuente: <http://www.ecuadorencifras.gob.ec/page/2/?s=vivienda>



1. Ingreso
2. Cocina
3. Lavar
4. Comer-Estar
5. Descanso
6. Puerta futuro
7. Ingreso
8. Al desmonte
9. Baños

Figura 7: Planta Tipología vivienda Vernácula Manabí
Fuente: Libro Hábitat social, digno, sostenible y seguro en Manta, Manabí, Ecuador

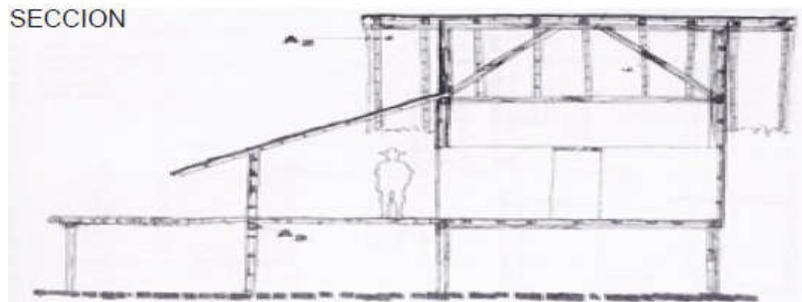


Figura 8: Sección Tipología vivienda Vernácula Manabí
Fuente: Libro Hábitat social, digno, sostenible y seguro en Manta, Manabí, Ecuador

3.6 Tipologías arquitectónicas identificadas para el análisis térmico de viviendas

3.6.1 Vivienda convencional

Se define en el presente documento como la tipología la cual recurre a materiales convencionales para su construcción; esto basado en las estadísticas expuestas en el apartado 3.4; donde se muestra los materiales usados en la mayoría de las viviendas. Refiere a un sistema constructivo de hormigón, ladrillo o bloque con cubierta de zinc o losa plana de hormigón.

A continuación, se expone tipologías con la similitud de la utilización de materiales convencionales.



Imagen 23: Vivienda con mampostería de ladrillo y cubierta de zinc
Fuente: GoogleEarth



Imagen 24: Casas informales de ladrillo y cubierta de zinc
Fuente: GoogleEarth



Imagen 26: Vivienda convencional en la periferia de Manta fuera de zona urbana
Fuente: GoogleEarth



Imagen 25: Vivienda informal mampostería de bloque y junto de Caña. Cubierta de Zinc
Fuente: GoogleEarth

3.6.2 Vivienda no convencional – Vernácula

Se define la Arquitectura Vernácula a la que emerge de necesidades formales, funcionales de una región determinada, sumando al aprovechamiento de los recursos naturales de la zona para su construcción. (AECID, 2014).

Esta arquitectura expresa el deseo de adaptación al entorno, que responde a un deseo de protección por medio de una forma, expresión plástica de materiales. (AECID, 2014).

La utilización de materiales como la madera, caña, paja toquilla de fácil extracción han conceptualizado una tipología para Manta Manabí. (AECID, 2014).

La vivienda rural ha mantenido características de la vivienda antigua indígena, espacialmente resumida en elevarse del suelo por medio de pilotes; interiormente esto permite

circulación de aire, galerías para la transición entre abierto y cerrado. (AECID, 2014).

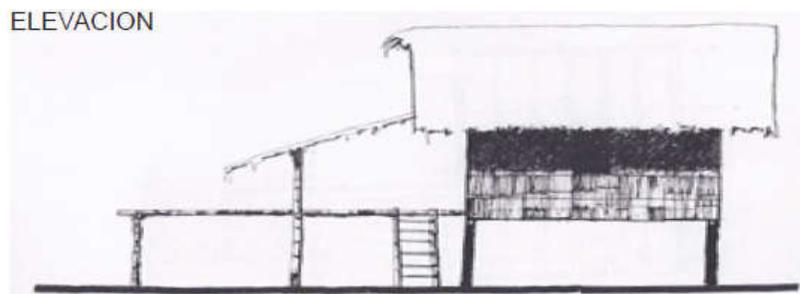


Figura 9: Elevación Tipología vivienda Vernácula Manabí
Fuente: Libro Hábitat social, digno, sostenible y seguro en Manta, Manabí, Ecuador

Esta vivienda se ubica sobre el nivel de suelo, se describe como un espacio ortogonal con remate de cubierta inclinada con grandes aleros. Responde en su interior con espacios para cumplir las mínimas necesidades. Algo que resalta es la simplicidad en el diseño que permite un crecimiento por módulos adheridos uno al otro. (AECID, 2014).

Respecto al tema formal se utiliza cañas picadas que se las ubica una junto a la otra dejando pequeñas separaciones entre sí. (AECID, 2014).

Aunque su construcción es muy precaria y es una respuesta en las zonas rurales, marginales para satisfacer las necesidades de vivienda para familias con nivel bajo de ingresos; tiene ciertas características bioclimáticas a resaltar una de ellas es el manejo de aleros, persianas que permiten una protección a la radiación solar directa y a su vez una circulación de aire adecuada. (AECID, 2014).

La elevación del suelo es un planteamiento adecuado a la zona ya que permite una ventilación hacia el interior de la vivienda. (AECID, 2014).

Aspectos formales

Los materiales usados en la construcción de este tipo de viviendas corresponden a tipo orgánico vegetal, con superficies con textura. La textura es con las estrías de caña y rugosidad de la corteza de la madera. Se puede simplificar esta arquitectura rural de la región litoral con características como luminosidad, simplicidad, regularidad, verticalidad y elevación del piso. (AECID, 2014).

Aspectos constructivos

Se debe tomar en cuenta que el habitante de las zonas rurales adapta su vivienda al entorno, organización y crecimiento progresivo. (AECID, 2014).

Como se menciona se utiliza la caña picada, puesta sobre listones de madera dispuestos transversalmente o perpendicular. El esqueleto principal es sobre cañas rollizas o madera. Lo que resalta esta arquitectura son sus detalles constructivos y experimentación con estos materiales. (AECID, 2014).

3.6.3 Características de vivienda vernácula en la Región Litoral Manabí

Es una provincia con fuertes tradiciones culturales, sobre todo en zonas rurales, por los recursos o por presencia rutinaria, es parte de la cultura campesina. (AECID, 2014).

Las viviendas campesinas tienen similares características referido a los espacios, aunque se mantiene características de casas indígenas elevadas sobre pilares, con caña guadua

con cubiertas de cañas o palmas; existe una separación de ambiente del espacio interior donde están los dormitorios, cocina y comedor, en algunos casos el dormitorios o hall son amplios (5 o 6 metros de longitud) esto con el objeto de facilitar posición de las hamacas, aunque después se ha optado por el uso de una cama. (AECID, 2014).

Los espacios interiores se encuentran la sala, comedor, dormitorios. El corredor y la escalera son la transición. Los espacios exteriores se caracterizan por ser utilizados para animales, agricultura, secado de ropa. La planta baja es corral de animales, almacenamiento de alimentos, aislamiento a la humedad con altura de 1,80 a 3,00m. (AECID, 2014).

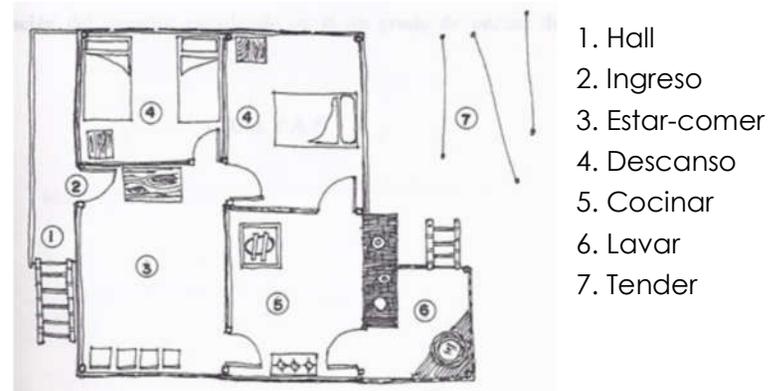


Figura 11: Planta tipo otra conformación interna de Vivienda vernácula Manabí
Fuente: Libro Hábitat social, digno, sostenible y seguro en Manta, Manabí, Ecuador

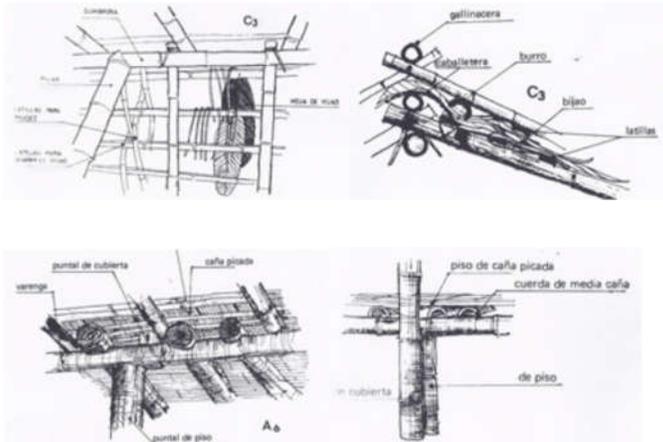


Figura 10: Detalles constructivos Vivienda Vernácula
Fuente: Libro Hábitat social, digno, sostenible y seguro en Manta, Manabí, Ecuador

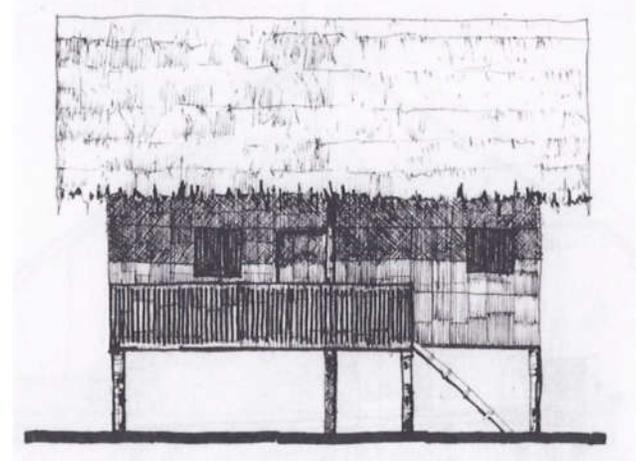


Figura 12: Elevación de Figura 10
Fuente: Libro Hábitat social, digno, sostenible y seguro en Manta, Manabí, Ecuador

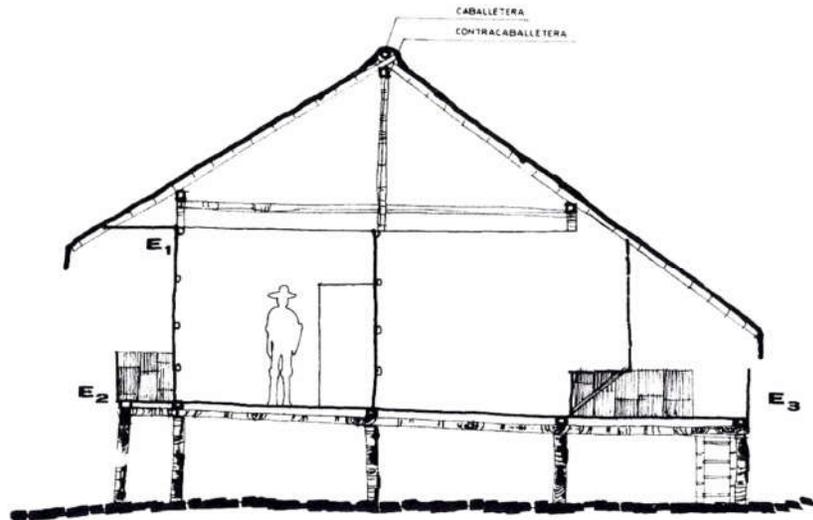


Figura 13: Corte de Figura 10
Fuente: Libro Hábitat social, digno, sostenible y seguro en Manta, Manabí, Ecuador



Imagen 27: Ejemplo de Vivienda Vernácula
Fuente: Propia



Imagen 28: Vivienda con madera y caña
Fuente: Propia



Imagen 29: Vivienda Vernácula en comunidades rurales
Fuente: Propia

3.7 Características térmicas de materiales utilizados en las viviendas en la zona de Estudio Manta-Ecuador

Respecto a la caracterización térmica de materiales en Ecuador no existe un análisis profundo de materiales; como se menciona el INER tiene como proyecto realizar dicho análisis. Este proyecto de INER tiene como objetivo realizar ensayos térmicos de materiales que normalmente se utilizan en la construcción; por el momento no existe un análisis de este tipo. (INER, Instituto Ecuatoriano de Energías Renovables, 2016).

Por ello, como se menciona se toma referentes internacionales, en este caso sobre la base del CTE España. Esto incluye las conductividades térmicas de materiales.

A continuación, se describe a los materiales que más se utilizan en la construcción de viviendas en la zona de estudio Manta:

Zinc

Planchas onduladas galvanizadas que se aplica en cubiertas para construcciones de viviendas, industriales, comerciales, etc. Por su fácil instalación con anclajes a una semiestructura donde se sujeta las planchas. Los apoyos varían desde 1.00m a 2,50m. No existe aislamiento térmico alguno. El zinc tiene las siguientes características:

- $\rho=7200 \text{ kg / m}^3$;
- $\gamma=110 \text{ W/m}\cdot\text{K}$;
- $C_p=380 \text{ J/kg}\cdot\text{K}$.

Estos datos se obtienen del CTE. (Instituto Eduardo Torroja de ciencias de la construcción con la colaboración de CEPCO y AICIA, 2010).



Imagen 30: Zinc galvanizado

Fuente: <http://www.dipacmanta.com/planchas-de-zinc>

Hormigón

Es una mezcla de áridos, cemento, aditivos y agua. Considerado uno de los materiales de construcción más común y utilizado. Se utiliza en obra civil para la realización de estructuras armadas (Holcim, 2015).

Aquí sus características obtenidas del CTE de un hormigón convencional

- $\rho=2100 \text{ kg / m}^3$;
- $\gamma=1,44 \text{ W/m} \cdot \text{K}$;
- $C_p=1000 \text{ J/kg} \cdot \text{K}$.
- $\mu = 120$

Caña



Imagen 31: Casa en Manabí de Caña guadúa

Fuente: <http://static.panoramio.com/photos/large/31662515.jpg>

Este material refiere a la caña guadua un tipo de bambú, en este caso se la utiliza sin revestimiento basado en su densidad se la relaciona con una madera de similar densidad. Según

estudio de Propiedades Físicas-Mecánicas de la Guadua Angustifolia Kunth y Aplicación al Diseño de Baterías Sanitarias del IASA II por Cobos Fischer y León Rodríguez de 2007; se obtiene una densidad de $704,18 \text{ kg/m}^3$; por tanto, sí comparamos con los valores de densidades de Maderas en el cuadro de materiales del CTE tenemos: (Rodríguez, 2007).

Material	Maderas			
	HE			
	$\rho^{(1)}$ kg / m ³	λ W / m·K	C_p J / kg·K	μ
Frondosa				
Frondosa, muy pesada	$\rho > 870$	0,29	1600	50
Frondosa, pesada	$750 < \rho \leq 870$	0,23	1600	50
Frondosa, de peso medio	$565 < \rho \leq 750$	0,18	1600	50
Frondosa, ligera	$435 < \rho \leq 565$	0,15	1600	50
Frondosa, muy ligera	$200 < \rho \leq 435$	0,13	1600	50
Conifera				
Conifera, muy pesada	$\rho > 610$	0,23	1600	20
Conifera, pesada	$520 < \rho \leq 610$	0,18	1600	20
Conifera, de peso medio	$435 < \rho \leq 520$	0,15	1600	20
Conifera, ligera	$\rho \leq 435$	0,13	1600	20
Balsa	$\rho \leq 200$	0,057	1600	20

(1) Normalmente, el valor de densidad de la madera y de los productos de madera viene dado a una temperatura de 20°C y con una humedad relativa del 65%, no es por tanto la densidad seca.

Tabla 12: Catálogo elementos constructivos CTE - Maderas

Fuente: <https://www.codigotecnico.org/>

Frondosa, de peso medio es la seleccionada para el análisis al momento del cálculo de transmitancia en muros o elementos verticales por su rango de densidad que coincide con la caña guadua; un elemento constructivo que se utiliza en Ecuador.

Bloque y ladrillo

Como se sabe estos son materiales cerámicos y hormigones aligerados que se utilizan en su mayoría para divisiones y muros exteriores de las viviendas en Ecuador. En el caso de Manta se utiliza más el ladrillo. Las características de estos materiales se los expone a continuación.

Productos de hormigón				
Producto	HE			
	ρ kg / m ³	λ W / m·K	C_p J / kg·K	μ
Bovedilla o casetón de hormigón convencional	590-760	1,58	1000	10
Bovedilla o casetón de hormigón de áridos ligeros	320-580	1,26	1000	6
Bloque de hormigón convencional	520-1230	1,18	1000	10
Bloque de hormigón aligerado (macizo) ⁽¹⁾	870-900	0,28	1000	6
Bloque de hormigón aligerado (hueco)	790-1110	0,45	1000	6
Bloque de picón	1300 - 2000	0,7	800	10
Teja de hormigón	2 100	1,50	1000	60

Tabla 13: Catálogo elementos constructivos CTE – Hormigón
Fuente: <https://www.codigotecnico.org/>

Productos cerámicos				
Producto	HE			
	ρ kg / m ³	λ W/m·K	C_p J / kg·K	μ
Azulejo cerámico	2300	1,30	840	∞
Bloque cerámico de arcilla aligerada	910	0,28	1000	10
Bovedilla o casetón cerámico	500	0,67	1000	10
Ladrillo hueco LH	770	0,32	1000	10
Ladrillo hueco gran formato GF	650	0,29	1000	10
Ladrillo perforado LP	780	0,35	1000	10
Ladrillo macizo LM	2300	0,85	1000	10
Plaqueta o baldosa cerámica	2000	1,00	800	30
Plaqueta o baldosa de gres	2500	2,30	1000	30
Teja de arcilla cocida	2000	1,00	800	30
Teja cerámica-porcelana	2300	1,30	840	30
Gres				
Gres cuarzoso	2600 ≤ ρ ≤ 2800	2,60	1000	30
Gres(silíce)	2200 ≤ ρ ≤ 2590	2,30	1000	30
Gres calcáreo	2000 ≤ ρ ≤ 2700	1,90	1000	20

Tabla 14: Catálogo elementos constructivos CTE – Ladrillo
Fuente: <https://www.codigotecnico.org/>



Imagen 32: Bloque aligerado

Fuente: <http://www.aridosantolin.es/fotos/prefabricadosbloquesnormal.jpg>

Imagen 33: Ladrillo macizo

Fuente: <http://www.arqhys.com/construccion/fotos/construccion/Ladrillo-macizo.jpeg>

3.8 Criterios de selección, Descripción y Pertinencia de los casos de estudio

3.8.1 Criterios de selección y pertinencia de los casos de estudio

Para recapitular los criterios de selección para la ciudad de Manta están atados a la vulnerabilidad a desastres naturales como los terremotos.

Los criterios para seleccionar los casos de estudio están expuestos alrededor de factores que se considera importantes refiriendo al contexto y esquema urbano de ciudad, así tenemos:

- Viviendas situadas en zonas de construcción precaria.
- Viviendas que utilicen los materiales de construcción más usados en la zona según las estadísticas expuestas anteriormente.

- Se plantea dos tipologías arquitectónicas que se resumen en vivienda convencional o no convencional, esta última rememora a la arquitectura vernácula.

Se presenta los criterios de selección en una tabla de resumen:

CASO 1: Estructura de Hormigón y ladrillo (cubierta zinc)

CASO 2: Estructura de Hormigón y ladrillo (cubierta zinc)

CASO 3: Caña sin revestimiento (Vernácula)

Véase Tabla 15.

3.8.2 Descripción Casos de Estudio – Viviendas para análisis energético

Las viviendas para realizar el análisis energético fueron seleccionadas bajo los criterios que se consideró importantes para abarcar un mayor grupo de tipología arquitectónica y modo de construcción.

La ubicación de la vivienda se la expresa en coordenadas geográficas, con inspección en el lugar, levantamiento de fotografías, imagen satelital y ubicación a un plano catastral de libre acceso en Internet pues no se tuvo acceso al plano propiedad del Municipio.

CRITERIOS PARA ESCOGER LAS VIVIENDAS PARA ANÁLISIS TÉRMICO (CASOS DE ESTUDIO)				VIVIENDA 1	VIVIENDA 2	VIVIENDA 3	DESCRIPCIÓN	
ID	JUSTIFICACIÓN	BASE	CRITERIO		Un piso	Dos pisos	Casa Periferia caña	Dos pisos pilotes
1	Vulnerabilidad Gran Área periférica Enfoque socio económico	INFORME DE ECUADOR PARA HÁBITAT III POR PARTE DE MIDUVI	UBICACIÓN	ZONA CONSTRUCCIONES PRECARIAS	X	X	X	Se tiene el mayor porcentaje de la mancha urbana como zona de construcciones precarias (mayoría de viviendas)
2	Mayor Porcentaje	ESTADÍSTICAS OBTENIDAS DEL INSTITUTO ECUATORIANO DE ESTADÍSTICA Y CENSO	MATERIALES	TECHO CUBIERTA	Zinc	Zinc	Zinc - Cubierta de paja	Porcentajes de materiales más utilizados
				PAREDES	Ladrillo	Ladrillo	Caña sin revestimiento	
				PISO	Hormigón	Hormigón-cerámica	Caña sin revestimiento	
				ESTRUCTURA	Hormigón	Hormigón	Caña sin revestimiento	
3	Contexto	Tipologías Arquitectónicas en Manabí	TIPOLOGÍA	VERNÁCULA MADERA CONVENCIONAL	Convencional	Convencional	Vernácula	Carácter de contexto y comparativo. Histórico y convencional

Tabla 15: Criterios para escoger los Casos de Estudio
Fuente: Elaboración propia

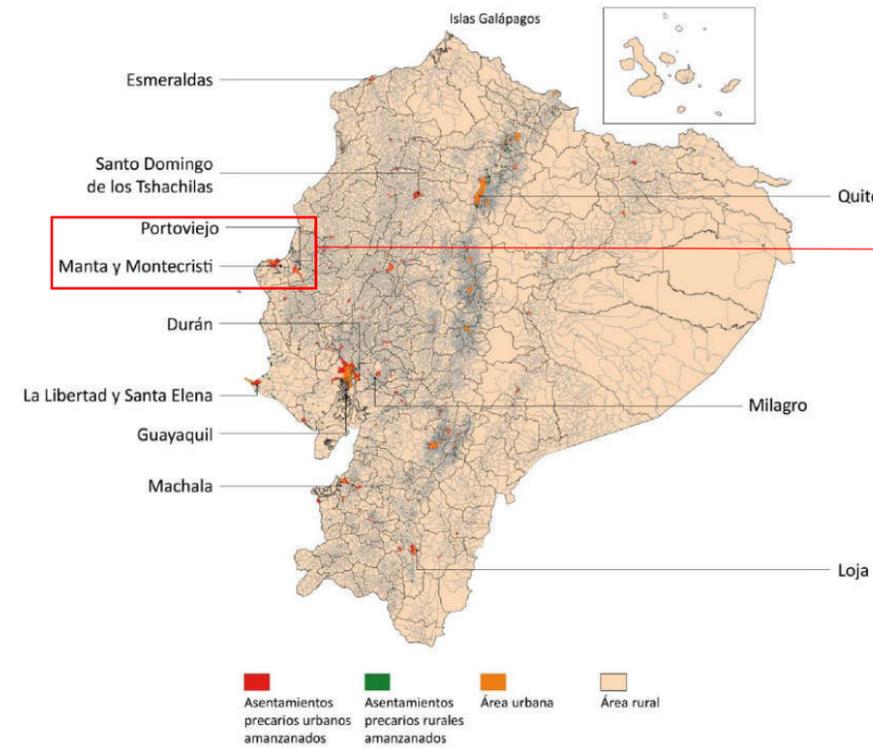


Gráfico 7: Cantones con mayor presencia de asentamientos precarios en zonas urbanas.
Fuente: Censo de población y vivienda, INEC, 2010. Elaboración: MIDUVI (2015).

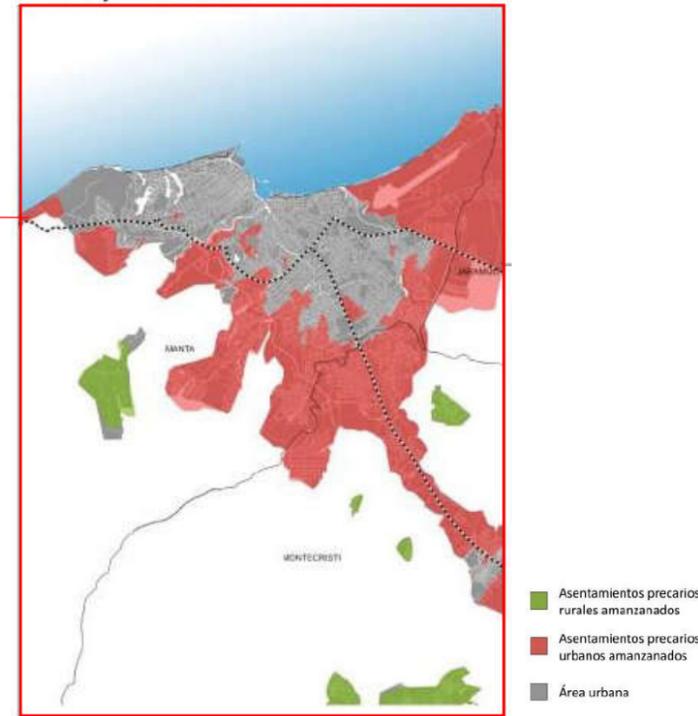


Gráfico 8: Asentamientos precarios de Manta
Fuente: Censo de población y vivienda, INEC, 2010. Elaboración: MIDUVI (2015).

1 UBICACIÓN

Se escogió dos viviendas de la zona roja pues ocupan una gran área y son reconocidas como zonas periféricas con accesos restringidos a servicios básicos, vulnerables, sin planificación, etc. Las zonas verdes están más alejadas del área urbana, pero tienen una menor proporción. Las condiciones de vivienda son similares. (Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda - MIDUVI, 2015).

2 MATERIALES

Sobre la base de estadísticas proporcionadas por el INEC se escoge los materiales más utilizados como se explica en el apartado 3.4.

3 TIPOLOGÍA

Se determina que existe construcciones Convencionales y No convencionales en la ciudad de Manta. En el primer caso es en la mayor parte de la ciudad. Sin embargo, es importante tomar en cuenta el contexto histórico, por ello se hace análisis de una vivienda No convencional (vernácula).

3.8.2.1 CASO 1 – VIVIENDA CONVENCIONAL

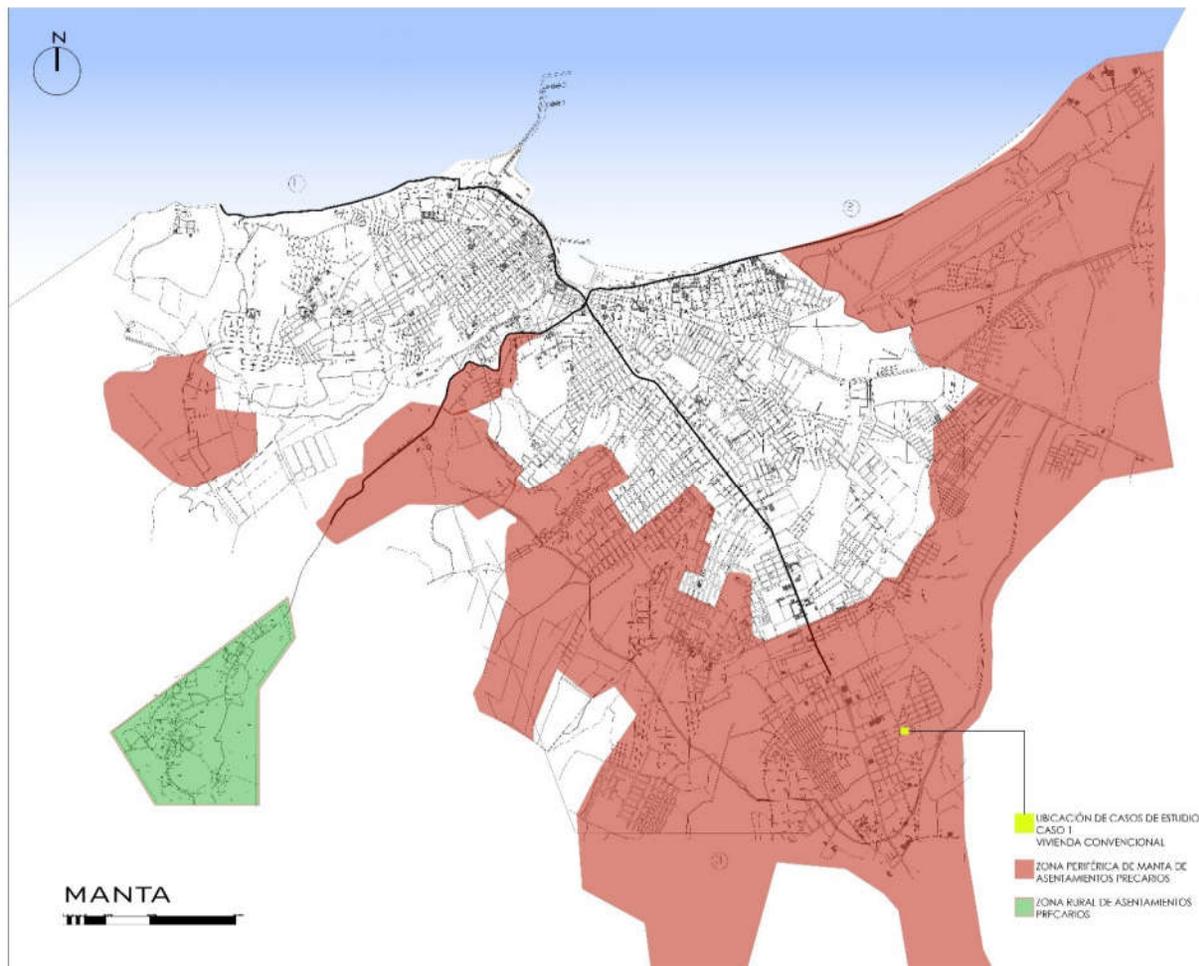


Figura 14: Ubicación Caso 1 Vivienda Convencional
Fuente: Elaboración Propia

UBICACIÓN

Coordenadas: 535055.37 m E
9889796.78 m S

Esta vivienda se encuentra ubicada en la zona Sur respecto a la zona urbana de Manta. En este caso se encuentra a 500m de la vía Manta-Montecristi en zona periférica dentro de la zona de asentamientos precarios.

La vivienda tiene las características descritas en los criterios los cuales se basa para escoger los casos estudio. Utilización de materiales convencionales.

La zona donde se encuentra tiene una trama rectangular con parcelas de aproximadamente 150-200 metros cuadrados con áreas construidas que no ocupan el terreno por completo y se cuenta con un patio.

Cabe añadir que en esta zona las calles no son asfaltadas. Cuenta con acometida de alcantarillado a la red pública y de luz eléctrica. En este caso tiene un baño con los servicios básicos dentro de la vivienda. El

abastecimiento de agua potable es por tanqueros y almacenaje en recipientes plásticos.



Imagen 34: Ubicación de Caso 1 Vivienda Convencional
Fuente: GoogleEarth

MATERIALES

La vivienda escogida tiene las características descritas en la tabla Tabla 15: Criterios para escoger los Casos de Estudio Se tiene materiales descritos a continuación:

- Cubierta de Zinc
- Paredes de ladrillo
- Piso de hormigón simple liso sin acabados.

TIPOLOGÍA

Es una vivienda con materiales convencionales, cabe recalcar que estos materiales son los más utilizados en la zona

de Manta; es zona periférica fuera del área urbana de Manta. La materialidad y el espacio interno son realizados sin tomar un criterio técnico y normativo para realizar dicha vivienda que como se menciona anteriormente sucede en la mayoría



de los casos.

Imagen 35: Caso 1 Vivienda Convencional fachada
Fuente: Propia



Imagen 36: Caso 1 Vivienda Convencional

Fuente: Propia

PLANTAS ARQUITECTÓNICAS CASO 1

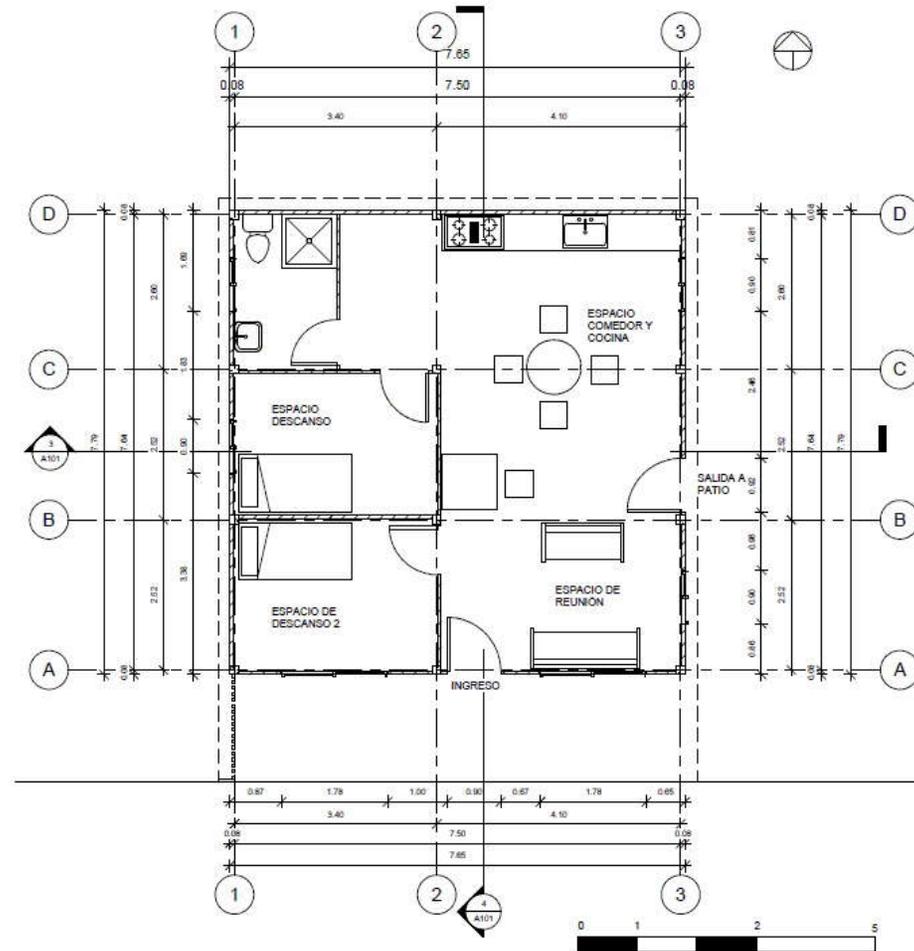


Figura 15: Planta Baja Caso 1 Vivienda Convencional
Fuente: Elaboración Propia

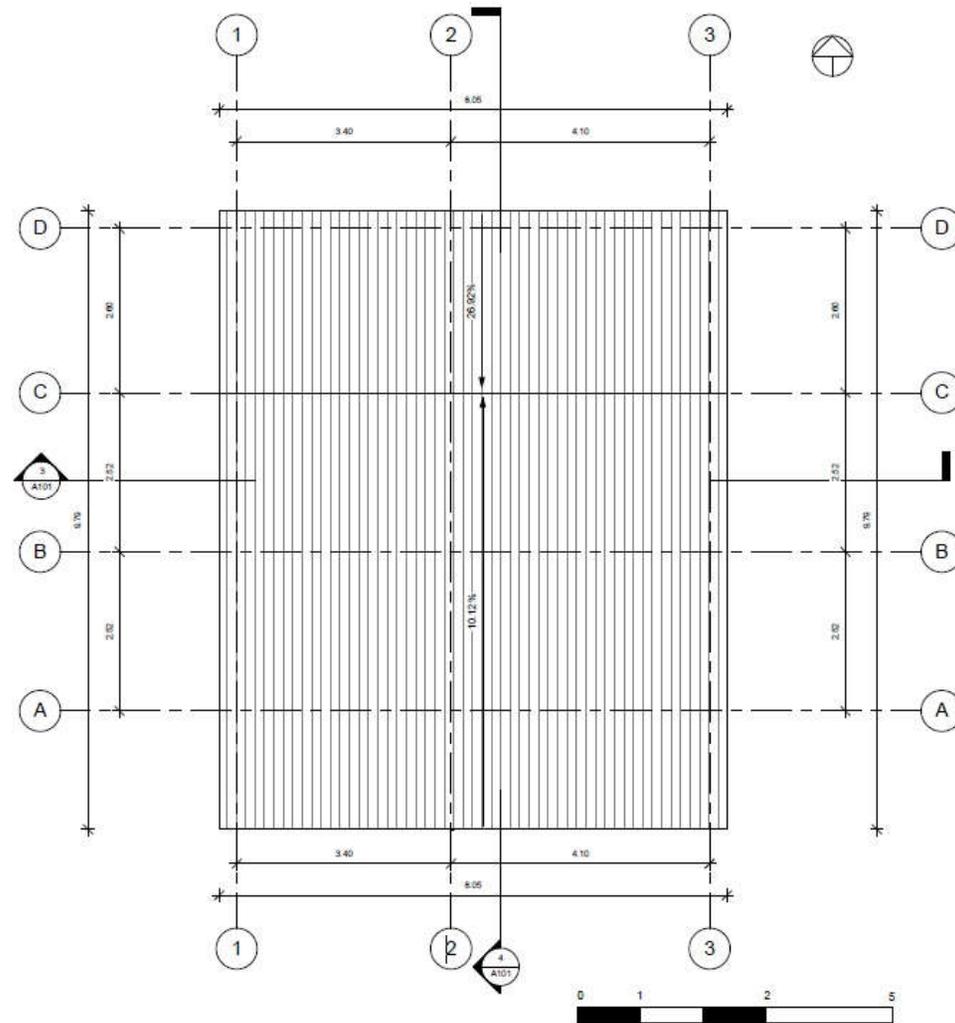


Figura 16: Cubierta Caso 1 Vivienda Convencional
Fuente: Elaboración Propia

Figura 17: Corte longitudinal Caso 1
Vivienda Convencional
Fuente: Elaboración propia

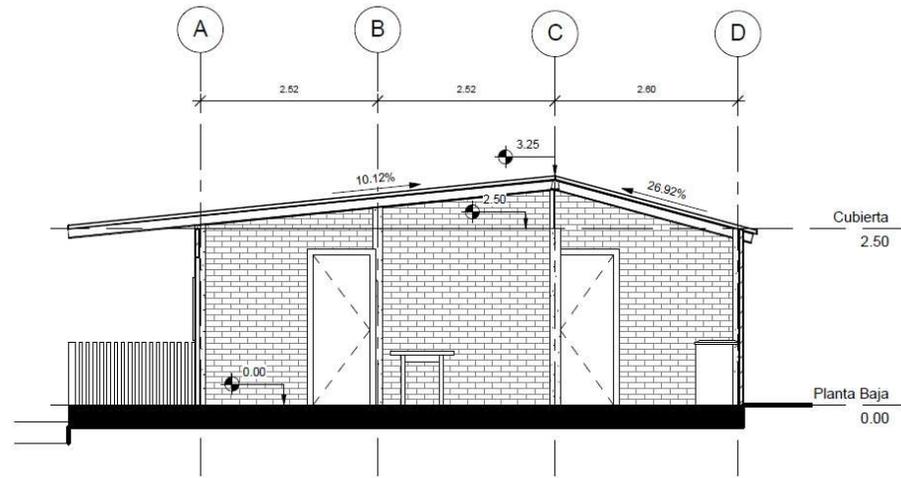
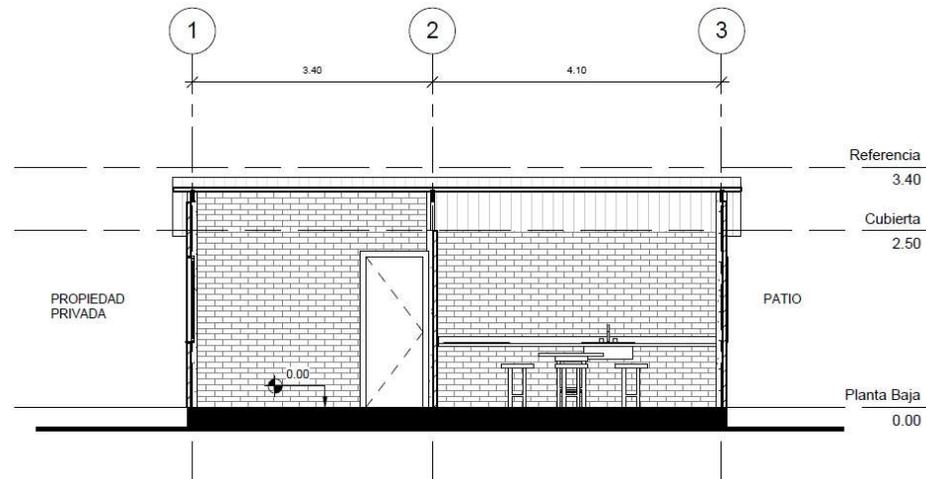


Figura 18: Corte transversal Caso 1
Vivienda Convencional
Fuente: Elaboración propia



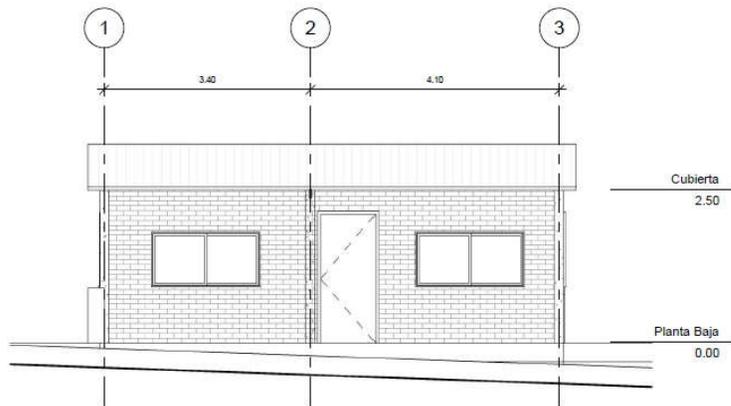


Figura 19: Elevaciones Caso 1 Vivienda Convencional (desde izq: Elevación Sur - Elevación Este)
Fuente: Elaboración Propia

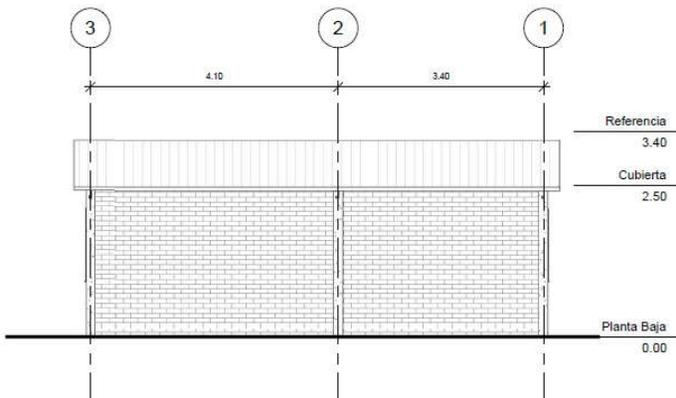
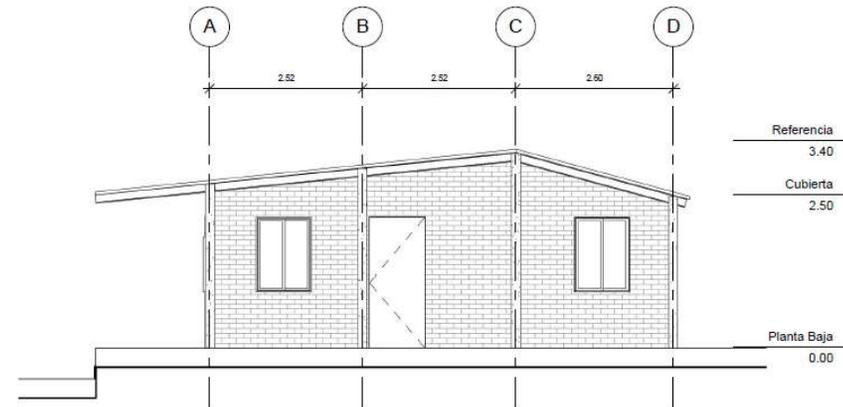
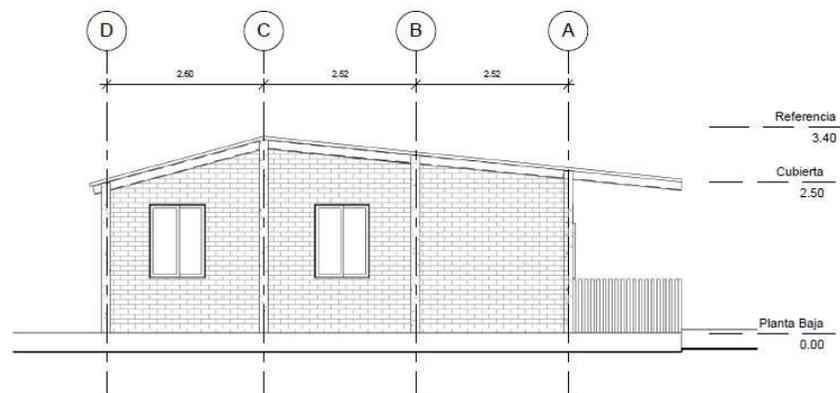


Figura 20: Elevaciones Caso 1 Vivienda Convencional (desde izq: Elevación Norte - Elevación Oeste)
Fuente: Elaboración propia



3.8.2.2 CASO 2 – VIVIENDA CONVENCIONAL

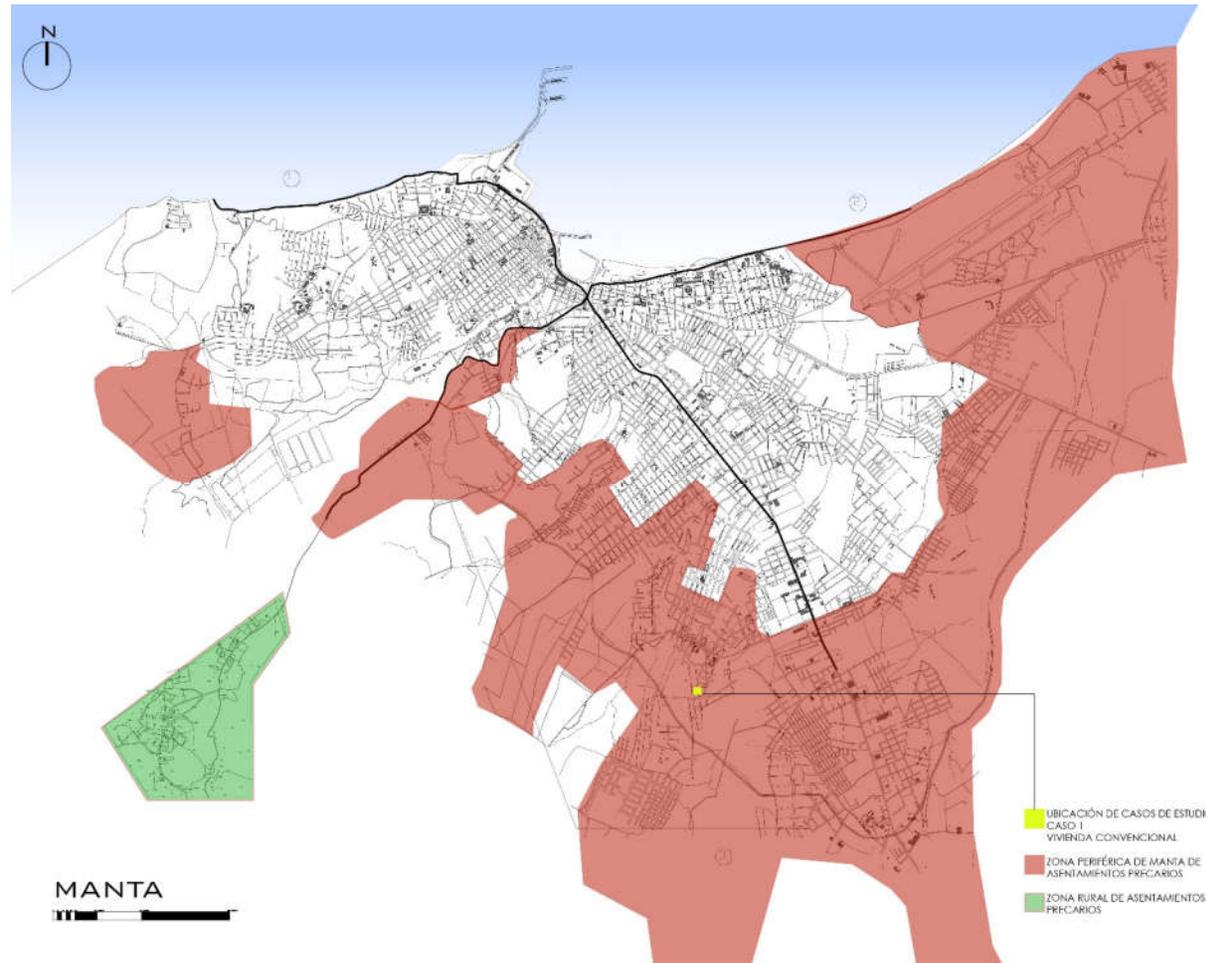


Figura 21: Ubicación Caso 2 Vivienda Convencional
Fuente: Elaboración propia

UBICACIÓN

Coordenadas: 532651.00 m E
9890198.00 m S

Esta vivienda se ubica en la zona Sur Este respecto a la zona urbana. Se encuentra al este de la vía Manta-Montecristi en la zona denominada Santa Ana en zona periférica de asentamientos precarios.

La vivienda características descritas en los criterios para escoger los casos estudio. Utilización de materiales convencionales.

Tiene similares características el tamaño y proporción de parcelas del Caso 1 de 150-200 metros cuadrados con áreas construidas en este caso en particular tiene patio exterior sin construir.

En Santa Ana donde se encuentra la vivienda cuenta con calles no son asfaltadas, con acometida de alcantarillado a la red pública y acometida de luz eléctrica. El baño se encuentra incorporado dentro de la vivienda. El abastecimiento de agua es por red de agua potable.

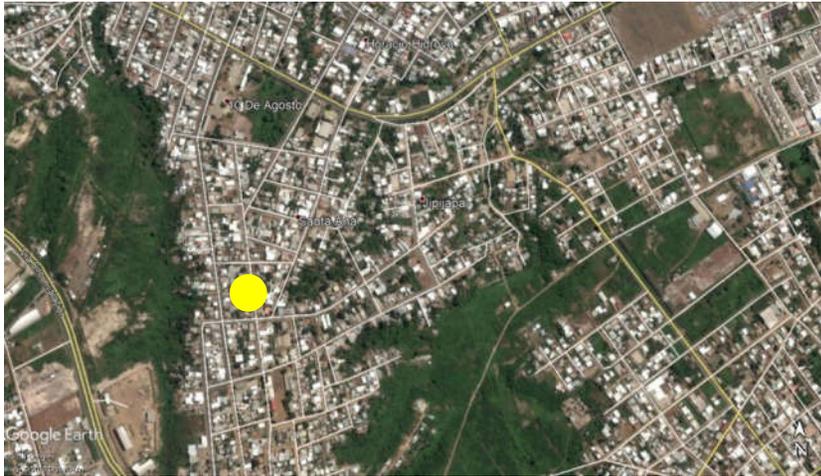


Imagen 37: Ubicación y trama del sector Santa Ana
Fuente: GoogleEarth

MATERIALES

La vivienda escogida tiene las características descritas en la tabla Tabla 15: Criterios para escoger los Casos de Estudio Se tiene materiales que se los enumera a continuación:

- Cubierta de Zinc con Losa plana de Hormigón
- Paredes de ladrillo y bloque
- Piso de hormigón simple liso sin acabados.

TIPOLOGÍA

Vivienda con materiales convencionales, utilizados en Manta; zona periférica de esta ciudad. La materialidad y espacio interno son similares al Caso 1 sin tomar un criterio técnico y normativo.



Imagen 38: Vista exterior Caso 2 Vivienda Convencional
Fuente: Propia



Imagen 39: Caso 2 Vivienda Convencional Fachadas
Fuente: Propia

PLANTAS ARQUITECTÓNICAS CASO 2

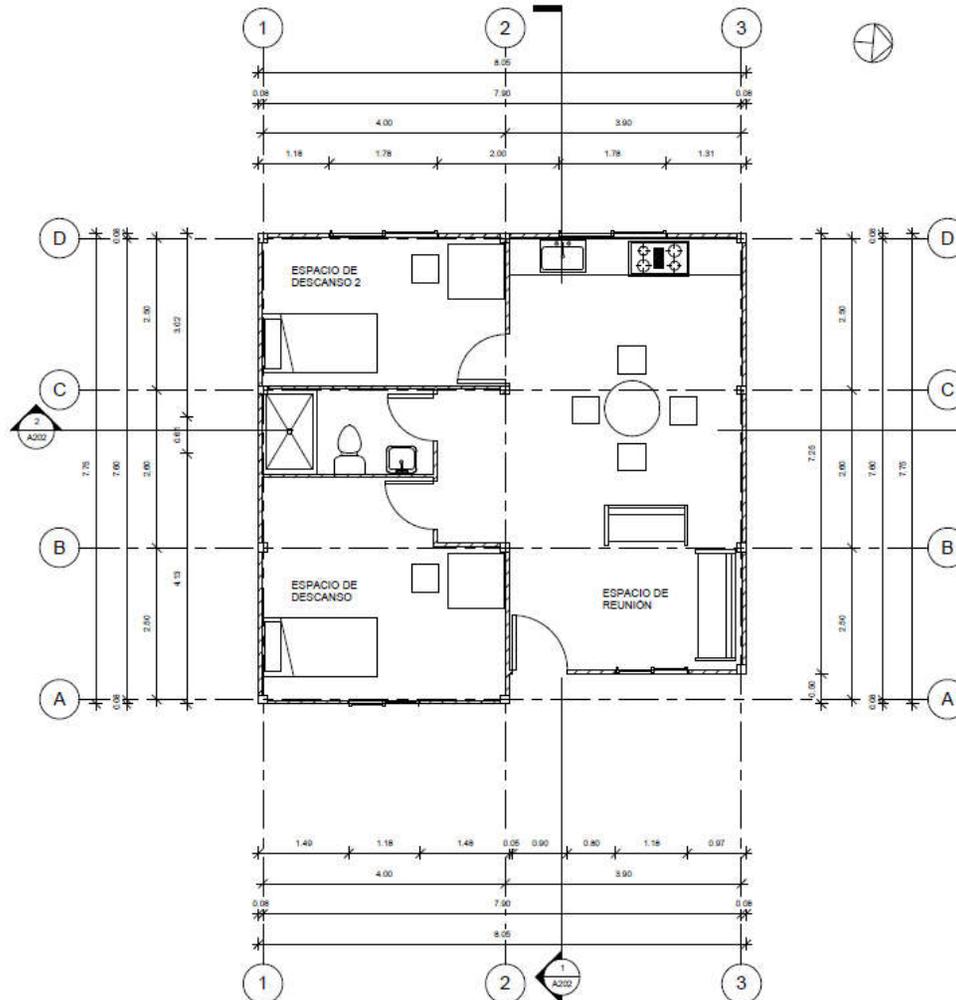


Figura 22: Planta Caso 2 Vivienda Convencional
Fuente: Elaboración propia

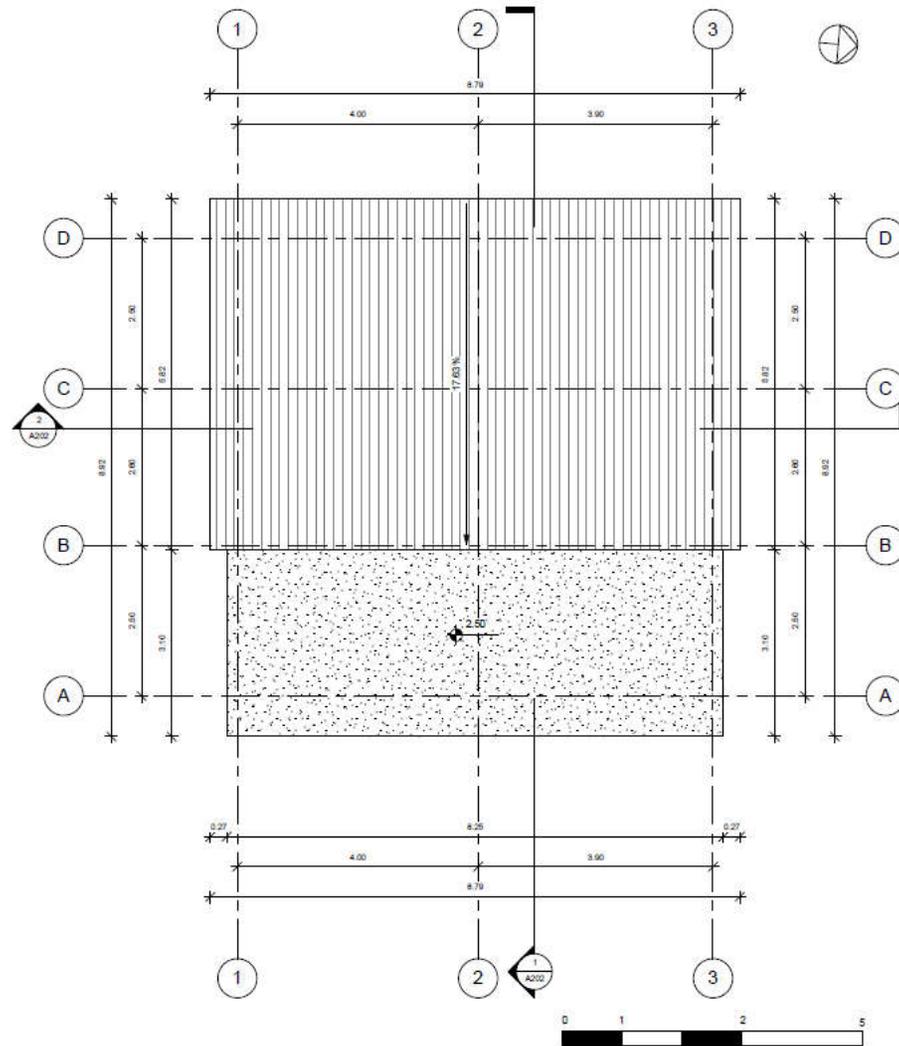


Figura 23: Cubierta Caso 2 Vivienda Convencional
Fuente: Elaboración propia

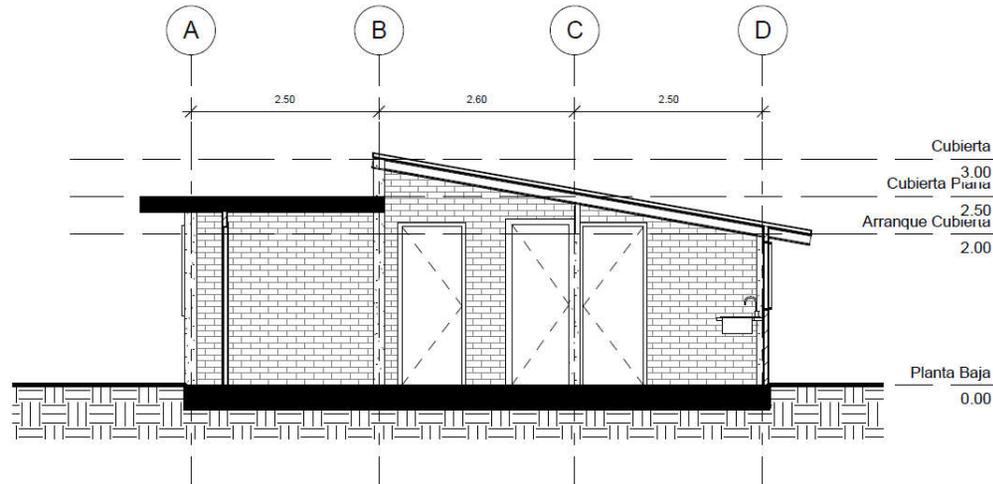


Figura 24: Corte Longitudinal Caso 2 Vivienda Convencional
Fuente: Elaboración propia

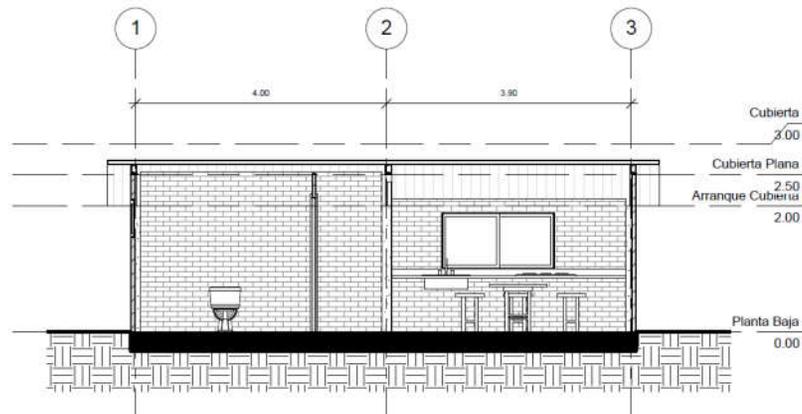


Figura 25: Corte transversal Caso 2 Vivienda Convencional
Fuente: Elaboración propia

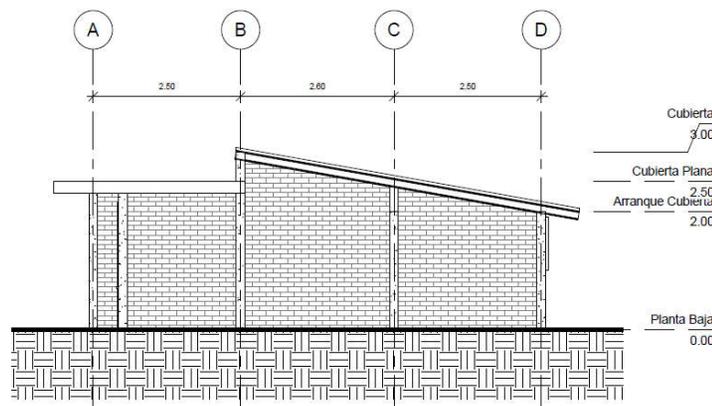
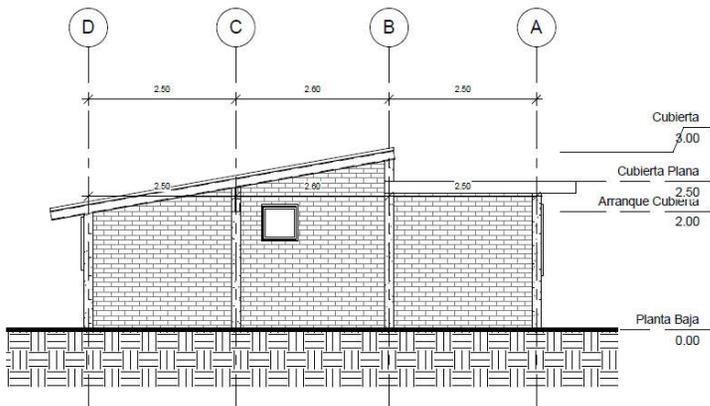


Figura 26: Fachadas Caso 2 Vivienda Convencional (desde izq: Fachada Este y Oeste)
Fuente: Elaboración propia

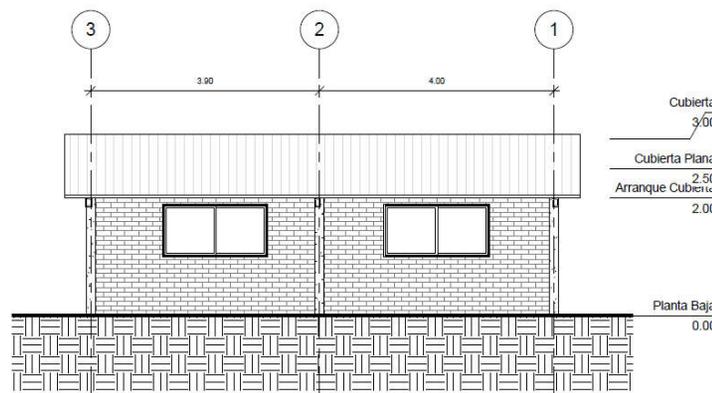
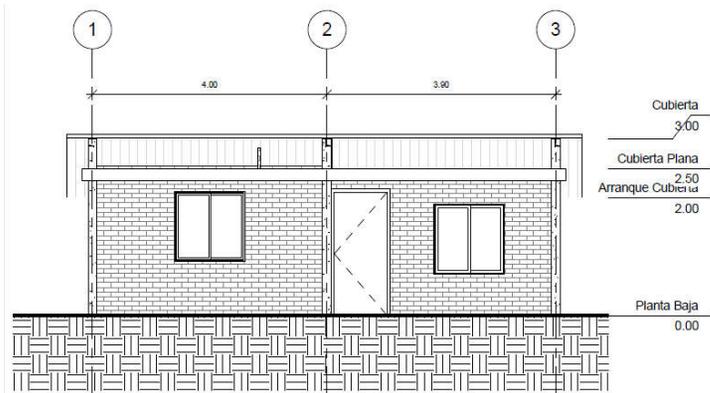


Figura 27: Fachadas Caso 2 Vivienda Convencional (desde izq: Fachadas Sur y Norte)
Fuente: Elaboración propia

3.8.2.3 CASO 3 – VIVIENDA VERNÁCULA

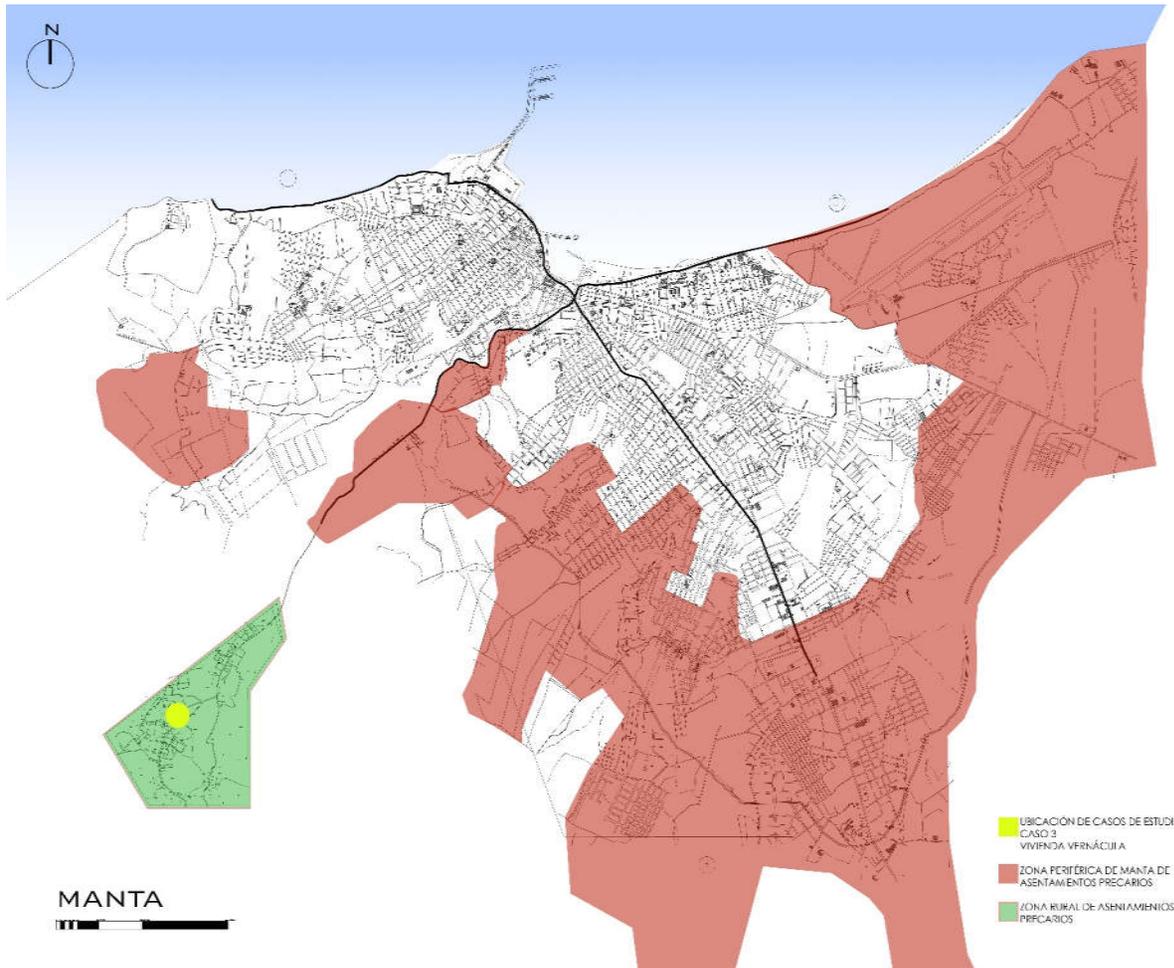


Figura 28: Ubicación Caso 3
Fuente: Elaboración propia

UBICACIÓN

Coordenadas: 526733.07 m E

9889992.38 m S

Esta vivienda se encuentra ubicada en una zona al Oeste de la zona urbana. En este caso la zona se denomina La Chacra aproximadamente a 6000 metros del centro de Manta.

En este caso cumple con los parámetros de una vivienda vernácula pues utiliza materiales del lugar, está apoyada sobre pilotes de madera. En la zona de planta baja se utiliza para almacenaje de granos y animales.

La zona escogida se caracteriza por tener una densidad con viviendas de máximo dos pisos, existe una baja densidad poblacional con vías de asfalto.

MATERIALES

La vivienda escogida tiene las características descritas en la tabla Tabla 15: Criterios para escoger los

Casos de Estudio Se tiene elementos que se describen a continuación:

- Cubierta de Zinc
- Paredes de caña guadua
- Piso es de duela precaria para el segundo piso y tierra para la planta baja.

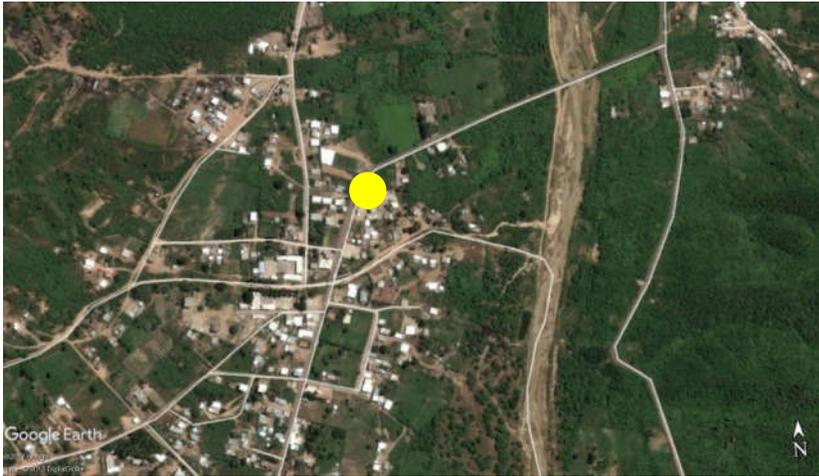


Imagen 40: Zona de Ubicación de Caso 3
Fuente: Google Earth

TIPOLOGÍA

Se describe como una vivienda vernácula característica de la zona de Manabí, es una zona rural fuera del área urbana de Manta. Tanto la materialidad como la distribución del espacio la caracterizan dentro del tipo vernácula, con materiales no convencionales, propios de la zona. En cuanto a los servicios de alcantarillado y agua potable a una red pública no existen y se resuelve con abastecimiento con tanqueros para el agua

potable en recipientes de plástico ubicados fuera de la vivienda y el alcantarillado en una letrina. El suministro de luz eléctrica se lo realiza por conexión a la red eléctrica.

Imagen 41: Vivienda No convencional Vernácula Caso 3



Fuente: Propia



Imagen 42: Vivienda No convencional Vernácula Caso 3

Fuente: Propia

PLANTAS ARQUITECTÓNICAS CASO 3

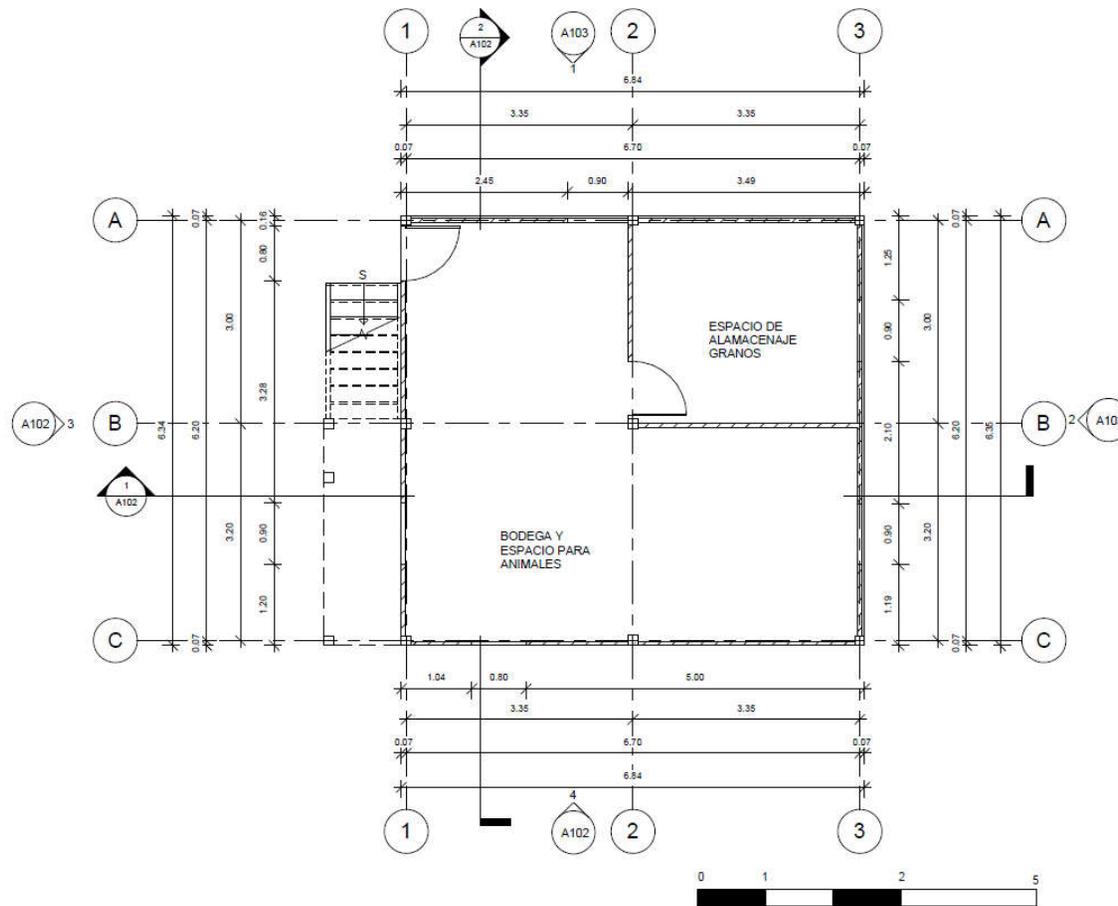


Figura 29: Planta Baja Caso 3
Vivienda Vernácula
Fuente: Elaboración propia

Fuente: Elaboración propia

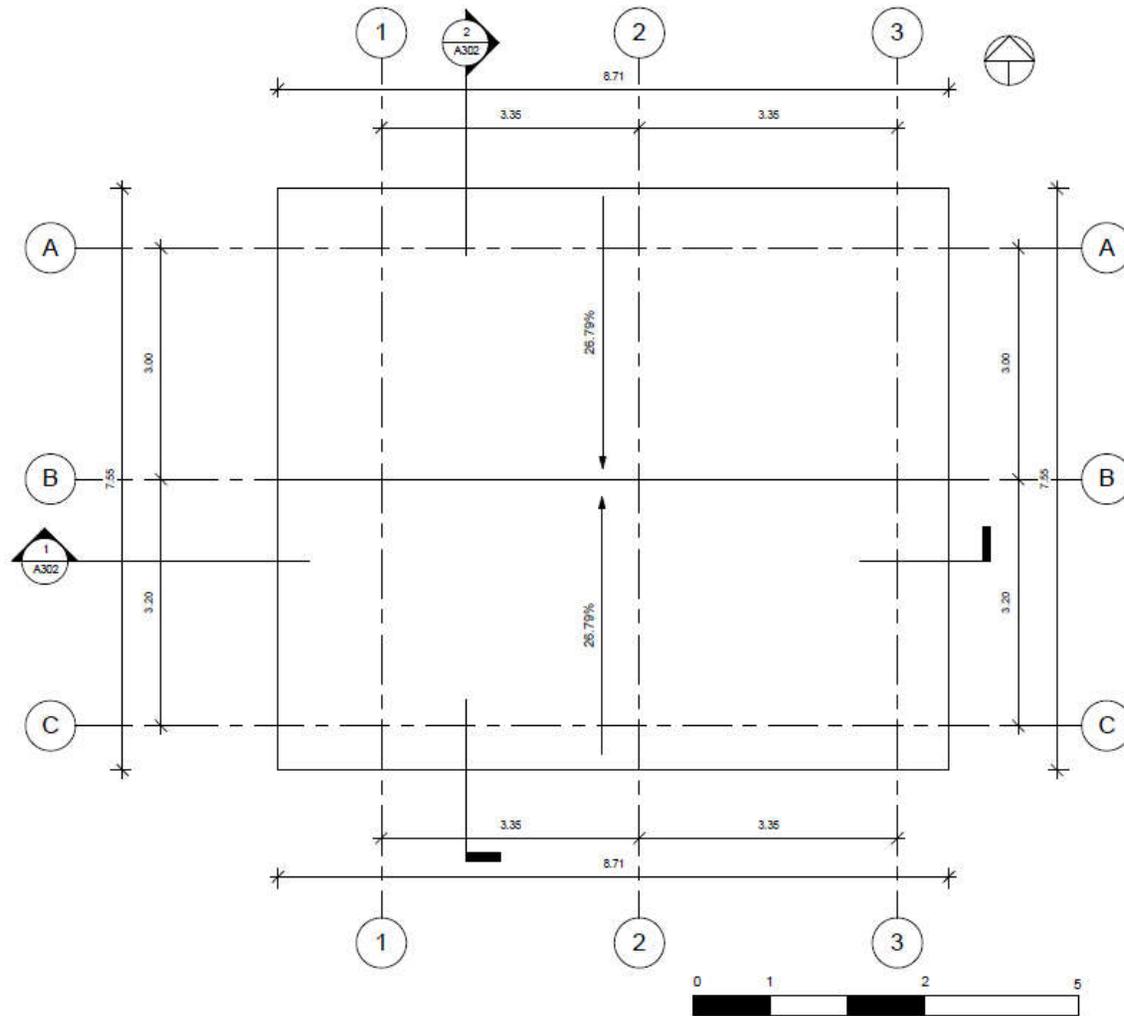


Figura 31: Cubierta Caso 3 Vivienda Vernácula

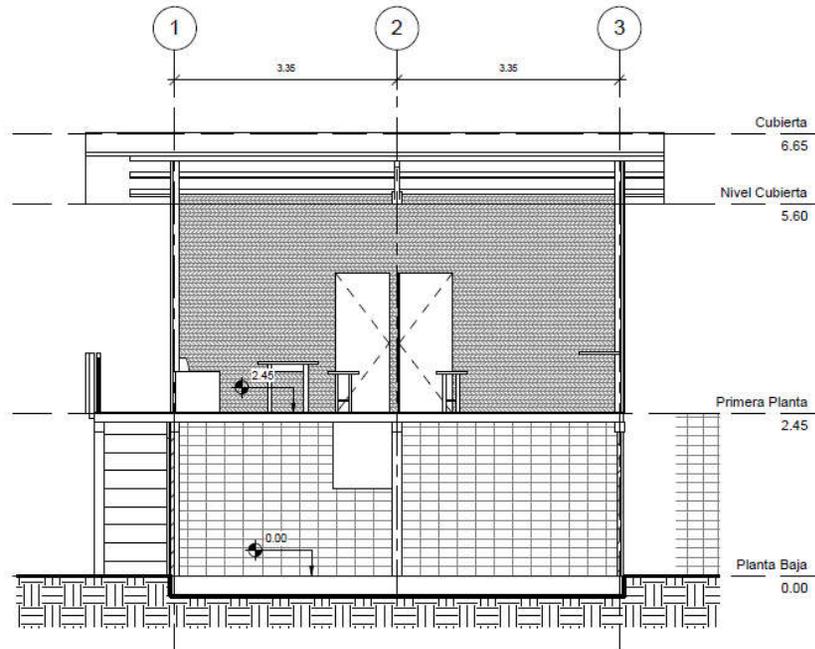


Figura 32: Corte 1 Caso 3 Vivienda Vernácula
Fuente: Elaboración Propia

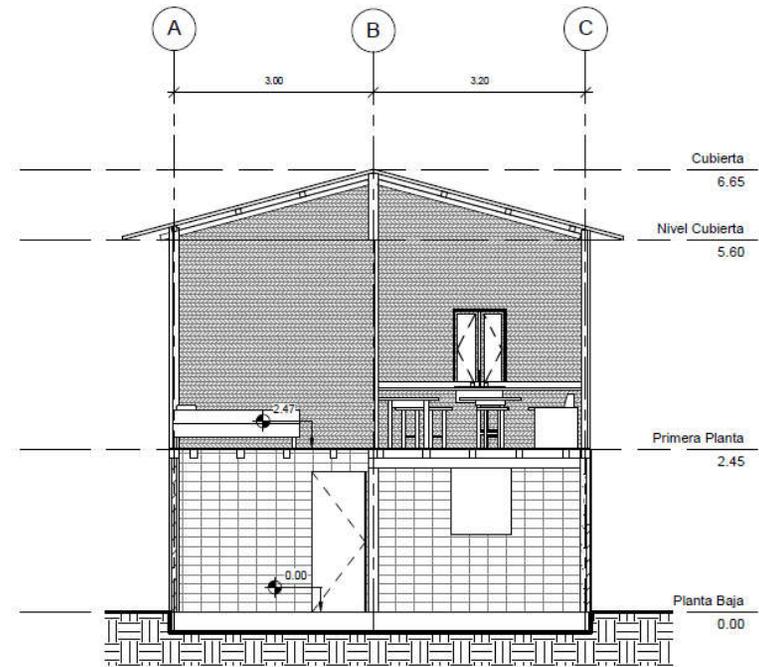


Figura 33: Corte 2 Caso 3 Vivienda Vernácula
Fuente: Elaboración propia

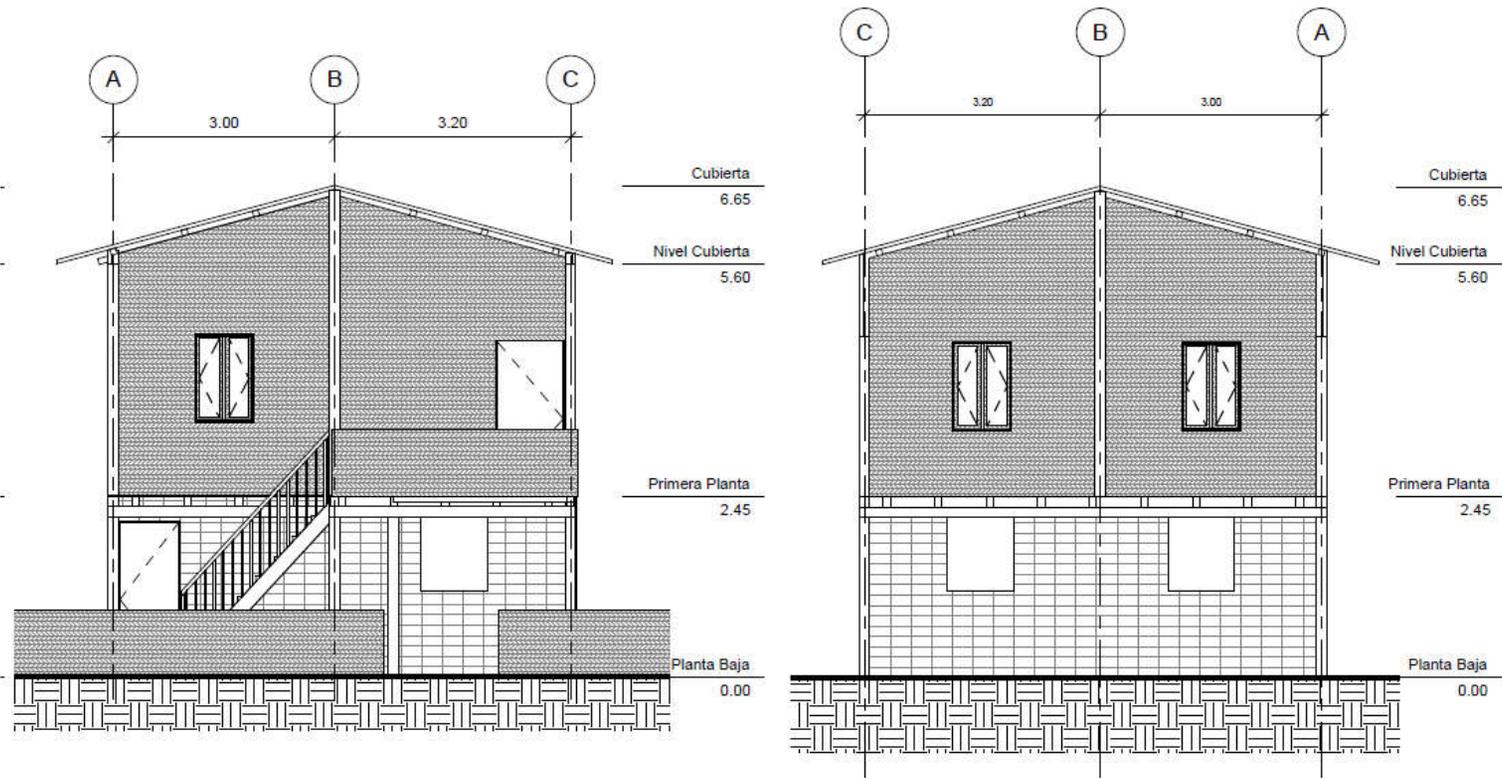


Figura 34: Elevaciones Caso 3 Vivienda Vernácula (desde izq: Elevación Frontal Oeste - Elevación Este)
Fuente: Elaboración propia

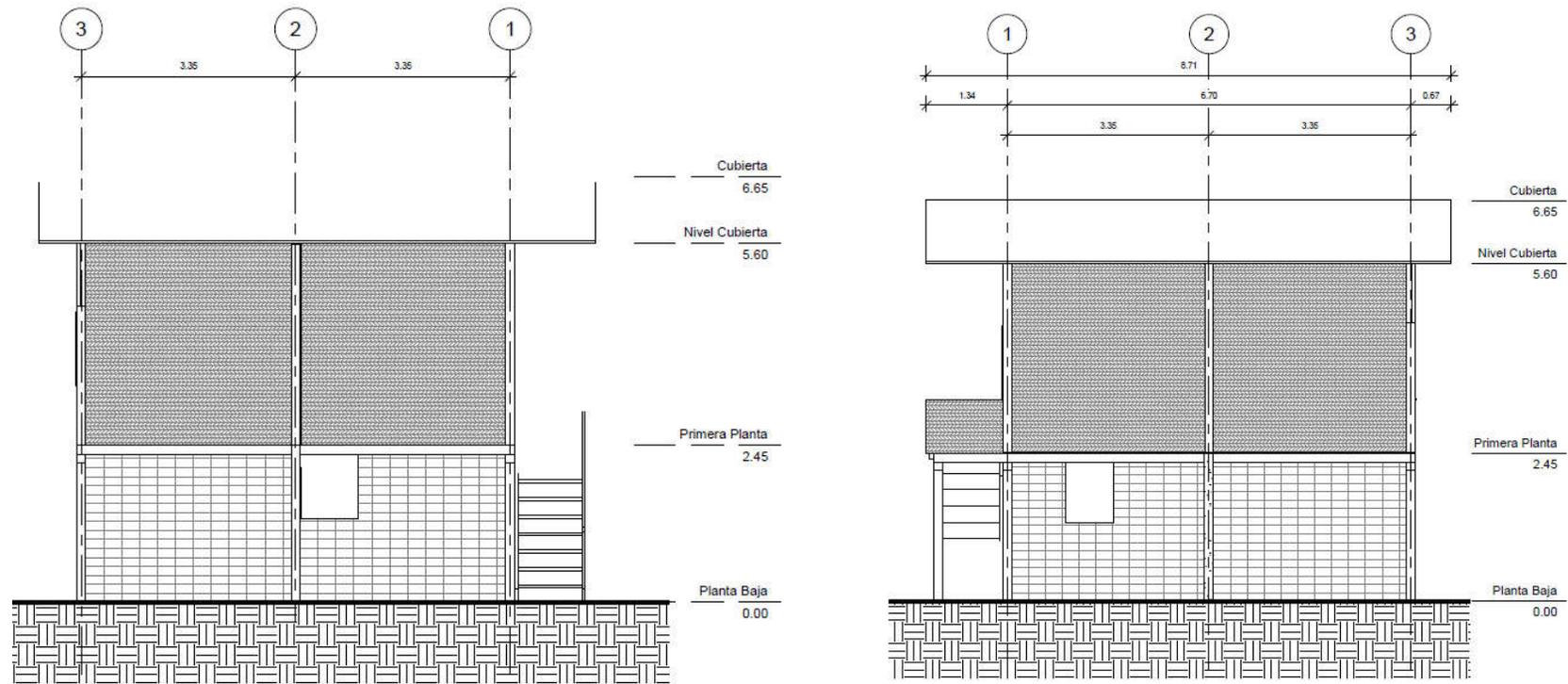


Figura 35: Elevaciones Caso 3 Vivienda Vernácula (desde izq: Elevación Norte - Elevación Sur)
Fuente: Elaboración propia

CAPÍTULO

4

Análisis y obtención de
certificación energética de casos de
estudio

4 Análisis y obtención de certificación energética de casos de estudio

4.1 Descripción de la Zona climática en España similar con Manta.

La zona climática a escoger es tiene un clima similar al de Manta. Exceptuando las temporadas más bajas, como se describe Manta tiene una temperatura según datos obtenidos de la Tabla 5 que tiene los datos meteorológicos de Manta según la Dirección de Aviación Civil con rango de variaciones muy corto entre 26°C y 24°C y humedad que fluctúa entre los 70 y 76%. Por ello se toma en cuenta datos que mejoren la refrigeración y ventilación para un confort térmico.

En este capítulo se traslada los casos de estudio a una zona determinada en España, para análisis y certificación energética que mostrará parámetros de comportamiento en la zona seleccionada para realizar mejoras y obtener una calificación más alta.

Cabe reiterar al no existir normativa ambiental y energética en Ecuador, se realiza el traslado de las viviendas para evaluar bajo una normativa existente sobre la base del Código Técnico de España (CTE) y percibir el comportamiento de estos elementos arquitectónicos y tener un punto de partida del nivel de técnica constructiva, para lograr confort térmico dentro de la vivienda.

La obtención de Certificación energética es mediante programa Ce3x y mirar cual zona es la menos exigente y evaluar similitud con el clima de Manta para obtener datos precisos que sean aplicables en un futuro a la realidad de la zona en estudio.

Como se observa en la Tabla 16 que corresponde al apéndice B del Documento Básico HE, se determina las posibles zonas climáticas en las cuales se realizará la certificación energética.

Para escoger las zonas se toma en cuenta los siguientes parámetros que se señalan a continuación:

- Zonas climáticas con altitud más baja pues Manta esta a nivel del mar.
- De dichas zonas climáticas más bajas se opta las que tengan transmitancia límites más alta; siendo A1-A4 las que tienen menos exigencia respecto a las otras zonas climáticas. Esto se debe que al no existir normativa en Ecuador deberá ser evaluadas con los mínimos requerido en el CTE.

Transmitancia límite de muros de fachada y cerramientos en contacto con el terreno **$U_{Mim}: 0,94 \text{ W/m}^2 \text{ K}$**
 Transmitancia límite de suelos **$U_{Sim}: 0,53 \text{ W/m}^2 \text{ K}$**
 Transmitancia límite de cubiertas **$U_{Clim}: 0,50 \text{ W/m}^2 \text{ K}$**
 Factor solar modificado límite de lucernarios **$F_{Lim}: 0,29$**

(Científicas, CTE Código Técnico de la Edificación, 2017)

Zonas climáticas Península Ibérica																		
Capital	Z.C.	Altitud	A4	A3	A2	A1	B4	B3	B2	B1	C4	C3	C2	C1	D3	D2	D1	E1
Albacete	D3	677										h < 450			h < 950			h ≥ 950
Alicante/Alicant	B4	7					h < 250					h < 700			h ≥ 700			
Almería	A4	0	h < 100				h < 250	h < 400				h < 800			h ≥ 800			
Ávila	C1	1054													h < 550	h < 850		h ≥ 850
Badajoz	C4	168									h < 400	h < 450			h ≥ 450			
Barcelona	C2	1											h < 250		h < 450	h < 750		h ≥ 750
Bilbao/Bilbo	C1	214											h < 250		h ≥ 250			
Burgos	E1	861															h < 600	h ≥ 600
Caceres	C4	365									h < 600				h < 1050			h ≥ 1050
Cádiz	A3	0		h < 150				h < 450				h < 600	h < 850			h ≥ 850		
Castellón/Castelló	D2	16						h < 50				h < 500			h < 600	h < 1000		h ≥ 1000
Ceuta	B3	0						h < 50										
Ciudad Real	D3	630									h < 450	h < 500			h ≥ 500			
Córdoba	B4	113					h < 150				h < 550				h ≥ 550			
Coruña, La/ A Coruña	C1	0											h < 200				h ≥ 200	
Cuenca	D2	975												h < 800	h < 1050			h ≥ 1050
Gerona/Girona	D2	143											h < 100		h < 600			h ≥ 600
Granada	C3	754	h < 50				h < 350				h < 600	h < 800			h < 1300			h ≥ 1300
Guadalajara	D2	706													h < 950	h < 1000		h ≥ 1000
Huelva	A4	50	h < 50				h < 150	h < 350				h < 800			h ≥ 800			
Huesca	D2	432										h < 200			h < 400	h < 700		h ≥ 700
Jaén	C4	436					h < 350				h < 750				h < 1250			h ≥ 1250
León	E1	346													h < 1250			h < 1250
Lérida/Lleida	D3	131										h < 100			h < 600			h < 600
Logroño	D2	379											h < 200		h < 700			h ≥ 700
Lugo	D1	412														h < 500		h ≥ 500
Madrid	D3	589										h < 500			h < 950	h < 1000		h ≥ 1000
Málaga	A3	0						h < 300				h < 700			h ≥ 700			
Melilla	A3	130																
Murcia	B3	25						h < 100							h ≥ 550			
Órense/Duense	D2	327										h < 150	h < 300		h < 800			h ≥ 800
Oviedo	D1	214												h < 50			h < 550	h ≥ 550
Palencia	D1	722														h < 800		h ≥ 800
Palma de Mallorca	B3	1						h < 250				h ≥ 250						
Pamplona/Iruña	D1	456											h < 100		h < 300	h < 600		h ≥ 600
Pontevedra	C1	77												h < 350			h ≥ 350	
Salamanca	D2	770														h < 800		h ≥ 800
San Sebastián/Donostia	D1	5														h < 400		h ≥ 400
Santander	C1	1												h < 150		h < 650		h ≥ 650
Segovia	D2	1013														h < 1000		h ≥ 1000
Sevilla	B4	9					h < 200				h ≥ 200							
Soria	E1	984														h < 750	h < 800	h ≥ 800
Tarragona	B3	1						h < 50				h < 500			h ≥ 500			
Teruel	D2	995										h < 450	h < 500			h < 1000		h ≥ 1000
Toledo	C4	445									h < 500				h ≥ 500			
Valencia/València	B3	8						h < 50				h < 500			h < 950			h ≥ 950
Valladolid	D2	704														h < 800		h ≥ 800
Vitoria/Gasteiz	D1	512															h < 500	h ≥ 500
Zamora	D2	617														h < 800		h ≥ 800
Zaragoza	D3	207										h < 200			h < 650			h ≥ 650

Zonas con Transmitancia límite más alta

Zonas h<50 (Más bajas)

Tabla 16: Zonas climáticas de la Península Ibérica
Fuente: Documento Básico HE

Se observa en la Tabla 16 las ciudades ubicadas en la Península Ibérica que cumplen con los criterios expuestos anteriormente, para realizar la Certificación Energética son las capitales de:

- Almería A4 (h<100),
- Cádiz A3 (h<150) y
- Huelva A4 (h<50).

Capital	Z.C.	Altitud	$\alpha 3$	A2	B2	C2
Palmas de Gran Canaria. Las	$\alpha 3$	114	h < 350	h < 750	h < 1000	h ≥ 1000
Santa Cruz de Tenerife	$\alpha 3$	0	h < 350	h < 750	h < 1000	h ≥ 1000

Tabla 17: Zonas climáticas de las Islas Canarias

Fuente: Documento Básico HE

Respecto a las ciudades ubicadas en Islas Canarias también cumplen con estos criterios y por su ubicación se realizará la certificación en estas zonas climáticas. Estas ciudades son:

- Las Palmas de Gran Canaria $\alpha 3$ (h<350)
- Santa Cruz de Tenerife $\alpha 3$ (h<350)

De estas localidades se puede resaltar las localidades que tienen una altura de 0 m; debido a que Manta se encuentra a una altura similar ya que es ciudad costera. Las ciudades con 0 m altitud son: Almería, Cádiz y Santa Cruz de Tenerife.

Con estos datos se puede trasladar los casos de estudio de viviendas convencionales como vernáculas e implantarlas en cualquiera de estas localidades para analizar su comportamiento térmico. Se escoge Santa Cruz de Tenerife para realizar la certificación energética; cabe resaltar que es

la ciudad más al sur de España ya que son las Islas Canarias que se encuentran al oeste de Marruecos.

UBICACIÓN

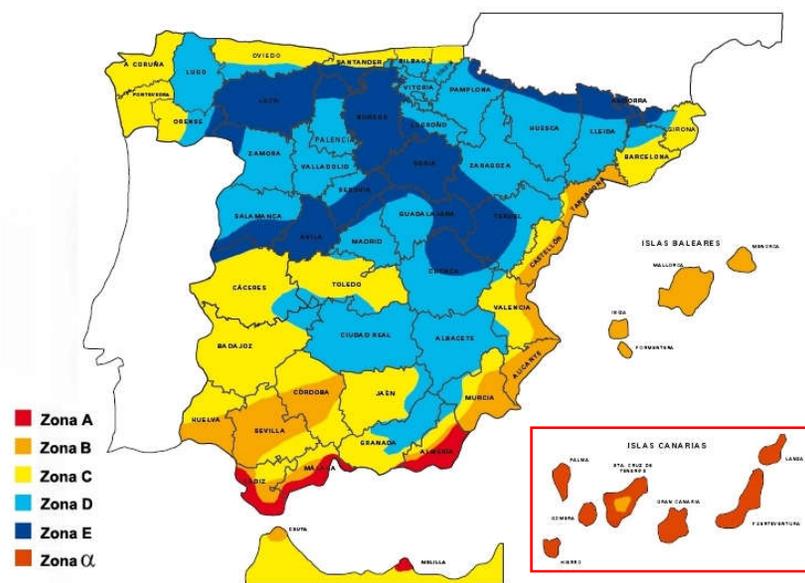


Gráfico 9: Zonas climáticas España

Fuente: <http://casa-pasiva.es/el-nuevo-cte-db-ahorro-de-energia-multiplica-por-dos-el-aislamiento/>

Como se observa en el Gráfico 9 corresponde a la zona α . Esto se toma en cuenta al momento de ingresar los datos en el programa de certificación Ce3x4; situando la zona climática de Santa Cruz de Tenerife y obtener la certificación de los tres casos de estudio.

⁴ Documento reconocido para la Certificación Energética de Edificios Existentes en España. Desarrollado por Efinovatic y el Centro Nacional de Energías Renovables (CENER). (Efinovatic, 2017).

4.2 Análisis del comportamiento térmico de los casos de estudio mediante utilización Ce3x

Los datos que se despliegan para la certificación energética se obtienen mediante programa Ce3x.

4.2.1 CASO 1 Vivienda Convencional

4.2.1.1 Identificación del Edificio

Nombre del edificio: Casa 1 Vivienda Convencional
Dirección: Barrio Monterrey Parroquia Leonidas Proaño Manta
Ciudad y Provincia: Manta - Manabí

La vivienda tiene un área habitable de 59,6 m² con una sola planta. Se describe como un espacio ortogonal de 7,65 metros de frente por 7,79m de fondo. El interior está conformado por Sala, comedor y cocina en un solo espacio sin división. Los dos espacios de descanso están separados mediante mampostería de ladrillo. Tiene además un baño integrado. Los materiales como se menciona en el punto 3.8.2 refiere a ladrillo en mamposterías y cubierta de zinc.

La transmitancia térmica de los elementos de fachada y cubierta constan en el análisis energético del cual se obtiene la calificación en el estado actual de la vivienda.

4.2.1.2 Calificación energética obtenida

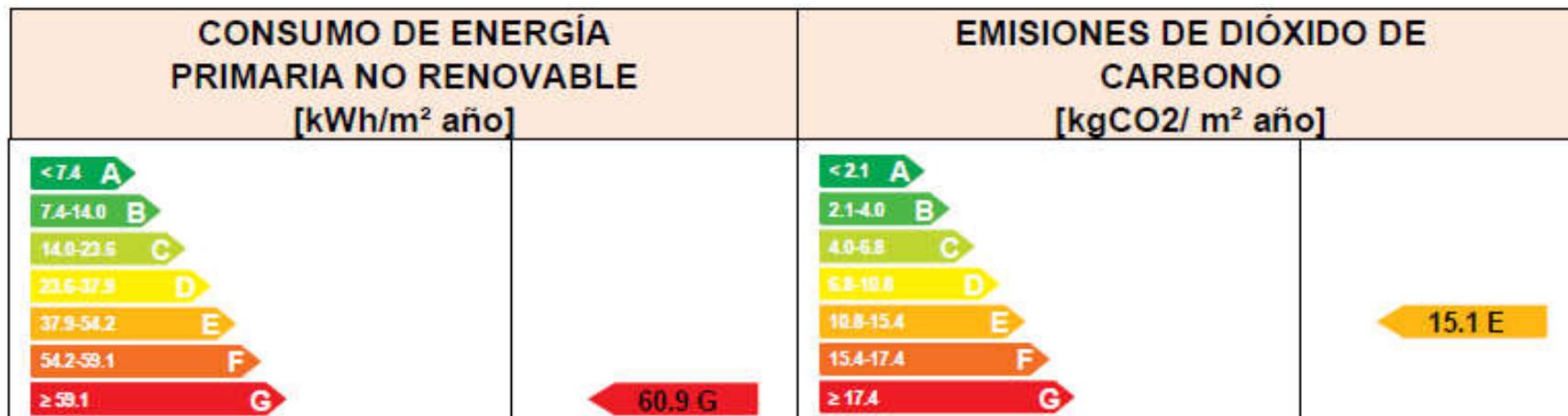


Gráfico 10: Caso 1 Vivienda Convencional - Calificación energética
 Fuente: Elaboración propia mediante Ce3x

4.2.1.3 Cerramientos opacos

Nombre	Tipo	Superficie (m ²)	Transmitancia (W/m ² ·K)	Modo de obtención
Cubierta de Zinc sin aislamiento	Cubierta	60.51	2.70	Estimadas
Muro de fachada 1	Fachada	18.0	4.34	Conocidas
Suelo con terreno	Suelo	59.59	1.02	Estimadas
Muro de fachada 2	Fachada	14.76	4.34	Conocidas
Muro de fachada 3	Fachada	17.61	4.34	Conocidas
Muro de fachada 4	Fachada	17.61	4.34	Conocidas
Partición vertical	Partición interior	33.0	2.18	Estimadas

Tabla 18: Caso 1 Vivienda convencional Cerramientos opacos
Fuente: Elaboración propia mediante Ce3x

Nombre	Tipo	Superficie (m ²)	Transmitancia (W/m ² ·K)	Factor solar	Modo de obtención Transmitancia	Modo de obtención Factor Solar
Ventanas Sur	Hueco	2.23	5.70	0.69	Conocido	Conocido
Ventanas Este	Hueco	2.23	5.70	0.69	Conocido	Conocido
Ventanas Oeste	Hueco	2.23	5.70	0.69	Conocido	Conocido

Tabla 19: Caso 1 Vivienda convencional Huecos y lucernarios
Fuente: Elaboración propia mediante Ce3x

Nombre	Tipo	Potencia Nominal (Kw)	Rendimiento Estacional (%)	Tipo de energía	Modo de obtención
Equipo ACS	Caldera estándar	24.0	54.90	GLP	Estimado

Tabla 20: Caso 1 Vivienda convencional Instalaciones térmicas
Fuente: Elaboración propia mediante Ce3x

En cuanto a las Instalaciones térmicas se tiene una caldera Estándar que utiliza GLP (Gas licuado de petróleo) de Agua Caliente Sanitaria. Los propietarios no utilizan sistemas para calefacción y refrigeración por tal razón no se ingresa ningún dato para estas instalaciones.

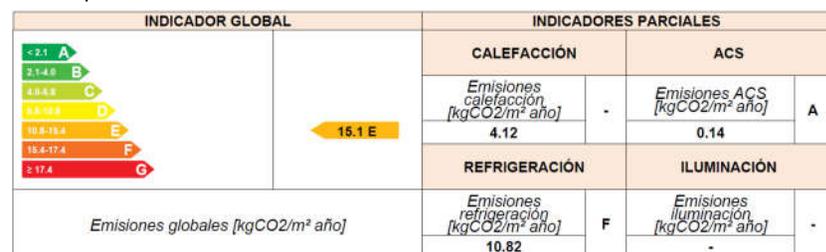


Gráfico 11: Calificación energética de Caso 1 Vivienda convencional Consumo
Fuente: Elaboración propia mediante Ce3x

	kgCO2/m² año	kgCO2/año
Emisiones CO2 por consumo eléctrico	10.82	644.58
Emisiones CO2 por otros combustibles	4.26	253.83

Gráfico 12: Emisiones CO2 Caso 1 Vivienda convencional
Fuente: Elaboración propia mediante Ce3x

Las emisiones ACS son bajas 0.14 CO2/m² año como se observa existe una calificación refiriendo al Gráfico 11 a valores de calefacción y refrigeración que son los que bajan la calificación en el indicador global.

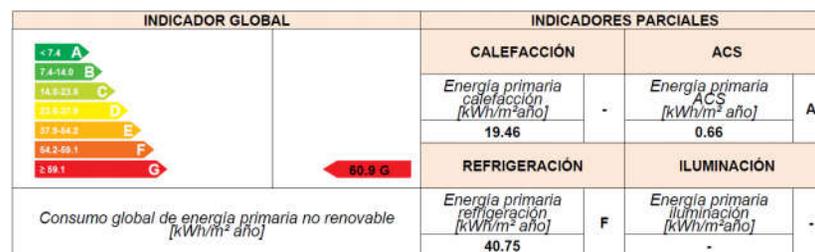


Gráfico 13: Certificación energética Caso 1 Vivienda convencional Consumo energía No renovable
Fuente: Elaboración propia mediante Ce3x

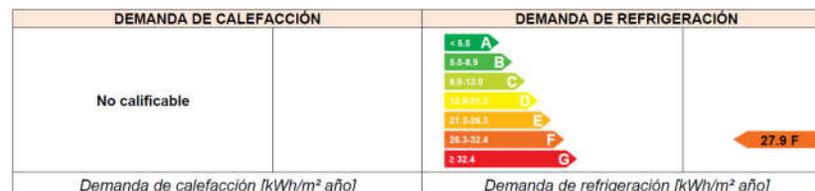


Gráfico 14: Calificación parcial de la demanda energética Caso 1 Vivienda Convencional
Fuente: Elaboración propia mediante Ce3x

Este indicador de 27.9 F kW/m² año, muestra la demanda de energía de refrigeración, No aplica Calefacción pues las condiciones climáticas de Manta hacen innecesario este sistema. Para bajar demanda se opta por medidas bioclimáticas, mejoramiento de fachadas y cubierta para

mejorar su transmitancia y bajar demanda de energía de equipos auxiliares para refrigeración.

4.2.2 CASO 2 VIVIENDA CONVENCIONAL

4.2.2.1 Identificación del Edificio

Nombre del edificio: Casa 2 Vivienda Convencional
Dirección: Barrio Monterrey Parroquia Leonidas Proaño Manta
Ciudad y Provincia: Manta - Manabí

Esta vivienda convencional tiene un área habitable de 62,39 m² consta de una sola planta. Es un espacio rectangular de 8,05 metros de frente por 7,75m de fondo. El interior consta de Espacio de reunión, comedor y cocina en un solo espacio sin división. Tiene dos espacios de descanso separados mediante mampostería de ladrillo. Existe un baño que sirve a toda la casa. Los materiales como se menciona en el punto 3.8.2 refiere a ladrillo en mamposterías y cubierta de zinc.

La transmitancia térmica de los elementos de fachada y cubierta se detalla en tablas obtenidas del análisis energético mediante Ce3x con la calificación en el estado actual de la vivienda.

4.2.2.2 Calificación energética obtenida

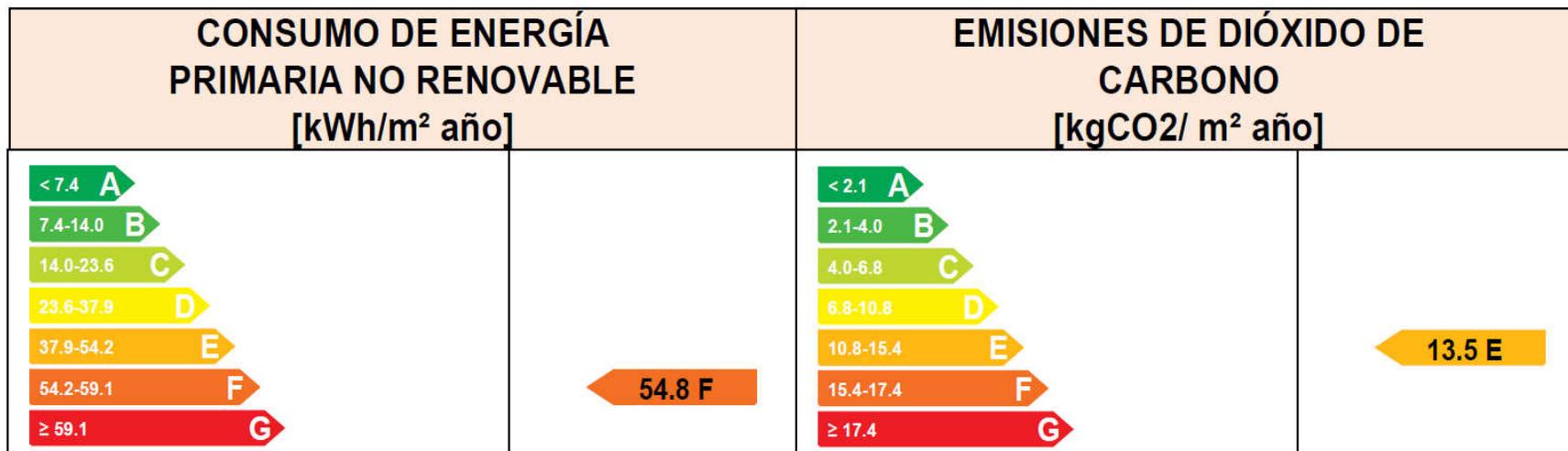


Gráfico 15: Caso 1 Vivienda Convencional - Calificación energética
 Fuente: Elaboración propia mediante Ce3x

4.2.2.3 Cerramientos opacos

Nombre	Tipo	Superficie (m ²)	Transmitancia (W/m ² .K)	Modo de obtención
Cubierta de Zinc sin aislamiento	Cubierta	47.5	2.70	Estimadas
Losa plana de Hormigón armado	Cubierta	21.33	4.41	Conocidas
Muro de fachada 1	Fachada	17.29	4.34	Conocidas
Muro de fachada 2	Fachada	18.22	4.34	Conocidas
Muro de fachada 3	Fachada	17.14	4.34	Conocidas
Muro de fachada 4	Fachada	11.96	4.34	Conocidas
Suelo con terreno	Suelo	62.39	1.00	Estimadas
Partición vertical	Partición interior	36.38	2.40	Estimadas

Tabla 21: Caso 2 Vivienda convencional Cerramientos opacos

Fuente: Elaboración propia mediante Ce3x

Nombre	Tipo	Superficie (m ²)	Transmitancia (W/m ² .K)	Factor solar	Modo de obtención Transmitancia	Modo de obtención Factor Solar
Ventanas Sur	Hueco	0.37	5.70	0.69	Conocido	Conocido
Ventanas Este	Hueco	2.88	5.70	0.71	Conocido	Conocido

Ventanas Oeste	Hueco	3.24	5.70	0.73	Conocido	Conocido
----------------	-------	------	------	------	----------	----------

Tabla 22: Caso 2 Vivienda convencional Huecos y lucernarios
Fuente: Elaboración propia mediante Ce3x

Nombre	Tipo	Potencia Nominal (Kw)	Rendimiento Estacional (%)	Tipo de energía	Modo de obtención
Equipo ACS	Caldera estándar	24.0	54.90	GLP	Estimado

Tabla 23: Caso 2 Vivienda convencional Instalaciones térmicas
Fuente: Elaboración propia mediante Ce3x

Se tiene una caldera Estándar que utiliza GLP al igual que en el Caso 1 de Agua Caliente Sanitaria. Tampoco la vivienda posee sistemas de calefacción y refrigeración.

INDICADOR GLOBAL	INDICADORES PARCIALES		
 13.5 E	CALEFACCIÓN	ACS	
	Emisiones calefacción [kgCO2/m² año]	-	Emisiones ACS [kgCO2/m² año]
Emisiones globales [kgCO2/m² año]	4.02	0.13	
	REFRIGERACIÓN	ILUMINACIÓN	
Emisiones refrigeración [kgCO2/m² año]	E	Emisiones iluminación [kgCO2/m² año]	
9.33	-		

Gráfico 16: Calificación energética de Caso 2 Vivienda convencional Consumo
Fuente: Elaboración propia mediante Ce3x

	kgCO2/m² año	kgCO2/año
Emisiones CO2 por consumo eléctrico	9.33	582.23
Emisiones CO2 por otros combustibles	4.15	259.10

Gráfico 17: Emisiones CO2 Caso 2 Vivienda convencional
Fuente: Elaboración propia mediante Ce3x

Las emisiones ACS esta con 0.13 Kco2/m² año. No se ingresa datos de calefacción y refrigeración, pero existen valores

como se muestra en el Gráfico 16 de consumo que son los que bajan la calificación en el indicador global.

INDICADOR GLOBAL	INDICADORES PARCIALES		
 54.8 F	CALEFACCIÓN	ACS	
	Energía primaria calefacción [kWh/m² año]	-	Energía primaria ACS [kWh/m² año]
Consumo global de energía primaria no renovable [kWh/m² año]	18.99	0.62	
	REFRIGERACIÓN	ILUMINACIÓN	
Energía primaria refrigeración [kWh/m² año]	F	Energía primaria iluminación [kWh/m² año]	
35.16	-		

Gráfico 18: Certificación energética Caso 2 Vivienda convencional Consumo energía No renovable
Fuente: Elaboración propia mediante Ce3x

DEMANDA DE CALEFACCIÓN	DEMANDA DE REFRIGERACIÓN
No calificable	 24.1 E
Demanda de calefacción [kWh/m² año]	Demanda de refrigeración [kWh/m² año]

Gráfico 19: Calificación parcial de la demanda energética Caso 2 Vivienda Convencional
Fuente: Elaboración propia mediante Ce3x

Aquí se tiene 24,1 E kWh/m² año como demanda de refrigeración; tampoco aplica Calefacción debido a su

ubicación como el caso 1 en la ciudad de Manta que tiene un clima cálido durante todo el año tal como se muestra en la carta climatológica en los apartados Tabla 5.

4.2.2.4 CASO 3 VIVIENDA VERNÁCULA

4.2.2.5 Identificación del Edificio

<p>Nombre del edificio: Casa 3 Vivienda Vernácula Dirección: Sector San Juan Parroquia Manta-Manta Ciudad y Provincia: Manta - Manabí</p>
--

4.2.2.6 Calificación energética obtenida

Esta vivienda tiene la peor calificación debido a su sistema constructivo de caña guadua posee un área habitable de 43,37 m² consta de dos plantas de las cuales la planta elevada del piso es la habitable. Es un espacio de 6.34 metros de frente por 6.84m de fondo. El interior tiene espacio de reunión, comedor y cocina en un solo espacio como los casos anteriores. Tiene dos espacios de descanso separados mediante tabiquería rústica de caña guadua. Un baño tipo letrina en el exterior. Los materiales como se menciona en el punto 3.8.2 refiere a caña guadua en mamposterías y cubierta de zinc.

Los datos obtenidos del análisis energético mediante Ce3x de transmitancia térmica de los elementos de fachada y cubierta, instalaciones se detalla en tablas a continuación como en los anteriores casos con la calificación en el estado actual de la vivienda.

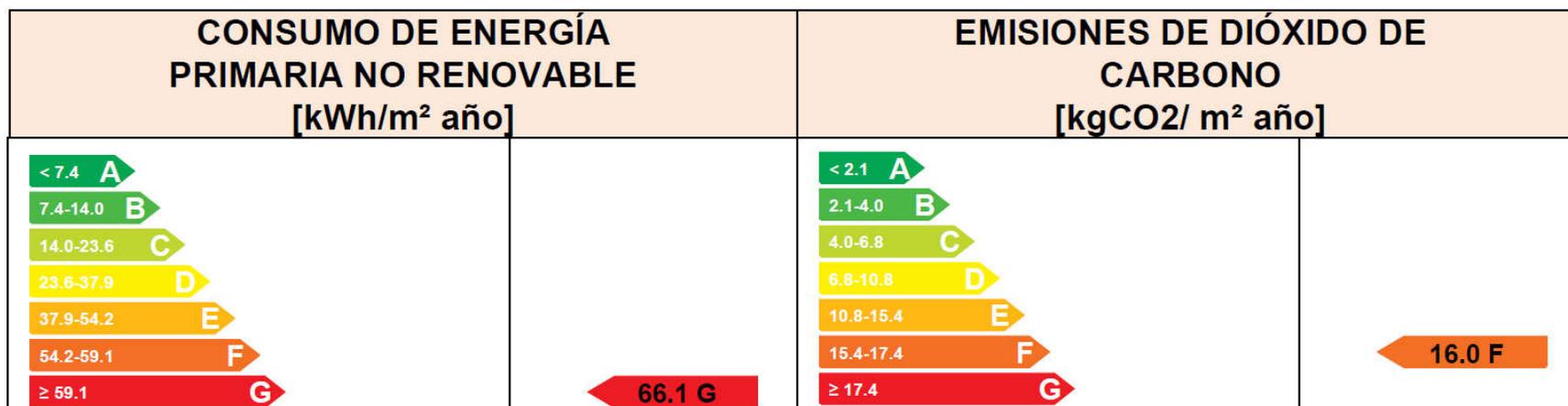


Gráfico 20: Caso 2 Vivienda Convencional - Calificación energética
 Fuente: Elaboración propia mediante Ce3x

4.2.2.7 Cerramientos opacos

Nombre	Tipo	Superficie (m ²)	Transmitancia (W/m ² ·K)	Modo de obtención
Cubierta de Zinc sin aislamiento	Cubierta	43.37	0.50	Por defecto
Muro de fachada 1	Cubierta	21.44	4.43	Conocidas
Muro de fachada 2	Fachada	21.44	4.43	Conocidas
Muro de fachada 3	Fachada	19.69	4.43	Conocidas
Muro de fachada 4	Fachada	20.65	4.43	Conocidas
Suelo con terreno	Suelo	43.37	1.14	Estimadas
Partición vertical	Partición interior	30.05	2.65	Estimadas

Tabla 24: Caso 3 Vivienda Vernácula Cerramientos opacos
Fuente: Elaboración propia mediante Ce3x

Nombre	Tipo	Superficie (m ²)	Transmitancia (W/m ² ·K)	Factor solar	Modo de obtención Transmitancia	Modo de obtención Factor Solar
Ventanas Este	Hueco	1.92	5.70	0.69	Conocido	Conocido
Ventanas Oeste	Hueco	0.96	5.70	0.69	Conocido	Conocido

Tabla 25: Caso 3 Vivienda Vernácula Huecos y lucernarios
Fuente: Elaboración propia mediante Ce3x

Nombre	Tipo	Potencia Nominal (Kw)	Rendimiento Estacional (%)	Tipo de energía	Modo de obtención
Equipo ACS	Caldera estándar	24.0	54.90	GLP	Estimado

Tabla 26: Caso 3 Vivienda Vernácula Instalaciones térmicas
Fuente: Elaboración propia mediante Ce3x

Cuenta con caldera Estándar que utiliza GLP al igual que en los casos anteriores para Agua Caliente Sanitaria. No posee sistemas de calefacción y refrigeración.

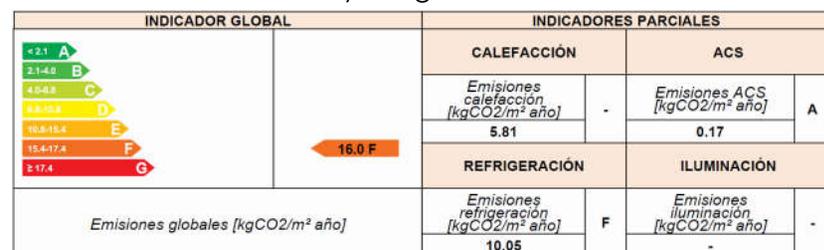


Gráfico 21: Calificación energética de Caso 3 Vivienda Vernácula Consumo
Fuente: Elaboración propia mediante Ce3x

	kgCO2/m² año	kgCO2/año
Emissiones CO2 por consumo eléctrico	10.05	435.71
Emissiones CO2 por otros combustibles	5.98	259.35

Gráfico 22: Emisiones CO2 Caso 3 Vivienda Vernácula
Fuente: Elaboración propia mediante Ce3x

El valor de ACS es 0.17 kgCO2/m² año, aunque no se ingresa datos de calefacción y refrigeración existe valores como se muestra en el Gráfico 21 de consumo que son los que bajan la calificación en el indicador global.

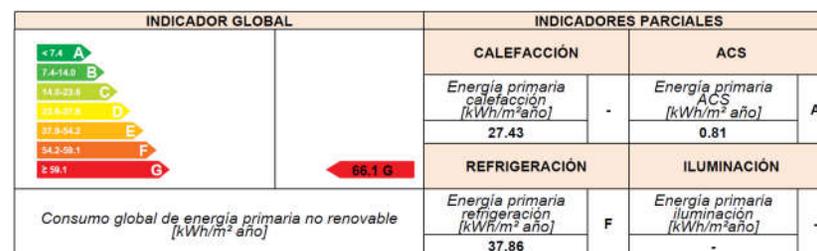


Gráfico 23: Certificación energética Caso 3 Vivienda Vernácula Consumo energía No renovable
Fuente: Elaboración propia mediante Ce3x

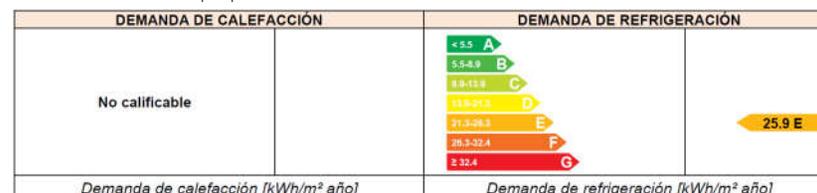


Gráfico 24: Calificación parcial de la demanda energética Caso 3 Vivienda Vernácula
Fuente: Elaboración propia mediante Ce3x

Se tiene demanda de refrigeración 25,9 E kWh/m² año; no aplica Calefacción debido al clima de la zona en Manta.

4.2.3 Análisis de resultados

Como se observa en los tres casos la calificación energética es baja, esto es por varias razones entre las cuales resulta el material y la técnica constructiva, tanto en fachadas como en cubiertas se tiene materiales sin aislamiento térmico por

ello resulta en una demanda de refrigeración alta. La falta de medidas pasivas es una de las razones.

En los apartados que muestra el consumo de Calefacción, Refrigeración y ACS; se observa claramente en los tres casos que los puntos de calefacción y refrigeración penalizan la calificación. Los consumos de energía eléctrica para refrigeración están en promedio de 10 kgCO₂/m² año, aunque no se ingresa datos de refrigeración ya que en los tres casos no se cuenta con este tipo de sistemas debido que son viviendas que pertenecen a personas con ingresos y nivel socioeconómico bajo, el programa asume la utilización de este sistema por la condición climática. Esto se mitiga mediante estrategias bioclimáticas que se plantean para mejorar la refrigeración en la mayor cantidad de horas que más adelante se expondrá.

Cabe resaltar que el Caso 3 tiene la peor clasificación, un resultado que refleja la precariedad de su construcción. Refiere a no contar con un envolvente debidamente construido pues los cerramientos opacos son de caña se la coloca una junto a otra y cubierta de zinc; la transmitancia térmica es elevada sin poder mantener temperatura adecuada en el interior y por ende requerir mayor demanda energética para refrigeración. A esto se suma el tratamiento de huecos con ventanas sin sello térmico adecuado y materiales de mala calidad.

CAPÍTULO 5

Propuestas de mejora energética
de casos de estudio

5 Propuestas de mejora energética de casos de estudio

Las mejoras energéticas se realizan en base a los materiales y técnicas existentes en la zona, para poder manejar un costo que no sobrepase los límites de endeudamiento para las familias que ocupan estas viviendas. Además, de implementar y sustituir elementos que aporten energía renovable sobre la base de un límite de costo por vivienda tomando en cuenta los siguientes parámetros:

- Coste actual de las viviendas analizadas (Casos de estudio).
- Ingreso mínimo por familia que implica el salario básico unificado de dos miembros de familia. Este salario según el Banco Central del Ecuador es de \$375 dólares americanos en 2017 y sube a \$386 dólares americanos en 2018. Se toma como base el año 2017.
- El límite de endeudamiento mensual se fija en promedio 10% del salario mensual recibido por familia con un plazo máximo de 48 meses.
- Referente al porcentaje en relación al coste de vivienda actual un límite de 25% siempre que no rebase la tasa de endeudamiento mensual de 10%.

Estas mejoras suben la calificación energética en estas viviendas tipo que servirán como referencia para construcciones futuras.

5.1 Mejoramiento de la certificación energética de los casos de estudio para obtener una mayor calificación energética mediante Ce3x

5.1.1 MEJORAS ENERGÉTICAS CASO 1 VIVIENDA CONVENCIONAL

5.1.1.1 Coste actual de la vivienda

COSTE ACTUAL CASO 1 VIVIENDA CONVENCIONAL				
CALIFICACIÓN ENERGÉTICA ACTUAL				
CONSUMO DE ENERGÍA PRIMARIA NO RENOVABLE [kWh/m ² año]		EMISIONES DE DIÓXIDO DE CARBONO [kgCO ₂ / m ² año]		
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	UNI.	C. UNIT	TOTAL
Obra civil				16742,24
Contrapiso simple	59,59	m3	7,50	446,75
Hormigón plintos	2,59	m3	111,82	289,83
Hormigón ciclópeo	53,97	m3	83,62	4512,92
Hormigón en cadenas	53,97	m3	113,00	6098,34

Hormigón en columnas	0,76	m3	116,30	88,39
Cerámica pared baño	12,60	m2	120,62	1519,79
Ladrillo tipo bloque 2800x60x140mm	97,00	m2	11,15	1081,65
Pintura látex	154,33	m2	3,98	613,92
Ventanas metálicas	7,70	m2	39,64	305,20
Enlucidos	154,33	m2	4,68	722,26
Cubierta de zinc	60,51	m2	6,64	401,92
Correas metálicas	628	kg	1,05	661,28
Piezas sanitarias				406,74
Piezas sanitarias	1,00	U	62,71	62,71
Lavamanos	1,00	U	38,72	38,72
Mezcladora para lavamanos	1,00	U	35,00	35,00
Lavaplatos 1 pozo (con grifería tipo cuello de ganso)	1,00	U	217,29	217,29
Ducha y llaves	1,00	U	34,37	34,37
Accesorios de baño	1,00	U	18,65	18,65
Instalaciones				590,65
Instalaciones Hidrosanitarias	1,00	U	184,5	184,50
Instalaciones Eléctricas	6,00	pto	31,02	186,14
Calefón con GLP	1,00	U	220	220,00
TOTAL				17739,63

Tabla 27: Coste de Caso 1 Vivienda convencional

Fuente: Elaboración propia

5.1.1.2 Coste de Mejoras de vivienda

COSTE CASO 1 VIVIENDA CONVENCIONAL MEJORAS				
CONSUMO DE ENERGÍA PRIMARIA NO RENOVABLE [kWh/m ² año]		EMISIONES DE DIÓXIDO DE CARBONO [kgCO ₂ / m ² año]		
	3.83 A		0.86 A	
ÁREA (m2)		59,59		
COSTE ACTUAL CASO 1 VIVIENDA CONVENCIONAL		17739,63		
LÍMITE COSTE MEJORAS ENERGÉTICAS (20%)		3547,9253		
SALARIO BÁSICO UNIFICADO (2 miembros)		750,00		
CUOTA MEJORA VIVIENDA AL MES (48 MESES)		73,91511		
PORCENTAJE DEL PAGO MENSUAL EN RELACIÓN AL INGRESO		9,86%		
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	UNI.	C. UNIT	TOTAL
Mejoras en fachadas y huecos				
Adición de aislamiento térmico en fachadas exteriores con poliuretano proyectado 4mm, densidad mínima 35 kg/m ³	97,00	m2	8,57	831,29

Fachada con listones de madera con semiestructura metálica studs 70x25mm (solo fachada Norte y Sur)	1,5445	m3	429,835	663,88
Adición de aislamiento térmico en cubiertas exteriores con poliuretano proyectado 4mm, densidad mínima 35 kg/m ³	60,51	m2	8,57	518,58
Sustitución de ventanas de aluminio 4mm	7,70	m2	71,37	549,55
Instalaciones				
Caldera con GLP (se mantiene)				
Implementación de paneles fotovoltaicos	3,00	U	268,01	804,03
TOTAL				3367,33

Tabla 28: Coste Mejoras Caso 1 Vivienda Convencional
Fuente: Elaboración propia

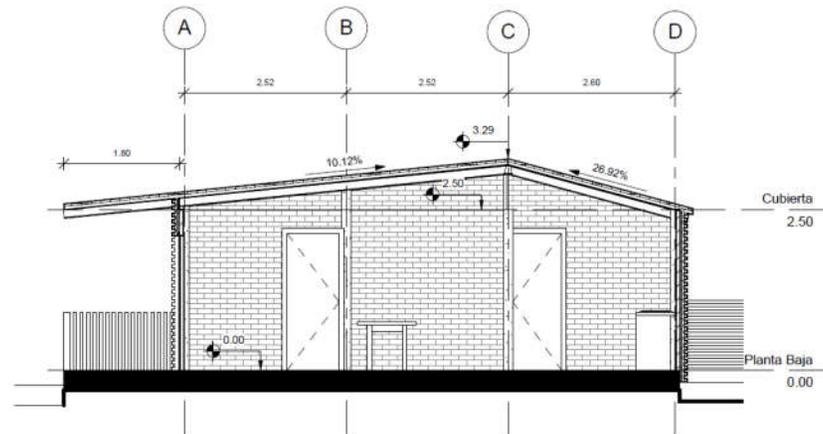


Figura 37: Sección longitudinal Caso 1 Vivienda Convencional Mejorada
Fuente: Elaboración propia

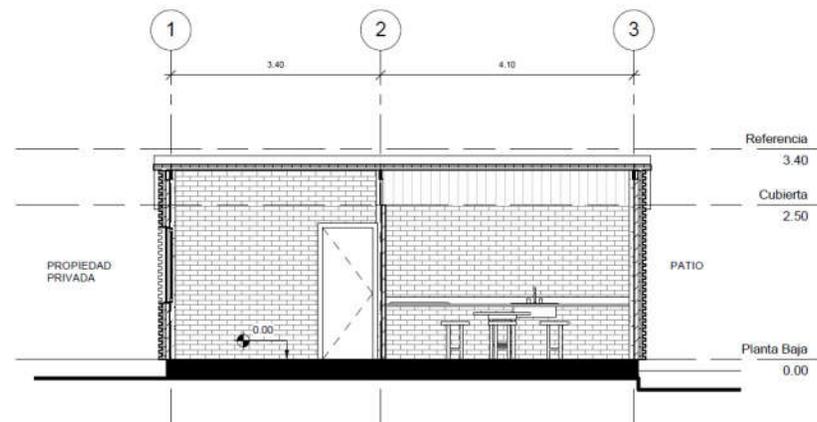


Figura 38: Sección transversal Caso 1 Vivienda Convencional Mejorada
Fuente: Elaboración propia

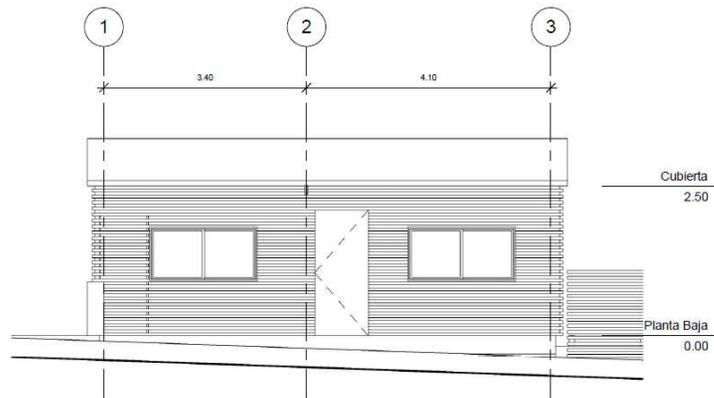


Figura 39: Fachadas Caso 1 Vivienda Convencional Mejorada (desde izq: Sur y Este)
Fuente: Elaboración propia

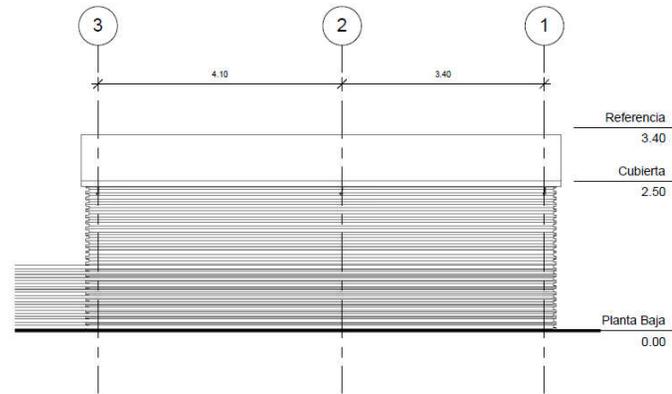
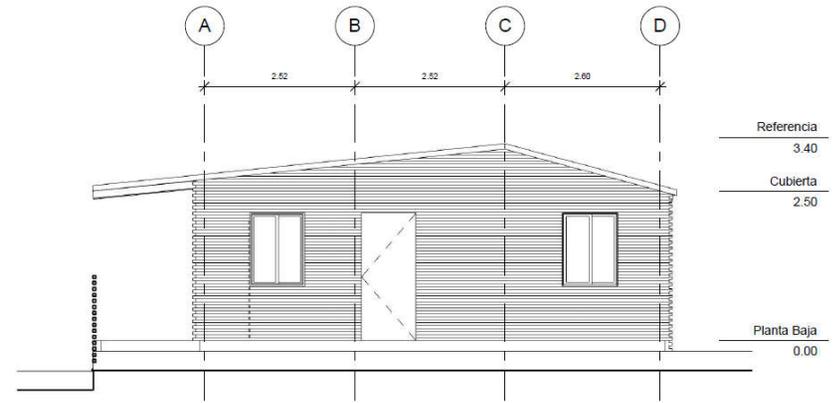
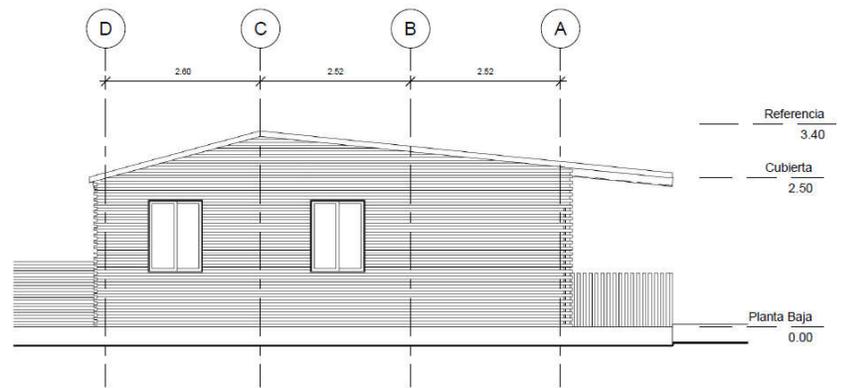


Figura 40: Fachadas Caso 1 Vivienda Convencional Mejorada (desde izq: Norte y Oeste)
Fuente: Elaboración propia



5.1.1.4 Detalles constructivos de vivienda mejorada

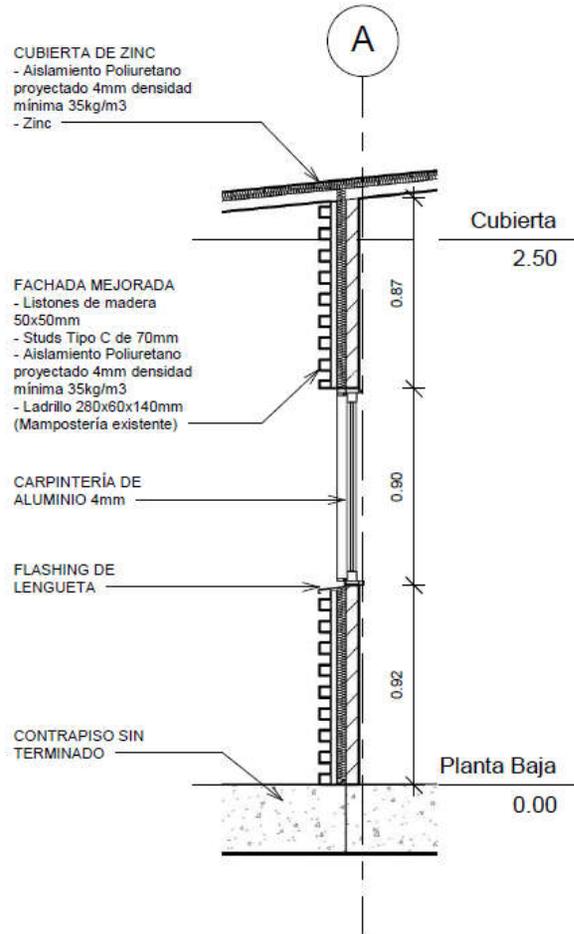


Figura 41: Corte Fachada Caso 1 Vivienda convencional mejorada
Fuente: Elaboración propia

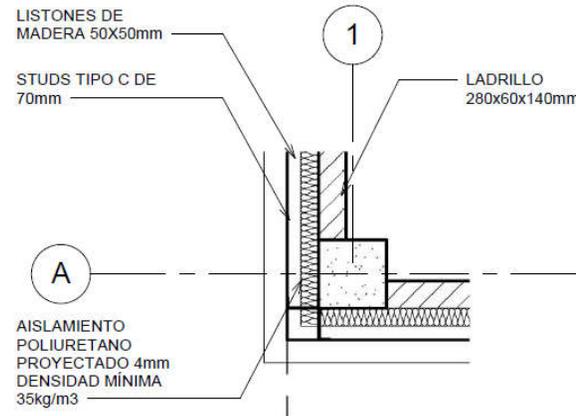


Figura 42: Detalle pilar esquinero Caso 1 Vivienda Convencional mejorada
Fuente: Elaboración propia

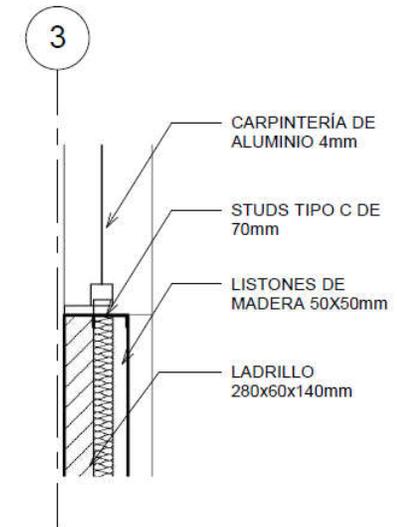


Figura 43: Detalle Ventana Caso 1 Vivienda convencional mejorada
Fuente: Elaboración propia



Imagen 43: Vista exterior frontal Caso 1 Vivienda mejorada
Fuente: Elaboración propia



Imagen 44: Vista exterior frontal 2 Caso 1 Vivienda mejorada
Fuente: Elaboración propia



Imagen 45: Vista exterior frontal 3 Caso 1 Vivienda mejorada
Fuente: Elaboración propia



Imagen 46: Vista exterior lateral Caso 1 Vivienda mejorada
Fuente: Elaboración propia

5.1.2 MEJORAS ENERGÉTICAS CASO 2 VIVIENDA CONVENCIONAL

5.1.2.1 Coste actual de la vivienda

COSTE ACTUAL CASO 2 VIVIENDA CONVENCIONAL				
CALIFICACIÓN ENERGÉTICA ACTUAL				
CONSUMO DE ENERGÍA PRIMARIA NO RENOVABLE [kWh/m ² año]		EMISIONES DE DIÓXIDO DE CARBONO [kgCO ₂ / m ² año]		
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	UNI.	C. UNIT	TOTAL
Obra civil				19656,21
Contrapiso	62,38	m3	7,50	467,66
Hormigón plintos	2,59	m3	111,82	289,83
Hormigón ciclópeo	55,45	m3	83,62	4636,67
Hormigón en cadenas	55,45	m3	113,00	6265,57
Hormigón en columnas	0,64	m3	116,30	74,43
Hormigón en losa	21,33	m3	119,77	2554,74
Cerámica pared baño	12,69	m2	120,62	1530,64
Ladrillo tipo bloque 2800x60x140mm	94,00	m2	11,15	1048,19
Pintura látex	170,00	m2	3,98	676,26

Ventanas metálicas	6,49	m2	39,64	257,24
Enlucidos	170,00	m2	4,68	795,60
Cubierta de zinc	47,49	m2	6,64	315,43
Correas metálicas	706,5	kg	1,05	743,94
Piezas sanitarias				406,74
Piezas sanitarias	1,00	U	62,71	62,71
Lavamanos	1,00	U	38,72	38,72
Mezcladora para lavamanos	1,00	U	35,00	35,00
Lavaplatos 1 pozo (con grifería tipo cuello de ganso)	1,00	U	217,29	217,29
Ducha y llaves	1,00	U	34,37	34,37
Accesorios de baño	1,00	U	18,65	18,65
Instalaciones				406,14
Instalaciones Hidrosanitarias	1,00	U		0,00
Instalaciones Eléctricas	6,00	pto	31,02	186,14
Calefón con GLP	1,00	U	220	220,00
TOTAL				20469,09

Tabla 29: Coste de Caso 2 Vivienda convencional
Fuente: Elaboración propia

5.1.2.2 Coste de mejoras de la vivienda

COSTE CASO 2 VIVIENDA CONVENCIONAL MEJORAS				
CONSUMO DE ENERGÍA PRIMARIA NO RENOVABLE [kWh/m ² año]		EMISIONES DE DIÓXIDO DE CARBONO [kgCO ₂ / m ² año]		
	2.13 A		0.37 A	
ÁREA (m2)		62,38		
COSTE ACTUAL CASO 2 VIVIENDA CONVENCIONAL		20469,09		
LÍMITE COSTE MEJORAS ENERGÉTICAS (20%)		4093,8188		
SALARIO BÁSICO UNIFICADO (2 miembros)		750,00		
CUOTA MEJORA VIVIENDA AL MES (48 MESES)		85,287892		
PORCENTAJE DEL PAGO MENSUAL EN RELACIÓN AL INGRESO		11,37%		
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	UNI.	C. UNIT	TOTAL
Mejoras en fachadas y huecos				
Adición de aislamiento térmico en fachadas exteriores con poliuretano proyectado 4mm, densidad mínima 35 kg/m ³	94,00	m2	8,57	805,58
Fachada con listones de madera con semiestructura metálica studs 70x25mm	2,35	m3	427,34	1004,25

Adición de aislamiento térmico en cubiertas exteriores con poliuretano proyectado 4mm, densidad mínima 35 kg/m ³	47,49	m2	8,57	406,99
Sustitución de ventanas de aluminio 4mm	6,49	m2	71,37	463,19
Instalaciones				
Caldera con GLP (se mantiene)				
Implementación de paneles fotovoltaicos	5,00	U	268,01	1340,05
TOTAL				4020,06

Tabla 30: Coste de mejoras Caso 2 Vivienda convencional
Fuente: Elaboración propia

5.1.2.3 Plantas arquitectónicas de vivienda mejorada

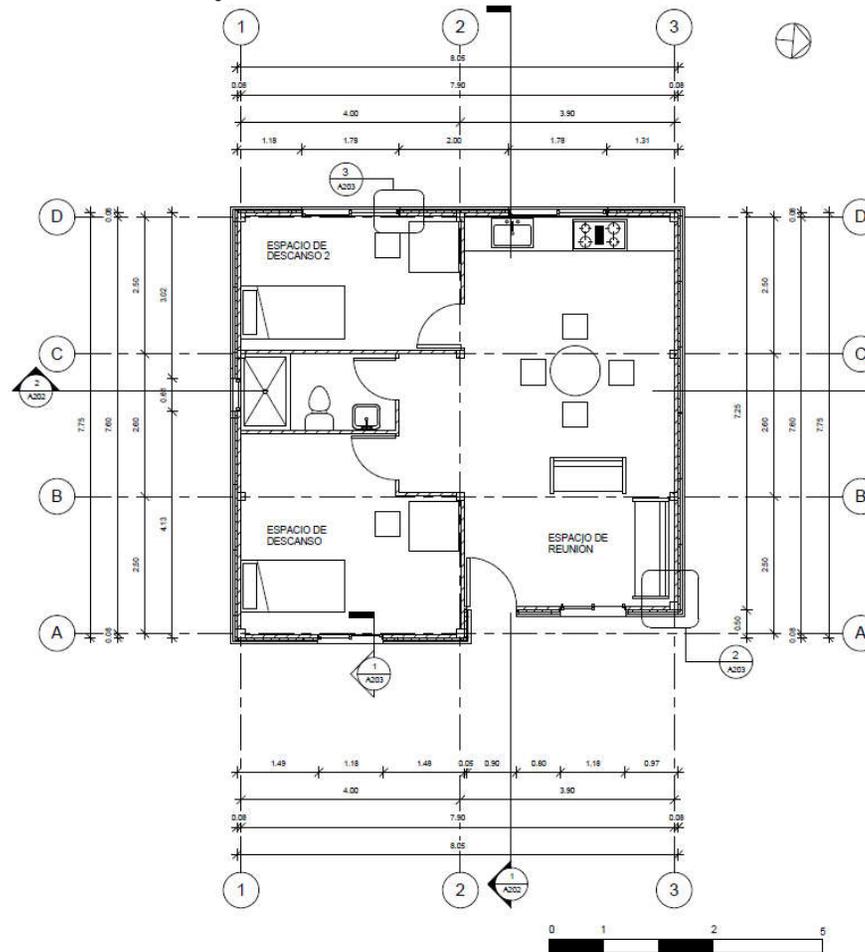


Figura 44: Planta Caso 2 Vivienda convencional Mejorada
Fuente: Elaboración propia

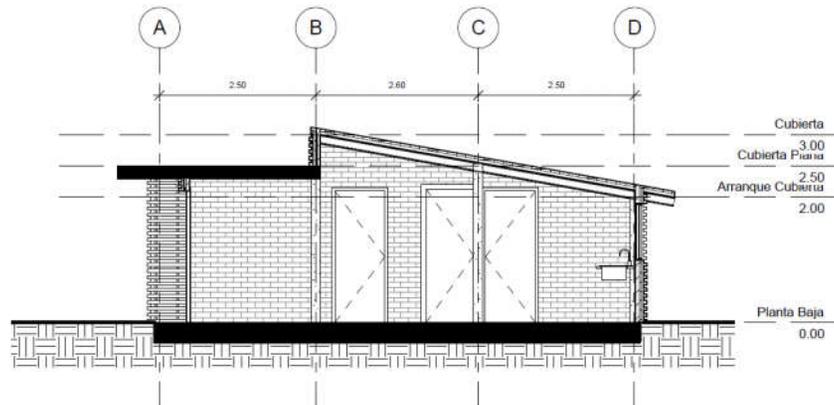


Figura 45: Sección Longitudinal Caso 2 Vivienda convencional Mejorada
Fuente: Elaboración propia

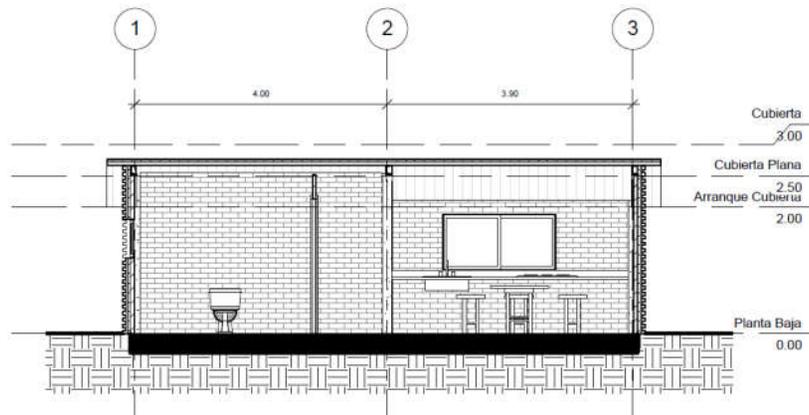


Figura 46: Sección Transversal Caso 2 Vivienda Mejorada
Fuente: Elaboración propia

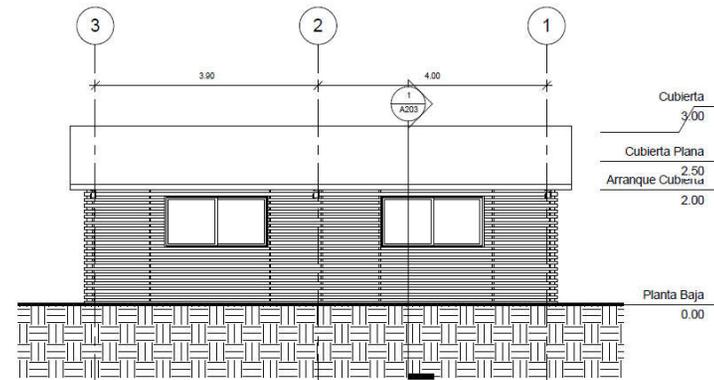
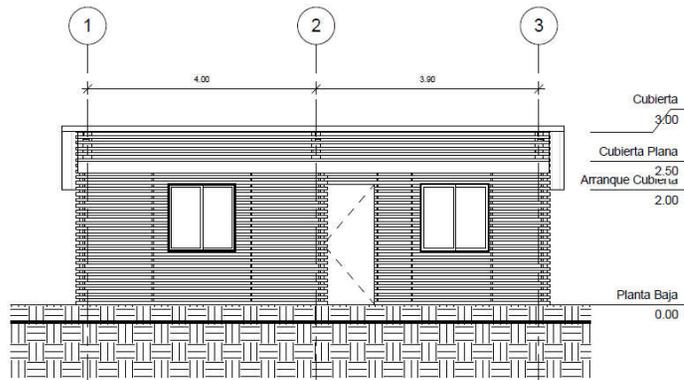


Figura 47: Fachadas Caso 2 Vivienda Convencional Mejorada (desde izq: Este y Oeste)
Fuente: Elaboración propia

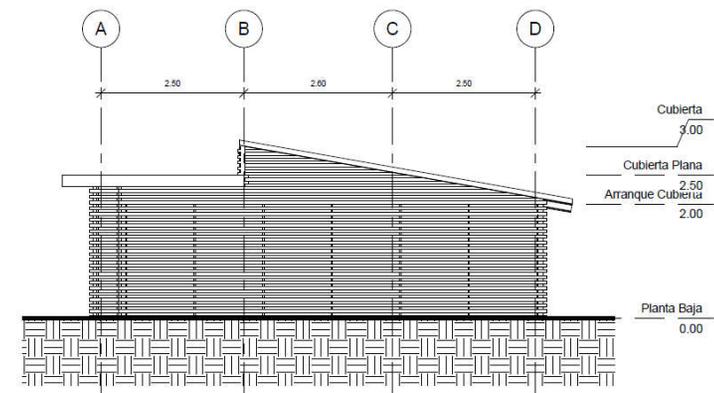
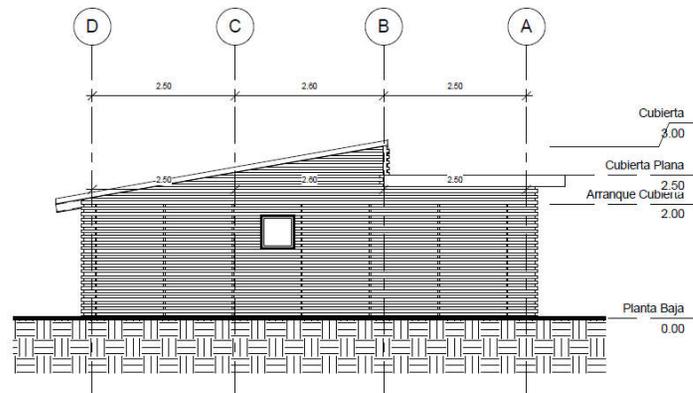


Figura 48: Fachadas Caso 2 Vivienda Convencional Mejorada (desde izq: Sur y Norte)
Fuente: Elaboración propia

5.1.2.4 Detalles constructivos de vivienda mejorada

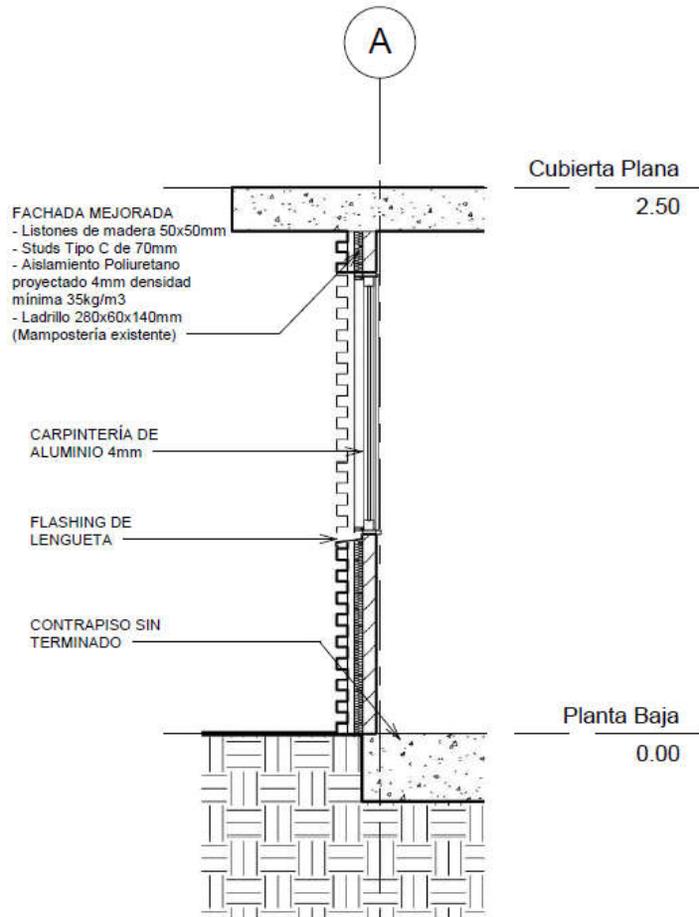


Figura 49: Corte fachada Caso 2 Vivienda convencional mejorada
 Fuente: Elaboración propia

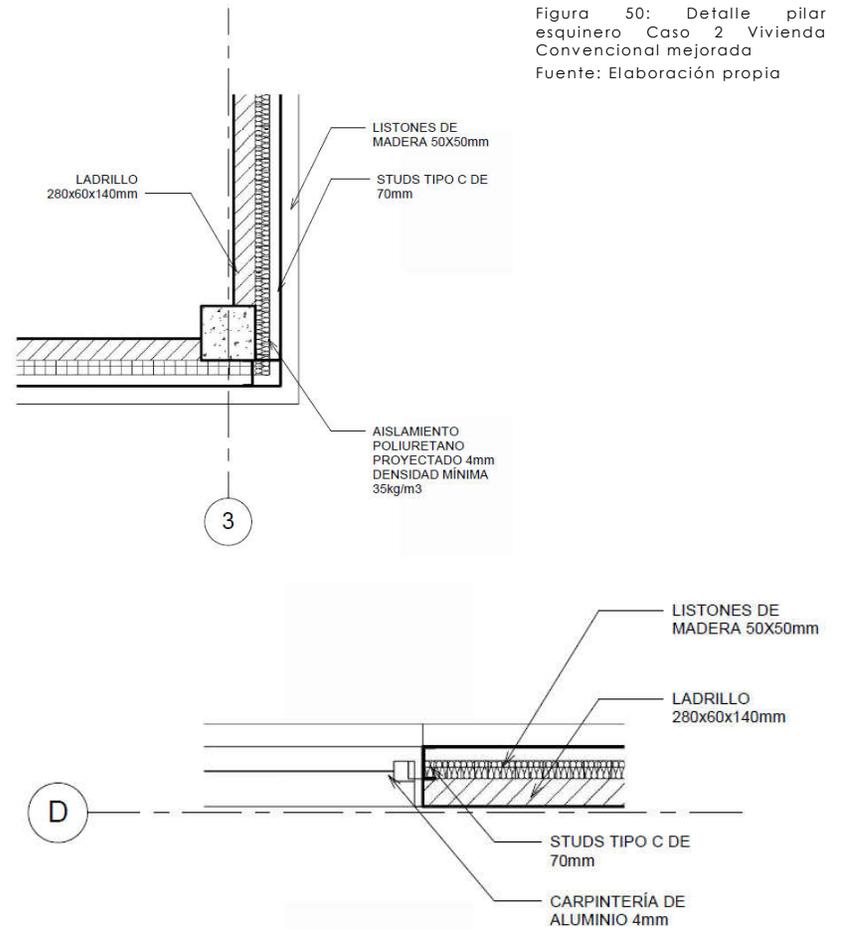


Figura 50: Detalle pilar esquinero Caso 2 Vivienda Convencional mejorada
 Fuente: Elaboración propia

Figura 51: Detalle Ventana Caso 2 Vivienda Convencional mejorada
 Fuente: Elaboración propia



Imagen 47: Vista exterior frontal Caso 2 Vivienda mejorada
Fuente: Elaboración propia



Imagen 48: Vista exterior frontal 2 Caso 2 Vivienda mejorada
Fuente: Elaboración propia



Imagen 49: Vista exterior frontal 3 Caso 2 Vivienda mejorada
Fuente: Elaboración propia



Imagen 50: Vista exterior posterior Caso 2 Vivienda mejorada
Fuente: Elaboración propia

5.1.3 MEJORAS ENERGÉTICAS CASO 3 VIVIENDA VERNÁCULA

5.1.3.1 Coste actual de la vivienda

COSTE ACTUAL CASO 3 VIVIENDA VERNÁCULA				
CALIFICACIÓN ENERGÉTICA ACTUAL				
CONSUMO DE ENERGÍA PRIMARIA NO RENOVABLE [kWh/m ² año]		EMISIONES DE DIÓXIDO DE CARBONO [kgCO ₂ / m ² año]		
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	UNI.	C. UNIT	TOTAL
Obra civil				10926,08
Hormigón plintos	1,94	m3	111,82	217,37
Hormigón en cadenas	55,45	m3	113,00	6265,57
Hormigón en columnas	0,06	m3	116,30	6,98
Ladrillo tipo bloque 2800x60x140mm	62,12	m2	11,15	692,70
Pared de caña guadua	86,10	m2	7,50	645,75
Pintura látex	62,12	m2	3,98	247,11
Ventanas listones madera	2,88	m2	10,80	31,10
Enlucidos	39,00	m2	4,68	182,52
Cubierta de zinc	43,36	m2	6,64	288,00
Correas metálicas	706,5	kg	1,05	743,94

Columnas de madera 140x140mm	56,48	m	4,84	273,22
Vigas de madera 80x80mm	0,37	m3	232,56	86,05
Vigas de madera 100x140mm	0,97	m3	232,56	225,58
Vigas de madera 140x140mm	0,7	m3	232,56	162,79
Duela rústica	50,14	m2	17,10	857,39
Piezas sanitarias				406,74
Piezas sanitarias	1,00	U	62,71	62,71
Lavamanos	1,00	U	38,72	38,72
Mezcladora para lavamanos	1,00	U	35,00	35,00
Lavaplatos 1 pozo (con grifería tipo cuello de ganso)	1,00	U	217,29	217,29
Ducha y llaves	1,00	U	34,37	34,37
Accesorios de baño	1,00	U	18,65	18,65
Instalaciones				517,07
Instalaciones Hidrosanitarias	1,00	U	110,93	110,93
Instalaciones Eléctricas	6,00	pto	31,02	186,14
Calefón con GLP	1,00	U	220	220,00
TOTAL				11849,90

Tabla 31: Coste de Caso 3 Vivienda vernácula

Fuente: Elaboración propia

5.1.3.2 Coste de mejoras de la vivienda

COSTE CASO 3 VIVIENDA VERNÁCULA MEJORAS				
CONSUMO DE ENERGÍA PRIMARIA NO RENOVABLE [kWh/m ² año]		EMISIONES DE DIÓXIDO DE CARBONO [kgCO ₂ / m ² año]		
ÁREA (m2)		43,36		
COSTE ACTUAL CASO 3 VIVIENDA VERNÁCULA		11849,90		
LÍMITE COSTE MEJORAS ENERGÉTICAS (25%)		2962,4742		
SALARIO BÁSICO UNIFICADO (2 miembros)		750,00		
CUOTA MEJORA VIVIENDA AL MES (48 MESES)		61,718213		
PORCENTAJE DEL PAGO MENSUAL EN RELACIÓN AL INGRESO		8,23%		
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	UNI.	C. UNIT	TOTAL
Mejoras en fachadas y huecos				
Adición de aislamiento térmico en fachadas exteriores con poliuretano proyectado 4mm, densidad mínima 35 kg/m ³	112,26	m2	8,57	962,07
Fachada con listones de madera con semiestructura de Studs 70x25mm	1,863	m3	442,59	824,55

Adición de aislamiento térmico en cubiertas exteriores con poliuretano proyectado 4mm, densidad mínima 35 kg/m ³	43,36	m2	8,57	371,60
Sustitución de ventanas de aluminio 4mm	2,88	m2	71,37	205,55
Instalaciones				
Caldera con GLP (se mantiene)				
TOTAL				2363,75

Tabla 32: Coste de mejoras Caso 3 Vivienda vernácula
Fuente: Elaboración propia

5.1.3.3 Plantas arquitectónicas de vivienda mejorada

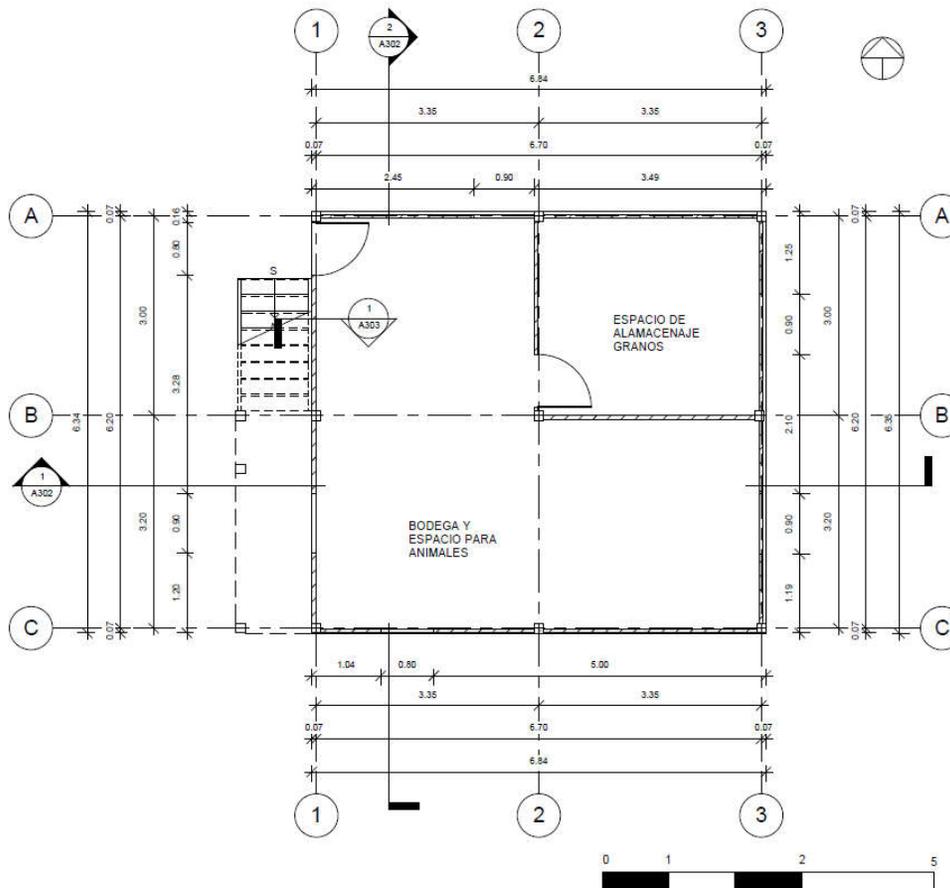


Figura 52: Planta Baja No habitable Caso 3 Vivienda vernácula mejorada
Fuente: Elaboración propia

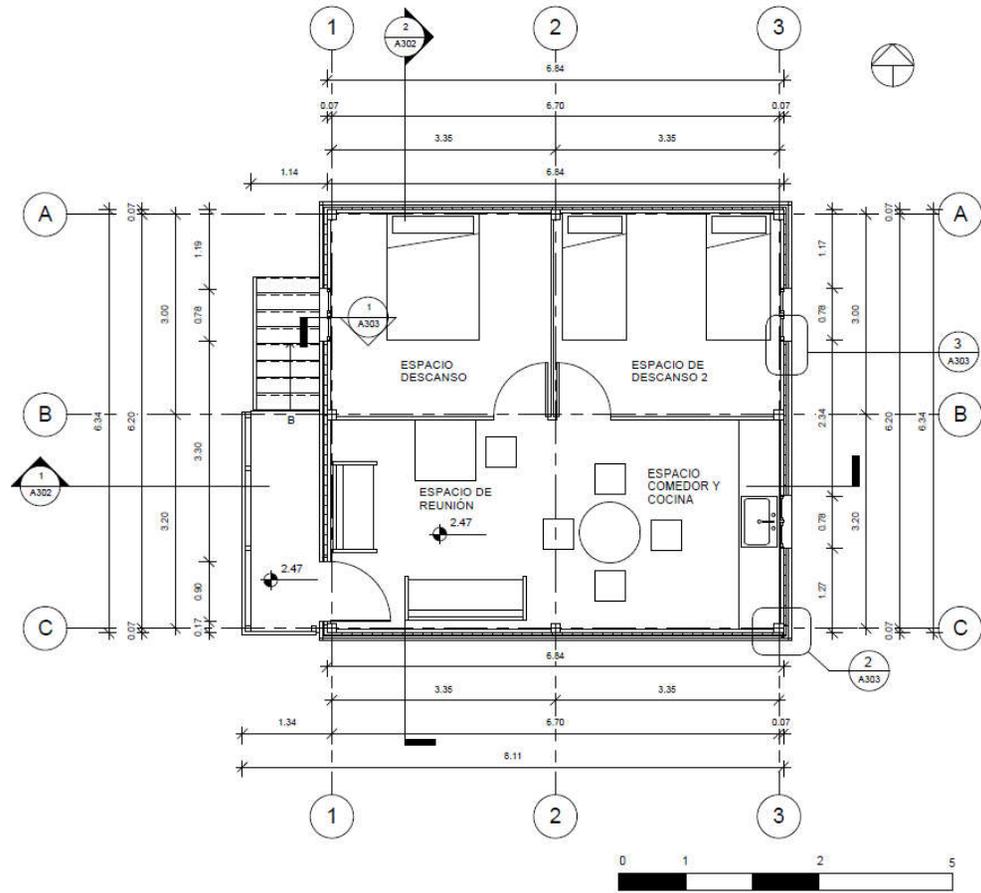


Figura 53: Planta Alta habitable Caso 3 Vivienda vernácula mejorada
Fuente: Elaboración propia

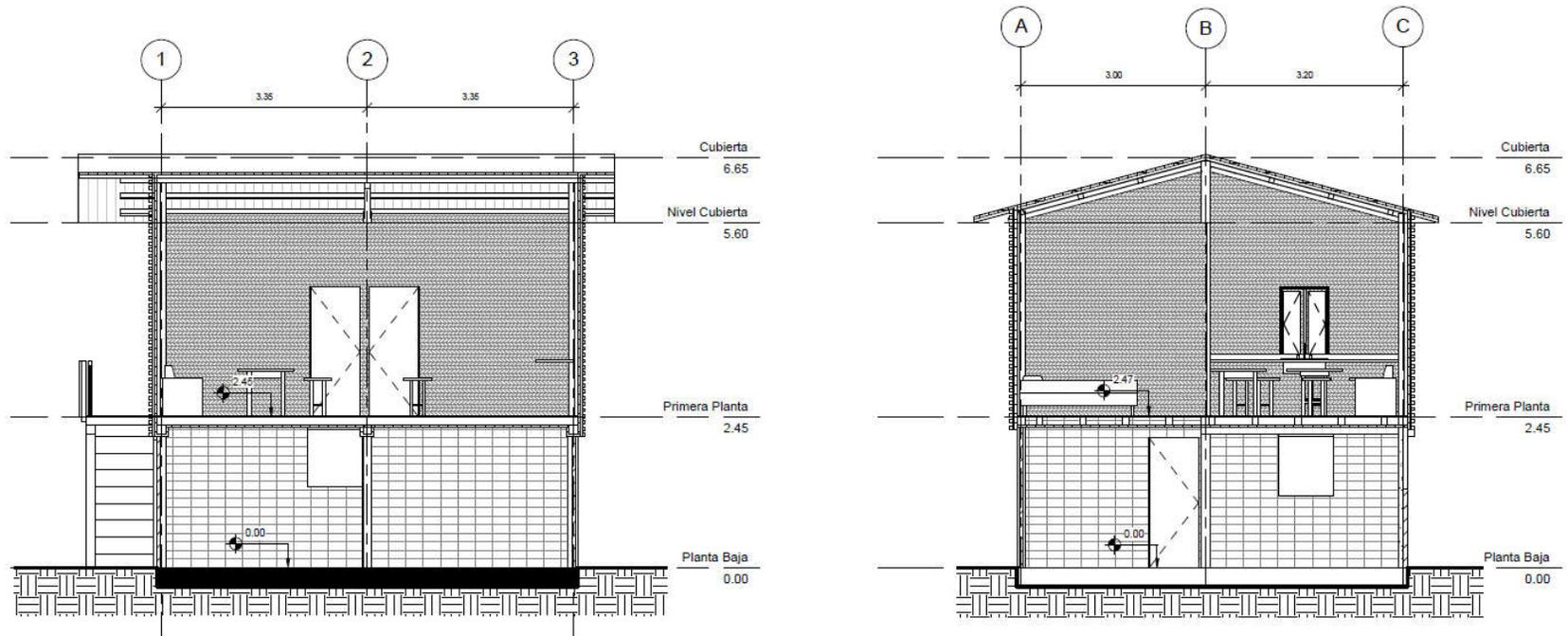


Figura 54: Secciones Caso 3 Vivienda vernácula mejorada
Fuente: Elaboración propia

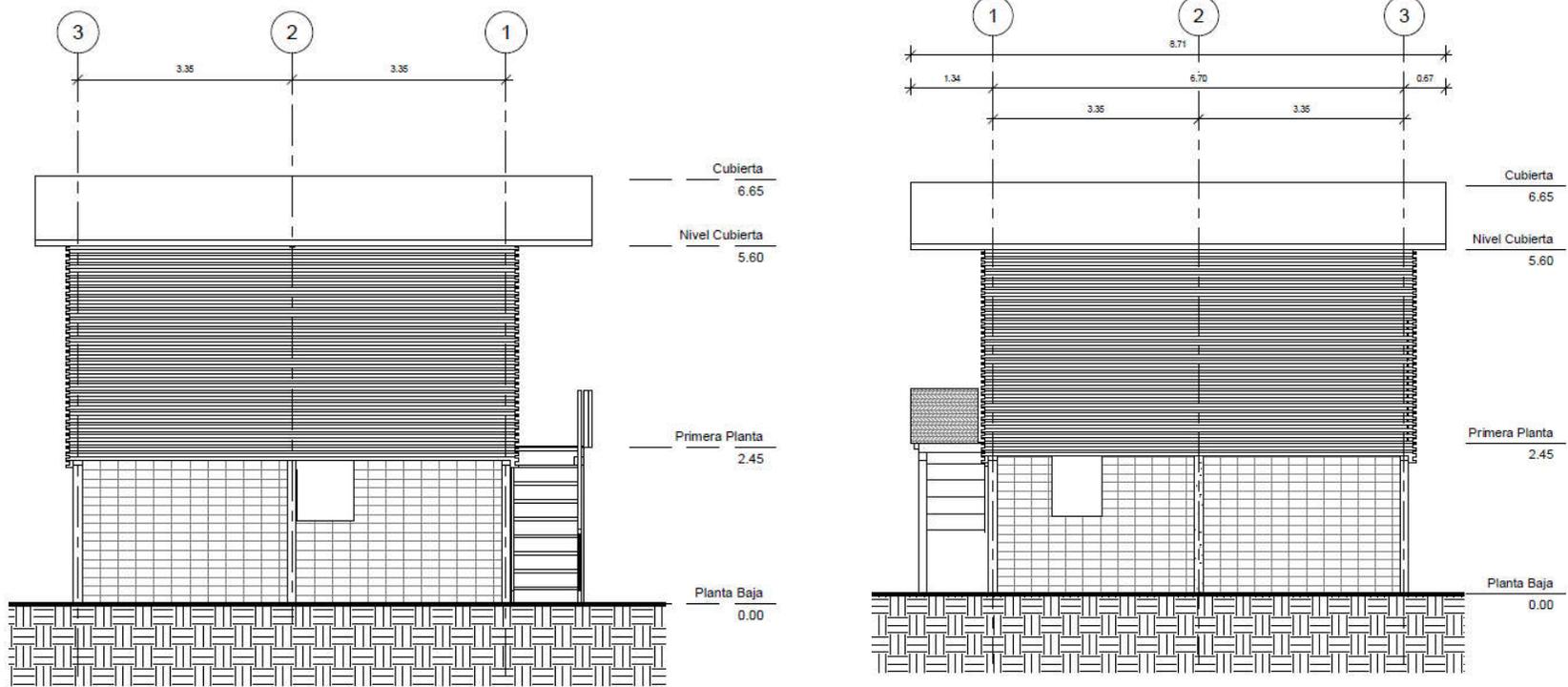


Figura 55: Fachadas Caso 3 Vivienda vernácula mejorada (desde izq: Norte y Sur)
Fuente: Elaboración propia

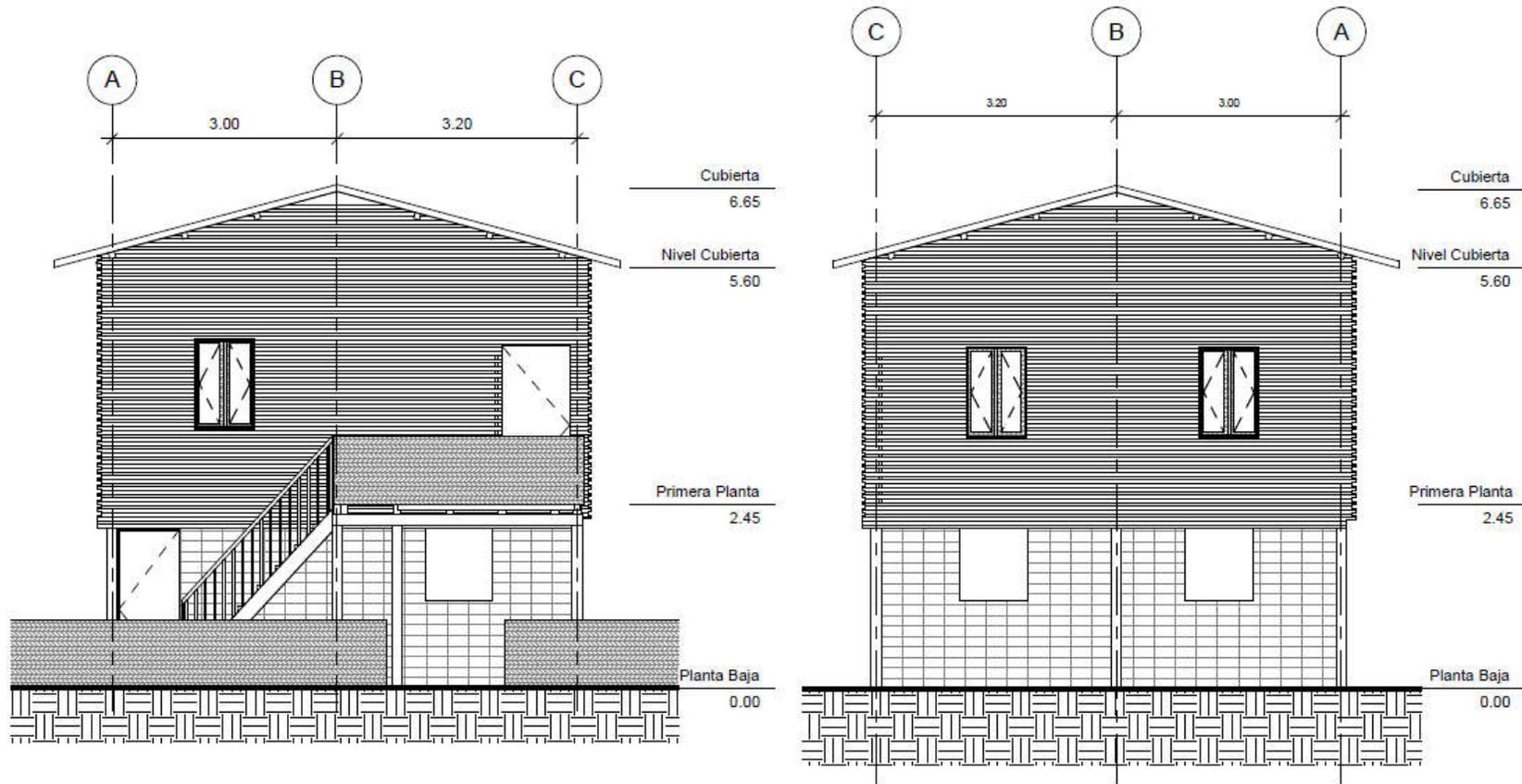


Figura 56: Fachadas Caso 3 Vivienda vernácula mejorada (desde izq: Oeste frontal y Este)
Fuente: Elaboración propia

5.1.3.4 Detalles constructivos de vivienda mejorada

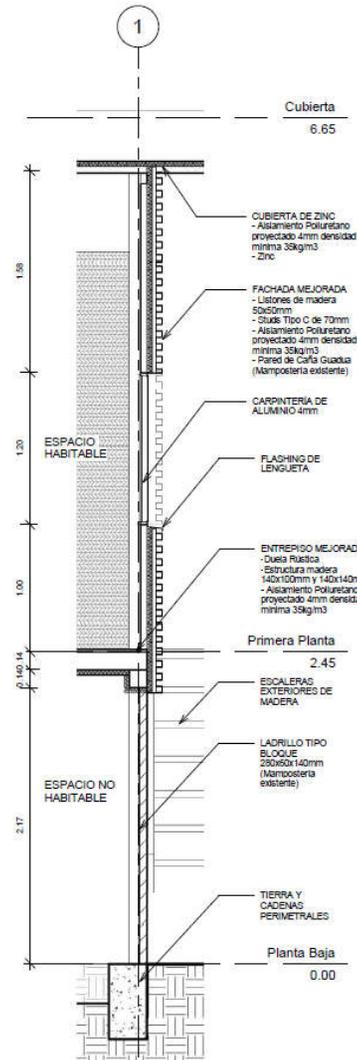


Figura 57: Corte Fachada Caso 3 Vivienda vernácula mejorada
Fuente: Elaboración propia

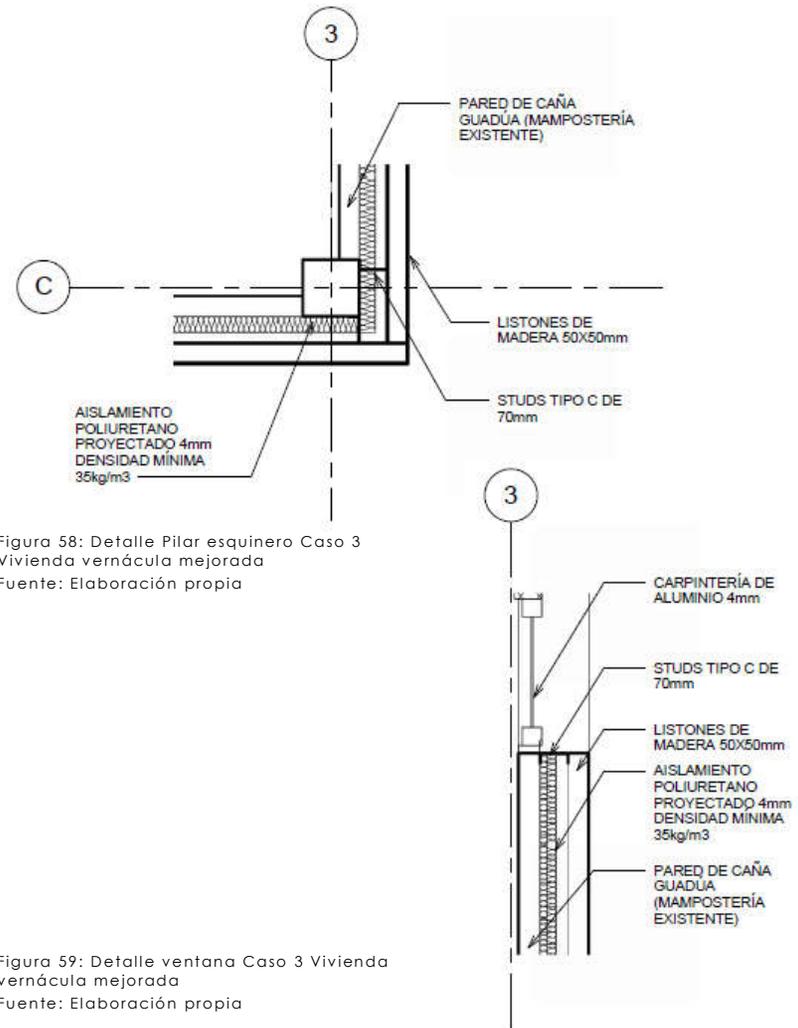


Figura 58: Detalle Pilar esquinero Caso 3 Vivienda vernácula mejorada
Fuente: Elaboración propia

Figura 59: Detalle ventana Caso 3 Vivienda vernácula mejorada
Fuente: Elaboración propia



Imagen 51: Vista exterior frontal Caso 3 Vivienda mejorada
Fuente: Elaboración propia



Imagen 52: Vista exterior frontal 2 Caso 3 Vivienda mejorada
Fuente: Elaboración propia



Imagen 53: Vista exterior frontal 3 Caso 3 Vivienda mejorada
Fuente: Elaboración propia



Imagen 54: Vista exterior posterior Caso 3 Vivienda mejorada
Fuente: Elaboración propia

5.2 RESUMEN COMPARATIVO DE CERTIFICACIÓN ENERGÉTICA Y MEJORAS DE CASOS DE ESTUDIO

CASO 1		CASO 2		CASO 3							
<p>CONSUMO DE ENERGÍA PRIMARIA NO RENOVABLE [kWh/m² año]</p>		<p>EMISIONES DE DIÓXIDO DE CARBONO [kgCO₂/ m² año]</p>		<p>CONSUMO DE ENERGÍA PRIMARIA NO RENOVABLE [kWh/m² año]</p>		<p>EMISIONES DE DIÓXIDO DE CARBONO [kgCO₂/ m² año]</p>		<p>CONSUMO DE ENERGÍA PRIMARIA NO RENOVABLE [kWh/m² año]</p>		<p>EMISIONES DE DIÓXIDO DE CARBONO [kgCO₂/ m² año]</p>	
COSTE CASO 1 VIVIENDA CONVENCIONAL MEJORAS		COSTE CASO 2 VIVIENDA CONVENCIONAL MEJORAS		COSTE CASO 3 VIVIENDA VERNÁCULA MEJORAS							
<p>CONSUMO DE ENERGÍA PRIMARIA NO RENOVABLE [kWh/m² año]</p>		<p>EMISIONES DE DIÓXIDO DE CARBONO [kgCO₂/ m² año]</p>		<p>CONSUMO DE ENERGÍA PRIMARIA NO RENOVABLE [kWh/m² año]</p>		<p>EMISIONES DE DIÓXIDO DE CARBONO [kgCO₂/ m² año]</p>		<p>CONSUMO DE ENERGÍA PRIMARIA NO RENOVABLE [kWh/m² año]</p>		<p>EMISIONES DE DIÓXIDO DE CARBONO [kgCO₂/ m² año]</p>	
<p>ENVOLVENTE TERMICA CERRAMIENTOS OPACOS</p>											

Nombre	Tipo	Superficie actual [m²]	Transmitancia actual [W/m² K]	Superficie post mejora [m²]	Transmitancia post mejora [W/m² K]
Cubierta de Zinc sin aislamiento	Cubierta	60.51	2.70	60.51	0.56
Muro de fachada 1	Fachada	18.00	4.34	18.00	0.60
Suelo con terreno	Suelo	59.59	1.02	59.59	1.02
Muro de fachada 2	Fachada	14.76	4.34	14.76	0.60
Muro de fachada 3	Fachada	17.61	4.34	17.61	0.60
Muro de fachada 4	Fachada	17.61	4.34	17.61	0.60
Partición vertical	Partición Interior	33.00	2.18	33.00	2.18

Nombre	Tipo	Superficie actual [m²]	Transmitancia actual [W/m² K]	Superficie post mejora [m²]	Transmitancia post mejora [W/m² K]
Cubierta de zinc	Cubierta	47.50	2.70	47.50	0.56
Losa plana de Hormigón armado	Cubierta	21.33	4.41	21.33	0.60
Muro de fachada 1	Fachada	17.29	4.34	17.29	0.60
Muro de fachada 2	Fachada	18.22	4.34	18.22	0.60
Muro de fachada 3	Fachada	17.14	4.34	17.14	0.60
Muro de fachada 4	Fachada	11.96	4.34	11.96	0.60
Suelo con terreno	Suelo	62.39	1.00	62.39	1.00
Partición vertical	Partición Interior	36.38	2.40	36.38	2.40

Nombre	Tipo	Superficie actual [m²]	Transmitancia actual [W/m² K]	Superficie post mejora [m²]	Transmitancia post mejora [W/m² K]
Cubierta de zinc	Cubierta	43.37	0.50	43.37	0.29
Muro de fachada 1	Fachada	21.44	4.43	21.44	0.60
Muro de fachada 2	Fachada	21.44	4.43	21.44	0.60
Muro de fachada 3	Fachada	19.69	4.43	19.69	0.60
Muro de fachada 4	Fachada	20.65	4.43	20.65	0.60
Suelo con terreno	Suelo	43.37	1.14	43.37	1.14
Partición vertical	Partición Interior	30.05	2.65	30.05	2.65

HUECOS Y LUCERNARIOS

Nombre	Tipo	Superficie actual [m²]	Transmitancia actual del hueco [W/m² K]	Transmitancia actual del vidrio [W/m² K]	Superficie post mejora [m²]	Transmitancia post mejora [W/m² K]	Transmitancia post mejora del vidrio [W/m² K]
Ventanas Sur	Hueco	3.24	5.70	5.70	3.24	1.74	1.80
Ventanas Este	Hueco	2.23	5.70	5.70	2.23	1.74	1.80
Ventanas Oeste	Hueco	2.23	5.70	5.70	2.23	1.74	1.80

Nombre	Tipo	Superficie actual [m²]	Transmitancia actual del hueco [W/m² K]	Transmitancia actual del vidrio [W/m² K]	Superficie post mejora [m²]	Transmitancia post mejora [W/m² K]	Transmitancia post mejora del vidrio [W/m² K]
Ventana Sur	Hueco	0.37	5.70	5.70	0.37	1.74	1.80
Ventana Este	Hueco	2.88	5.70	5.70	2.88	1.74	1.80
Ventana Oeste	Hueco	3.24	5.70	5.70	3.24	1.74	1.80

Nombre	Tipo	Superficie actual [m²]	Transmitancia actual del hueco [W/m² K]	Transmitancia actual del vidrio [W/m² K]	Superficie post mejora [m²]	Transmitancia post mejora [W/m² K]	Transmitancia post mejora del vidrio [W/m² K]
Ventanas Este	Hueco	1.92	5.70	5.70	1.92	1.74	1.80
Ventanas Oeste	Hueco	0.96	5.70	5.70	0.96	1.74	1.80

ÁREA (m2)	59,59	ÁREA (m2)	62,38	ÁREA (m2)	43,36
COSTE ACTUAL CASO 1 VIVIENDA CONVENCIONAL	17739,63	COSTE ACTUAL CASO 2 VIVIENDA CONVENCIONAL	20469,09	COSTE ACTUAL CASO 3 VIVIENDA VERNÁCULA	11849,90
LÍMITE COSTE MEJORAS ENERGÉTICAS (20%)	3547,9253	LÍMITE COSTE MEJORAS ENERGÉTICAS (20%)	4093,8188	LÍMITE COSTE MEJORAS ENERGÉTICAS (25%)	2962,4742
SALARIO BÁSICO UNIFICADO (2 miembros)	750,00	SALARIO BÁSICO UNIFICADO (2 miembros)	750,00	SALARIO BÁSICO UNIFICADO (2 miembros)	750,00
CUOTA MEJORA VIVIENDA AL MES (48 MESES)	73,91511	CUOTA MEJORA VIVIENDA AL MES (48 MESES)	85,287892	CUOTA MEJORA VIVIENDA AL MES (48 MESES)	61,718213
PORCENTAJE DEL PAGO MENSUAL EN RELACIÓN AL INGRESO	9,86%	PORCENTAJE DEL PAGO MENSUAL EN RELACIÓN AL INGRESO	11,37%	PORCENTAJE DEL PAGO MENSUAL EN RELACIÓN AL INGRESO	8,23%

MEJORAS														
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	UNI.	C. UNIT	TOTAL		CANTIDAD	UNI.	C. UNIT	TOTAL		CANTIDAD	UNI.	C. UNIT	TOTAL
Mejoras en fachadas y huecos														
Adición de aislamiento térmico en fachadas exteriores con poliuretano proyectado 4mm, densidad mínima 35 kg/m ³	97,00	m2	8,57	831,29		94,00	m2	8,57	805,58		112,26	m2	8,57	962,07
Fachada con listones de madera con semiestructura metálica studs 70x25mm (solo fachada Norte y Sur)	1,5445	m3	429,835	663,88		2,35	m3	427,34	1004,25		1,863	m3	442,59	824,55
Adición de aislamiento térmico en cubiertas exteriores con poliuretano proyectado 4mm, densidad mínima 35 kg/m ³	60,51	m2	8,57	518,58		47,49	m2	8,57	406,99		43,36	m2	8,57	371,60
Sustitución de ventanas de aluminio 4mm	7,70	m2	71,37	549,55		6,49	m2	71,37	463,19		2,88	m2	71,37	205,55
Instalaciones														
Caldera con GLP (se mantiene)														
Implementación de paneles fotovoltaicos	3,00	U	268,01	804,03		5,00	U	268,01	1340,05					
TOTAL				3367,33					4020,06					2363,75

Tabla 33: Resumen comparativo de certificación energética de Casos de estudio
Fuente: Elaboración propia

5.2.1 Descripción de mejoras energéticas para Casos de Estudio

Como se observa en los resultados la calificación energética al realizar las mejoras sube considerablemente dicha calificación.

Las mejoras como se muestra en la Tabla 33 consisten en:

5.2.1.1 Mejora en fachadas y cubierta

La mejora planteada es reducir la transmitancia térmica de los elementos en fachada y cubierta. El poliuretano proyectado (espesor 4mm y densidad mínima de 35 kg/m³) se utiliza como asilamiento para reducir la transmitancia de los elementos opacos en este caso se lo hace por el exterior para evitar puentes térmicos en lo posible. Así se reduce la transmitancia en un 80% en promedio para los elementos de fachada de 4,34 W/m².K a 0,60 W/m².K y 2,70 W/m².K a 0,56 W/m².K en las cubiertas. Esto se puede observar en cada tabla comparativa de las mejoras de los respectivos casos de estudio generada mediante el programa Ce3x.

El poliuretano proyectado no tiene un óptimo acabado pues es un material para lograr aislamiento, por esta razón se utiliza una Fachada con listones de madera apoyada en una semiestructura metálica de studs 70x25mm para cubrir estéticamente al aislamiento. Esto se muestra tanto en planos como en los renders de cada vivienda.

5.2.1.2 Mejora en huecos y lucernarios

Las mejoras en huecos se realizan con una sustitución de ventanas; las actuales están hechas con marcos de hierro para los casos 1,2 Vivienda convencional y listones de madera

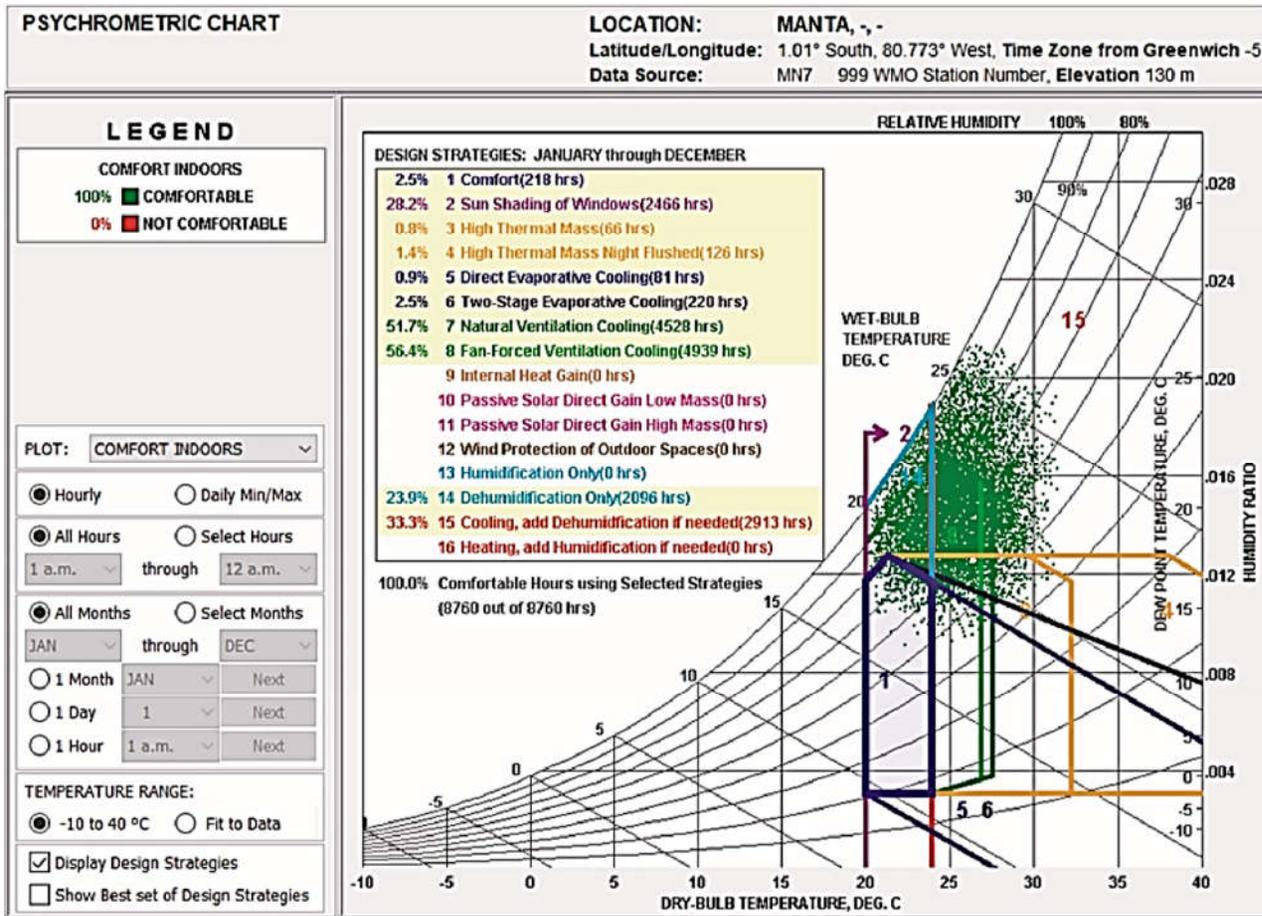
para el Caso 3 Vivienda Vernácula; por ventanas con mejor comportamiento térmico como son ventanas de aluminio de 4mm y mejoramiento del vidrio. En el caso 3 no existe vidrio en ventanas. Así la transmitancia térmica se reduce en un 68,42% de 5,70 W/m².K a 1,80 W/m².K.

5.2.1.3 Instalaciones

En cuanto a instalaciones se mantiene el sistema de calentamiento por caldera con GLP; por costo ya que es el sistema más usado en la región costa. Además, se debe tomar en cuenta que el clima de Manta es muy favorable y caluroso durante casi todo el año por ello no se necesita una temperatura elevada del Agua caliente sanitaria.

Para la mejora de la calificación energética en este punto se opta por la Implementación de paneles fotovoltaicos en los casos 1 y 2 vivienda convencional. No se implementa en el caso 3 debido al límite de coste de mejoras energéticas pues el coste de vivienda del último caso es inferior a los dos primeros. Sin embargo, queda abierta la posibilidad de implementarlos ya que durante todo el año se tiene un clima favorable como se menciona en reiteradas ocasiones.

5.3 Sugerencia de diseño a partir de carta psicométrica de Manta



La carta psicométrica muestra las relaciones de las propiedades del aire como son: temperatura de bulbo seco, temperatura de bulbo húmedo, humedad relativa, punto de rocío, relación de humedad, calor total (entalpía) y volumen específico. (Carl E. Berg, Colmac Coil Manufacturing, Inc., 2016).

En este caso este gráfico representa la carta psicométrica de Manta elaborada mediante programa Climate Consultance el cual sugiere mejoras para lograr un mayor confort interno con estrategias de diseño sugeridas. El archivo para lograr la carta psicométrica fue obtenido de la Dirección de Aviación Civil (DAC) siendo datos de estación meteorológica de Manta.

Diagrama 5: Carta Psicométrica de Manta
 Fuente: EPW Estación Meteorológico Manta (Fuerza Área de Ecuador)

5.3.1.1 Estrategias de diseño para confort térmico interior

Refrigeración y ventilación

Si se analiza los resultados arrojados, se tiene dos valores que resaltan así se tiene con 51,7% Ventilación Natural de Refrigeración y 56,4% Ventilación Forzada de Refrigeración. Estas dos estrategias son acertadas de acuerdo el clima de Manta es cálido con una humedad que en promedio está en 74% durante todo el año.

Este caso puede ser resuelto con ventilación cruzada en la vivienda, para ello se tiene que hacer un estudio donde se encuentre las corrientes de viento para poder implantar de mejor manera a la vivienda en lo posible.

Esta opción según el programa y la simulación hecha en programa informático climate consultance sugiere estas dos opciones como las óptimas que satisficieran en mayor cantidad de horas con confort térmico.

Des humificador y refrigeración

También se sugiere refrigeración y des humificación si fuera necesario con aproximadamente 33,33% o 23,9% que sería solo el des humificador. Con esta opción cubriría mitad de horas que en las dos primeras opciones. Se necesitaría un equipo y por ende representaría un costo mayor.

Sombras en ventanas

Existe la estrategia de poseer sombras en ventanas con un porcentaje del 28,2% que significan 2466 horas del año. Esta opción es factible pues simplemente con vegetación de la zona que brinden sombra ubicadas estratégicamente donde

estén las ventanas se puede mejorar el confort en el porcentaje antes mencionado.

Otra opción es contar con espacios cubiertos abiertos junto a ventanas o puertas que brinden sombra, porches, pérgolas o aleros de cubiertas que cubran ventanas para tener luz indirecta.

Este análisis brinda una perspectiva de las acciones a realizar para mejorar el confort térmico de las viviendas que se puede tomar en cuenta al momento de realizar el diseño previo a la construcción, implantación del elemento arquitectónico y sirven de complemento a los datos obtenidos del programa oficial Ce3x de certificación energética el cual está bajo la normativa de España (CTE) con el cual se analiza los casos de estudio descritos en este documento y ubicados en Manta.

6 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

- En el Ecuador se tiene un bajo nivel de técnica constructiva y precariedad al momento de construir en la mayoría de las viviendas en el Ecuador, lo cual ha causado un bajo nivel cualitativo respecto a la calidad de vida de las personas; pues la auto construcción no permite una óptima utilización de materiales que atiendan al entorno, contexto y necesidades de determinada zona climática.
- Es necesario una concientización y promoción de construcciones sostenibles en el Ecuador que atiendan al llamado mundial por parte de la Organización de Naciones Unidas en relación al bajar el consumo de energía y emisiones de CO₂ a la atmósfera.
- La falta de normativas y control con políticas que busquen la eficiencia energética en las edificaciones del Ecuador ha causado un atraso tecnológico en el aparato constructor que afecta considerablemente al confort térmico de los usuarios.
- Aunque exista la Norma Ecuatoriana de Construcción que abarca temas estructurales, se debe crear el complemento que abarque normativa que regule los consumos y demandas de energía de edificaciones, considerando límites de transmitancias y conductividades térmicas de los materiales existentes en el Ecuador para a su vez lograr datos reales para tener edificios técnicamente bien concebidos y energéticamente eficientes.
- La normativa energética a crear debe contener aspectos del contexto de la zona y basados en la climatología de cada región del Ecuador con su respectivo clima y microclima; establecer lineamientos técnicos que vayan de acuerdo a la zona climática para la óptima utilización de materiales del sector y mejor comportamiento térmico de materiales.
- El Estado, Municipios y Gobiernos seccionales deben apoyar con créditos, préstamos para promover una construcción de calidad y evitar la improvisación en la utilización de materiales sin asesoramiento técnico adecuado.
- El Ecuador cuenta con un índice de radiación solar alto durante todo el año y una temperatura media en las región litoral y Oriental favorable para desarrollar tecnología e implementar sistemas de energía renovables como paneles fotovoltaicos, térmicos; pues al momento la existencia, utilización y conocimiento de ellos es casi nulo en el país.
- Los datos del análisis térmico de las viviendas en cuestión han servido para posicionar el nivel de desarrollo energético de los casos de estudio de la ciudad de Manta y observar su comportamiento bajo exigencia de normativa española; que ha dado resultados con índices y etiquetas energéticas bajas; pero que con aplicación de mejoras se ha podido lograr un comportamiento mucho mejor sin que represente un porcentaje de coste de mejoramiento energético alto.

- Se ha demostrado que las mejoras energéticas aplicadas a los casos de estudio no sobrepasan la capacidad de endeudamiento de las familias y muestra una clara idea de la posibilidad de realizarlas en viviendas de familias con nivel socioeconómico bajo.
- Los resultados obtenidos en las certificaciones energéticas, las sugerencias de mejora y la información de libre acceso respecto al logro de eficiencia energética en edificios; se deben socializar para que dicho conocimiento esté al alcance de la mayor parte de profesionales, técnicos, obreros de construcción y personas en general y que las nuevas edificaciones incluyendo los planes de mejora y reconstrucción de zonas afectadas por el terremoto se implante con el objetivo mejor calidad de vida de los usuarios.

Bibliografía

- AECID, A. E. (2014). *Hábitat social, digno, sostenible y seguro en Manta, Manabí, Ecuador*. Valladolid.
- ASHRAE, S. T. (2017). *Shaping Tomorrow's Built Environment Today*. Obtenido de <https://www.ashrae.org/>
- BBC. (04 de 2016). BBC. Obtenido de http://www.bbc.com/mundo/noticias/2016/04/160416_ecuador_terremoto_magnitud_colombia_peru_bm
- Carl E. Berg, Colmac Coil Manufacturing, Inc. (2016). *Colmac Coil*. Obtenido de <http://www.colmaccoil.com/media/28978/backtobasicpsychrometricsandthepsychrometriccharts.pdf>
- Científicas, C. S. (2015). *CTE Código Técnico de la Edificación*. Obtenido de <https://www.codigotecnico.org/>
- Científicas, C. S. (Junio de 2017). *CTE Código Técnico de la Edificación*. Obtenido de <https://www.codigotecnico.org/images/stories/pdf/ahorroEnergia/DBHE.pdf>
- Constituyente, A. (09 de 2012). *Constitución de la República del Ecuador*. Obtenido de http://www.ambiente.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2012/09/constitucion_de_bolsillo_final.pdf
- Efinovatic. (2017). *Efinovatic*. Obtenido de <http://www.efinovatic.es/CE3X>
- Europea, P. E. (10 de 5 de 2010). *Boletín Oficial del Estado*. Obtenido de <https://www.boe.es/doue/2010/153/L00013-00035.pdf>
- Gobierno de Navarra. (2017). *Meteorología y climatología de Navarra*. Obtenido de <http://meteo.navarra.es/definiciones/koppen.cfm>
- Holcim. (2015). *Hormigón*. Obtenido de <http://www.holcim.es/productos-y-servicios/hormigon/hormigon-que-es.html>
- INEC, I. E. (2006). *Ecuador en cifras*. Obtenido de http://www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/web-inec/ECV/Publicaciones/ECV_Folleto_de_vivienda.pdf
- INEC, I. E. (2010). *Total de viviendas particulares con personas presentes por tipo de material del techo o cubierta, según provincia, cantón y parroquia de empadronamiento*. Obtenido de <http://www.ecuadorencifras.gob.ec/page/2/?s=vivienda>
- INEC, I. E. (Octubre de 2014). *Ecuador en Cifras*. Obtenido de http://www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/web-inec/ECV/ECV_2015/documentos/ECV%20COMPENDIO%20LIBRO.pdf
- INEC, I. E. (04 de 2015). *Habitat y Vivienda*. Obtenido de <http://www.habitatyvivienda.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2015/04/PROYECTO-PROGRAMA-NACIONAL-DE-VIVIENDA-SOCIAL-9nov-1.pdf>

- INEN, I. E. (2015). *Código Ecuatoriano de la Construcción. Mampostería de Ladrillo*. Obtenido de http://www.normalizacion.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2015/2015/DRO/16012015/cpe_inen_5_4.pdf
- INER, I. E. (2015). *Guía de Estrategias para mejorar las condiciones de habitabilidad y el consumo de energía en viviendas*. Obtenido de http://iner.ec/plataforma/Guia%20EEE_baja.pdf
- INER, Instituto Ecuatoriano de Energías Renovables. (2016). *Caracterización térmica de materiales y elementos constructivos para edificaciones sostenibles, mediante implementación de laboratorios*. Obtenido de <http://www.iner.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2015/03/K-014-Caracterizaci%C3%B3n.pdf>
- INOCAR, I. O. (2012). *Instituto Oceanográfico de la Armada*. Obtenido de https://www.inocar.mil.ec/docs/derrotero/derrotero_c_ap_1.pdf
- Instituto Eduardo Torroja de ciencias de la construcción con la colaboración de CEPCO y AICIA. (2010). *Catálogo informático de elementos constructivos (CEC)*. Obtenido de http://www.anape.es/pdf/Catalogo%20de%20Elementos%20Constructivos%20CAT-EC-v06.3_marzo_10.pdf
- Manta 360. (2004). *Manta 360*. Obtenido de <http://www.manta360.com/guia.php?gid=1>
- María T. Baquero L, F. Q. (8 de 10 de 2016). *Energy efficiency in Cuenca's residential sector, Ecuador*. Obtenido de https://www.researchgate.net/publication/312426355_Energy_efficiency_in_Cuenca%27s_residential_sector_Ecuador
- MIDUVI, M. d. (2012). *Proyecto Programa de Vivienda Social*. Obtenido de <http://www.habitatyvivienda.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2015/04/PROYECTO-PROGRAMA-NACIONAL-DE-VIVIENDA-SOCIAL-9nov-1.pdf>
- Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda - MIDUVI, a. t. (04 de 2015). *Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda*. Obtenido de <http://www.habitatyvivienda.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2015/04/PROYECTO-PROGRAMA-NACIONAL-DE-VIVIENDA-SOCIAL-9nov-1.pdf>
- Ministerio de Electricidad y Energía Renovable. (2017). *Coca Codo Sinclair*. Obtenido de <http://www.energia.gob.ec/coca-codo-sinclair/>
- Molina, F. Q. (2014). *Métodos de evaluación sostenible de la vivienda: Análisis comparativo de cinco métodos internaciones*. *Revista Hábitat Sustentable*, 56-67.
- ONU, A. G. (12 de Agosto de 2015). *Naciones Unidas*. Obtenido de <http://www.un.org/es/comun/docs/?symbol=A/RES/70/1>
- Provincial, M. G. (12 de 2017). *Manabí Gobierno Provincial*. Obtenido de <http://www.manabi.gob.ec/cantones/manta>

- Rodríguez, J. A. (11 de 2007). *Repositorio Escuela Politécnica del Ejército*. Obtenido de Propiedades Físicas-Mecánicas de la Guadua Angustifolia Kunth y Aplicación al Diseño de Baterías Sanitarias:
<https://repositorio.espe.edu.ec/bitstream/21000/1562/1/T-ESPE-025178.pdf>
- SHAH, S. d. (2015). *Habitat y Vivienda Informe Nacional del Ecuador Habitat III*. Obtenido de
http://www.habitatyvivienda.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2017/05/Informe-Pais-Ecuador-Enero-2016_vf.pdf

Anexos