UNIVERSIDAD DE COSTA RICA

Facultad de Ingeniería | Escuela de Arquitectura

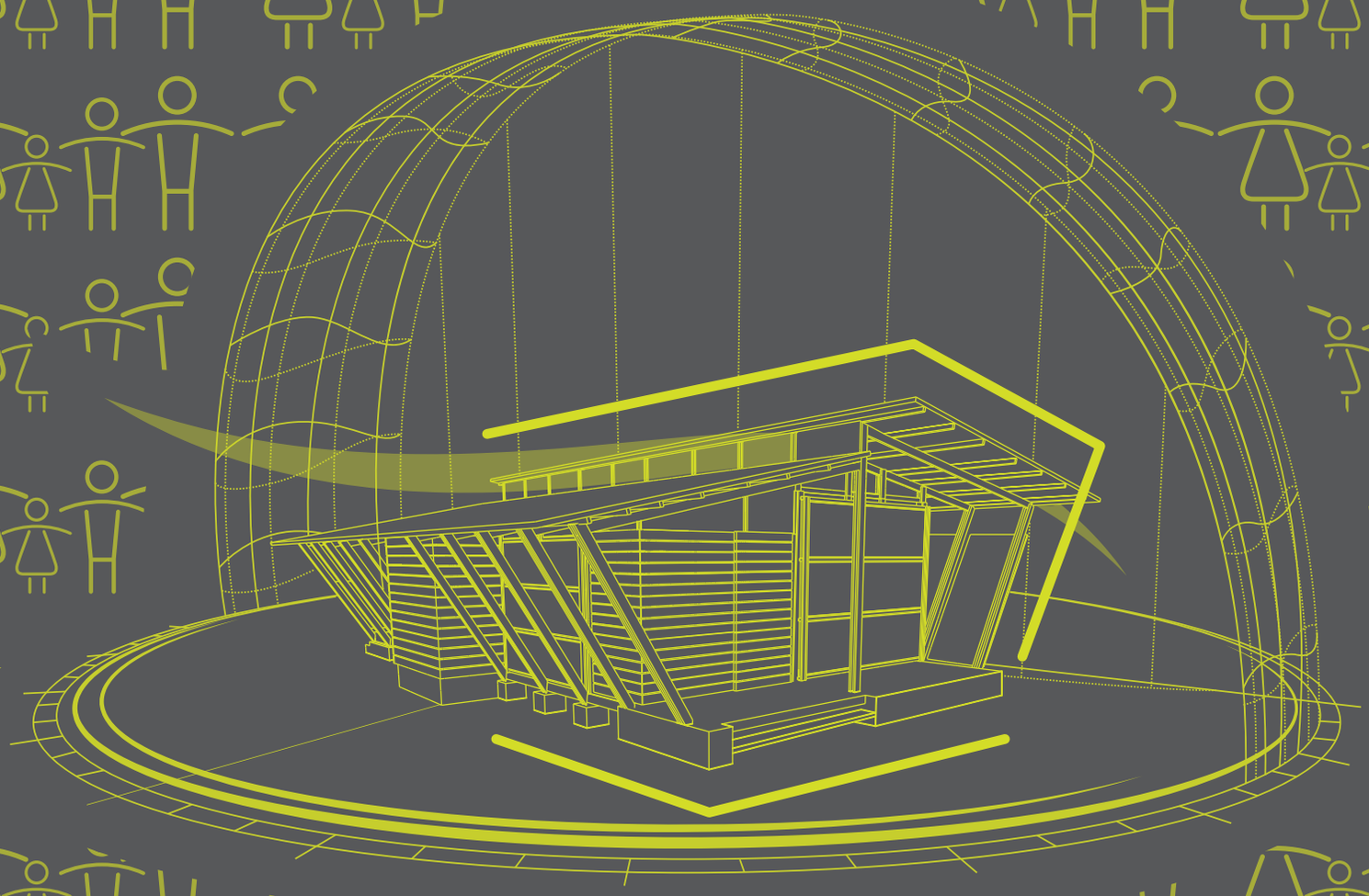
MODELO ALTERNATIVO DE ADAPTACIÓN BIOCLIMÁTICA

de la vivienda prefabricada de interés social

Proyecto Final de Graduación para optar por el Grado de Licenciatura en Arquitectura

DAVID VARGAS MADRIGAL

2015



UNIVERSIDAD DE COSTA RICA

Facultad de Ingeniería | Escuela de Arquitectura

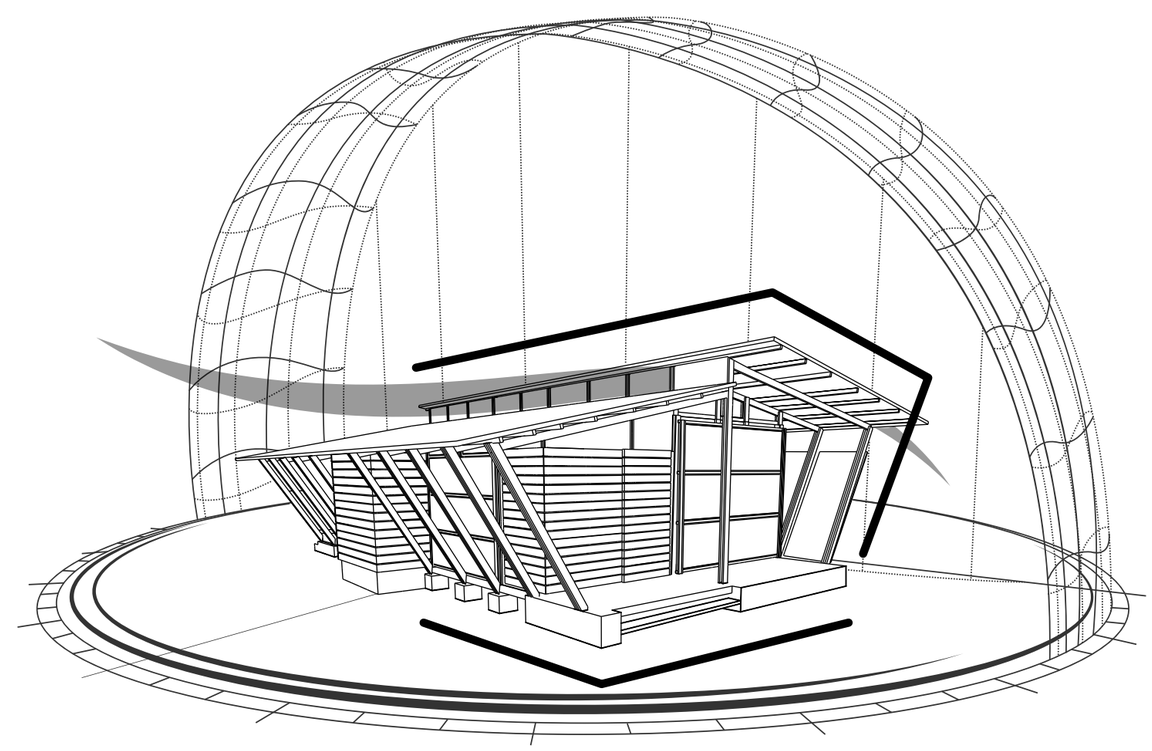
MODELO ALTERNATIVO DE ADAPTACIÓN BIOCLIMÁTICA

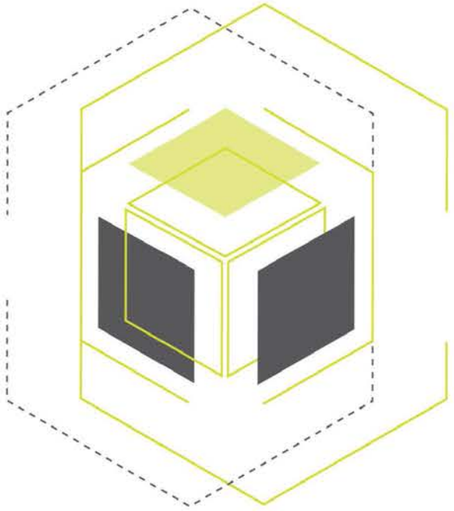
de la vivienda prefabricada de interés social

Proyecto Final de Graduación para optar por el Grado de Licenciatura en Arquitectura

DAVID VARGAS MADRIGAL

2015





DAVID VARGAS | [MAA **bio** VP | DIS]

DIRECTORA

Arq. Jacqueline Gillet.

Firma

LECTORA

M. Sc. Eugenia Solís Umaña.

Firma

LECTORA

M. Sc. Marcela Vargas Rojas.

Firma

LECTORA INVITADA

M. Sc. Vanessa Durán Sanabria.

Firma

LECTORA INVITADA

Arq. Andrea Sancho Salas.

Firma

ESTUDIANTE

David Vargas Madrigal. A76786

Firma

RESUMEN

El diseño de las viviendas prefabricadas, de interés social en Costa Rica, no es realizado a partir de las condiciones bioclimáticas de la zona de vida en la que se construye, por lo tanto, presenta deficiencias a nivel de confort ya que, no cuenta con estrategias pasivas que mitiguen el impacto de las condiciones de entorno sobre esta.

El presente trabajo, final de graduación, visibiliza la situación actual de una vivienda prefabricada de interés social, la cual es diseñada sin un previo análisis de las condiciones locales, esto influye directamente en el confort percibido por la familia que desde la cotidianidad habita la vivienda.

La participación activa de esta familia a lo largo del proceso de análisis, incluye la variable de la cotidianidad en la investigación, enriqueciendo así el proceso y permitiendo el abordaje integral de la situación de la vivienda, no solo desde los datos cuantitativos, sino desde la perspectiva de uso diario del espacio y la influencia del clima sobre los habitantes del mismo.

La delimitación física tiene lugar en Volcán de Buenos Aires de Puntarenas, sitio perteneciente al Bosque Húmedo Tropical según la clasificación de zonas de vida de L. Holdrige, por lo que el análisis de las condiciones en las diferentes escalas de esta zona es fundamental en la investigación.

Al finalizar, se cuenta con el registro de las herramientas metodológicas utilizadas para documentar la información climática y la cotidianidad de los usuarios y se propone partir de los hallazgos del análisis, una adaptación a la vivienda actual con el fin de elevar los niveles de confort presentes, esto a partir con las pautas generadas por las estrategias pasivas.

Asimismo, se desarrolla el diseño de un modelo optimo que responde a las necesidades climáticas de la zona de vida, utilizando la misma materialidad y cantidad de metros cuadrados, mostrando las posibilidades de innovación y diseño optimo que puede desarrollarse para esta tipología de vivienda para aumentar sus niveles de confort y brindar calidad de vida a las personas que la habitan.

AGRADECIMIENTOS

A mis padres quienes me inculcaron desde mi infancia los valores que me han guiado a lo largo de la academia y quienes han estado incansables a mi lado brindándome su apoyo incondicional. A mi hermana, que con su gran ejemplo siempre ha sido una fuente de inspiración. A mis cuatro abuelitos quienes han sido pilares fundamentales en mi vida.

A mis compañeros y amigos que me han acompañado y han nutrido mi vida, permitiendo la interacción de inquietudes personales y académicas.

A las personas que conocí durante el año que viajé a Volcán de Buenos de Aires, especialmente a la familia que me recibió, quienes formaron parte fundamental de este proceso de descubrimiento y crecimiento personal y quienes ampliaron mi visión del rol del arquitecto ante la realidad actual del país.

Al equipo de docentes que me acompañó y me guió a lo largo de la carrera y del proceso de tesis.

A la Arquitecta Marcela Vargas por creer en la investigación desde el inicio, por ser motor y guía a lo largo del proceso, motivándome constantemente a repensar los valores fundamentales de la arquitectura.

A la Arquitecta Jacqueline Gillet por infundir en mí desde los primeros días en la academia las inquietudes y conocimientos que me hicieron superarme día con día hasta llegar a esta etapa de la carrera.

A la Arquitecta Eugenia Solís por inculcarme la visión de una arquitectura responsable y respetuosa con el contexto, acompañada de una sensibilización ante los aspectos climáticos como variable intrínseca en el quehacer del arquitecto.

Por la mística y entrega profesional que con absoluta dedicación me dedicaron convirtiéndose en guías y formadoras durante mi carrera.

ÍNDICE DE CONTENIDO

1. ASPECTOS GENERALES

1.1. Introducción.....26
1.2 Justificación.....27
1.3 Pertinencia y alcances.....29

2. PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

2.1 Formulación del problema.....32
2.2 Descripción de subproblemas.....33
2.3 Preguntas de investigación.....35
2.4 Objetivo General.....35
2.5 Objetivos Específicos.....35
2.6 Objeto de estudio 36
2.7 Estado de la cuestión.....39
2.8 Delimitación del área de estudio....41

3. MARCO TEÓRICO-CONCEPTUAL

3.1 Introducción.....44
3.2 Sobre el concepto de Vivienda.....45
3.3 Vivienda de Interés Social en Costa Rica.....46
3.4 Papel (Rol) del usuario en el diseño de la vivienda de Interés Social.....51
3.5 El diseño participativo como alternativa experimental en la creación de vivienda de interés social.....52
3.6 El confort bioclimático, una condición necesaria para garantizar la calidad de vida.....53
3.7 Variables que influyen en el confort Higrotérmico.....55
c. Temperatura de aire (Ta):.....56
d. Humedad relativa (HR):.....56
e. Temperatura Media Radiante (Tmr):.56
f. Velocidad de aire (V):.....56
3.8 Límites de temperatura y humedad para la zona de confort.....57
3.9 Evaluación del confort.....58
a. Índices de confort.....58
b. Índices directos.....58
c. Índices analíticos 58
d. Índice de Fanger 58
e. Voto medio estimado (PMV).....59
f. Ábaco Psicrométrico:.....60
g. Climograma de bienestar adaptado...63
3.10 Obtención de datos a partir de mediciones prolongadas.....64
3.11Materialidad y Envolvente como factores determinantes en la respuesta bioclimática de la vivienda.....65
3.12 Aplicación de la arquitectura bioclimática en el mejoramiento de las condiciones actuales de confort.....66
3.13 Estrategias Pasivas en procura de confort.....67
3.14 Zonas de Vida de Holdrige, importancia de las variables climáticas en el diseño de la Vivienda.....68
3.15 Inherencia del Cambio climático en la evolución de las zonas de vida.....70
a. Flexibilidad de adaptación de la vivienda.....70

4. DISEÑO METODOLÓGICO

4.1 Paradigma, enfoque y naturaleza de estudio.....74
4.2 Proceso metodológico.....75
A. Etapa reconocimiento del entorno de la vivienda.....75
1.a Fase macro.....75
2.a Fase media.....75
3.a Fase micro.....75
B. Etapa despliegue investigador inmerso en la cotidianidad de la familia.....76
1.b Fase de contacto.....77
2.b Fase de sesiones.....77
3.b Fase de representación y procesamiento de la información.....77
C. Etapa 3 Proyección de las alternativas de optimización de la vivienda.....78
1.c Fase adaptación de la vivienda actual.....78
2.c Fase diseño óptimo.....78
4.3 Instrumentos y software utilizados para el registro de datos climatológicos.....79
a. Registradores de datos de datos de temperatura y humedad relativa (dataloggers.....79
b.Estación meteorológica de bolsillo. Modelo: Kestrel 3000.....80
c. Autodesk Ecotect Analysis.....81
d. Meteneorom 81
e. Weather tool 81
4.4 Herramientas utilizadas.....82

5.A LA VIVIENDA Y SU ENTORNO

5.1 Bosque húmedo Tropical (bh-T)....90
5.2 Ubicación Geográfica..... 92
5.3 Arquitectura Local. Estrategias bioclimáticas observadas.....94
5.4 Síntesis de los Patrones Observados en la arquitectura local..... 102
5.5 Análisis de las condiciones climáticas a la escala de Volcán y su influencia sobre el confort de los habitantes de la zona.....103
5.5.1 Resumen de datos mediante el climograma de columna.....103
5.6 Utilización de diagramas bioclimáticos para el análisis de Volcán.....104
5.6.1 Ábaco Psicrométrico.....105
5.6.2 Conclusiones a partir de Ábaco Psicrométrico 107
5.6.3 Pautas a partir del Ábaco Psicrométrico 107
5.7 Bienestar Térmico en Volcán mediante los índices PMV y PPD.....108
5.7.1 Conclusiones a partir del Voto Estimado Medio 110
5.7.2 Pautas a partir del Voto Estimado Medio.....110
5.8 Climograma de Bienestar Adaptdo.....111
5.8.1 Conclusiones a partir del CBA....112
5.8.2 Pautas A partir del CBA.....112
5.9 Efectividad de la estrategia seleccionada 113

5.B LA VIVIENDA Y SUS CARACTERÍSTICAS

5.10 La vivienda, sus características....117
5.11 Predominancia de vientos.....119
5.12 Análisis Solar.....121
5.13 Sombreamiento producido por las fachadas.....123
5.14 Radiación sobre las fachadas.....124

5.C DIAGNÓSTICO DE LAS CONDICIONES DE LA VIVIENDA

5.15 La Envolvente de la Vivienda.....128
5.16 Costo Económico de la Vivienda Prefabricada.....130
5.17 Mediciones Prolongadas 132
5.17.1 Día Tipo Marzo 133
5.17.2 Día Tipo octubre.....141
5.17.3 Conclusiones de análisis por medio de mediciones prolongadas.....146

6. IMPACTO DE LAS CONDICIONES BIOCLIMÁTICAS SOBRE LA RECIPROCIDAD DE LA ARQUITECTURA EN LA COTIDIANIDAD FAMILIAR

6.1 La familia, principales participantes del proceso de investigación 151
6.2 Adentrándose en la dinámica diaria de la comunidad de Volcán 154
6.3 Línea de tiempo sesiones.....156
6.4 Herramienta participativa: Dibujando mi casa..... 162
6.5 Herramienta participativa: El clima en mi casa (sin optimizar) 164
6.6 Herramienta participativa: La vivienda y sus actividades 168
6.7 Herramienta participativa: Lugares que más uso de mi Vivienda.....172
6.8 Herramienta participativa: El clima en mi casa Álbum de postales optimizado..184
6.9 Aprendizajes de la aplicación de la herramienta.....189
6.10 Recomendaciones para la aplicación de la herramienta.....189
6.11 La familia como reflejo de la cotidianidad de Volcán.....190
6.11.1 Resumen Diario del Padre.....191
6.11.2 Resumen Diario de la madre.....193
6.11.3 Resumen Diario de la hija.....195
6.11.4 Resumen Diario del hijo.....197
6.12 Dinámica de uso de la vivienda.....198
6.13 Pautas para el Diseño.....200
6.14 Aprendizajes metodológicos.....202
6.15 Conclusiones.....204

7. HACIA EL CONFORT DE LA VIVIENDA A TRAVÉS DEL DISEÑO GENERADO A PARTIR DE LA INVESTIGACIÓN

7.1 Introducción.....208
7.2 Adaptación más diseño óptimo de la vivienda.....210
7.3 Modelo Adaptado.....212
7.3.1 Configuración Espacial.....214
7.4 Optimización del diseño.....220
7.5 Diseño hacia la optimización del modelo actual.....222
7.6 Configuración Espacial.....224
7.7 Materialidad utilizada en la optimización de la vivienda.....226
7.8 Planta Distribución Arquitectónica de la Vivienda Optimizada.....236
7.9 Corte Longitudinal por A - A.....238
7.10 Corte Trasversal por B - B.....239
7.11 Corte Longitudinal por C - C.....240
7.12 Corte Trasversal por E - E.....241
7.13 Detalles presentes en la optimización de la vivienda.....242
7.14 Estudio de sombreamiento en las fachadas posterior al diseño de la optimización de la vivienda.....243
7.15 Sección de pared w1.....247
7.15.1 Sección de pared w2.....248
7.15.2 Sección de pared w3.....255
7.15.3 Sección de pared w4.....257
7.15.4 Sección de pared w5.....259
7.16 Estudio comparativo de sombreamiento en las fachadas posterior al diseño de la adaptación y optimización de la vivienda.....260

8. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

8.1 Conclusiones generales 264
8.2 El valor de la investigación mixta.....264
8.3 Evaluación desde el investigador.....266
8.3.1 Fortalezas 266
8.3.2 Limitaciones.....267
8.4 Recomendaciones para la implementación de la metodología participativas.....268
8.5 Recomendaciones Generales.....268
8.5.1 Para los Talleres de Diseño UCR...268
8.5.2 Para el laboratorio de Arquitectura Tropical UCR.....268
8.5.3 Para las Instituciones encargadas de desarrollar la vivienda social en el país.....269
8.6 Hacia el confort en la vivienda de interés social a través del diseño 270
8.6.1 Importancia de la materialidad..270
8.6.2 Condiciones del sistema prefabricado actual.....270
8.6.3 Articulación de materiales con la baldosa prefabricada actual 270
8.7 Visión del rol del arquitecto.....272
8.8 Reflexiones finales sobre el diseño del modelo de vivienda actual.....274
8.8.1 Repensar el diseño del modelo de vivienda actual 274
8.9 Implementación del modelo planteado en este documento.....274
8.10 Mapa de posibles ubicaciones de la vivienda.....275

Bibliografía.....276

ÍNDICE DE IMÁGENES

Imagen 1.1: Gráfico comparativo de las temperaturas internas y externas vivienda prefabricada en estudio.....28
Imagen 2.1: Diagrama de relaciones de objeto de estudio. ..... .36
Imagen 2.2: Fotografía de la vivienda prefabricada. 37
Imagen 2.3: Fotografía de la vivienda local.....37
Imagen 2.4: Gráfica de Composición Familiar. 38
Imagen 2.5: Vista Tridimensional del terreno en el cual se ubica la vivienda.....40
Imagen 2.6: Mapa especificando la zona de vida en cuestión.....41
Imagen 3.1: Planta arquitectónica "Casas Baratas" 1942 46
Imagen 3.2: Viviendas Prefabricadas Hatillo 1977 47
Imagen 3.3: Bonos de vivienda entregados desde 1985 hasta 2015. 48
Imagen 3.4: Distribución de bono de vivienda fuera y dentro del GAM 49
Imagen 3.5: Parámetro y factores influyentes en el confort 54
Imagen 3.7: Diagrama de valores de arropamiento.....55
Imagen 3.6: Diagrama de tasa Metabólica.....55
Imagen 3.8: Diagrama de Variables que influyen en el confort higrotérmico. 56
Imagen 3.9: Diagrama Bioclimático de Olygay.....57
Personas insatisfechas y Sensación térmica (PMV).....59
Imagen 3.11 - 3.12: Estructura Diagrama Psicrométrico 60
Imagen 3.13: Ábaco Psicrométrico Volcán. 62
Imagen 3.14: Climograma de bienestar adaptado (CBA). 63
Imagen 3.15: Gráfico de Isopletas con Temperatura.....63
Imagen 3.16: Dataloggers ubicados en las viviendas en estudio. 64
Imagen 3.17: Dataloggers ubicados en las viviendas en estudio.....64
Imagen 3.18: Estrategias de diseño según J. Neilla.....67
Imagen 3.19: Mapa Zonas de vida Costa Rica.....68
Imagen 3.20: Zonas de vida para el 2020. 71
Imagen 3.21: Zonas de vida para el 2080. 71
Imagen 1.25: Diagrama etapas metodológicas 77
Imagen 4.1: Diagrama etapas metodológicas 78
Imagen 4.2: Dataloggers ubicados en las viviendas en estudio.....80
Imagen 4.3: Kestrel 3000 ubicados en las viviendas en estudio.....80
Imagen 4.4: Autodesk Ecotect Analysis..8 1
Imagen 4.5: Meteneorom 81
Imagen 4.6: Weather tool 81
Imagen 5.1: Ubicación de las zonas de Vida de Costa Rica 88
Imagen 5.2: Mapa Zona Bosque Húmedo Tropical (BMH-T).....90
Imagen 5.3: Ubicación de Bosque Muy Húmedo Tropical (BMH-T) 90
Imagen 5.3: Mapa Zona Bosque Húmedo Tropical (BMH-T).....91
Imagen 5.4: Mapa de Costa Rica , Ubicación de Buenos Aires 92
Imagen 5.5: Mapa de Puntarenas, Ubicación de Volcán. 92
Imagen5.6: Vista Tridimensional del terreno en el cual se ubica la vivienda.....92
Imagen 5.7: Mapa ubicación específica de la vivienda. 93
Imagen 5.8: Actividad piñera.....93
Imagen 5.9: Mapa indicando la locación de Volcán , destacando la ubicación de viviendas locales. 94
Imagen 5.10: Representación gráfica patrón en ventanearía1, arquitectura local. 95
Imagen 5.11: representación en planta de estrategias de aberturas, arquitectura local. 95
Imagen 5.12: Representación gráfica patrón en ventanearía 2, arquitectura local. 96
Imagen 5.13: representación en planta de estrategias de aberturas 2, arquitectura local.....96
Imagen 5.14: Representación gráfica patrón en ventanearía 3, arquitectura local.....97
Imagen 5.15: Representación en planta de estrategias de aberturas 3, arquitectura local.....97
Imagen 5.17: Representación en planta de estrategias de aberturas 1, arquitectura local.. 98
Imagen 5.16: Representación gráfica patrón en cubierta 1, arquitectura local.....98
Imagen 5.18: Representación gráfica patrón en cubierta 2, arquitectura local.....99
Imagen 5.19: Representación en planta de estrategias de aberturas 2, arquitectura local.....99
Imagen 5.20: Representación gráfica prolongación de la fachada frontal, arquitectura local.....100
Imagen 5.21: Representación en planta prolongación de la fachada frontal, arquitectura local.....100
Imagen 5.22: Representación gráfica levantamiento del suelo frontal , arquitectura local.....101
Imagen 5.23: Tabla Síntesis de los Patrones Observados en la arquitectura local..... 102
Imagen 5.24: Climograma columnas Volcán. 104
Imagen 5.25: Ábaco Psicrométrico.....105
Imagen 5.26: Representación de enfriamiento del espacio por medio de ventilación..... 107
Imagen 5.27: Gráfica índices de confort PMV- PPD Volcán.....108
Imagen 5.28: Tabla índices de confort PMV- PPD Volcán representados según los meses del año.....109
Imagen 5.29: Escala numérica de sensación térmica utilizada por Fanger.....109
Imagen 5.30: Representación de pautas a partir del voto estimado medio.....110
Imagen 5.31: Climograma de bienestar adaptado.....111
Imagen 5.32: Gráfico de Isopletas con temperaturas.....111
Imagen 5.33: Representación de pautas a partir del CBA.....112
Imagen 5.34: Gráfico de aumento de porcentaje promedio de aumento de confort de aplicar de manera correcta la ventilación como estrategia pasiva.....1 1 3
Imagen 5.35: Fotografía de la Vivienda en estudio.....116
Imagen 5.36: Diagrama de representación del contexto de la vivienda.....116
Imagen 5.37: Fotografía Panorámica de la vivienda.....116
Imagen 5.39: Diagrama componentes de la vivienda.....117
Imagen 5.38: Planta diagramática con indicación de posicionamiento de la vivienda. 117
Imagen 5.40: Planta arquitectónica de la vivienda prefabricada.....118
Imagen 5.41: Fotografía del espacio social de la vivienda.....118
Imagen 5.42: Orientación e influencia de la velocidad de vientos sobre la vivienda.....119
Imagen 5.43: Orientación e influencia de la humedad de vientos sobre la vivienda.....119
Imagen 5.44: Orientación e influencia de la temperatura de vientos sobre la vivienda.....120
Imagen 5.45: Orientación e influencia de la velocidad de vientos sobre la vivienda a lo largo del año.....120
Imagen 5.46: Proyección de hora crítica durante la vivienda el 21 de marzo.....121
Imagen 5.47: Proyección de sombra durante todo el día 21 de marzo.....121
Imagen 5.48: Proyección de sombra durante todo el día 21 de junio.....122
Imagen 5.50: Proyección de sombra durante todo el día 21 de junio.....122
Imagen 5.49: Proyección de sombra durante todo el día 21 de junio.....122
Imagen 5.51: Proyección de sombra durante todo el día 21 de diciembre.....122
Imagen 5.52: Proyección se sombras sobre la fachada Noroeste de la vivienda.....123
Imagen 5.53: Proyección se sombras sobre la fachada Noreste de la vivienda.....123
Imagen 5.54: Proyección se sombras sobre la fachada Suroeste de la vivienda. (crítica).....123

ÍNDICE DE IMÁGENES

Imagen 5.55: Proyección se sombras sobre la fachada Suroeste de la vivienda.(crítica)....123
Imagen 5.56: Isométrico de la influencia de la radiación sobre la vivienda.....124
Imagen 5.57: Isométrico de la influencia de la radiación sobre la vivienda.....124
Imagen 5.58: Influencia de la radiación sobre la fachada noroeste de la vivienda. Realizado en Autodesk Ecotect.....124
Imagen 5.59: Influencia de la radiación sobre la fachada noreste de la vivienda.....124
Imagen 5.60: Influencia de la radiación sobre la fachada noreste de la vivienda.....125
Imagen 5.61: Influencia de la radiación sobre la fachada suroeste de la vivienda. (crítica).....125
Imagen 5.62: Isométrico de la influencia de la radiación sobre las fachadas noreste y noroeste.....125
Imagen 5.63: Isométrico de la influencia de la radiación sobre las fachada noroeste.....125
Imagen 5.64: Isométrico de la influencia de la radiación sobre las fachada noreste.....125
Imagen 5.65: Despliegue diagramático de la volumetría de la vivienda.....128
Imagen 5.66: Gráfico con porcentajes de aperturas por cada fachada.....128
Imagen 5.67: Despiece de las fachadas de la vivienda.....129
Imagen 5.68: Fotografía de la colocación de los dataloggers en la vivienda.....132
Imagen 5.69: Gráfica comparación día tipo marzo temperaturas internas.....133
Imagen 5.70: Planta mostrando ubicación de los dataloggers en la vivienda.....133
Imagen 5.71: Día tipo Marzo, temperaturas medias, diferencia.....134
Imagen 5.72: Día Tipo Marzo, Modelo Volumétrico Comparación temperaturas máximas vivienda prefa.....135
Imagen 5.73: Día Tipo Marzo, Esquema en planta ubicación espacios vivienda prefa, según colores asignados para las mediciones prolongadas.....135
Imagen 5.74: Día Tipo Marzo, Comparación promedio Temperatura interna contra externa vivienda prefa.....136
Imagen 5.75: Día Tipo Marzo, Modelo Volumetrico Comparación temperaturas máximas del promedio interno y externo de la vivienda prefa.....136
Imagen 5.76: Fotografia ejemplificando promedio máximo temperaturas internas vivienda de madera y vivienda prefabricada en Marzo.....137
Imagen 5.77: Día Tipo Marzo, Comparación Temperatura interna de la vivienda prefa contra temperatura interna vivienda de madera.....137
Imagen 5.78: Día tipo Marzo. Comparación promedio humedad interna contra externa vivienda prefa.....138
Imagen 5.79: Día tipo Marzo. Tabla de Humedad Relativa.....138
Imagen 5.80: Gráfica comparación día tipo octubre temperaturas internas.....139
Imagen 5.81: Día tipo Octubre, temperaturas medias, diferencia.....139
Imagen 5.82: Día Tipo Octubre, Modelo Volumétrico Comparación temperaturas máximas vivienda prefa.....140
Imagen 5.83: Día Tipo Octubre, Esquema en planta ubicación espacios vivienda prefa, según colores asignados para las mediciones prolongadas.....140
Imagen 5.84: Fotografía ejemplificando promedio máximo temperaturas internas vivienda de madera y vivienda prefabricada en Octubre.....141
Imagen 5.85: Día Tipo Octubre, Comparación Temperatura interna vivienda prefa contra interna vivienda de madera.....141
Imagen 5.86: Día Tipo Octubre, Comparación Temperatura interna contra externa vivienda prefa.....142
Imagen 5.87: Día Tipo Marzo, Modelo Volumetrico Comparación temperaturas máximas del promedio interno y externo de la vivienda prefa.....142
Imagen 5.88: Día tipo Marzo. Comparación promedio humedad interna contra externa vivienda prefa.....143
Imagen 5.88: Día tipo Octubre. Tabla de Humedad Relativa.....143
Imagen 6.1: Representación gráfica de los miembros de la familia.....151
Imagen 6.2: Representación gráfica de la cotidianidad en Volcán.....152
Imagen 6.3: Representación gráfica de la cotidianidad en Volcán. Realizado por el autor.....154
Imagen 6.4: Línea de tiempo mostrando las realización de las sesiones con la familia con sus respectivas herramientas y actividades.....156
Imagen 6.6: Dibujos realizados por los miembros de la familia durante la sesión.....162
Imagen 6.5: Dibujos realizados por los miembros de la familia durante la sesión.....162
Imagen 6.7: Dibujo de caritas realizado por la familia para representar su percepción de confort.....164
Imagen 6.9: Lista de actividades realizadas por los miembros de la familia.....168
Imagen 6.8: Lista de actividades realizadas por los miembros de la familia.....168
Imagen 6.10: Representación de la herramienta de los lugares que más se utilizan en la vivienda.....172
Imagen 6.11: Representación de la herramienta de los lugares que más se utilizan en la vivienda.....172
Imagen 6.12: Representación de la herramienta utilizada en el juego: Álbum de postales, el clima en mi casa.....185
Imagen 6.13: Fotografía de la aplicación del juego.....186
Imagen 6.14: Síntesis de aplicación de la herramienta participativa del juego.....187
Imagen 6.15: Hallazgos de la aplicación de la herramienta participativa del juego.....188
Imagen 6.16: Fotografía de la niña participando de la herramienta del juego de postales.....189
Imagen 6.17: Diario gráfico de la dinámica de uso del espacio del padre de familia.....190
Imagen 6.18: Gráfico articulador de los datos cualitativos y los cuantitativos para la dinámica de uso del espacio del padre de familia.....191
Imagen 6.19: Diario gráfico de la dinámica de uso del espacio de la madre de familia.....192
Imagen 6.20: Gráfico articulador de los datos cualitativos y los cuantitativos para la dinámica de uso del espacio de la madre de familia.....193
Imagen 6.21: Diario gráfico de la dinámica de uso del espacio de la hija.....194
Imagen 6.22: Gráfico articulador de los datos cualitativos y los cuantitativos para la dinámica de uso del espacio la hija.....195
Imagen 6.23: Diario gráfico de la dinámica de uso del espacio del hijo.....196
Imagen 6.24: Gráfico articulador de los datos cualitativos y los cuantitativos para la dinámica de uso del espacio del hijo.....197
Imagen 6.25: Diagrama representando el porcentaje de uso de la vivienda por cada miembro.....198
Imagen 6.26: Planta representando los espacios de mayor uso de cada uno de los miembros de la familia, según los colores asignados.....199
Imagen 7.1: Diagrama de alcances de la investigación.....208
Imagen 7.2: Collage de análisis mixto realizado para implementación del diseño a partir de la fotografía de la vivienda actual.....209
Imagen 7.3: Croquis conceptualización de la adaptación.....210
Imagen 7.4: Croquis conceptualización de la adaptación.....211
Imagen 7.5: Croquis de pantalla verde utilizada en la fachada lateral de la vivienda de adaptación.....212
Imagen 7.6: Diagramas de protección solar empleado en la fachada oeste de la adaptación de la vivienda.....212
Imagen 7.7: Croquis conceptualización de la adaptación.....213
Imagen 7.7: Despiece axonométrico mostrando materialidad de la adaptación...214
Imagen 7.8: Despiece axonométrico mostrando materialidad de la adaptació.....215
Imagen 7.9: Diagrama corte perspectivo de la aplicación de la adaptación a la vivienda.....216

ÍNDICE DE IMÁGENES

Imagen 7.10: Diagrama corte perspectivo de la aplicación de la adaptación a la vivienda.....216
Imagen 7.11: Proyección de sombras sobre la vivienda adaptada, 21 de junio 9:00am.....217
Imagen 7.12: Proyección de sombras sobre la vivienda adaptada, 21 de diciembre 3:30pm.....217
Imagen 7.13: Proyección de sombras sobre la vivienda adaptada, 21 de diciembre 4:00pm.....217
Imagen 7.14: Proyección de vista mostrando la envolvente exterior aplicada en la adaptación, Fachadas criticas 21 de diciembre, 2:30pm.....218
Imagen 7.15: Proyección de vista mostrando la envolvente exterior aplicada en la adaptación, fachada oeste, 21 de julio, 2:30 pm.....218
Imagen 7.16: Proyección de vista mostrando la envolvente exterior aplicada en la adaptación, fachada sureste, 21 de julio, 2:30pm.....219
Imagen 7.17: Proyección de vista mostrando la envolvente exterior aplicada en la adaptación, fachada noreste, 21 de julio, 10:30am.....219
Imagen 7.18: Posicionamiento óptimo en planta de la vivienda según trayectoria solar.....220
Imagen 7.19: Gráfica de radiación recibida según posicionamiento.....220
Imagen 7.20: Orientación optima en planta para el aprovechamiento de la ventilación.....221
Imagen 7.21: Croquis de la conceptualización inicial de la propuesta de diseño óptimo.....223
Imagen 7.22: Diagramas de Configuración del espacio inferior de la vivienda.....224
Imagen 7.23: Diagramas de Elevación del nivel del piso.....224
Imagen 7.24: Diagramas de Configuración Superior.....224
Imagen 7.25: Croquis conceptualización de la optimización.....225
Imagen 7.26: Croquis conceptualización de la optimización.....227
Creado por el auto.....227
Imagen 7.27: Representación de la materialidad empleada en la optimización.....229
Imagen 7.28: Despiece tridimensional mostrando la materialidad utilizada en la optimización.....230
Imagen 7.29: Vista perspectiva de la optimización. 1 de julio, 9:00am.....231
Imagen 7.30: Vista perspectiva de la optimización. 21 de julio, 9:00am.....231
Imagen 7.31: Despiece tridimensional mostrando la materialidad y estrategias pasivas utilizadas en la optimización.....232
Imagen 7.32: Vista Perspectiva de la vivienda optimizada. Fachada este.....233
Imagen 7.33: Vista Perspectiva de la vivienda optimizada. Fachada norte.....233
Imagen 7.34: Vista Perspectiva de la vivienda optimizada. Fachada este.....233
Imagen 7.35: Vista perspectiva de la vivienda optimizada. Fachada Este.....234
Imagen 7.36: Vista perspectiva de la vivienda optimizada. Fachada Norte.....234
Imagen 7.37: Vista perspectiva de la vivienda optimizada. Fachada Oeste.....235
Imagen 7.38: Vista perspectiva de la vivienda optimizada. Fachada Sur.....235
Imagen 7.39: Planta de distribución arquitectónica de la vivienda optimizada.....236
Imagen 7.40: Diagramas de distribución en planta.....237
Imagen 7.41: Indicación en planta del corte A-A.....238
Imagen 7.42: Corte Longitudinal por A-A.....238
Imagen 7.43: Indicación en planta del corte B-B.....239
Imagen 7.44: Corte Transversal por B-B.....239
Imagen 7.45: Indicación en planta del corte C-C.....240
Imagen 7.46: Corte Longitudinal por **C-C.....240**
Imagen 7.47: Indicación en planta del corte E-E.....241
Imagen 7.48: Corte Transversal por E-E.....241
Imagen 7.49: Detalles arquitectónicos en la vivienda optimizada.....242
Imagen 7.50: Proyección de sombras sobre la fachada 21 de diciembre de 3:30pm.....243
Imagen 7.51: Proyección de sobre la fachada 21 de diciembre de 9:00am a 5:00pm.....243
Imagen 7.52: Vista Sur de la vivienda optimizada.....244
Imagen 7.53: Sección de la pared W1, modelo optimizado.....246
Imagen 7.53: Sección de la pared W2, modelo optimizado.....248
Imagen 7.54: Vista Norte de la vivienda optimizada.....250
Imagen 7.54: Vista Fachada Sur de la vivienda optimizada.....252
Imagen 7.55: Sección de la pared W3, modelo optimizado.....254
Imagen 7.56: Sección de la pared W4, modelo optimizado.....256
Imagen 7.57: Sección de la pared W5, modelo optimizado.....258
Imagen 7.58: Diseño original -Proyección de sombras 21 de diciembre 3:30pm.....260
Imagen 7.59: Diseño adaptado -Proyección de sombras 21 de diciembre 3:30pm.....261
Imagen 7.60: Diseño optimizado-Proyección de sombras 21 de diciembre 3:30pm.....261
Imagen 8.1: Diagrama de síntesis conclusiones de la investigación.....264
Imagen 8.2: Diagrama síntesis conclusiones materialidad.....270
Imagen 8.3: Esquema síntesis rol del arquitecto.....273
Imagen 8.4: Mapa de ubicación de la zona de vida del bosque húmedo tropical según Holdrige.....275

1. ASPECTOS GENERALES

1.1. INTRODUCCIÓN

La arquitectura en nuestro país, presenta una variable de suma importancia, ya que influye directamente sobre la obra que se diseña y se proyecta, dicha variable, es la influencia de las condiciones climáticas de una zona de vida específica sobre una obra arquitectónica. El interés por la temática bioclimática en la arquitectura nace, inicialmente, de la participación durante el último año de la carrera del Taller de Diseño de Arquitectura Tropical, en el cual se reforzó la importancia de hacer consciencia sobre la presencia del clima a la hora de considerar un diseño arquitectónico, realizando durante el periodo de permanencia en dicho taller ejercicios de diseño en el cual la variable de la afectación climática sobre el diseño influyó en la decisión personal de abordar la temática de tesis.

Desde el análisis de las condiciones actuales de las zonas de vida del país, y de la zona especifica en la cual se encuentra la vivienda prefabricada se desarrollan las pautas para la adaptación, siendo así una respuesta articulada con los principios bioclimáticos, los mismos que deben aparecer en la obra arquitectónica tal como lo describe Javier Neila:

"Los principios bioclimáticos deben aparecer como un hábito en la construcción y no como una rareza o una excepción. Por eso se debe hablar de buenas prácticas y de buena arquitectura y no de arquitectura singular." (Neila 2004)

La adaptación de la vivienda se asume desde los principios bioclimáticos y se articula con la interacción de los habitantes de la vivienda, haciéndolos participes en las distintas etapas de la investigación, desde los análisis previos en los cuales la participación de los mismos es de gran importancia para contemplar el uso de los espacios, frecuencia de uso, patrones programáticos, los cuales arrojaron importantes evidencias del uso del espacio y la influencia de las variables climáticas sobres dichos espacios.

1.2 JUSTIFICACIÓN

¿Responde la materialidad de las viviendas prefabricadas de interés social en nuestro país a las condiciones bioclimáticas de la zona de vida en la que se implementa? ¿Existe una adecuada utilización de los materiales en las viviendas prefabricadas y estrategias bioclimáticas que busquen alcanzar el grado máximo de confort?

Durante los últimos cuarenta años en el país, se han edificado gran cantidad de viviendas prefabricadas, las cuáles son construidas a partir de secciones estandarizadas que han sido realizadas anteriormente en algún sitio distinto al lugar de posterior ensamblaje.

Es por esto que surgen inquietudes como la solución bioclimática de las mismas y la respuesta ante el contexto sociocultural en el cual son implementadas, ya que Costa Rica posee una riqueza a nivel de variedad de zonas de vida según Holdridge y en cada una de ellas las variables climáticas son distintas. En la gráfica 1.1 se puede apreciar la temperatura en la vivienda de estudio tanto interna como externa, se puede observar que la temperatura externa siempre presenta mejores condiciones.

Es acá que resulta de suma importancia introducir el concepto de confort ya que viene a jugar un papel de suma importancia en la confrontación de la materialidad y el contexto en el cual se emplaza la vivienda y determinará la presencia o no de bienestar en el usuario.

Según Javier Neila (2004) sobre la definición de bienestar :

El bienestar es el resultado de la interacción compleja de un conjunto de parámetros. En lo relativo a los aspectos higrotérmicos, el parámetro fundamental es la temperatura, pero no se pueden olvidar el contenido de humedad, el movimiento del aire, la actividad, el tipo de arropamiento, etc. Todos ellos se podrían agrupar en cuatro categorías: parámetros geográficos, parámetros climáticos, parámetros personales y parámetros del espacio interior. (p.232)

Recordando que el fin primordial de una vivienda es dar cobijo, protección y bienestar a su habitante, resulta de suma importancia el conocimiento sobre lo relacionado al confort higrotérmico, que va a estar determinado por distintos parámetros, los cuales se convertirán indudablemente en objetos de estudio y se profundizaran posteriormente. Así mismo resulta de suma importancia el aspecto humano, cotidiano que envuelve la actividad de los habitantes, ya que el confort beneficiará o perjudicará las actividades que realizan dentro de la vivienda.

Por lo tanto, será de suma importancia la participación activa de los miembros de la familia que habita la vivienda en estudio y el aporte que estos puedan realizar a lo largo del proceso de investigación participativo y dialógico enriquecerá en gran medida los resultados esperados.

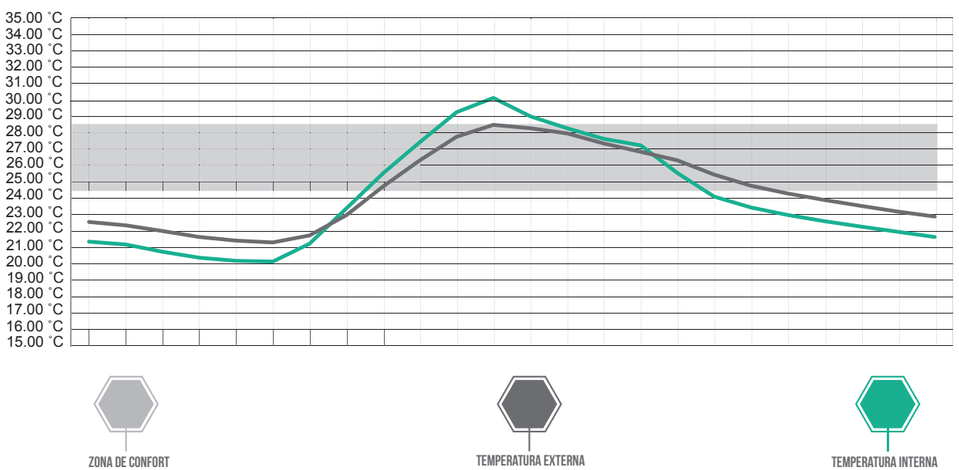


Imagen 1.1: Gráfico comparativo de las temperaturas internas y externas vivienda prefabricada en estudio. Fuente: Autor.

1.3 PERTINENCIA Y ALCANCES

En Costa Rica, la construcción de vivienda en bajas densidades en las cuales se incluye la vivienda prefabricada para sectores populares se dio a partir de la creación del INVU (Instituto Nacional de Vivienda y Urbanismo) en 1954 (www.invu.go.cr/antecedentes.html). En la actualidad existen varias empresas que comercializan esta modalidad de vivienda, refiriéndose al desarrollo de la vivienda en nuestro país Vanessa Duran (2006) indica que "el desarrollo de viviendas en bajas densidades ha sido la tendencia presentada hasta el momento en la mayor parte del territorio costarricense, por su costo, mayor apropiación del terreno y privacidad."(p.16)

A su vez, en nuestro país existen organizaciones no gubernamentales como: Fundación Costa Rica-Canadá, Hábitat para la humanidad, La Fundación Promotora de Vivienda (FUPROVI), entre otras que apoyan el desarrollo de las áreas rurales del país, a través de la puesta en marcha de programas y proyectos de financiamiento para la construcción de viviendas de interés social, las cuales muchas veces son viviendas prefabricadas. Es por esto que se investiga sobre la respuesta de la materialidad en una vivienda prefabricada ya existentes, para así contar con las herramientas y la información adecuada para buscar una mejora en las condiciones actuales de ésta, en procura del confort higrotérmico. Asimismo, es de suma importancia el aporte que se obtiene del análisis comparativo con la vivienda local debido que esta ha sido el resultado de la influencia cultural y las oportunidades que ofrece el contexto especifico.

El análisis de la condición actual de la vivienda indica la pertinencia del diseño inicial y su respuesta ante el contexto en el cual se implementa; visibiliza las carencias que se presentan, permitiendo así contar con un panorama claro sobre los aspectos que deben adaptarse en la vivienda prefabricada y las estrategias que ya han sido utilizadas en las viviendas locales que enriquecen y sirven como insumo para aplicarse en las vivienda prefabricada y así elevar sus niveles de confort.

2. PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

2.1 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

Sobre la importancia de la materialidad en la vivienda, asegura Serra (2005)

"...Debemos entender que la materialidad resulta la envolvente del espacio habitable, por tanto la misma será la encargada de proteger el espacio de vivienda de las condiciones climáticas en las que se emplace." (p.14)

Es por esto que el tema de la materialidad y su respuesta hacia el contexto inmediato y sus variables climáticas toma valor especial al momento de considerar la definición de los cerramientos a elegir en una vivienda.

La vivienda prefabricada implica la previa elaboración de sus piezas para su posterior ensamblaje en algún contexto determinado lejos del lugar donde se realizó, sabemos que la arquitectura debería de responder a un sitio específico y una condición climática especifica, es por esto que al observar materiales y sistemas constructivos estandarizados sobre distintas zonas de vida surge la interrogante sobre la posibilidad de mejorar o adaptar las condiciones en las que se están implementando estas viviendas para que así respondan al contexto en el cual se implementan y no se conviertan en soluciones poco confortables y descontextualizadas.

El Confort que el habitante de una vivienda percibe está determinado por una compleja relación de factores tales como la influencia del medio, el metabolismo mismo de los habitantes, las actividades que estos realicen dentro de la misma entre otras.

En la presente investigación, se pretende abarcar el confort higrotérmico, el cual responde a la sensación de bienestar de un individuo, resultado de los intercambios térmicos equilibrados con su entorno y sobre la relación que existe entre el material de la vivienda prefabricada, refiriéndose a la baldosa y sus demás componentes que se amplían en el objeto de estudio y la percepción que tiene el ser humano que habita el espacio.

Por lo tanto, la investigación aborda la problemática de la carencia de condiciones confortables en las viviendas prefabricadas debido a la descontextualización que presentan las mismas .

Es así que se define el problema principal de la siguiente manera :

Las viviendas prefabricadas en Costa Rica no son implementadas con un previo análisis de las condiciones bioclimáticas de la zona donde se construyen por lo que la utilización del sistema de materiales estandarizado no es adaptado a las necesidades especificas de cada zona, comprometiendo los niveles de confort en la cotidianidad de las personas que habitan la vivienda.

La carencia de condiciones de confort se presenta en estas viviendas, ya que el modelo es implementado de manera similar en sitios donde las condiciones climáticas se comportan muy distinto.

2.2 DESCRIPCIÓN DE SUBPROBLEMAS

En la actualidad, existe en el país, un documento sobre pautas y reglamentaciones ya establecidas para esta tipología de vivienda prefabricada de interés social, el mismo realizado por el MIVAH (Ministerio de Vivienda y Asentamientos Humanos) 2003 denominado:

Especificaciones técnicas y lineamientos para la escogencia de tipologías arquitectónicas para la construcción de vivienda y obras de urbanización, financiadas mediante la aplicación del Sistema Financiero Nacional para la Vivienda (SFNV)".

Fue elaborado con la intención de minimizar el número de denuncias contra empresas por malos procesos constructivos, así como uniformar los parámetros de calidad para las casas de interés social. En dicho artículo, en concordancia con lo que se desarrolla en esta investigación, se reconocen cuatro tipologías de vivienda según su ubicación geográfica brindando para cada una de ellas pautas muy generales para su construcción no profundizando en el aspecto bioclimático.

Sin embargo no se ve traducido en las practicas reales de producción de viviendas de interés social por una carencia en la participación de los mismos habitantes y por una falta de consciencia hacia las oportunidades que ofrece el contexto tanto a nivel de materiales como a nivel de patrones de diseño ya establecidos en viviendas vernáculas.

Según lo mencionado anteriormente se formula como el primer sub problema de la siguiente manera:

1. Las viviendas prefabricadas de interés social que se desarrollan en nuestro país no contemplan en su implementación patrones de diseño, estrategias u alternativas constructivas ya implementadas anteriormente en viviendas locales las cuáles podrían venir a enriquecer el valor social y cultural de las viviendas prefabricadas, ampliando la opción de materiales y aportando soluciones bioclimáticas en las mismas.

Esta problemática surge de la falta de una análisis previo en viviendas ya establecidas en la zona, las cuales fueron desarrolladas a partir de las posibilidades que el mismo contexto brindaba. Así mismo en el modelo de vivienda prefabricada actual no existe un intento de diversificación en los materiales empleados en el proceso constructivo a nivel de cerramientos, por lo que se desperdicia el potencial que existe muchas veces en los mismo materiales autóctonos.

Por otra parte, no existe un involucramiento de los habitantes de las viviendas prefabricadas en su proceso de diseño e implementación, esto introduce el segundo subproblema.

2. Los procesos de diseño y construcción de las viviendas prefabricadas en Costa Rica no cuentan con una metodología participativa en la cual los habitantes de las mismas sean involucrados durante el proceso de concepción y construcción de la misma.

Asimismo tampoco existen durante el proceso de concepción la realización de análisis a profundidad sobre las condiciones climáticas de la zona de vida, esto genera un tercer subproblema como se muestra a continuación:

3. Las viviendas prefabricadas son implementadas sin un análisis previo sobre las variables climáticas que presenta la zona de vida especifica, por lo que sufren carencia a nivel de confort y la respuesta bioclimática de las mismas se ve comprometida.

Evidentemente, la falta de estos análisis previos compromete la respuesta bioclimática de las viviendas prefabricadas, ya que no son implementadas según las características especificas de la zona, esto va en detrimento del confort de la misma.

Ante las condiciones climáticas presentes en nuestro país, las viviendas prefabricadas de interés social no poseen estrategias a nivel de diseño arquitectónico que pueda mitigar dichas condiciones.

2.3 PREGUNTAS DE INVESTIGACIÓN

a. Pregunta General

¿Cómo se debe adaptar bioclimáticamente una vivienda prefabricada de interés social de manera que responda adecuadamente ante las necesidades de confort en la cotidianidad de las personas que la habitan?

b. Preguntas Específicas

1.¿Cuál es la respuesta bioclimática actual de la vivienda prefabricada de interés social ante las condiciones de confort presentes en la zona de vida denominada Bosque húmedo Tropical tanto a nivel de escala macro como a nivel micro?

2.¿Qué estrategias pasivas han sido utilizadas en la arquitectura local para mitigar las condiciones bioclimáticas en Volcán?

3.¿Qué herramientas metodológicas se deben utilizar para representar la influencia de las condiciones bioclimáticas en la cotidianidad de las personas que habitan la vivienda?

4. ¿Cuáles son las estrategias pasivas que deben emplearse para que la vivienda responda adecuadamente ante las condiciones bioclimáticas y los rangos de confort no afecten la cotidianidad de las personas que habitan la vivienda?

2.4 OBJETIVO GENERAL

Desarrollar un modelo alternativo experimental de adaptación de la vivienda prefabricada mediante el diseño de una adaptación y optimización del modelo actual de manera que responda a las condiciones necesarias de confort presentes en la cotidianidad de las personas que la habitan.

2.5 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

1.Analizar la influencia de las condiciones bioclimáticas sobre la vivienda desde la escala macro hasta la escala micro, para así determinar su respuesta de confort ante las condiciones presentes en la zona de vida en la cual se implementa.

2. Identificar mediante un análisis de la arquitectura presente en Volcán, elementos arquitectónicos que hayan sido empleados como estrategias bioclimáticas pasivas que puedan ser reinterpretados e incorporados a la propuesta de adaptación de la vivienda prefabricada de interés social para aumentar sus rangos de confort.

3. Documentar mediante el diseño de herramientas participativas la influencia de las condiciones bioclimáticas en la cotidianidad de las personas que habitan la vivienda.

4.Proyectar pautas de adaptación al diseño de la vivienda mediante la utilización de estrategias pasivas, para mejorar las condiciones actuales de confort presentes en la vivienda.

2.6 OBJETO DE ESTUDIO

La investigación aborda diversos objetos de estudio, los cuales giran entorno a las condiciones actuales de la vivienda prefabricada y su respuesta al contexto, por esto que para su adecuada y correcta lectura se dividirán estrategicamente de la siguiente manera:

A continuación se define de manera más detallada cada uno de los componentes de cada objeto de estudio sin olvidar que tal como muestra el diagrama anterior, los mismos están directamente relacionados entre sí.

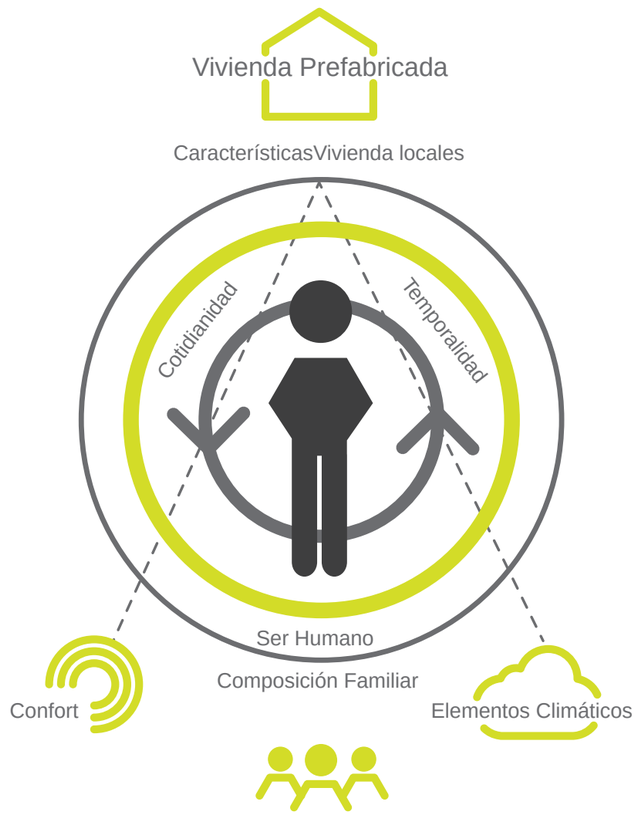


Imagen 2.1: Diagrama de relaciones de objeto de estudio.
Fuente: Autor

a. Vivienda prefabricada

El modelo de vivienda prefabricada de interés social, que se analiza es similar a nivel de planta de distribución al modelo PC-846a presenta variaciones, ya que cuenta con una área de ampliación en donde se encuentra la cocina actualmente (ver imagen 2,2) Cuenta con un área de 50m ² distribuidos en dos dormitorios, un servicio sanitario, espacio de sala comedor y la ampliación que responde a un espacio de cocina.

Imagen 2.2: Fotografía de la vivienda prefabricada.
Fuente: Autor

b. Viviendas locales

Mediante giras de campo se realiza un levantamiento fotográfico de las viviendas locales buscando en ellas patrones arquitectónicos y estrategias de diseño presentes, prestando espacial atención a la disposición espacial, configuración espacio interior, configuración espacio habitable, configuración espacio superior.

c. Cotidianidad, temporalidad

El conocimiento de la cotidianidad de los habitantes de la vivienda proporciona una visión más amplia sobre la realidad que involucra la vivienda en su interior, por otro lado, es un reflejo de los valores de confort que perciben los usuarios y como estos valores afectan o potencian sus actividades en el diario vivir.

La temporalidad de las actividades que se realicen en las viviendas aporta datos sobre patrones de uso y la influencia de las variables climáticas sobre las mismas.

Imagen 2.3: Fotografía de la vivienda local.
Fuente: Autor

d. Composición familiar

La familia que habita la vivienda esta conformada por cuatro personas, dos adultos, un joven y una niña. La percepción de cada uno de ellos es de suma importancia a lo largo de la investigación ya que aporta una visión única de lo que sucede diariamente en la vivienda y el modo de cada uno de habitar dicha vivienda.

e. Confort higrotérmico:

C.1 Parámetros :
Dentro de los componentes a analizar en los parámetros de confort se encuentran los siguientes: temperatura de aire (Ta), temperatura media radiante (Tmr), humedad relativa (HR) y velocidad del aire (V) estos serán ampliados, posteriormente, en el marco conceptual.

f. Factores

Tasa metabólica(M) y arropamiento (Clo).

g. Elementos climáticos.

Mediante el análisis de las condiciones climáticas en Volcán de Buenos Aires de Puntarenas, se aporta el diagrama de barras, ábaco psicrométrico, climograma de bienestar adaptado, valores de voto estimado y el análisis de las condiciones actuales que se presentan en la locación en cuestión.

Padre	Hija Menor
38 AÑOS	8 AÑOS
Ocupación Peón	**Ocupación** Estudiante

Madre	Hijo Mayor
36 AÑOS	17 AÑOS
Ocupación Ama de Casa	**Ocupación** Estudiante Peón

Imagen 2.4: Gráfica de Composición Familiar.
Fuente: Autor

2.7 ESTADO DE LA CUESTIÓN

Se realizó una búsqueda exhaustiva de propuestas y documentos que han sido analizados con anterioridad con el fin de tener un panorama claro de lo que se ha tratado al respecto de la vivienda prefabricada de interés social y su respuesta ante el contexto, en este caso ante una zona de vida específica

Del Taller de Arquitectura Tropical de La Universidad de Costa Rica, se han formulado una serie de seminarios que abordan tópicos sobre el clima, tal es el caso de : Arias.V.C et al (2012). Estrategias Pasivas de Diseño Bioclimático. Se presenta un documento con pautas sobre estrategias pasivas en procura del confort en edificios con fines educativos, sin embargo, resulta interesante observar la metodología con que realizan las mediciones de ciertos materiales.

Sobre la temática de vivienda, existe la referencia del siguiente proyecto final de graduación : Sanabria, V. D. (2006). Personalización e industralización de la vivienda mediante diseño de módulo habitacional.

El mismo documenta el interés por un modelo de vivienda habitacional para familias en nuestro país, llama la atención porque hace referencia al tema de personalización e industrialización de la vivienda sin embargo, el aspecto social cultural del valor de la vivienda se ve rezagado por el interés de industrialización de la misma, por lo que resulta más una respuesta a la necesidad de fabricación de módulos habitacionales.

La readaptación bioclimática de edificios fue abordado por Sancho A. (2013) Re+ Adaptar, Uso de la simulación Digital para reacondicionar bioclimáticamente edificios existentes. Siendo la herramienta de simulación digital la principal durante el proceso y culminando con la posibilidad de evaluar las readaptaciones implementadas en los edificios que se evaluaron, en este caso todos Templos católicos vernáculos.

Sobre las intervenciones de diseño participativos sobre vivienda existe un trabajo final de Graduación realizado por Fonseca A. (2013) denominado Pobla Mutua Espacios Colectivos Estrategia Alternativa para el diseño del espacio urbano habitacional con una perspectiva comunitaria. Plantea una visión de progreso integral entre la comunidad y el desarrollo habitacional de la misma, en procura de una visualización de la necesidades individuales y comunitarias, desarrollando a lo largo de la investigación procesos y mecanismos para involucrar al usuario de estos espacios comunales y habitacionales, la estrategia metodológica

utilizada será analizada, posteriormente, ya que al tratarse de una metodología de diseño participativo podría resultar como insumo para la presente investigación.

Con respecto, al tema de las zonas de vida y, específicamente, a las tres zonas de vida elegidas como locación de estudio, existe un documento que se convertirá en documento de consulta permanente durante la realización de la investigación, ya que esta desarrollado sobre las zonas de vida, según la clasificación de Holdrige, especificando las condiciones y variables climáticas de cada una de las zonas. Aymerich el al (2013). Guía de diseño bioclimático según clasificación de zonas de vida de Holdrige.

La presente investigación, pretende aportar una visión sobre la adaptación bioclimática en las viviendas prefabricadas que incluya de manera explícita el aporte participativo de los habitantes de la misma, que a su vez analice la calidad de las viviendas de interés social que se están implementando en el país, específicamente, en la zona de vida en cuestión.

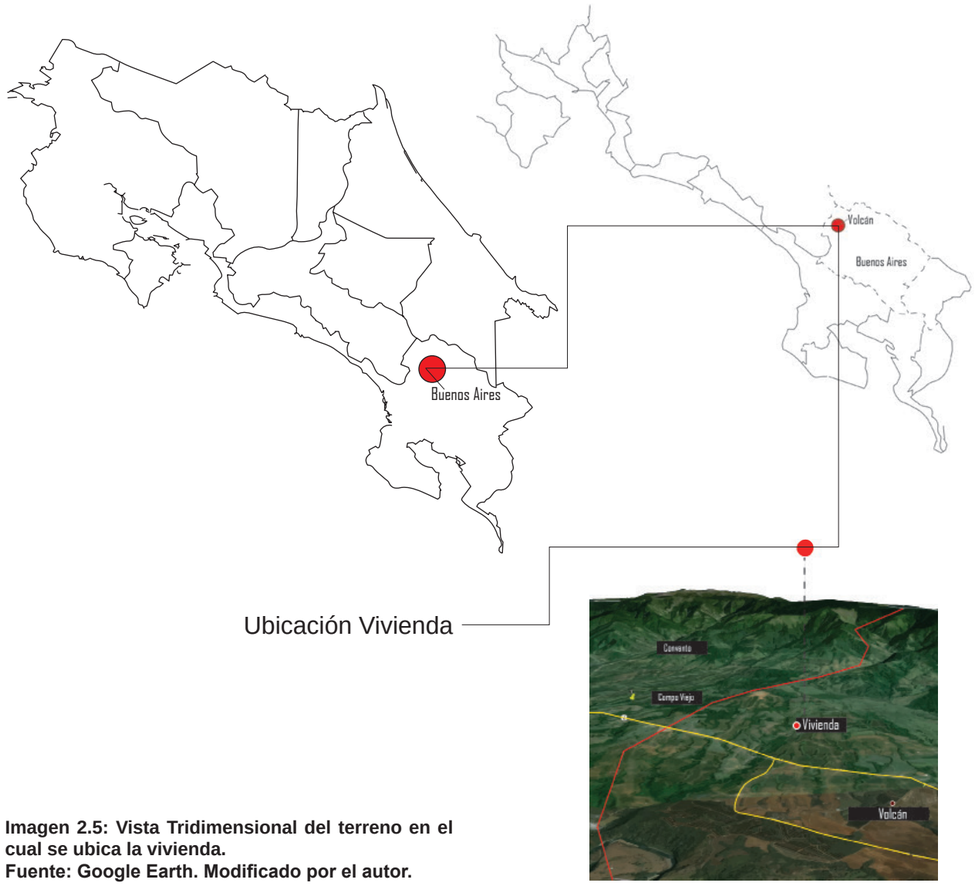


Imagen 2.5: Vista Tridimensional del terreno en el cual se ubica la vivienda.
Fuente: Google Earth. Modificado por el autor.

2.8 DELIMITACIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO

La presente investigación, realiza un análisis de las condiciones actuales de la vivienda prefabricada de interés social en una zona de vida específica, denominada Bosque húmedo Tropical en piso a basal, el análisis arroja datos que evidencian la problemática que estas viviendas aquejan a nivel de confort higrotérmico y respuesta ante el contexto.

La delimitación social esta compuesta por la familia que habita la vivienda prefabricada de interés social la misma compuesta por dos adultos, un joven y una niña.

Para la delimitación temporal, se realizaron mediciones en las viviendas en las épocas críticas del año, las mismas desde los meses de setiembre octubre 2014 hasta marzo 2015, En ambas épocas críticas, la lluviosa y la de verano, se colocaron data loggers en la vivienda prefabricada y en la vivienda de madera.

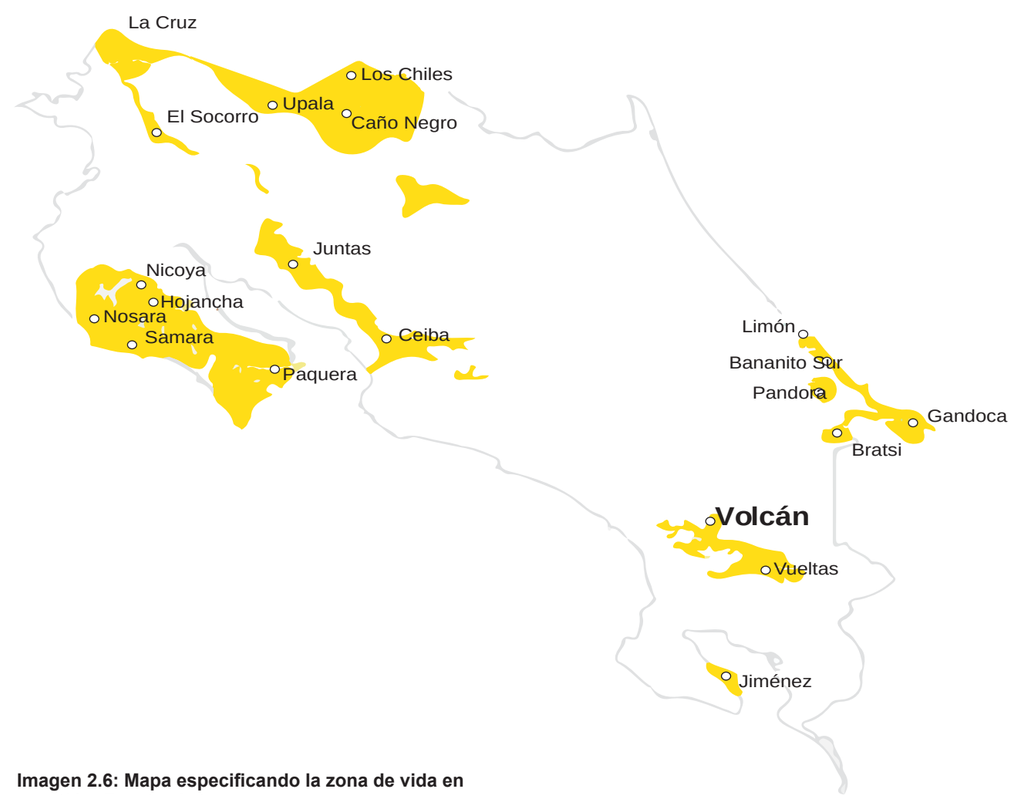


Imagen 2.6: Mapa especificando la zona de vida en cuestión. Fuente: Autor

3. MARCO TEÓRICO-CONCEPTUAL

3.1 INTRODUCCIÓN

A partir del análisis de la forma en que se habita una vivienda prefabricada de interés social, en una zona específica del país, la investigación visibiliza la manera que esta vivienda se comporta, según las condiciones del clima para esta zona de vida y como los usuarios de la misma experimentan la incidencia de las variables climáticas en sus actividades cotidianas.
A lo largo de la investigación y mediante el análisis cuantitativo y cualitativo se realiza una aproximación directa al modo en que se habita la vivienda en la actualidad. Asimismo, se realiza un abordaje de la vivienda de interés social en Costa Rica y la variación que ha sufrido la misma a lo largo de las décadas.

Ante este abordaje surge la inquietud del papel que el usuario de la vivienda ha tenido en la creación y utilización de la misma a través de la historia, ya que si bien es cierto la vivienda de interés social responde a una necesidad de brindar vivienda a las personas que requieren de la misma, no debe estar excluida de la premisa de que el diseño brinde calidad de vida a sus usuarios por medio del confort higrotérmico.

La importancia de la inclusión del usuario en el análisis de la influencia de las condiciones bioclimáticas sobre la dinámica de uso de la vivienda es fundamental en esta investigación por lo que el desarrollo de los conceptos de confort higrotérmico relacionados con la cotidianidad es sumamente importante en este capítulo.

Por lo tanto, a continuación se desarrollan los conceptos que aparecen a lo largo de la investigación tanto a nivel de análisis, como de creación de criterio para la formulación de ambas propuestas de diseño.

3.2 SOBRE EL CONCEPTO DE VIVIENDA

Tal como lo describe David H. Falagán et al en Herramientas para habitar el presente (2011):

> La vivienda viene a ser ese primer espacio de sociabilización y la representación espacial de diversas agrupaciones familiares. Por eso ha de ser capaz de albergar las diversas maneras de vivir que se evidencian en las sociedad del siglo XXI.

Al ser ese primer lugar donde se construyen y se da paso a las relaciones sociales, resulta de suma importancia que la vivienda brinde a las personas que la habitan lo necesario para poder desarrollarse de manera satisfactoria, es acá donde el concepto toma valor no solo como un espacio físico genérico sino como un espacio que responde a necesidades específicas de seres humanos específicos y unas condiciones climáticas especificas.

La vivienda que se aborda en esta investigación es una, en la cual la familia ha habitado durante los últimos dos años y medio, por lo que el aporte que ellos brindan en la investigación es fundamental, la vivienda en manos de los usuarios deja de ser solo un bien material, la vivienda refleja el modo de habitarla, refleja un perfil de acuerdo a las actividades que la familia realiza en ella, y la vivienda se encarga de potenciar o dificultar de acuerdo con sus condiciones de confort, el pleno disfrute de estas actividades.

3.3 VIVIENDA DE INTERÉS SOCIAL EN COSTA RICA

A lo largo de la Historia, el Estado costarricense ha participado de iniciativas en la búsqueda de soluciones para la situación habitacional del país. Para efectos de la presente investigación, interesa observar lo referente a la aplicación de estrategias de diseño desde el inicio de estas iniciativas para observar la evolución hasta la actualidad, por lo que se hace una referencia a la evolución de este sistema de vivienda y se presta especial interés en los ejemplos que se logran registrar.

En la década de 1940 surge la " Cooperativa de Casas Baratas, La Familia" la cual estaba precedida de a creación de en la década de 1930 del Departamento de la Vivienda en la Caja Costarricense del Seguro Social.

Con la construcción de los proyectos de vivienda en la Ciudadela Calderón Muñoz en el año 1942, se inició una era en la construcción de viviendas populares en el país. Las viviendas eran de dos tipos, unas de ladrillo mixto, con repello de cemento y cubiertas de teja de barro, y otras de bajareque las cuales en ese momento representaban un costo menor. En ambos casos, las había de dos y tres dormitorios y tenían el mismo diseño, de influencia hispano - colonial; fueron diseñadas por el ingeniero Gastón Bartorelli. (Ver imagen 3.1)

Diez años después, en 1954 se crea el Instituto Nacional de Vivienda y Urbanismo (INVU), en 1961 se dicta la ley N 2760 para la erradicación de tugurios, inmediatamente en el año 1971 se crea el Instituto Mixto de Ayuda Social (IMAS) con la función de atender a la población de escasos recursos del país y entre sus principales metas estaba brindar soluciones de vivienda para esta población meta.

Es importante destacar, que para el año 1970 se inicia con la utilización de bloques prefabricados, ya que encajaban como estructura primaria en lo que en ese momento se construía como unifamiliares.

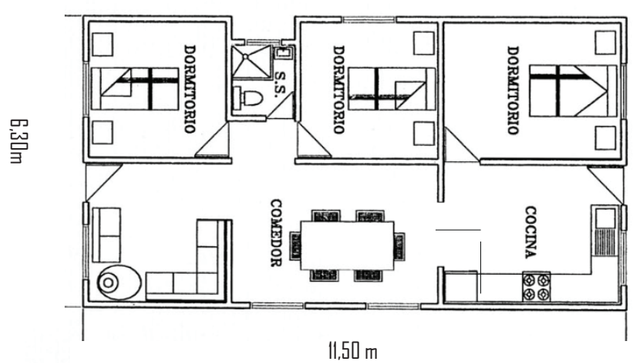


Imagen 3.1: Planta arquitectónica "Casas Baratas" 1942
Fuente: Planos, Gastón Bartorelli.

La prefabricación y la producción en serie fueron puestas en marcha en los proyectos que desarrolló el INVU, tanto en vivienda vertical como en vivienda horizontal, con la intención de generalizar este tipo de propuesta en todo el territorio nacional.

Para el año 1973, se dio una iniciativa de suma importancia a nivel de diseño y de ejecución de la vivienda por parte del INVU, ya que se llegó a la última etapa del modelo de vivienda de la Ciudad Satélite de Hatillo, el cual fue planeado como un programa de "ayuda mutua" en el cual los futuros habitantes de la vivienda debían participar en la concepción y terminación de la vivienda.

El sistema elegido por el INVU fue la construcción masiva de viviendas de un piso con columnas y baldosas de concreto, sistema prefabricado de la Compañía de productos de Concreto, en los módulos posteriores introdujeron los segundos niveles.

A partir de este momento se consolidó un tipo de vivienda que dejaba expuestos los materiales, empleaba divisiones livianas y desarrollaba una distribución que buscaba mínima circulación.(Sanou, XX). En el año 1979, mediante decreto ejecutivo se establece el Ministerio de Vivienda y Asentamientos Humanos (MIVAH).

En el año 1981, se enmarca dentro de un contexto social, político y económico en crisis, debido a la recesión económica mundial, por lo que esta situación llevó a la disminución del presupuesto nacional dirigida a este sector y así a la paralización de proyectos del mismo.

Surgen grupos que generan presión popular en la demanda de soluciones de vivienda social para familias de escasos recursos, acá surge COPAN, el primer frente centralizado en la lucha de muchos comités de vivienda y bajo la consigna de exigir el financiamiento para los programas de vivienda popular. (Morgan, 2001)

Imagen 3.2: Viviendas Prefabricadas Hatillo 1977
Fuente: Foto Juntin, Costa Rica

Este panorama genera que los interés políticos de las siguientes administraciones vayan dirigidos a este tipo de programas, tal es el caso de la campaña política de 1986 donde el ex presidente Oscar Arias llega al poder luego de que el eje de su campaña política fuera dirigido en la promesa de construir 80.000 viviendas.

Entre 1986 y 1994 según (Morgan, 2001) y durante las administraciones; Arias Sánchez y Calderón Fournier se dan tres periodos. Un periodo de transición donde se busca la manera de afrontar la necesidad de vivienda a través de la participación activa de grupos organizados, seguidamente, la etapa de desarrollo de grandes y medianos proyectos habitacionales dentro de un marco institucional. Cerca del año 1998 la etapa de desmovilización organizativa donde la gestión del financiamiento resulta de la acción individual y ya no por medio de comités de vivienda.

Para el año 2000, se consolida una relación entre gobierno central y empresas constructoras por lo que se produce una concentración en las obras financiadas por el gobierno en manos de desarrolladores privados, por lo que prevalecen los criterios empresariales en la producción de vivienda social (Morgan,2001)

Para el año 2000, se consolida una relación entre gobierno central y empresas constructoras por lo que se produce una concentración en las obras financiadas

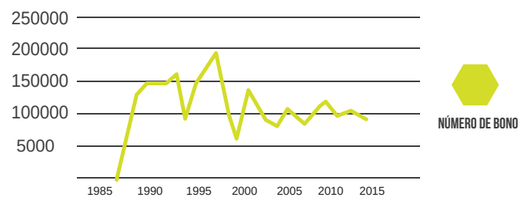
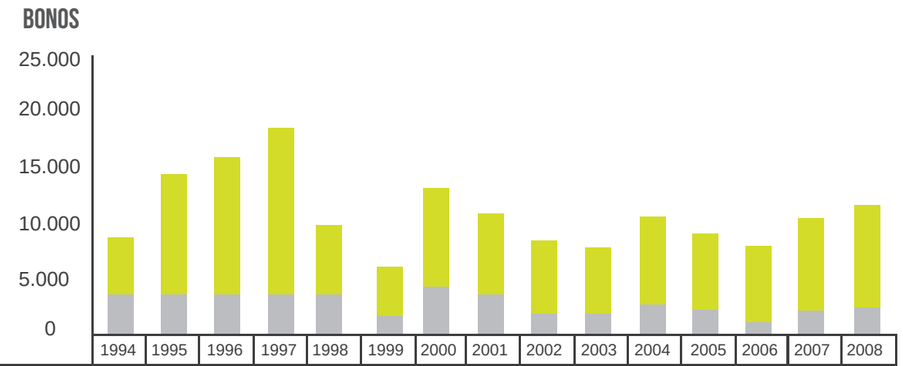


Imagen 3.3: Bonos de vivienda entregados desde 1985 hasta 2015. Fuente: BANHVI. Editado por el Autor.

por el gobierno en manos de desarrolladores privados, por lo que prevalecen los criterios empresariales en la producción de vivienda social (Morgan,2001).

Es de sumo interés para efectos de esta investigación, ya que ante la interrogante de la utilización de materiales en la elaboración de las viviendas tales como la baldosa prefabricada podría ser el reflejo de un interés económico político de las empresas que comercializan este tipo de material.

Durante las siguientes administraciones, la vivienda social no forma parte del eje central, y es hasta el año 2010 que se produce de nuevo atención sobre esta temática, sin embargo, se enfoca en la atención de las necesidades de vivienda para la clase media y en crear mecanismos para ampliar la cobertura de estratos a los recursos del SFNV (Sistema Financiero Nacional para la Vivienda). (Arroyo, 2014)



	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008
Fuera del GAM	5.3169	9.448	9.970	12.417	7.206	4.676	9.575	7.970	7.350	6.398	8.962	7.7117	7.712	8.838	2.604
Dentro del GAM	4.082	6.260	7.453	7.785	3.446	1.975	4.765	3.887	1.880	2.051	2.606	2.146	1.644	2.604	2.413

Imagen 3.4: Distribución de bono de vivienda fuera y dentro del GAM
Fuente: FUPROVI - SUVDU - con información del MIVAH. Modificado por el Autor.

En la gráfica se puede observar cómo existió un crecimiento en la entrega de bonos desde los años 1985, hasta el año 1995, sin embargo, a partir de este año decayó, y es hasta el año 2010 que vuelve a mantenerse estable y repunta.(ver imagen 1.8)

La temática de brindar vivienda a las personas que así lo necesitan en el país es y será un reto para las actuales instituciones y profesionales involucrados en la búsqueda de soluciones, y pese a que la vivienda ocupa el cuarto de los puestos en los que se utiliza el gasto social del país, la reducción del déficit de la misma aun no se ha disminuido, por lo que la búsqueda de alternativas experimentales desde la búsqueda de aplicación de nuevos materiales, involucramiento de las personas que las habitan promueve no solo el desarrollo de viviendas a costos más accesibles sino la generación de viviendas que cumplan con las necesidades de confort para las personas que las van a habitar, no solo generar vivienda para tapar una necesidad nacional, sino generar vivienda para generar una mejor calidad de vida en las personas que las habitan.

Debido a que la vivienda que se presenta en esta investigación se encuentra en una zona rural fuera del GAM, surge la inquietud de la cantidad de bonos de vivienda que estan siendo registrados en el pais, y la diferencia con respecto entre el área rural y el área urbana.

Según informacion encontrada en las siguientes instituciones FUPROVI - SUVDU y MIVAH, el mayor porcentaje de bonos familiares de vivienda corresponda a zonas fuera de la GAM. Uno de los elementos que explica esto tiene que ver con el acceso y el precio del “suelo”.

Los terrenos en la zona central del país, particularmente las zonas más urbanizadas, tienen precios que se expresan en costos de solución habitacional sumamente altos para las posibilidades reales de los sectores populares, aún contando con el BFV. Si los terrenos no están urbanizados, debe de sumarse el costo de las obras de infraestructura. En las zonas fuera de la GAM, especialmente aquellas de carácter rural, el costo de los terrenos es menor, existe mayor disponibilidad de éstos y, en muchos casos, los beneficiarios del bono cuentan con terreno propio donde construir, lo que facilita el acceso al bono.(Solano, Madrigal. (2009).

La gráfica arroja información sumamente valiosa para la presente investigación, ya que valida, aún más la necesidad de generar el diseño de la vivienda social según la región en la que se encuentre y no utilizarse como una receta para todas las zonas del país, aún más entendiendo que en las áreas rurales de nuestro país es a donde están surgiendo en mayor número estas viviendas, por lo que el diseño debe contemplar de manera acertada las variables bioclimáticas presentes en la zona.

3.4 PAPEL (ROL) DEL USUARIO EN EL DISEÑO DE LA VIVIENDA DE INTERÉS SOCIAL.

En Costa Rica, como hemos visto, se están brindando las viviendas de interés social como una alternativa para solucionar la deficiencia en hábitat en la actualidad, y tal como se desarrollo en el apartado anterior, se está brindando un modelo de vivienda prefabricada de condiciones similares para todos los usuarios sin importar las demás variables a considerar tales como; la zona de vida donde se edifica la vivienda, los interés personales de la familia a la que se le brinda, las variables climáticas, entre otras problemáticas que se describen a lo largo de esta investigación.

Es por esto que surge la interrogante: ¿Cuál es el papel del usuario de la vivienda en el proceso de diseño de la misma, si desde su concepción esta responde a un modelo genérico con variables entre unas y otras a nivel de metraje o distribución básica pero no así en el diseño o en la elección de la materialidad y en el abordaje de estrategias específicas para una determinada zona de vida?

Probablemente, el rol del habitante de la vivienda en este caso es el de encargarse de habitar la vivienda, pero no así participar activamente en el desarrollo de la misma. Es por esto, que ante esta carencia de participación en una etapa previa, esta investigación aborda la oportunidad de generar un modelo alternativo al existente, tomando en cuenta la participación de las personas que en su actualidad ya habitan la vivienda.

Y a su vez proponer un modelo ideal de vivienda en el cual pueda insertarse desde un inicio la variable de la localización y el contexto específico en el diseño.

3.5 EL DISEÑO PARTICIPATIVO COMO ALTERNATIVA EXPERIMENTAL EN LA CREACIÓN DE VIVIENDA DE INTERÉS SOCIAL.

Según lo descrito en el rol del usuario, y determinado su mínima participación en a creación de su propia vivienda, surge la alternativa de la participación del mismo en la concepción de su hábitat.

Para efectos de esta investigación el diseño ya no resultará desde la concepción de la vivienda, ya que los usuarios habitan en la casa desde hace dos años, sin embargo, esta experiencia del conocimiento de la vivienda enriquece el proceso reconociendo aciertos y desaciertos presentes en la vivienda habitada.

De acuerdo con esta perspectiva poco incluyente para el usuario, surge la alternativa del diseño participativo, la cual viene de cierta manera a re definir la posición del profesional o diseñador encargado del diseño de la vivienda y el usuario de la misma, una relación que en el proceso normal puede resultar hasta vertical en la que el usuario llega hasta el final del proceso cuando ya la vivienda ha sido edificada.

La alternativa participativa, al contrario se maneja como una relación mas horizontal en la que la toma de decisiones en el proceso los cuales incluyen aspectos sociales, culturales, económicos, climáticos, no recaen únicamente sobre el diseñador sino que contemplan el aporte de los usuarios siendo así una decisión imparcial y con el propósito de que el diseño responda a un proceso dialógico.

De acuerdo con esta perspectiva, ¿Cuál sería entonces el papel del diseñador?

La arquitecta García Vázquez en su publicación " Aplicación de Metodologías Participativas en el campo urbano y arquitectónico " expone lo siguiente:

La función de un arquitecto, urbanista u otro profesional adquiere un nuevo enfoque, el cual es socio técnico y se inscribe como catalizador del proceso, como responsable de trasladar los consensos y las experiencias de los participantes a soluciones integrales, graduables y continuas. Analizando la viabilidad de las propuestas de los participantes y aportando con sus conocimientos las mejores alternativas que garanticen que los proyectos sean realmente sustentables.(p.2)

El profesional deja de ser el encargado único de generar alternativas y se convierte en una especie de receptor ordenador, o como lo describe la arquitecta Vázquez, se convierte en un catalizador responsable de aportar sus conocimientos para el adecuado desarrollo del proyecto. En la creación de vivienda de interés social la alternativa participativa aporta características positivas entre las cuales destaca García Vázquez, las siguientes:

La relación entre profesional y los participantes deja de ser desigual y se vuelve más equilibrada y equitativa, hasta cierto punto complementaria, el engranaje depende del profesional, pero el aporte de los participantes se vuelve fundamental, el profesional entiende que el desarrollo del proyecto es cuestión de procesos; se hace conciencia sobre el impacto y los avances cualitativos de su trabajo.

La profesión se practica con un enfoque diferente por medio de un trabajo directo con los usuarios lo cual deriva una práctica comunitaria activa, el profesional comparte sus conocimientos y recibe información e insumos por parte de los pobladores.

Se logra profundizar en los aspectos y del territorio, en la concepción espacial de localidad en la búsqueda de respuestas urbanas y arquitectónicas que respondan a ese contexto específico.

3.6 EL CONFORT BIOCLIMÁTICO, UNA CONDICIÓN NECESARIA PARA GARANTIZAR LA CALIDAD DE VIDA

Algunos autores como Neila (2004) se refieren al confort como la sensación integral de bienestar en el cual nuestros sentidos son alterados u modificados por estímulos del entorno que producen reacciones placenteras o molestas, de manera que se puede calificar el ambiente que se recibe el estimulo como confortable o no confortable. A su vez otros autores van más allá y mencionan algunas afectaciones que el ser humano puede recibir de su entorno si se encuentra en condiciones poco confortables.

Según Mondelo (1999) "Las condiciones de bienestar o confort son las óptimas si el sujeto se encuentra satisfecho y su organismo mantiene el equilibrio térmico, es decir: su temperatura interna se mantiene dentro de los límites fisiológicos normales, sin tener que efectuar para ello ajustes de adaptación a un medio más o menos hostil."(p.17)

Tanto Neila como Mondelo comparten que confort implica sensación de bienestar en el individuo, El confort por consiguiente va a estar directamente ligado a la relación entre cuerpo humano y su entorno (ver imagen 4.1), resulta entonces importante mencionar que esta relación puede verse perjudicada o favorecida por condiciones climáticas, así lo destaca Mondelo (1999)

La exposición a condiciones térmicamente inconfortables puede provocar en el ser humano desde el punto de vista fisiológico: agotamiento por deshidratación y pérdida de sal por exposición de varios días en sujetos no aclimatados; o, de súbito, tras esfuerzos físicos intensos y prolongados, manifestaciones de naturaleza digestiva (náuseas y vómitos), cardiovascular (hipotensión, malestar general, lividez, dolores de cabeza, taquicardia, etcétera), neurológica (vértigos y desorientación), golpe de calor (pérdida súbita del conocimiento, piel seca y caliente, incremento de la temperatura interna hasta más de 40 °C, convulsiones y estado de coma). con el consecuente general de que rendimiento de la persona en su entorno según algunos autores, decaer hasta en un 40%. (p.18)

Neila también destaca: "El confort higrotérmico llega a producirse cuando el cuerpo pierde calor a una velocidad adecuada y es adecuada porque de no

ser así se generaría sensación de frío o calor. A esa velocidad adecuada se equilibran todos los intercambios energéticos que se originan en el ser humano". (Neila 2004). Para efectos de esta investigación será de suma importancia lo correspondiente al confort higrotérmico, ya que se pretende que la investigación se enfoque en la adaptación de la vivienda prefabricada en base a su relación y los efectos directos que produce en el ser humano.

Imagen 3.5:Parámetro y factores influyentes en el confort
Fuente:Neila .J (2004). Modificado por el Autor.

3.7 VARIABLES QUE INFLUYEN EN EL CONFORT HIGROTÉRMICO

Las variables que influyen en el confort dependen de la respuesta de cada usuario ante el estímulo que se ve expuesto, según las condiciones del espacio donde realice sus actividades cotidianas, en este caso se trata de la vivienda prefabricada habitada por los cuatro miembros de la familia. Los siguientes factores son lo que tienen que ver directamente con el ser humano y son de suma importancia ya que posteriormente son introducidos dentro de los índices realizados para el cálculo del confort, estos son: Vestimenta (CLO), Taza metabólica (met).

a. MET: Tasa metabólica.

El cálculo de tasa metabólica es de suma importancia en la presente investigación ya que es utilizado para la estimación del bienestar térmico mediante la herramienta del voto estimado medio. Asimismo, es empleado en el diagrama de climograma de bienestar adaptado(-CBA). Este valor se refiere a la cantidad de energía producida ante determinada actividad. En el diagrama 1.11 (Ver diagrama 1.11) se pueden observar los valores para cada actividad.

b. CLO: Aislamiento térmico de la ropa.

Se refiere a la característica térmica de la vestimenta. Existen datos ya establecidos según los valores ISO 7730 los cuales asignan un valor numérico para cada vestimenta. Para efectos de esta investigación se utiliza 0.26 como valor para el CLO.

TASA METABÓLICA / MET

Actividad física incrementa la producción de calor del cuerpo o tasa metabólica, ergo la sensación de confort.

MET-TASA METABÓLICA		
ACTIVIDAD	MET	W/m
Sin Actividad	1	41
Sin Actividad	1.2	70
Sin Actividad	1.6	93
Sin Actividad	4.38	293

Imagen 3.6: Diagrama de tasa Metabólica.
Fuente: Modificado por el Autor.

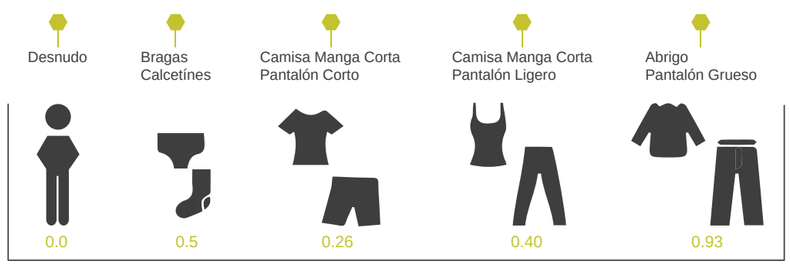


Imagen 3.7: Diagrama de valores de arropamiento
Fuente: Modificado por el Autor.

ARROPAMIENTO / CLO

La vestimenta supone un aislamiento térmico que reduce la pérdida de calor y aumenta la sensación de calor.

Como parte de las variables que afectan la percepción del confort también se encuentran las siguientes las cuales han sido descritas por Neila (2004) y Kvisgaard, (2000)

c. Temperatura de aire (Ta):

La temperatura de aire resulta un parámetro principal para determinar el grado de confort térmico de un espacio y se define como el estado térmico del aire a la sombra. Los valores de temperatura de aire varían según el tipo de actividad que se realice.

d. Humedad relativa (HR):

La humedad relativa es otro parámetro importante para determinar el nivel de confort, esta es entendida como la cantidad de vapor contenida en el aire, variando así entre días calurosos y días fríos, en un día caluroso puede evitar que las personas pierdan calor por evaporación de agua, afectando negativamente la percepción de confort.

e. Temperatura Media Radiante (Tmr):

Esta temperatura puede ser definida como la temperatura media irradiada por las superficies envolventes de un espacio a su interior, y se calcula con la suma total de las temperaturas de las paredes, el suelo y el techo teniendo en cuenta el ángulo sólido que forman cada una de ellas desde el punto de medición.

f. Velocidad de aire (V):

Cuando la temperatura del aire está por debajo de la temperatura de la piel, la velocidad del aire provoca una pérdida de calor que genera una sensación de frescura. Sin embargo si es al revés, el cuerpo tomara calor del aire la velocidad del aire ayuda a reducir la humedad.

Variable	Unidad	Efecto Sobre el Cuerpo
TEMPERATURA DE AIRE	C°	EXAGERADA PÉRDIDA DE CALOR POR CONVECCIÓN CUANDO ESTÉ BAJA. DEMASIADO CALOR CUANDO ESTÁ CERCANA A LA CERCANA A LA TEMPERATURA CORPORAL
HUMEDAD	C°(Bulbo Húmedo) % Humedad Relativa	LA PÉRDIDA DE CALOR POR EVAPORACIÓN AUMENTA O SE INHIBE
TEMPERATURA RADIANTE	C°(Bulbo Húmedo) % Humedad Relativa	PÉRDIDA O GANANCIA DE CALOR POR RADIACIÓN
VELOCIDAD DE VIENTO	Dirección y Velocidad	EFECTO DE REFRESCAMIENTO O ACALORAMIENTO DEPENDIENDO DE LA TEMPERATURA DEL AIRE
RADIACIÓN SOLAR	W/M^2	ACALORAMIENTO

Imagen 3.8: Diagrama de Variables que influyen en el confort higrotérmico.
Fuente: Neila .J (2004). Modificado por el Autor.

3.8 LÍMITES DE TEMPERATURA Y HUMEDAD PARA LA ZONA DE CONFORT.

Según autores como Olygay la zona de confort es definida como la franja de neutralidad térmica en la que los mecanismo fisiológicos de termoregulación aun periten regular la temperatura encontrarse equilibrada.

La "American Medical Association" indica que la temperatura de un ser humano en estado natural se encuentra entre los 36,5C y 37,2C, sin embargo, otros autores como Mondelo (1999) afirma que se encuentra alrededor de los 37.6C.

Es así que existe una base de varios autores quienes han establecido límites de temperatura y humedad para que el cuerpo se encuentre en estado de confort.
VER TABLA 3.9.

Los parámetros que determina la zona de confort varían según la localización geográfica. Esta zona supone la relación de equilibrio entre los parámetros ambientales climáticos, así como los valores personales de cada ser humano. (Skolay, 2007)

Steven Skolay en Introduction to Architectural Science introduce en la zona de confort los valores para la humedad y la temperatura, estos responden a 60% para la humedad y para 28.5 °C para la temperatura, en el diagrama 3.9 se observa el diagrama bioclimático de olygay modificado para climas calientes por Skolay.

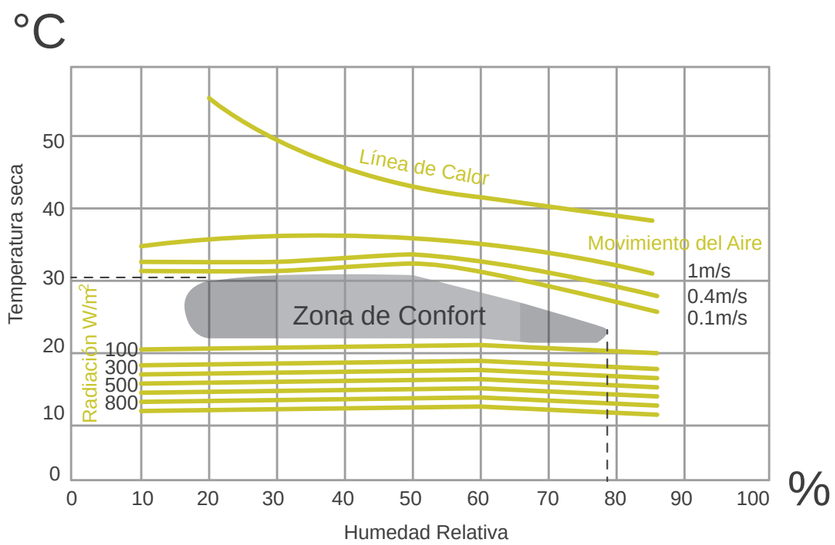


Imagen 3.9: Diagrama Bioclimático de Olygay
Fuente: Szokalay S, 2007 PLEA. Modificado por el Autor.

3.9 EVALUACIÓN DEL CONFORT

El objetivo de esta investigación se centra en mejorar las condiciones del diseño arquitectónico en respuesta a las condiciones climáticas al confort de los usuarios y al uso cotidiano de los mismos, por lo tanto para poder mejorar estas condiciones es necesario cuantificar las sensaciones térmicas de manera que se pueda establecer con claridad las condiciones actuales que se presentan en la vivienda. Existen distintos procesos para cuantificar esta información, en la presente investigación se expresarán los datos obtenidos por medio de índices y tablas que permitan visualizar el rango de confort presente.

a. Índices de confort

Los índices de confort se presentan como la interacción compleja de varios parámetros climáticos entre estos: temperatura y humedad, movimiento de aire y factores referentes al usuario. Estos se agrupan según el número de magnitudes que se utilicen y el grado de precisión que se desee obtener. (Neila.J)

b. Índices directos

Son producto de las mediciones físicas de las condiciones del aire: Temperatura seca, temperatura del rocío, humedad relativa, relacionadas en la carta o ábaco psicrometrico. Gonzalo E, (2003)

c. Índices analíticos

Resultan de la relación entre parámetros de la ecuación general de balance térmico: Temperatura media radiante(TMR) Temperatura operativa, temperatura operativa humedad, de lo que se desprende el voto estimado medio (PMV).

d. Indice de Fanger

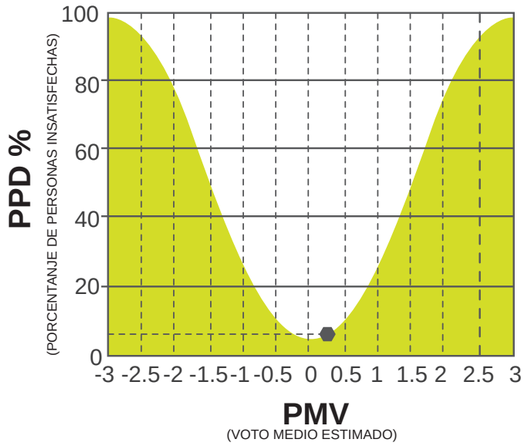
Este índice se basa en lo planteado por P.O Fanger (1992), ante parte de la respuesta humana ante distintas situaciones provocadas por factores ambientales: humedad relativa, temperatura del aire, temperatura radiante media, velocidad del aire y los referentes a los usuarios y la actividad que desarollan: actividad metabólica (Met) y el nivel de arropamiento (Clo). El principal aporte de este índice es la interrelación de todos los factores que influyen en los intercambios térmicos ser humano - medio ambiente. Esta ecuación describe la actividad metabólica y las perdidas de calor del cuerpo por mecanismos de convención, radiación transpiración y respiración. Debido a su eficiencia se utiliza para evaluar situaciones de confort térmico y es la utilizada por UNE-EN ISO 7730, la cual es la referencia para evaluaciones integrando todos los factores indicados y ofreciendo el PPD (porcentaje de personas insatisfechas con las condiciones térmicas del ambiente).

e. Voto medio estimado (PMV)

Si este valor se encuentra en el rango comprendido entre -0,5 y 0,5 indica que existe una condición de confort térmico. En caso contrario deberá proceder a adaptar el espacio analizado para que responda a las condiciones de confort. Los valores cercanos a 0 indican condiciones en las que la sensación térmica se considera neutra, lo equivalente a confort térmico.

Porcentaje de personas insatisfechas (PPD). Este porcentaje permite visualizar la cantidad de personas insatisfechas con ciertas condiciones térmicas específicas.

Un porcentaje de hasta un 10% refleja una situación satisfactoria para la mayoría de las personas (90%) mientras que valores superiores indican problemas con la situación de confort térmico. Dicho valor corresponde a los límites de -0m5 y 0,5 indicados en PMV.



Puntuación	Sensación Térmica
+3	Mucho Calor
+2	Bastante Calor
+1	Algo de Calor
0	Neutra
-1	Algo de Frío
-2	Bastante Frio
-3	Mucho Frio

Escala numerica de sensacion termica usada por Fanger

	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Setiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
PMV (Sensación Térmica)	1.64	1.99	2.17	1.81	1.36	1.19	1.15	1.19	1.16	1.1	0.96	0.92
PPD (% de Personas Insatisfechas)	58.8%	76.5%	83.8%	67.6%	43.6%	34.7%	33.1%	34.7%	33.5%	26.1%	24.6%	22.9%

Imagen 3.10: Relación entre porcentaje de Personas insatisfechas y Sensación térmica (PMV)
Fuente: Porras. J Estrategias pasivas del diseño bioclimático, 2012. Modificado por el Autor.

f. Ábaco Psicrométrico:

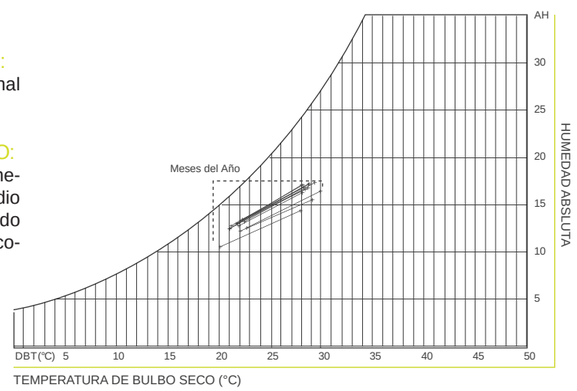
Es un diagrama que muestra la representación gráfica del estado del aire en cualquier momento en particular. El gráfico relaciona la temperatura del aire sobre la escala horizontal con a humedad en la escala vertical.

Este diagrama permite visualizar la zona de confort la cual indica el ámbito en el que se mantienen condiciones favorables para que la persona se manifieste termicamente confortable. Es por esto que este gráfico permite evaluar las condiciones térmicas de un lugar y a su vez permite visualizar el rango de estrategias pasivas necesarias para crear mayor bienestar en función de los parámetros iniciales de: Temperatura, Humedad relativa, viento y temperatura radiante. (Sancho.A) pag 18.

Si las líneas de temperatura constante se encuentran dentro de los rangos que abarcan las estrategias, estas podrán aplicar para ser utilizadas como estrategias pasivas. Según VA. 2005, las zonas de estrategias son representadas por las figuras de color en el diagrama y representan lo siguiente:

* TEMPERATURA DE BULBO SECO:
Medida con un termómetro convencional cuyo bulbo se encuentra seco.

* TEMPERATURA DE BULBO HÚMEDO:
Es la temperatura que alcanza un termómetro cuyo bulbo está rodeado de un medio poroso que se mantiene totalmente mojado cuando se pone en contacto con una corriente gaseosa.



* HUMEDAD ABSOLUTA:
Cantidad de vapor de agua por unidad de volumen de aire ambiente.

* HUMEDAD RELATIVA:
Es la relación entre la cantidad de vapor de agua que contiene y la que tendría si estuviera saturada, así, entre más se acerque a cien por ciento más húmedo está.

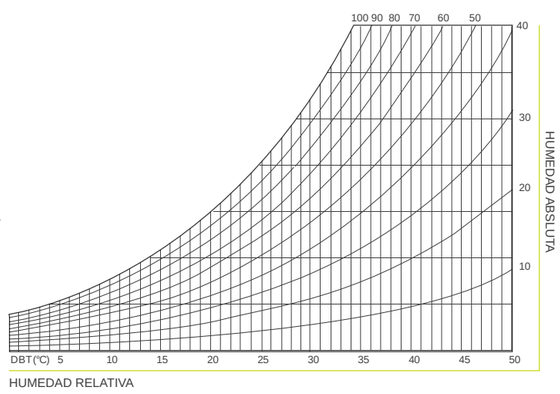


Imagen 3.11 - 3.12: Estructura Diagrama Psicrométrico
Fuente: Szokalay S, 207. PLEA. Modificada por el autor.

Zona 1: Calentamiento solar pasivo:

Esta estrategia promueve el calentamiento solar pasivo, conservando el flujo de calor y evitando las pérdidas de este por infiltración de aire. Esta estrategia es aplicable en temperaturas constantes por debajo de los 18Co y pierde su efectividad cuando se alcanzan los 10 Co .

Zona 2: Efecto masa térmica:

Esta estrategia es utilizada para reducir durante el día los valores máximos de temperatura radiante y de la temperatura del aire. Para poder ser aplicada se debe contar con una una amplitud diaria de temperatura no menor de los 8C, preferiblemente dentro del rango de los 15 a 20, esto con el objetivo de que la carga y descarga de masa térmica sea tangible.

No es recomendable en climas húmedos ya que las oscilaciones son bajas y el punto de rocío se alcanza con facilidad por lo que produce condensación de la humedad sobre los materiales empleados.

Zona 3: Ventilación nocturna y masa térmica

Esta estrategia funciona como una alternativa de la estrategia anterior. Aplica en espacios con suficiente masa térmica, la cual es ventilada durante las horas de la noche con el objetivo de enfriar esta masa por el efecto de convección, aumentando la capacidad de enfriar las temperaturas diurnas.

Zona 4: Ventilación natural:

Esta estrategia pasiva consiste en la infiltración de aire fresco desde el exterior a través de aberturas de manera que este aire genere corrientes que enfríen los niveles de temperatura en la piel por medio de la convicción y colaboren en la evaporación del sudor.

Para lograr esta sensación de confort es preferible hacer ingresar aire con temperaturas frías y sin cargas de humedad, para esto es se recomienda que se encuentre por debajo de la temperatura de la piel (33C en promedio)

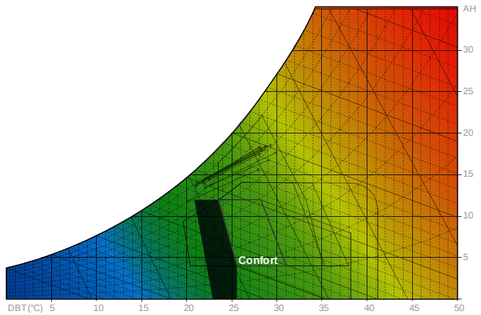
Zona 5 Enfriamiento evaporatorio

Esta estrategia consiste en aumentar el contenido de agua en el aire por medio de la vaporización en la etapa de paso de agua líquida a vapor. En esta estrategia la entalpia del sistema se mantiene constante por lo que la energía total no se altera.

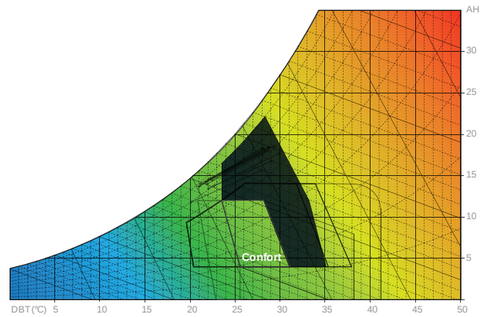
Zona 6: Enfriamiento evaporativo indirecto

Materialidad y Envolvente como factores determinantes en la respuesta bioclimática de la vivienda.

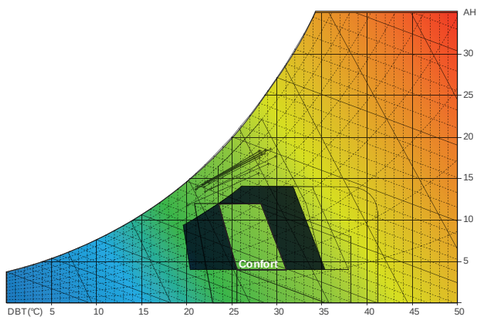
El manejo de la forma en el diseño arquitectónico, depende en gran medida de la conjugación de los materiales utilizados en el edificio, de esta manera los elementos que forman parte de la envolvente cobran importancia en el momento en que estos actúan como el medio de enlace entre el ambiente interior y el exterior del edificio. Entendiéndose por envolvente del edificio a los muros exteriores y el techo.



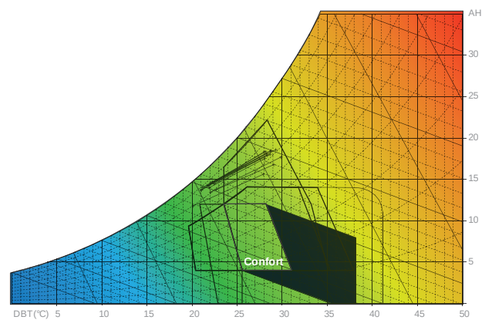
Zona 1. Calentamiento Solar Pasivo



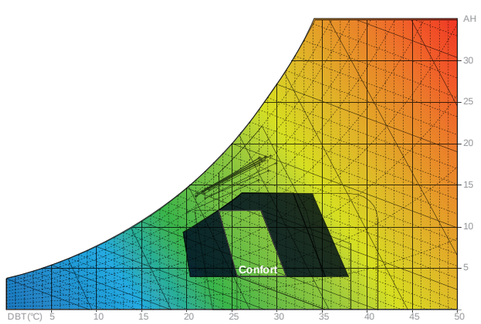
Zona 4. Ventilación Natural



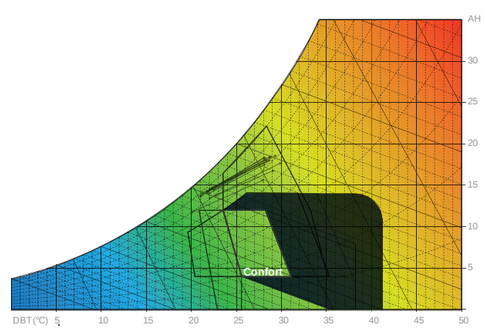
Zona 2. Efecto de Masa Térmica



Zona 5 Enfriamento Vaporativo Directo



Zona 3.Condiciones controladas mediante ventilación nocturna



Zona 6. Enfriamiento evaporativo

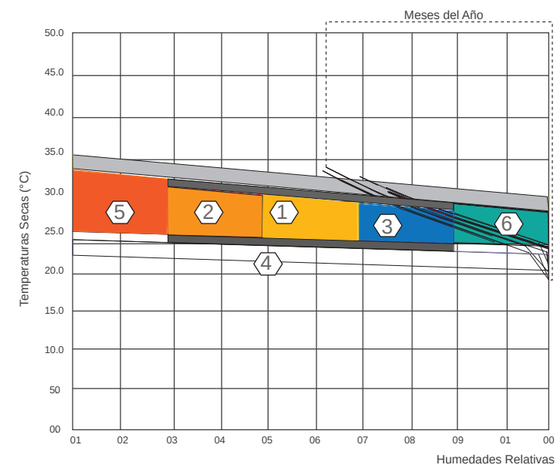
Imagen 3.13: Ábaco Psicrométrico Volcán. Obtenido en Weather tool. Modificado por el autor

Estación No: 98056
Volcán de Buenos Aires
Altura: 381msnm
Presión Barométrica: 101.36kPa
Lat. 09°12 ' N
Long. 83° 27' O

g. Climograma de bienestar adaptado:

(CBA) Es basado en la estructura por Olygay incorporando estrategias básicas empleadas en el climograma de Givoni. Se construye a partir de los datos de humedad relativa y temperatura de aire, representados en el eje X y Y. El diagrama presenta áreas diferentes que muestran la relación de mayor a menor bienestar como las que indican las estrategias arquitectónicas que hay que emplear para el alcanzar el confort higrotérmico. (Neila. J 2004)

Este diagrama también representa las áreas de exigencia bioclimática: Zonas de bienestar, Zonas con necesidad de ventilación, Zonas con necesidad de radiación. (ver imagen)



1.Zona de bienestar saludable (menos de 10% de insatisfechos)

2.Zona de bienestar algo seca para la salud (menos de 10% de ins.)

3.Zona de bienestar algo húmeda para la salud (menos de 10% de ins.)

4.Zona de bienestar extendida (20% de insatisfechos)

5.Zona Térmica aceptable pero excesivamente húmeda

6.Área controlada por ventilación nocturna y la masa térmica

Imagen 3.14: Climgrama de bienestar adaptado (CBA). Fuente: Autor

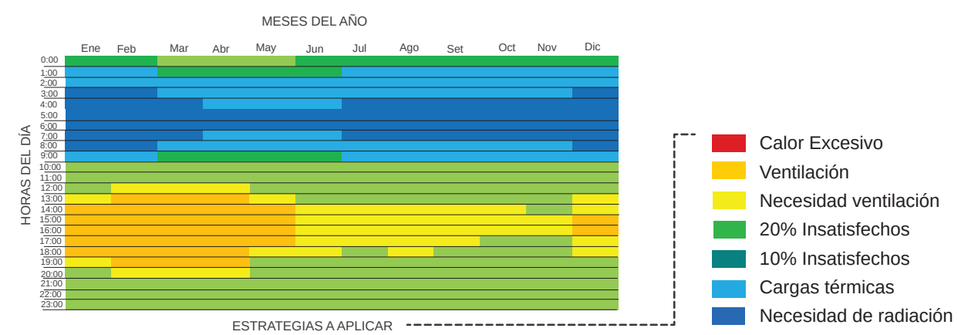


Imagen 3.15: Gráfico de Isopletas con Temperatura. Fuente: Autor

3.10 OBTENCIÓN DE DATOS A PARTIR DE MEDICIONES PROLONGADAS.

Las mediciones prolongadas se realizan mediante instrumentos de medición para la obtención de datos climáticos sobre la vivienda especifica, se utilizan data loggers los cuales son instalados en la vivienda en las dos épocas críticas del año, durante la época lluviosa (del 1 al 15 de octubre) y durante la época seca (del 1 al 15 marzo) Los mismos durante un periodo de 15 días se encuentran registrando la temperatura y la humedad presentes a donde fue ubicado el data logger en lapsos de cada 2 minutos.

Al finalizar los 15 días se cuenta con un registro el cual es introducido en una hoja de cálculo en Excel para así procesar los datos y generar las tablas de comparación.

Las tablas generadas son dividas en los meses de octubre y marzo y se realizan las siguientes comparaciones: Temperaturas interna de la vivienda, temperatura interna contra temperatura externa, temperatura interna de la vivienda prefabricada contra temperatura externa de la vivienda de madera y humedad interna de la vivienda prefabricada contra humedad externa de la misma.

Imagen 3.16: Dataloggers ubicados en las viviendas en estudio. Fuente: Autor

Imagen 3.17: Dataloggers ubicados en las viviendas en estudio. Fuente: Autor

3.11 MATERIALIDAD Y ENVOLVENTE COMO FACTORES DETERMINANTES EN LA RESPUESTA BIOCLIMÁTICA DE LA VIVIENDA.

El espacio interno de una vivienda es contenido por un sistema de materiales, componentes y ensamblajes que separan físicamente el entorno exterior del ambiente interior. Por lo tanto, esta envolvente es considerada un separador ambiental.

Los elementos típicos del cerramiento incluyen cubiertas, paredes, ventanas, claraboyas , puertas, y piso. De la materialidad empleada en estos elementos depende el rendimiento térmico del espacio interno así como los niveles de percepción de confort por parte de los usuarios. Graham. F (Pag.2)

El manejo de la forma en el diseño arquitectónico, depende en gran medida de la conjugación de los materiales utilizados en el edificio, de esta manera los elementos que forman parte de la envolvente cobran importancia en el momento en que estos actúan como el medio de enlace entre el ambiente interior y el exterior del edificio.

En la presente investigación es de suma importancia el diseño actual de la envolvente arquitectónica de la vivienda, ya que determina la cantidad de luz, calor y radiación que el espacio interno recibe.

a. Elementos de concreto prefabricado.

Los elementos prefabricados son elementos modulares, generados fuera del sitio donde son ensamblados. El proceso de producción y ejecución de este material se reconoce de la siguiente manera :

b. Construcción industrializada:

El sistema de construcción cuyo diseño de producción es mecanizado, en el que todos los subsistemas y componentes se han integrado en un proceso global de montaje y ejecución para acelerar su construcción.
El proceso de construcción por prefabricación se realiza en dos fases:

c. Fabricación:
La producción se lleva a cabo en fabricas de producción, móviles o fijas.

d. Montaje:
El montaje contempla las tareas de ensamble y sellado, el ensamblaje de viviendas prefabricadas es generalmente realizado por un grupo de trabajadores los cuales se encargan de colocar las piezas que dan forma a la vivienda.

3.12 APLICACIÓN DE LA ARQUITECTURA BIOCLIMÁTICA EN EL MEJORAMIENTO DE LAS CONDICIONES ACTUALES DE CONFORT.

La Arquitecta Argentina Beatríz Garzón, describe en el libro Arquitectura Bioclimática que si se parte de la premisa de que la arquitectura es un modo de trabajo social, se debería enfatizar mas la necesidad de generar diseño bioclimático, pues según los descrito por ella sus principios van dirigidos hacia: Integración del objeto arquitectónico al contexto.

Incidir en la reducción de la demanda de energía convencional y el aprovechamiento de fuentes energéticas alternativas, como resultado del concepto ecológico que enmarca esta tendencia.

Es así que la arquitecta propone visualizar la arquitectura bioclimática como un campo de gestión y producción de los productos arquitectónicos, revalorarlos, reformularlos, por los principios del bioclimatismo en procura de confort y bienestar en los usuarios y de edificaciones energéticamente mas eficientes con una expresión formal acorde con el contexto en el cual están siendo implementadas.

Como parte de los motivos que han despertado el interés en la realización de esta investigación como proyecto final de graduación esta el en entender la arquitectura bioclimática como una necesidad, siendo esta arquitectura la que tiene en cuenta el clima y las condiciones del entorno para ayudar a conseguir confort higrotérmico tanto en el exterior como en el interior, utilizando únicamente elementos arquitectónicos en el diseño, excluyendo así sistemas mecánicos para el acondicionamiento de una edificación.

3.13 ESTRATEGIAS PASIVAS EN PROCURA DE CONFORT.

El objetivo de la utilización de una técnica pasiva en la vivienda es proporcionar comodidad térmica al usuario y no propiciar el consumo de energía no renovable. La palabra pasivo se refiere a que en todos los casos la energía transferida para y desde la vivienda, se da por medio de un proceso natural, por conducción, convección y radiación.

La estrategia pasiva está formada por los elementos de la vivienda, actuando de manera conjunta a través de los procesos naturales, absorbiendo y emitiendo energía. (Sámano, Morales, & Morillón, 1997). La sensación de enfriamiento, en el ser humano, se da en la superficie de la piel. Por lo tanto, el movimiento del aire representa un factor importante en el proceso de selección de la estrategia pasiva a utilizar.(Referencia)

La adecuada aplicación de una estrategia pasiva genera que en el interior se den las condiciones de comodidad térmica para los habitantes, evitando recurrir al uso de equipos convencionales de climatización.

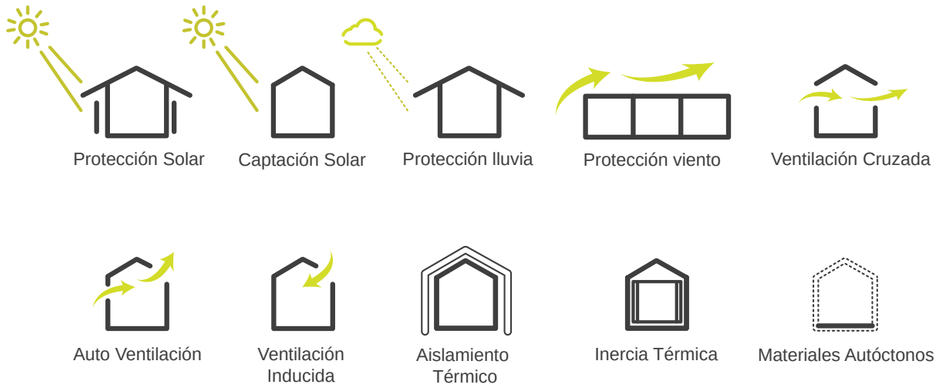
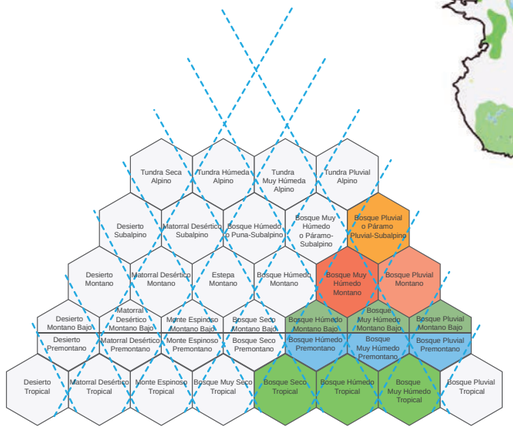


Imagen 3.18: Estrategias de diseño según J. Neilla
Fuente: Neila J. 2004 Arquitectura bioclimática en un entorno sostenible
Modificado por el autor

3.14 ZONAS DE VIDA DE HOLDRIGE, IMPORTANCIA DE LAS VARIABLES CLIMÁTICAS EN EL DISEÑO DE LA VIVIENDA.



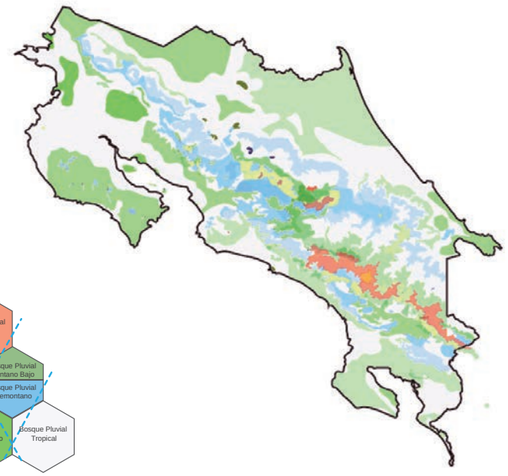


Imagen 3.19: Mapa Zonas de vida Costa Rica
Fuente: Autor.

Los fenómenos meteorológicos desempeñan una función primordial en la dinámica de las actividades humanas, determinando, en parte, el comportamiento de las diferentes ciudades así como el desarrollo de sectores con mayor o menos población. Debido a esta influencia que ejercen estas condiciones sobre los asentamientos humanos a lo largo de la historia la necesidad de agrupar estas condiciones ha sido necesaria.

Tal es la importancia de estas condiciones que los primeros asentamientos humanos buscaron para establecerse inicialmente un clima con condiciones favorables. Seguidamente suelos con tierras fértiles y finalmente condiciones topográficas que les facilitaran su establecimiento. Esto viene a demostrar el vínculo que el ser humano a lo largo de la historia ha tenido ante el contexto y las condiciones climáticas que este presenta.

El conocimiento o la caracterización del clima en el ámbito de estudio es de suma importancia, ya que permite calificar y cuantificar los diversos elementos climáticos como la temperatura, precipitación, humedad relativa, evaporación, viento, entre otros. El clima es el conjunto de fenómenos meteorológicos (régimen de precipitaciones, temperaturas, movimientos de aire) que caracterizan el estado medio de la atmósfera en un punto de la superficie de la tierra (Villodas, 1998).

El conocimiento del comportamiento de estos elementos ayuda al adecuado planeamiento de las diversas actividades a desarrollarse en la zona, así como para tomar medidas necesarias para garantizar la calidad de vida en las edificaciones que se proyecten en dicha zona.

En la definición del Sistema de Zonas de Vida según L.R. Holdridge, la unidad central es la zona de vida la cual comprende la temperatura, precipitación y evapotranspiración; el objetivo de dicha zonificación es el de determinar áreas donde las condiciones ambientales sean similares, con el fin de agrupar y analizar las diferentes poblaciones y comunidades bióticas, logrando así aprovechar mejor los recursos naturales sin deteriorarlos y conservar el equilibrio ecológico.

Este sistema de Vida permite clasificar las diferentes áreas del mundo, desde el Ecuador hasta los polos (regiones latitudinales) y desde el nivel del mar hasta las nieves perpetuas (pisos altitudinales).

“Una zona de vida es un grupo de asociaciones vegetales dentro de una división natural del clima, las cuales tomando en cuenta las condiciones edáficas y las etapas de sucesión, tienen una fisonomía similar en cualquier parte del mundo”.(Holdrige 1947)

La asociación en este sistema de zonas de vida se define como un ámbito de condiciones ambientales dentro de una zona de vida, incluyendo sus seres vivientes, cuyo complejo total de fisonomía de las plantas y de actividad de los animales es único; aunque es posible establecer muchas combinaciones entre distintas zonas.

Este sistema está basado en la fisonomía o apariencia de la vegetación y no en la composición florística. Los factores que se tienen en cuenta para la clasificación de una región son la biotemperatura y la precipitación.

3.15 INHERENCIA DEL CAMBIO CLIMÁTICO EN LA EVOLUCIÓN DE LAS ZONAS DE VIDA

a. Flexibilidad de adaptación de la vivienda

En la actualidad una de las temáticas más importantes relacionadas con la arquitectura bioclimática es la afectación de los entornos naturales en los cuales se desarrollan los asentamientos humanos y como estos han generado el cambio climático en el planeta.

Se entiende como cambio climático a la modificación del clima que ha tenido lugar respecto de su historial a escala regional y global. Se trata de cambios de orden natural, pero actualmente, se los encuentra asociados con el impacto humano sobre el planeta lo que ha acelerado este proceso. (Karl y Trenberth 2005).

Debido a la influencia del cambio climático sobre el planeta, la distribución de las zonas de vida también se ha visto afectada. Esto ha generado que algunas zonas de vida desaparecieran y otras aumentaran. Este fenómeno también es observable en las zonas de Vida pertenecientes a Costa Rica.

Es por esto que es fundamental para la proyección de viviendas reconocer la evolución que podría ocurrir en las zonas de vida durante los próximos años en el país. Ya que el objetivo de esta investigación radica en brindar las condiciones de confort necesaria para la vivienda de interés social, el aspecto de adaptación de la vivienda ante la evolución en la zona de vida en la que se encuentra resulta de suma importancia, ya que para el diseño y proyección de la vivienda debe contemplares el aspecto de flexibilidad de esta para acoplarse a las futuras condiciones. Para evidenciar este fenómeno, se analizó el documento creado por Mildred Jiménez Méndez, desarrollado en el CATIE durante e 2009, el mismo se denomina: “Resiliencia de los ecosistemas naturales en Costa Rica al cambio climático” En el documento se proyecta que para el 2020 el Bosque Seco Tropical haya duplicado tamaño, mientras que el Bosque muy húmedo Tropical se encuentre únicamente al extremo norte de la provincia de Limón.(Ver imagen 3.20)

Al aumentar la temperatura en el país se proyecta que el Páramo Pluvial Sub Alpino que hoy se encuentra únicamente en la cima del Cerro Chirripó desaparezca y que esta zona se convierta en Bosque pluvial Montano.

El documento también incluye una proyección de las zonas de vida hacia el 2080, determinando que para esta fecha el país únicamente contará con 8 zonas de vida, incluyendo dos zonas de vida que no existían anteriormente. La zona del bosque seco tropical pasaría a ser parte del Bosque Seco Montano Bajo (ver mapa 3.21)

Estos factores y la variación de las condiciones climáticas en cada zona debe de ser considerado para la proyección responsable de las viviendas de interés social, ya que estos factores van a definir los niveles de confort que se perciben en la vivienda.

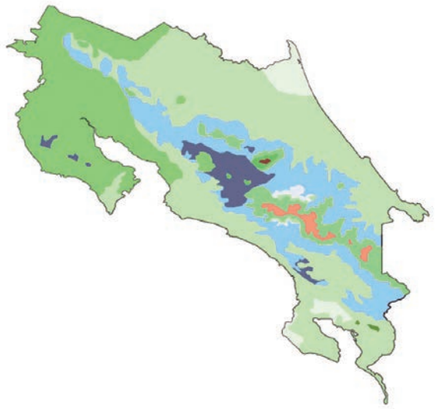


Imagen 3.20: Zonas de vida para el 2020. Fuente CATIE. Modificado por el Autor.

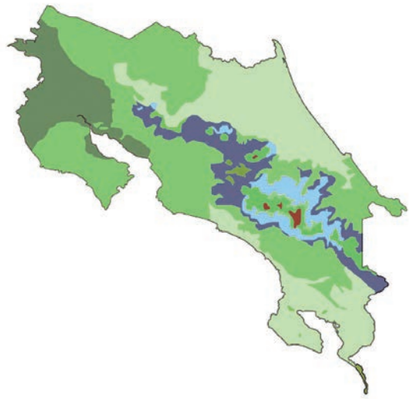


Imagen 3.21:Zonas de vida para el 2080. Fuente CATIE. Modificado por el Autor.

4. DISEÑO METODOLÓGICO

4.1 PARADIGMA, ENFOQUE Y NATURALEZA DE ESTUDIO.

En la búsqueda de un paradigma que diera base solida a la investigación; se asume el paradigma socio crítico puesto que encaja con la metodología dialógica y participativa que se pretende potenciar. Según Alvarado (2008) el paradigma socio crítico :

Se considera como una unidad dialéctica entre lo teórico y lo práctico. Nace de una crítica a la racionalidad instrumental y técnica preconizada por el paradigma positivista y plantea la necesidad de una racionalidad substantiva que incluya los juicios, los valores y los intereses de la sociedad, así como su compromiso para la transformación desde su interior (p.190)

Es precisamente, como bien lo destaca Alvarado, la dialéctica entre lo teórico y lo práctico sobre lo que se que se desarrolla la investigación, así como la articulación con las herramientas metodológicas lo cual brinda un enfoque integral.

Es importante destacar el enfoque mixto, asumiendo postura sobre lo cuantitativo y cualitativo, siendo así lo cuantitativo, el enfoque que se realice sobre la materialidad de la vivienda, sus aspectos físicos, resultados sobre sus mediciones de calor temperatura y niveles de transferencia, como la parte climática, datos exactos sobre los fenómenos climáticos que afectan las viviendas de manera directa, reflejados en los índices analíticos y directos. Mientras que lo cualitativo evaluará y tomará posición sobre la cotidianidad, la influencia de estas condiciones climáticas sobre el ser humano, la relación del mismo con el contexto, así como su percepción de confort.

Destaca Mejía (2004) sobre el enfoque cualitativo:

La investigación cualitativa es el procedimiento metodológico que utiliza palabras, textos, discursos, dibujos, gráficos e imágenes para comprender la vida social por medio de significados y desde una perspectiva holística, pues se trata de entender el conjunto de cualidades interrelacionadas que caracterizan a un determinado fenómeno (p.278)

Es precisamente, mediante esta premisa que se implementa en la investigación las herramientas metodológicas para el registro de el diario vivir de la familia que habita la vivienda, realizando así la relación entre lo cualitativo.

La naturaleza de la investigación es exploratoria ya que se incursiona en el análisis de la vivienda desde ambas perspectivas y el alcance final es producto de la exploración en el proceso y la búsqueda de nuevas alternativas.

4.2 PROCESO METODOLÓGICO

a. Etapa reconocimiento del entorno de la vivienda.

Esta etapa pretende sentar la base solida del registro de información relacionado con el entorno de la vivienda en las primeras fases, datos climatológicos reflejados y analizados por medio de los climogramas, brindando un diagnóstico de las condiciones de confort entorno a la vivienda. Se realiza desde la escala macro hasta la escala micro, introduciendo a la vez mediante la observación, registro fotográfico y croquis la variable de la arquitectura local, la cual brinda estrategias para la optimización del diseño de la vivienda. La escala micro es la que se enfoca en a vivienda y sus condiciones cercanas, acá se introducen las mediciones prolongadas las cuales brindan datos valiosos al proceso de investigación.

1.a Fase macro

Utilizando como fuente el registro de datos del IMN y mediante la utilización de la herramienta de software, en este caso Ecotect, Weather Tool, y Meteonorm se logra realizar los climogramas los cuales reflejan las condiciones de confort presentes en la Zona de Vida denominada Bosque Húmedo Tropical. Cabe destacar que estos climogramas cuentan con los datos de las variables climáticas como temperatura humedad radiación, pero también se introduce datos del arropamiento utilizado por la familia y la actividad metabólica de la misma. Esto se detalla en el Capitulo 3 Marco Teórico Conceptual.

2.a Fase media

Para esta fase se cuenta ya con el registro de las condiciones locales por lo que es posible realizar un resumen climático de Volcán. Así mismo se realiza un diagnostico de estas condiciones brindando conclusiones para cada uno de los climogramas aplicados. Se realiza a su vez el levantamiento y reconocimiento de los patrones de arquitectura empírica local presentes en las cercanías de la vivienda, la cual es desarrollada y ordenada mediante patrones de aperturas, cerramientos en cubierta y espacio inferior o piso. Se cuenta con una síntesis de dicho análisis.

3.a Fase micro

Esta fase introduce las mediciones prolongadas realizadas en la vivienda, las cuales son realizadas en los primeros quince días del mes de octubre del año 2014 (mes de mayores precipitaciones) y los primeros quince días del mes de marzo del año 2015 (mes de mayores temperaturas) estas mediciones son realizadas por medio de los medidores electrónicos (dataloggers) brindados por el Laboratorio de Arquitectura Tropical de la Escuela de Arquitectura de la Universidad de Costa Rica.

Se contó con ocho dataloggers los cuales fueron instalados de la siguiente manera: tres en la vivienda de madera y cinco en la vivienda prefabricada. Esto se detalla en el capitulo 5.C. Dichos dataloggers realizaron mediciones de temperatura y humedad cada dos minutos durante ambas temporadas en las que fueron ubicados y, posteriormente, sus datos fueron ordenados y procesados mediante una hoja de cálculo de excel para poder ser representados en gráficos y tablas los cuales evidencian las condiciones de la vivienda con respecto al confort.

A nivel micro también se realizan simulaciones en Ecotect las cuales muestran la cantidad de soleamiento recibido por la vivienda así como la ventilación y la radiación sobre las fachadas. Para cada diagrama o representación se cuenta con una conclusión sobre la aplicación del mismo.

2. Etapa despliegue investigador inmerso en la cotidianidad de la familia

El objetivo de esta fase es introducir las variables desde el enfoque mixto, empleando elementos cualitativos como la observación exhaustiva, fotografía, croquis, entrevistas informales y apuntes todos estos realizados en las giras realizadas por el investigador a la vivienda en estudio. Asimismo el autor aporta mediante la utilización de herramientas metodológicas una lectura de la dinámica familiar y la influencia del clima en las condiciones diarias de la vivienda. Ante el cuestionamiento planteado de: ¿Cómo se registra la cotidianidad? El autor introduce de forma creativa representaciones gráficas y herramientas las cuales pretenden exaltar el sentido mixto de esta investigación y poner en evidencia la necesidad de innovar en el registro de estos procesos.

2.b Fase de contacto

Se realiza un primer contacto con la familia que habita la vivienda en la cual se realizó una presentación de lo que se desarrollaría a lo largo de la investigación. Se hizo consciencia en el habitante sobre su importancia en el proceso de desarrollo de la misma y se le presentó de manera objetiva los alcances, garantizando así la participación, involucramiento y anuencia de los habitantes de la vivienda desde un inicio

2.b Fase de sesiones

Posterior, al primer contacto con la familia, se programan una serie de sesiones con los mismo las cuales consisten en nueve visitas a entre el año 2014 y el año 2015. Cada una generando insumos para la investigación, estas sesiones se detallan en el capítulo seis: Impacto de las condiciones bioclimáticas sobre la reciprocidad de la arquitectura en la cotidianidad familiar. De cada sesión se extrae la descripción de la sesión, objetivos de la sesión, hallazgos y recomendaciones de la misma. De esta manera se logra aprovechar al máximo cada visita. Asimismo las herramientas para registrar la cotidianidad son utilizadas durante esta fase, entrando en actividad según el cronograma del investigador, el cual también se detalla en el capítulo seis.

3.b Fase de representación y procesamiento de la información

Posterior a cada sesión de visita a la familia se cuenta con la herramienta utilizada, la misma es procesada para el registro de su información. El autor genera para cada miembro de la familia un diagrama en el cual se resume la actividad y el patrón de uso de la vivienda, el cual es complementado con las mediciones obtenidas para enriquecer la lectura de la herramienta de representación.

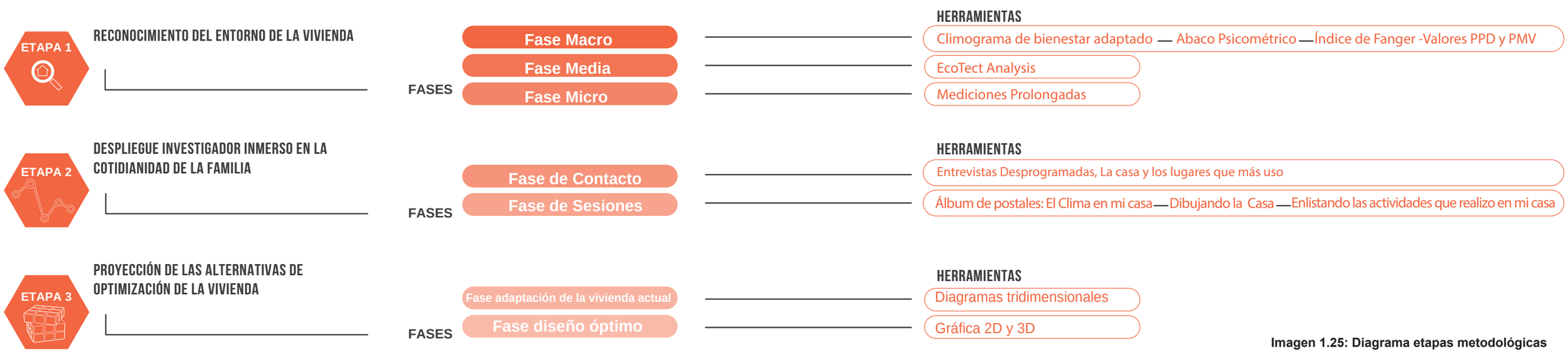


Imagen 1.25: Diagrama etapas metodológicas
Fuente: Autor

Asimismo mediante el conocimiento de la dinámica de uso del espacio se logra determinar el confort existente en cada uno de los espacios de la vivienda.

c. Etapa 3 Proyección de las alternativas de optimización de la vivienda

Esta etapa utiliza como insumo toda la investigación para abordar los alcances de la misma. Se cuenta, además con la fase de conclusiones y recomendaciones finales donde el autor expresa sus apreciaciones de la investigación y el proceso de la misma.

1.c Fase adaptación de la vivienda actual

Mediante pautas y estrategias pasivas se proyecta una adaptación en procura de aumentar los niveles de confort al diseño actual de la vivienda.

2.c Fase diseño óptimo

Mediante la proyección de pautas y estrategias pasivas se proyecta un diseño óptimo de lo que podría ser una vivienda de interés social utilizando los mismos materiales más materiales presentes en la zona como la madera.

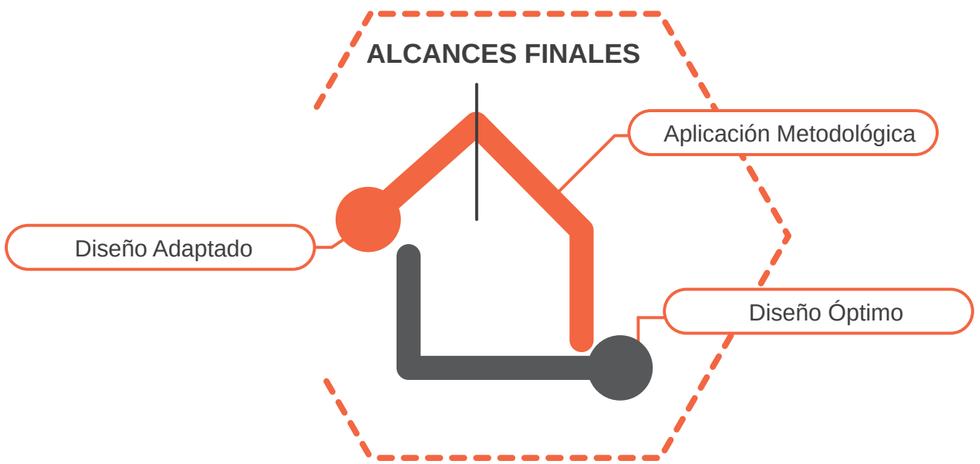


Imagen 4.1: Diagrama etapas metodológicas
Fuente: Autor

4.3 INSTRUMENTOS Y SOFTWARE UTILIZADOS PARA EL REGISTRO DE DATOS CLIMATOLÓGICOS.

Durante el las etapas de mediciones de datos climáticos se utilizaron instrumentos de medición brindados por el Laboratorio de Arquitectura Tropical de la Universidad de Costa Rica. Los mismos fueron utilizados durante el mes de octubre y marzo, y forman parte de metodología de obtención de información climática.

a. Registradores de datos de datos de temperatura y humedad relativa (dataloggers)

Este instrumento es utilizado para el bio-monitoreo de las condiciones climáticas presentes en tanto el interior como el exterior de edificaciones.

Estos instrumentos cuentan con un micro procesador a modo de memoria que les permiten registrar datos de humedad, temperatura e iluminación hasta por un mes de manera ininterrumpida. La dimensión de los mismos es de 10 x 50 x 100 mm, al ser compactos pueden ser instalados en cualquier espacio.

b. Estación meteorológica de bolsillo. Modelo: Kestrel 3000

Este instrumento funciona de manera manual y portátil y se utiliza para la medición en campo de elementos climáticos como la temperatura, humedad relativa y velocidad de viento. Cuenta con sensores que procesan la información básica de los factores meteorológicos que inciden en el comportamiento climático del sitio específico en el cual se realiza el estudio. Cuenta con una pantalla de LCD en la cual el investigador puede acceder a estos datos. Es una herramienta sumamente útil, ya que permite de manera precisa obtener los datos del comportamiento climático en momentos específicos.

Imagen 4.2: Dataloggers ubicados en las viviendas en estudio. Fuente: Autor

Imagen 4.3: Kestrel 3000 ubicados en las viviendas en estudio. Fuente: Autor

c. Autodesk Ecotect Analysis

Este software es utilizado para realizar análisis de las condiciones ambientales y energéticas de edificaciones, el cual permite crear una simulación de la incidencia de las condiciones del clima sobre la misma. Permite realizar análisis de radiación, soleamiento, ventilación y análisis térmico. Asimismo combinado con otro software similares permite proyectar gráficamente resultados analíticos sobre el modelo y exportarlos para su manipulación en distintos programas.

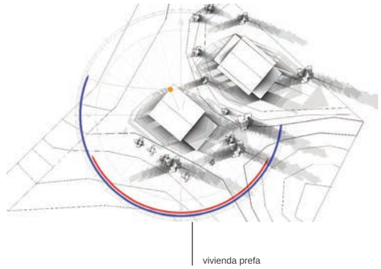


Imagen 4.4: Autodesk Ecotect Analysis
Fuente: Autor

d. Meteneorom

La finalidad principal de METEONORM, es calcular la radiación solar incidente sobre planos orientados arbitrariamente y en cualquier ubicación geográfica, habiéndose incorporado otras rutinas de cálculo que permiten complementar esta información con otros parámetros climáticos como: temperaturas de rocío, temperatura de bulbo húmedo, nubosidad, radiación infrarroja, iluminancia, presión atmosférica, grados día de calentamiento y velocidad y dirección de viento.

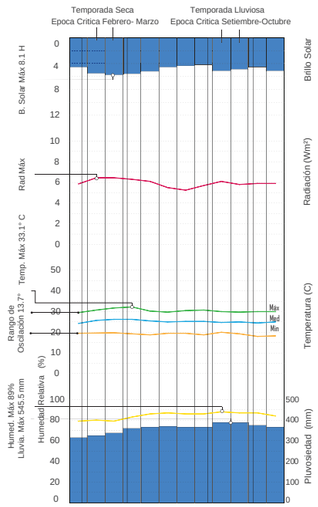


Imagen 4.5: Meteneorom
Fuente: Autor

e. Weather tool

Es un programa de visualización y análisis completo de datos climáticos. Es utilizado para realizar los climogramas tales como el ábaco psicrométrico y climograma de columnas climograma de columnas.

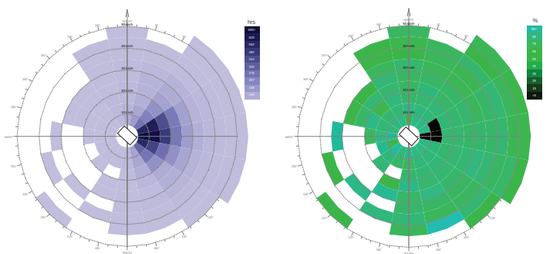


Imagen 4.6: Weather tool
Fuente: Autor

4.4 HERRAMIENTAS UTILIZADAS

Climograma de bienestar adaptado

Se construye a partir de humedad relativa y temperatura de aire representados en el eje (Y) y eje (X) se introducen las variables de MET y CLO las cuales representan la actividad metabólica y el arropamiento. En este caso se usa 1.25 MET y 1 Clo, una velocidad de aire de 0,5 y la temperatura de las paredes un grado mas alto que la temperatura del aire

Abaco Psicrométrico

Brinda una representación grafica del estado del aire en cualquier momento en particular.

El diagrama relaciona la temperatura del aire sobre la escala horizontal, con la humedad en la escala vertical.

Índice de Fanger Valores PPD y PMV

Este índice parte de la respuesta humana ante diferentes situaciones provocadas por los siguientes factores ambientales: humedad relativa, temperatura de aire, temperatura radiante media, velocidad de aire y lo referente al usuario que se esta evaluando y la actividad que estos desarrollan (MET, actividad metabólica) y el nivel de arropamiento (CLO

EcoTect Analysis

Mediante la utilización del sofware de Ecotect se logra visualizar de manera real el modelo tridimensional de la vivienda con los factores de soleamiento y radiación que influyen de manera directa sobre la misma, así como la sombra que proyectan los elementos de vegetación cercanos a la vivienda.

Mediciones Prolongadas

Durante ambas temporadas criticas del año la lluviosa y la caliente, (Octubre y Febrero Marzo) se realizan mediciones de humedad relativa y temperatura en la vivienda analizada. Las mediciones se realizan cada dos minutos registrándose esas en los Dataloggers brindados por el laboratorio de arquitectura tropical. Posteriormente mediante la utilización de excel estos datos se procesan para llegar al día tipo, el cual es el promedio por hora de la temperatura presente durante esos 15 días.

¿QUÉ APORTA EN MI INVESTIGACIÓN ?

El diagrama me permite visualizar las distintas áreas que muestran la relación de mayor o menor bienestar así como las estrategias pasivas que se deben emplear para alcanzar el confort higrotérmico (Neila, 2004)

En este diagrama se determina la zona de confort, de esta manera el gráfico ayuda a evaluar las condiciones térmicas del sitio.

Asimismo, brinda las estrategias pasivas que se deben utilizar para alcanzar esta zona de confort en función de las diferentes variables: Temperatura, humedad relativa, viento, temperatura radiante

¿QUÉ APORTA EN MI INVESTIGACIÓN ?

Estos indices permiten interrelacionar los factores que influyen en los intercambios térmicos entre el ser humano y el medio ambiente.

Gracias a este método es posible identificar la sensación térmica en las personas y el porcentaje de estas que se encuentra insatisfecho.

Permite hacer una análisis del sombreamiento presente en las fachadas de la vivienda así como la radiación que influye sobre estas, esto permite tener un panorama claro a la hora de tomar criterio sobre elementos arquitectónicos para generar sombreamiento.

Permite visualizar de manera clara la influencia de las temperaturas y la humedad sobre la vivienda. Mediante la comparación de estas se puede determinar si la envolvente de la vivienda esta funcionando de manera optima o no así mismo como determinar los lugares de la casa con temperaturas más elevadas.

4.4 HERRAMIENTAS UTILIZADAS

Álbum de postales: El Clima en mi casa

Despertar en el habitante la consciencia de que la vivienda diariamente y a todas horas recibe la influencia del las condiciones climáticas para que el mismo pueda reconocerlas e identificar espacios vulnerables a estas condiciones

Entrevistas Desprogramadas La casa y los lugares que uso

Mediante conversaciones con los habitantes de la vivienda partir de eventos cotidianos, al estar sentados en la mesa, al compartir espacio familiar, al estar en la sala; se logra acceder a información valiosa sobre la utilización del espacio por parte de la familia que habita la vivienda. Es una entrevista desprogramada, el investigador cuenta con una lista de temas que desea averiguar sin embargo no le expresa a los interrogados de forma formal que se trata de una entrevista.

¿QUÉ APORTA EN MI INVESTIGACIÓN ?

Validar los datos obtenidos en las mediciones prolongadas

Identificar la percepción del habitante frente a determinada condición climática dentro de la vivienda.

Traslapar la información arrojada por los instrumentos con la percepción del habitante para encontrar patrones de comportamiento de la vivienda ante el clima.

Se logra determinar el nivel de conocimiento que tiene los habitantes de la vivienda sobre la influencia de clima sobre su vivienda, que espacios son los que perciben más confortables para desarrollar las actividades diarias, así como los espacios que desearían mejorar en su vivienda.

Dibujando la Casa

Los usuarios realizan un dibujo de la vivienda de los espacios en los que se sienten más cómodos dentro de la vivienda así como los espacios donde perciben menor comodidad, así mismo dibujan la fachada de la vivienda.

Enlistando las actividades que realizo en mi casa

Los miembros de la vivienda realizan de manera escrita un listado de las actividades que realizan en la vivienda y en que espacios la realizan, así como la cantidad de personas con las que realizan dichas actividades. Así mismo se les consulta la vestimenta que utilizan al momento de realizar la actividad.

¿QUÉ APORTA EN MI INVESTIGACIÓN ?

Incentivar al habitante de la vivienda a que se sienta parte del proceso de investigación mediante la utilización de la herramienta participativa, así mismo se logra conocer que sitios dentro de la vivienda son los que perciben como menos confortables y por que razón, y en los que logran percibir mayor confort. Así mismo se permite visualizar la imagen que estos tiene de la fachada de su vivienda en su imaginario.

Permite conocer los factores de arropamiento y actividad metabólica realizados por la familia, así como el patrón de uso del espacio por actividades, reconocer si las realizan solo o acompañados por otro miembro de la familia

5.A LA VIVIENDA Y SU ENTORNO

Análisis de las condiciones de la escala macro y media

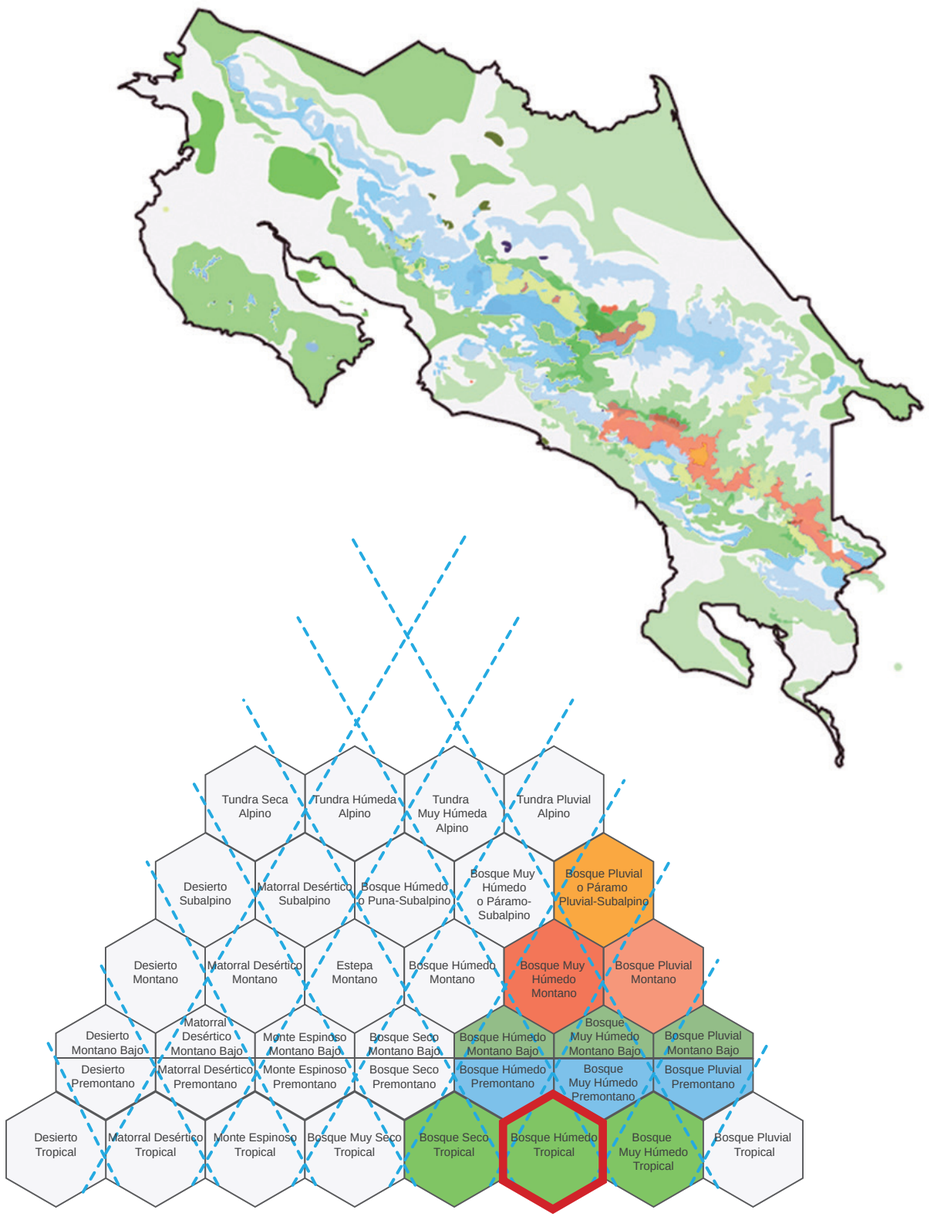


Imagen 5.1: Ubicación de las zonas de Vida de Costa Rica
Fuente: Ecología Basada en las Zonas de Vida
Modificado por el Autor

Costa Rica se divide en 12 zonas de vida y 12 zonas de transición ubicadas en los primeros 5 pisos altitudinales.

PISO ALTITUDINAL	ZONA DE VIDA	PRECIPITACIÓN
BASAL (Influencia Costera) Temperatura +24 (21) °C	Bosque Seco (bs-T)	800-2100 mm (Pma)
	Bosque Húmedo (bh-T)	1800-4000 mm (Pma)
Rango Altitudinal 0-700 (msnm)	Bosque Muy Húmedo (bmh-T)	4000-6000 mm (Pma)
PREMONTANO (Influencia Costera) Temperatura 24 - 18 °C (26)	Bosque Húmedo (bh-P)	1200-2000 mm (Pma)
	Bosque Muy Húmedo (bmh-P)	1850-4000 mm (Pma)
Rango Altitudinal 700-1400 (msnm)	Bosque Pluvial (bp-P)	4000-6000 mm (Pma)
MONTANO BAJO Temperatura 18 - 12 °C (11)	Bosque Húmedo (bh-MB)	1400-2000 mm (Pma)
	Bosque Muy Húmedo (bmh-MB)	1850-4000 mm (Pma)
Rango Altitudinal 1400-2700 (msnm)	Bosque Pluvial (bp-MB)	+8000 mm
MONTANO Temperatura 12 - 6 °C (13-5.5)	Bosque Muy Húmedo (bmh-M)	1800-2300 mm (Pma)
Rango Altitudinal 2400-3700 (msnm)	Bosque Pluvial (bp-M)	2200-4500 mm (Pma)
SUB ALPINO Temperatura 6 - 3 °C (6.5-2.7) Rango Altitudinal 2400-3820 (msnm)	Páramo Pluvial (pp-M)	1800-2300 mm (Pma)

5.1 BOSQUE HÚMEDO TROPICAL (BH-T)

Imagen 5.2: Mapa Zona Bosque Húmedo Tropical (BMH-T)
Fuente: Autor

La zona en la que se encuentra Buenos aires de Puntarenas pertenece al Bosque Húmedo Tropical, por lo que para efectos de esta investigación será la zona utilizada para realizar la adaptación. Asimismo las pautas y estrategias bioclimáticas serán adecuadas para esta zona de vida.

Para el análisis del bosque húmedo tropical se utiliza la estación meteorológica del IMN de Volcán de Buenos Aires, ubicada a una altura de 381msnm.

Esta zona de vida se encuentra entre los 0 y 500msnm. Está distribuida en aproximadamente el 5,5% del territorio de Costa Rica con 283213 ha.(Quesada, 2007) El bosque húmedo tropical se divide en subzonas que aunque comparten rangos de precipitación, humedad y evapotranspiración, por condiciones estacionales se comportan a nivel climático de manera distinta. (Holdrige 1971)

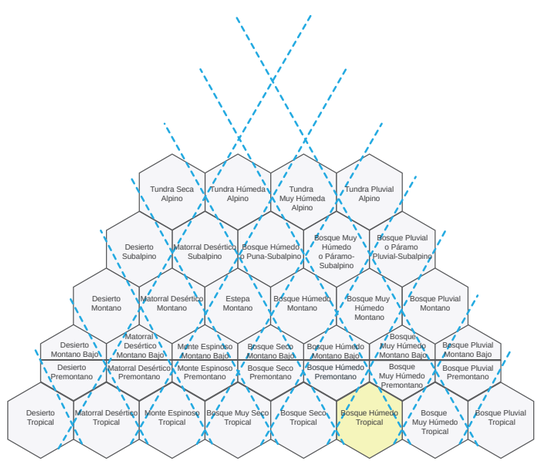


Imagen 5a.3: Ubicación de Bosque Muy Húmedo Tropical (BMH-T)
Fuente: Ecología Basada en las Zonas de Vida
Modificado por el Autor

Perfil Vegetal

Para este bioclima la vegetación está constituida por bosques relativamente altos y relativamente densos. Sus árboles llegan a medir en promedio 30 a 40m y presentan una estructura vertical de estratos predominantes. (Quesada, 1997).

La vegetación se mantiene verde durante la mayoría del año, las epifitas son abundantes pero no en exceso.

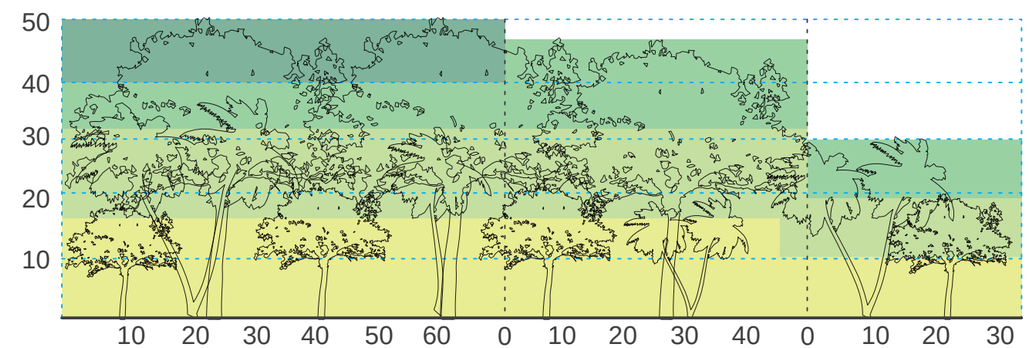


Imagen 5.3: Mapa Zona Bosque Muy Húmedo Tropical (BMH-T)
Fuente: Autor

5.2 UBICACIÓN GEOGRÁFICA

Imagen 5.4: Mapa de Costa Rica , Ubicación de Buenos Aires .
Fuente: Google Maps, modificado por el autor

Imagen 5.5: Mapa de Puntarenas, Ubicación de Volcán. Fuente: Google Maps, modificado por el autor

Puntarenas es una provincia de Costa Rica, ubicada en su zona occidental y abarcando la mayor parte de la costa Pacífica del país. Limita con las provincias de Guanacaste, Alajuela, San José, Limón y con Panamá.

Las coordenadas geográficas medias del cantón de Buenos Aires están dadas por 09°05’20’ latitud norte y 83°16’07” longitud oeste.

La anchura máxima es de setenta y seis kilómetros en dirección noroeste a sureste, desde la cima del cerro Ena hasta unos 2.600 metros al este de la naciente del río Caño Bravo, en fila Cruces.

Volcán es el octavo cantón de Buenos Aires con un área de 188.50km² y cuenta con una población total de 5.066 habitantes.

Ubicación Vivienda

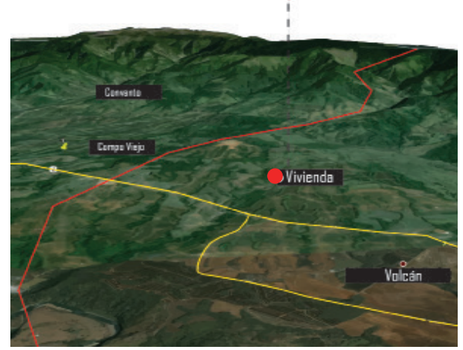


Imagen 5.6: Vista Tridimensional del terreno en el cual se ubica la vivienda.
Fuente: Google Earth. Modificado por el autor.

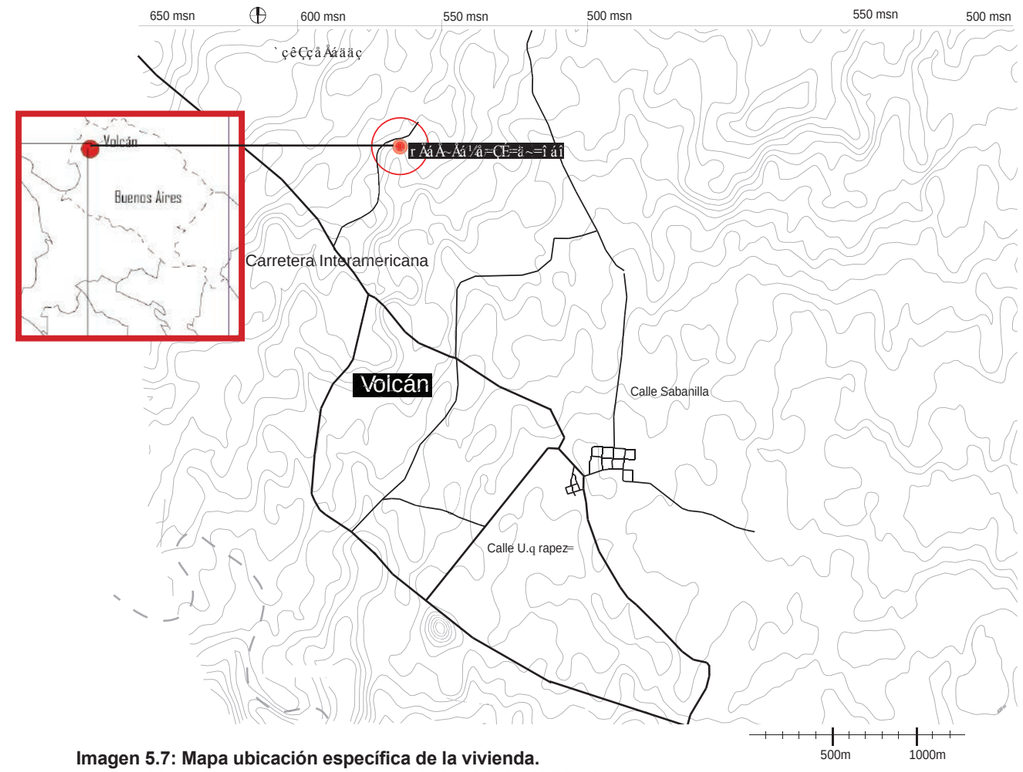


Imagen 5.7: Mapa ubicación específica de la vivienda.
Fuente: Elaborado por el Autor a partir de GLOBAL MAPPER

La zona donde se encuentra el cantón Buenos Aires fue habitada (y lo sigue siendo en la actualidad) por los aborígenes denominados borucas, así como por los Térraba.

En 1914 se forma el cantón Osa con la ciudad Buenos Aires como cabecera. Posteriormente Buenos Aires se segregó de Osa y se erige cantón en 1940.

Buenos Aires tiene numerosos accidentes geográficos. Los mas notorios son la Cordillera de Tamalanca con sus picos de mas de 3000 metros (límite norte) y el Río Grande de Térraba.

La actividad piñera es la que abarca la mayor extensión territorial concentrándose en tres distritos del cantón Potrero Grande, Volcán y Buenos Aires, con alrededor de 12.000 hectáreas conformadas por plantaciones, fragmentos de bosque primario y secundario cercanos a los cuerpos de agua y reservas privadas .

Imagen 5.8: Actividad piñera. Fuente: Autor

Global Mapper es utilizado debido a que Global Earth no cuenta con imágenes sobre la zona de la vivienda, por lo que fue necesario acceder a las curvas por medio del manejo de un software especializado.

5.3 ARQUITECTURA LOCAL

El objetivo de realizar el análisis de la arquitectura local es determinar que soluciones autóctonas pueden ser rescatas para su utilización en el desarrollo de la adaptación de la vivienda, buscando de esta manera generar un equilibrio entre los cambios introducidos en el diseño actual de la vivienda y los referentes locales siendo respetuoso de las características de la arquitectura local preservando así las características culturales.

En relación con lo observado en las viviendas locales, se determina que estas reflejan un modo de vida desarrollado en una ámbito rural así como tradiciones constructivas que se reflejan no solo en las viviendas si no en construcciones como la escuela, ranchos o centros de reunión.

En estas viviendas se observa una adaptación de soluciones utilizando los recursos disponibles así como una lógica congruente con los principios de acondicionamiento bioclimáticos, la cual es puesta en práctica de manera empírica en respuesta a la necesidad de confort percibida de la experiencia y herencia de las personas que habitan la localidad.

Imagen 5.9: Mapa indicando la locación de Volcán , destacando la ubicación de viviendas locales. Fuente: Autor

Estrategias bioclimáticas observadas

Se observa un empleo de la estrategia de ventilación naturales mediante la articulación en distintas propuestas de los elementos de la vivienda.

Ventilación cerramiento vertical:

Control de ventilación por medio de la ventanearía: Se observa tres modos distintos modos distintos de abordar la estrategia de la ventilación desde el elemento de la ventana.

Patrón Ventanería 1:

La ventana no cuenta con cerramiento de vidrio, en este caso lo que se utiliza es una doble compuerta elaborada con madera, la cual puede permanecer abierta durante los momentos del día donde se requiera el acceso de ventilación y cerrada durante los periodos en que se de impedir el acceso de viento. Es un elemento que es controlado por el usuario de la vivienda, ya que este decide en qué momento desea mantenerlo abierto o cerrado según la necesidad de enfriamiento que requiera la vivienda.

Imagen 5.10: Representación grafica patrón en ventanearía1, arquitectura local. Realizado por el autor.

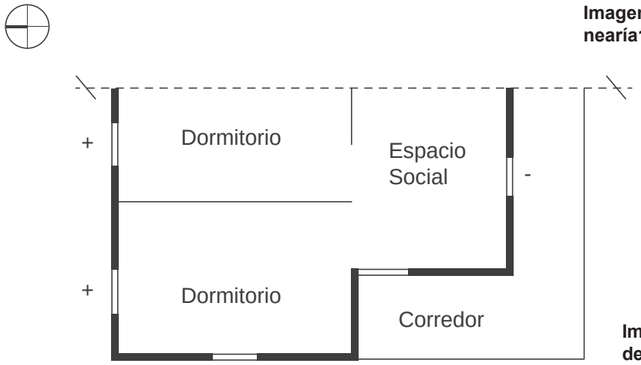


Imagen 5.11: representación en planta de estrategias de aberturas, arquitectura local. Fuente:Autor

Patrón Ventanearía 2:

La ventana se encuentra compuesta por elementos de superficie de vidrio fijo pero a la vez cuenta con un sector de esta con un entramado a modo de celosía en madera.

También se da la variación de únicamente el entramado junto a una ventana sin superficies de vidrio sino similar a la destacada en el ejemplo anterior.
Este entramado se ubica en medio de ambas superficies de vidrio o en la parte superior de la ventana.

El entramado en madera se maneja como un elemento fijo lo cual impide la manipulación para el control por parte del usuario.

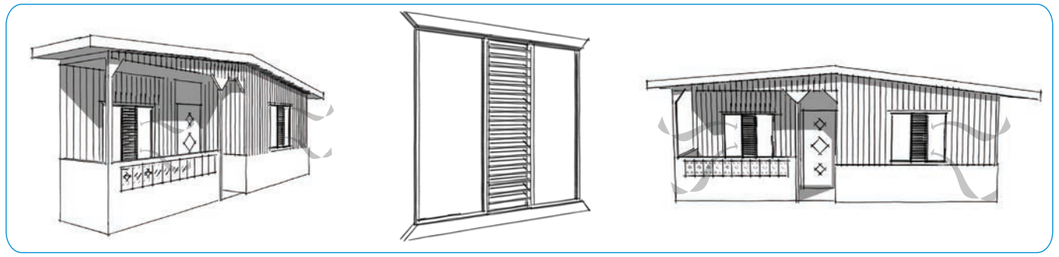


Imagen 5.12: Representación grafica patrón en ventanearía 2, arquitectura local. Realizado por el autor

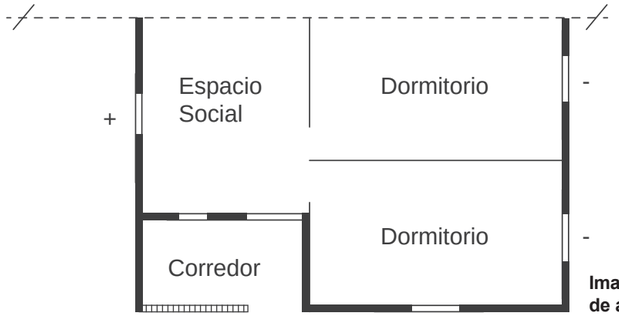


Imagen 5.13: representación en planta de estrategias de aberturas 2, arquitectura local. Fuente: Autor

Patrón Ventanearía 3:

La ventana está compuesta únicamente por la superficie de vidrio, posee superficie fija y a la vez superficie de celosía la cual permite el acceso controlado de ventilación en la vivienda. La celosía de vidrio se encuentra localizada la mayoría de veces en a los costados de la ventana. El usuario puede establecer en que momentos del día desea mantener abiertas estas celosías según la necesidad de enfriamiento que requiera la vivienda.

De las estrategias analizadas en el diagrama únicamente la ventilación natural puede elevar el rango de confort percibido actualmente en la vivienda, debido a las altas temperaturas y los altos porcentajes de humedad, la ventilación natural se convierte en la mejor opción para intervenir en procura de confort.

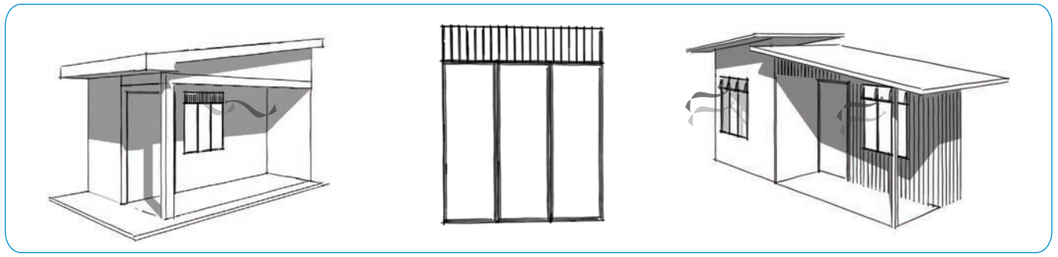


Imagen 5.14: Representación grafica patrón en ventanearía 3, arquitectura local. Realizado por el autor.

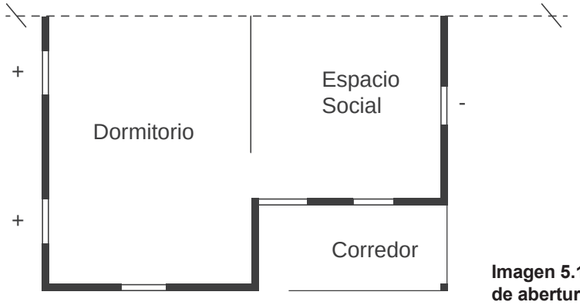


Imagen 5.15:Representación en planta de estrategias de aberturas 3, arquitectura local.Realizado por el autor.

Ventilación en Cubierta

A nivel de ventilación en cubierta se logro registrar la utilización de dos patrones arquitectónicos.

Patrón Cubierta 1:

Las direcciones de escorrentía de las cubiertas son contrarias, indicando en el punto en que se encuentran, un desfase el cual permite la creación de un monitor para la recepción de ventilación y la salida de calor de la vivienda, ya que el aire caliente asciende y es liberado por medio de este monitor. Es un elemento fijo por lo cual el usuario no tiene control del mismo.

Imagen 5.16: Representación gráfica patrón en cubierta 1, arquitectura local. Realizado por el autor.

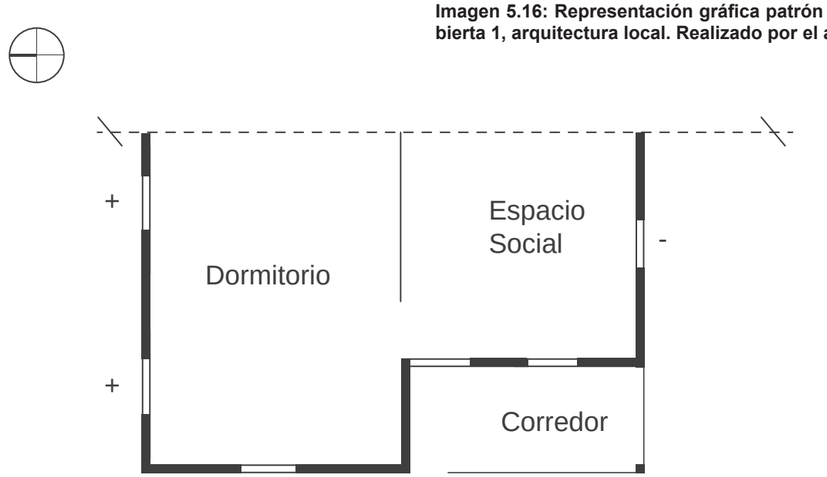


Imagen 5.17: Representación en planta de estrategias de aberturas 1, arquitectura local. Realizado por el autor.

Patrón Cubierta 2:

La cubierta cuenta con un elemento monitor en el centro de la misma, la cual genera el ingreso de ventilación al volumen que existe inmediatamente por debajo del cerramiento. El elemento es utilizado como un patrón escultórico el cual aporta a su vez un sentido de identidad cultural al inmueble en el cual se encuentra. Es un elemento fijo por lo que el usuario no tiene control sobre la utilización del mismo.

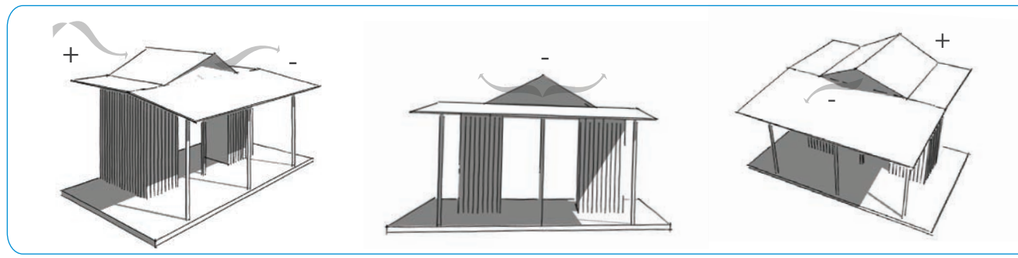


Imagen 5.18: Representación gráfica patrón en cubierta 2, arquitectura local. Realizado por el autor

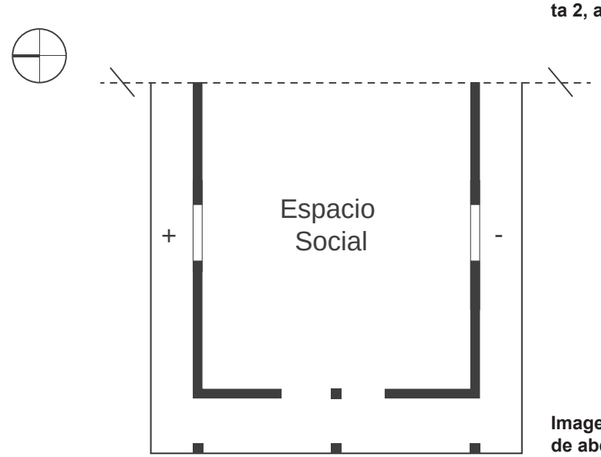


Imagen 5.19:Representación en planta de estrategias de aberturas 2, arquitectura local. Realizado por el autor.

Prolongación de la fachada frontal

Patrón Corredor: En la mayoría de viviendas observadas en la localidad, se presenta un elemento de prolongación frontal, el cual se utiliza a modo de corredor. El espacio que se genera, recibe sombra durante la mayor parte del día, a excepción de las tardes (cuando se ubican en posición hacia el oeste) por lo que se convierte en un espacio de prolongación de la actividad interna de la vivienda, y un espacio en en el cual la ventilación incide de manera directa.

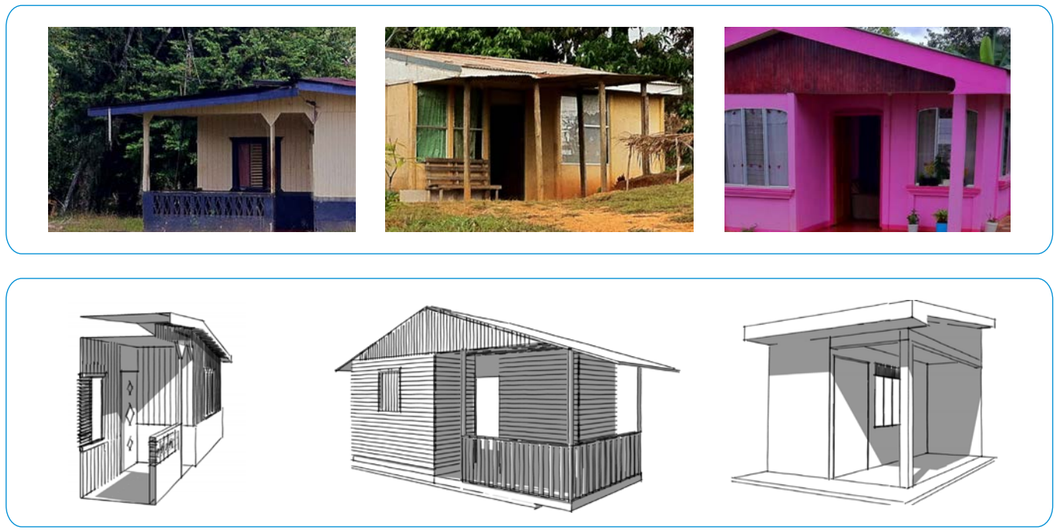


Imagen 5.20: Representación gráfica prolongación de la fachada frontal, arquitectura local. Realizado por el autor

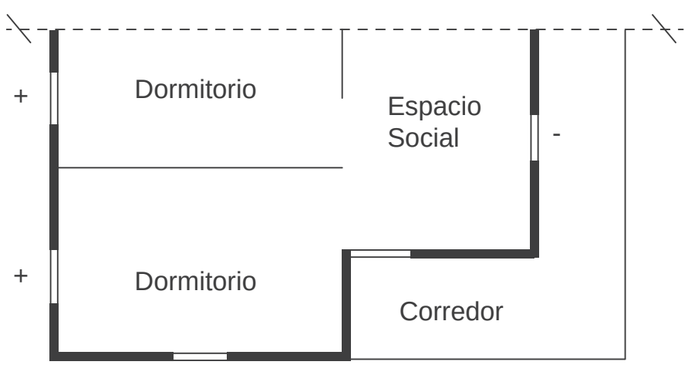


Imagen 5.21: Representación en planta prolongación de la fachada frontal, arquitectura local. Realizado por el autor.

Levantamiento del suelo

Patrón levantamiento del piso de la vivienda: La vivienda no se encuentra sobre el nivel del suelo es levantada entre 30cm y 50 cm del nivel. Este levantamiento genera que la ventilación pueda ingresar debajo de la vivienda.

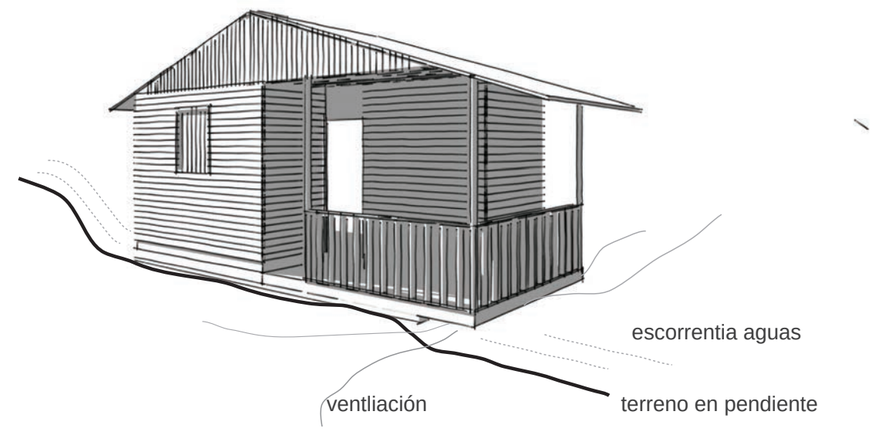
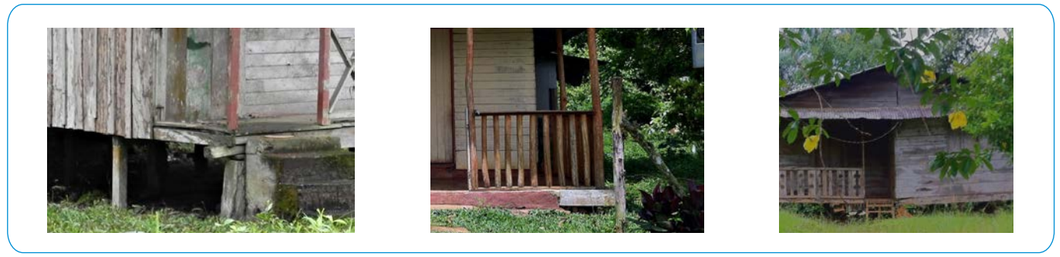


Imagen 5.22: Representación gráfica levantamiento del suelo frontal , arquitectura local. Realizado por el autor.



El análisis de las viviendas locales fue realizado durante el periodo de un año en la distintas giras realizadas a la zona de estudio, por lo que fue posible observar y analizar el comportamiento de estrategias en distintas temporalidades de año. La totalidad de estas viviendas fueron realizadas sin el desarrollo de planos constructivos, y probablemente sin la presencia de un profesional arquitecto, son el resultado de el reconocimiento de los factores climáticos abordados de manera lógica y empírica por parte de los habitantes de Volcán. El aporte de las estrategias analizadas para el desarrollo de la propuesta de adaptación da sentido y muestra un abordaje lógico ante las condiciones bioclimática de la zona de vida.

5.4 SÍNTESIS DE LOS PATRONES OBSERVADOS EN LA ARQUITECTURA LOCAL

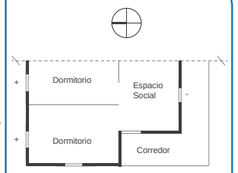
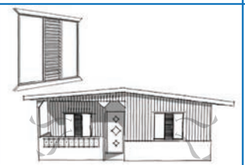
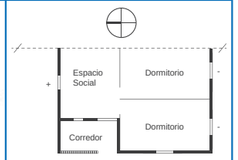
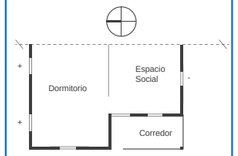
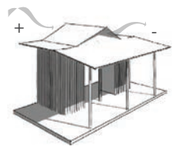
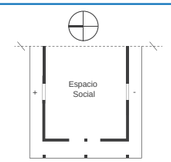
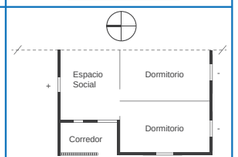
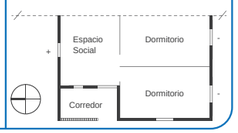
PATRONES			
Ventanería 1			
Ventanería 2			
Ventanería 3			
Cubierta 1			
Cubierta 2			
Prolongación de la fachada frontal			
Levantamiento del suelo			

Imagen 5.23: Tabla Síntesis de los Patrones Observados en la arquitectura local. Fuente: Autor.

5.5 ANÁLISIS DE LAS CONDICIONES CLIMÁTICAS A LA ESCALA DE VOLCÁN Y SU INFLUENCIA SOBRE EL CONFORT DE LOS HABITANTES DE LA ZONA.

5.5.1 Resumen de datos mediante el climograma de columnas

A continuación se presenta un climograma de columnas donde se puede observar las condiciones climáticas de Buenos Aires. El mismo fue elaborado con datos brindados por el Instituto Meteorológico Nacional tomando en cuenta la estación meteorológica No. 98056 denominada Volcán. Esta estación se encuentra a una altura de 381. mnsm con una Lat 09°12' N y Long 83° 27°, con una temperatura media anual de 25,5 C° humedad relativa anual de 85% y una precipitación anual de 3362.1 mm.

a. Época Seca

Durante la época seca la temperatura media se mantiene alrededor de los 26°C, mientras que los picos de temperatura máxima presentan temperaturas de hasta 33 °C lo cual dificulta la sensación de confort. El porcentaje de humedad relativa para esta época es de aproximadamente 78% siendo con estos valores la época con menor porcentaje de humedad, esto permite visualizar el alto nivel de humedad presente en esta zona. Asimismo esta época es la más seca a nivel de precipitaciones con un máximo de 71.8mm. (IMN 2014).

Los meses críticos de esta época, en Volcán, son los de febrero y marzo por las altas temperaturas que se presentan según el registro de los últimos 25 años.

b. Época Lluviosa

La época lluviosa se presenta en los meses de setiembre y octubre, como muestra el climograma de barras, en estos meses se presenta el mayor índice de precipitaciones con un máximo de 545, 6mm, como consecuencia de estas lluvias se presentan los índices de humedad más elevados del año, con un porcentaje máximo de 90% de humedad relativa.

Las temperatura media se mantiene en un promedio de 25°C mientras que la máxima alcanza valores de 29.9 °C.

c. Temperatura radiación y brillo Solar

Volcán presenta temperatura media anual de 25,5 C°. Los meses que presentan temperaturas más bajas son registradas en el mes de enero, aproximadamente, 19 C°. El rango de temperaturas más elevado se presenta entre febrero y marzo con temperaturas desde los 32.6 C° hasta los 33.2 C°. Con respecto a la incidencia de la radiación solar, para la época seca específicamente en el mes de marzo se presenta una radiación solar global de 152 Kwh/ m2 siendo noviembre el mes en el que menor radiación se presenta con 118 Kwh/ m2. La radiación solar difusa (la radiación solar que alcanza la superficie de la atmósfera de la Tierra se dispersa de su dirección original a causa de moléculas en la atmósfera) se mantiene constante en un rango entre los 60118 Kwh/ m2 y los 80118 Kwh/ m2 manteniendo el patrón de el mes de marzo como el de mayor radiación y noviembre con el de menor.

Las horas de brillo solar representa el tiempo total durante el cual incide luz solar directa sobre la superficie de una localidad, en el lapso entre el amanecer y el atardecer. Para Volcán se presenta una rango máximo de 8.1 horas durante el mes de febrero y un mínimo de 3.7 durante el mes de septiembre.

5.6 UTILIZACIÓN DE DIAGRAMAS BIOCLIMÁTICOS PARA EL ANÁLISIS DE VOLCÁN

d. Humedad y precipitación

Las precipitaciones están directamente relacionas con el porcentaje de humedad presente en la zona. Durante los meses más secos febrero y marzo con 32,9mm/m2 y marzo con 71,8mm/m2 las precipitaciones presentan sus valores mínimos durante el año, esto se ve reflejado en los valores de humedad, los cuales se mantienen constantes en 78% para ambos meses. Por su parte, los meses con mayor precipitación, en este caso octubre, presenta un valor de precipitación de 545,6 9mm/m2 , generándose en este mes el valor más elevado de porcentaje de humedad alcanzado el 90% de humedad relativa.

Utilización de diagramas bioclimáticos para el análisis de Volcán

La utilización de diagramas bioclimáticos como parte de la metodología de análisis de las condiciones locales permiten una visualización de todas las variables que intervienen en la evaluación del confort. Entre los climogramas a utilizar se encuentra el Climograma de Bienestar Adaptado (CBA) y el Ábaco psicrométrico.

Climograma de bienestar adaptado

La herramienta del climograma de bienestar adaptado evidencia las altas temperaturas que se presentan durante la época seca critica y el exceso de humedad durante los meses críticos de precipitación. Esto se ve reflejado en las zonas presentes en el climograma, ubicándose en las zonas excesivamente húmedas y con porcentaje de personas insatisfechas por encima del 20%

El climograma permite visualizar la necesidad de ventilación a lo largo del año desde las 11hrs hasta las 18hrs, siendo los meses de febrero, marzo y abril los que requieren de una estrategia de ventilación para lograr aumentar sus índices de confort. Durante los mese de transición entre la época seca y la época lluviosa se observa como la necesidad de ventilación se reduce de las 14:00 hrs hasta las 16:00 siendo las tardes los momentos en los que se precisa de la misma.

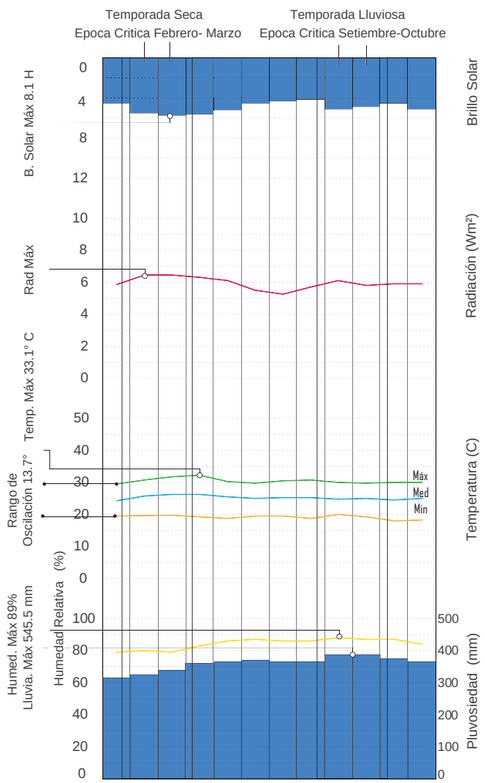


Imagen 5.24: Climograma columnas Volcán.
Fuente: Autor

5.6.1 Ábaco Psicrométrico

La gráfica representa el climograma de bienestar obtenido en el software Weather Tool está realizado con los datos obtenidos del IMN con la estación de Volcán. En el diagrama se presenta la zona de bienestar o confort, la misma está representada por el recuadro amarillo y esta rodeada por las diferentes estrategias que le permiten alcanzar estos parámetros de confort. Si las líneas de temperatura constante (líneas rojas) están cubiertas por los recuadros que representan las estrategias pasivas, quiere decir que estas son las estrategias que deben de ser utilizadas.
Las zonas que rodean el diagrama representan lo siguiente:

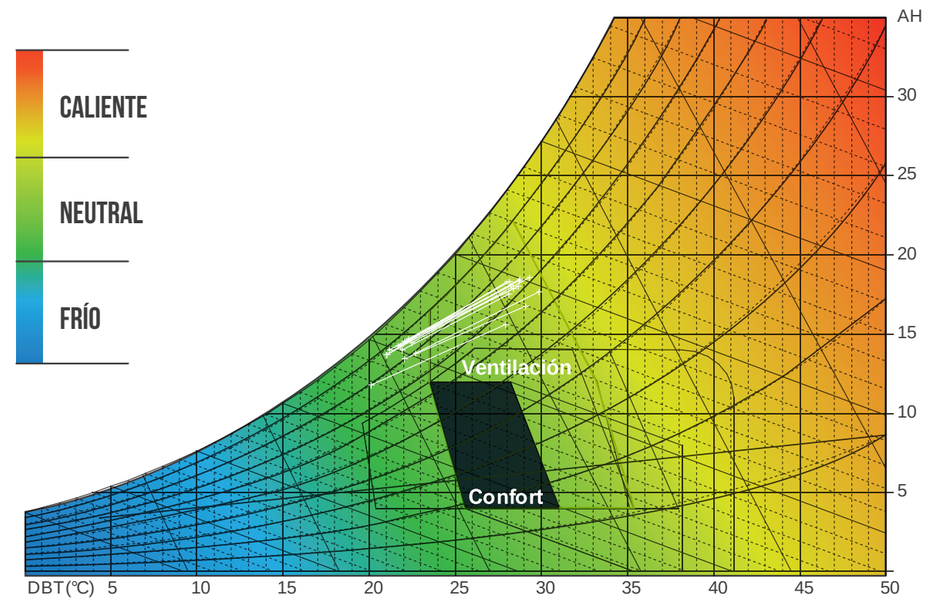


Imagen 5.25: Ábaco Psicrométrico
Realizado en Autodesk Weather Tool.
Modificado por el autor.

Zona 1:

Calentamiento solar pasivo: La misma no aplica para las necesidades de confort requeridas en las condiciones dadas en Volcán por lo que se mantiene en un rango lejos de las líneas de temperatura constante.

Zona 2:

Efecto de Masa Térmica: En este caso tampoco aplica como estrategia pasiva a utilizar, esta estrategia es utilizada en situaciones donde la humedad se mantiene constante.

Zona 3:

Condiciones controladas mediante ventilación nocturna: Esta estrategia tampoco responde a las necesidades de estas condiciones específicas.

Esta se aplica en zonas muy calientes donde el aire fresco de la noche puede favorecer condiciones de confort, para que resulte debe aplicarse con una gran inercia térmica.

Zona 4:

Ventilación natural: Esta zona inscribe dentro si misma las lineas de temperatura constante, por lo que es la estrategia pasiva a utilizar. Esta estrategia es empleada en climas calientes y húmedos, por lo que responde adecuadamente a las necesidades presentes en Volcán.

Zona 5:

Enfriamiento evaporativo directo: Esta estrategia no aplica para estas condiciones, ya que es empleada en zonas calientes y secas.

Zona 6:

Enfriamiento evaporativo indirecto: La estrategia se encentra fuera del rango de confort porque tampoco aplica para las condiciones especificas de Volcán.

De las estrategias analizadas en el diagrama únicamente la ventilación natural puede elevar el rango de confort percibido actualmente en la vivienda, debido a las altas temperaturas y los altos porcentajes de humedad, la ventilación natural se convierte en la mejor opción para intervenir en procura de confort.

5.6.2 Conclusiones a partir de Ábaco Psicrométrico

Gracias al diagrama se logra observar el promedio mensual máximo y mínimo de las temperaturas a lo largo del año en Volcán, y tal como se muestra en la línea de los meses, estos se encuentran fuera del rango de confort sin embargo esta misma herramienta permite visualizar las estrategias que podrían ser aplicadas para mejorar el confort actual percibido.

Pautas a partir del Ábaco Psicrométrico

Ventilación natural:

Infiltración de aire fresco desde el exterior a través de aberturas de manera que este aire genere corrientes que enfríen los niveles de temperatura.

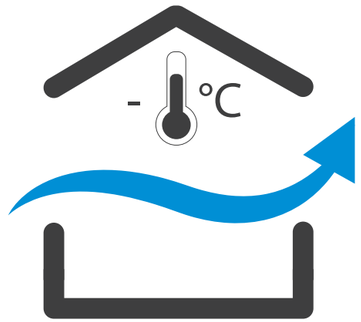


Imagen 5.26: Representación de enfriamiento del espacio por medio de ventilación. Realizadoo por el autor.

5.7 EVALUACIÓN DEL BIENESTAR TÉRMICO EN VOLCÁN MEDIANTE LOS ÍNDICES PMV Y PPD

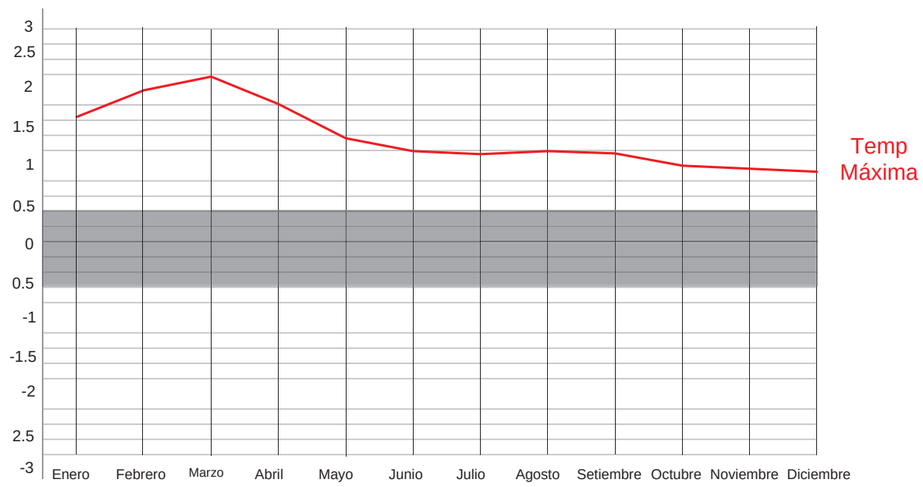


Imagen 5.27: Gráfica índices de confort PMV- PPD Volcán. Fuente: Autor

Este porcentaje permite visualizar la cantidad de personas insatisfechas a través de la medición de los 4 parámetros ambientales: temperatura del aire, temperatura radiante media, velocidad del aire y humedad relativa, la estimación del aislamiento de la vestimenta y la determinación del consumo metabólico de la actividad.

Un porcentaje de hasta un 10% refleja una situación satisfactoria para la mayoría de las personas (90%) mientras que valores superiores indican problemas con la situación de confort térmico según la escala de sensación térmica establecida en ISO 7730 y en la que el rango promedio de sensación de bienestar térmica oscila - 0. 5 y 0.5.

Los valores mostrados en la gráfica, en la cual se enmarca la zona de confort térmico, denota que tanto la temperatura media como la temperatura máxima se encuentran fuera del este rango, esto se ve reflejado en los índices PPD de ambas temperaturas, siendo para la temperatura máxima, el mes de marzo el que presenta mas complicaciones, con un porcentaje de insatisfacción de 83,8% lo cual es muy elevado.

Durante el resto del año en el valor de temperatura máxima el porcentaje de personas insatisfechas se encuentra elevado, siendo diciembre el mes en el que el porcentaje se encuentra más bajo, con un porcentaje de 25,1%.

	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Setiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
PMV	1.64	1.9	2.17	1.81	1.36	1.19	1.15	1.19	1.16	1.1	0.96	0.92
PPD	58.8%	76.5%	83.8%	67.6%	43.6%	34.7%	33.1%	34.7%	33.5%	26.1%	24.6%	22.9%

	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Setiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
PMV	-1.09	-0.95	-0.71	-0.7	-0.91	-1.01	-1.04	-1.04	-1.07	-0.91	-0.91	-0.98
PPD	30.1%	24%	15.7%	5.3%	22.2%	26.4%	27.8%	27.8%	28.9%	22.4%	22.4%	25.1%

Imagen 5.28: Tabla índices de confort PMV- PPD Volcán representados según los meses del año. Fuente: Autor

En la gráfica de temperaturas medias también se presenta un alto porcentaje de personas insatisfechas a lo largo del año siendo enero el mes con el porcentaje más alto, con un 30,1%

El único mes que se encuentra con un porcentaje dentro del rango mínimo aceptado para considerar que la mayoría de personas perciben confort, es el mes de abril en la temperatura media, el cual unicamente cuenta con porcentaje de 5,3% personas insatisfechas, es decir el restante 94.3% de la población si percibe condiciones de confort.

Escala numérica de sensación térmica usada por Fanger

Puntuación	Sensación Térmica
+3	Mucho Calor
+2	Bastante Calor
+1	Algo de Calor
0	Neutra
-1	Algo de Frío
-2	Bastante Frío
-3	Mucho Frío

Imagen 5.29: TEscala numérica de sensación térmica utilizada por Fanger. Modificado por el autor.

5.7.1 Conclusiones a partir del Voto Estimado Medio

La sensación térmica según el gráfico del voto estimado medio muestra que esta se encuentra por encima de 2 durante el mes de marzo y por encima de 1 durante el resto de meses del año, por lo que definitivamente no se encuentra en el rango de confort de un máximo de 0.5. Esto se ve reflejado en el índice de personas insatisfechas, 83.8% para mayo.

5..7.2 Pautas a partir del Voto Estimado Medio

Control de los niveles elevados de temperatura: Los altos niveles de temperatura deben de ser abordados mediante estrategias que mitiguen su afectación en el interior de la vivienda. Especialmente durante los meses de febrero y marzo que es donde se muestra un mayor porcentaje de personas insatisfechas.

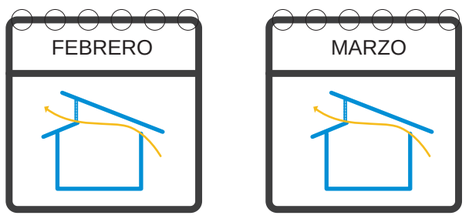


Imagen 5.30: Representación de pautas a partir del voto estimado medio. Realizado por el autor.

5.8 CLIMOGRAMA DE BIENESTAR ADAPTADO

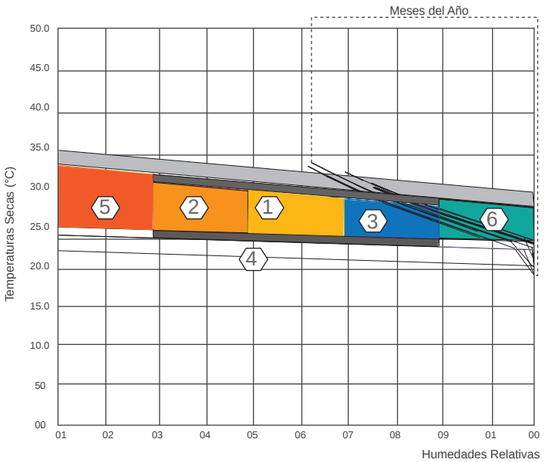
El climograma de bienestar adaptado aplicado para Volcán de Buenos Aires, muestra que al momento de sobrepasar las temperaturas máximas el porcentaje de personas insatisfechas se eleva, dato que puede verse ejemplificado en el diagrama de isopletas el cual muestra que durante todo el ano el 20% de personas insatisfechas se mantiene constante y llega a elevarse incluso.

El climograma muestra que el calor se mantiene constante, y que la relación con la temperatura puede llegar a ser térmicamente estable pero, sin embargo, los niveles de humedad excesivamente secos tal como se muestra en el color anaranjado fuerte.

El diagrama de isopletas muestra la necesidad de ventilación durante la mayoría del ano, sin embargo muestras las horas en las que es conveniente hacerlo.

Asimismo, muestra los porcentajes de personas insatisfechas, siendo los meses de marzo abril mayo y junio los que cuenten con un porcentaje de 20% siendo la constante de que esto sucede aproximadamente a las 9am.

Durante los meses de junio julio agosto setiembre y noviembre se presenta la necesidad de ventilación desde las 2:00pm hasta las 5:30pm.



1.Zona de bienestar saludable (menos de 10% de insatisfechos)

2.Zona de bienestar algo seca para la salud (menos de 10% de ins.)

3.Zona de bienestar algo húmeda para la salud (menos de 10% de ins.)

-Zona térmica aceptable pero excesivamente seca

4.Zona de bienestar extendida (20% de insatisfechos)

5.Zona térmica aceptable pero excesivamente húmeda

6.Área controlada por ventilación nocturna y la masa térmica

Imagen 5.31: Climograma de bienestar adaptado. Realizado por el autor a partir de la hoja de cálculo proporcionada por el LAT, UCR. Modificado por el autor.

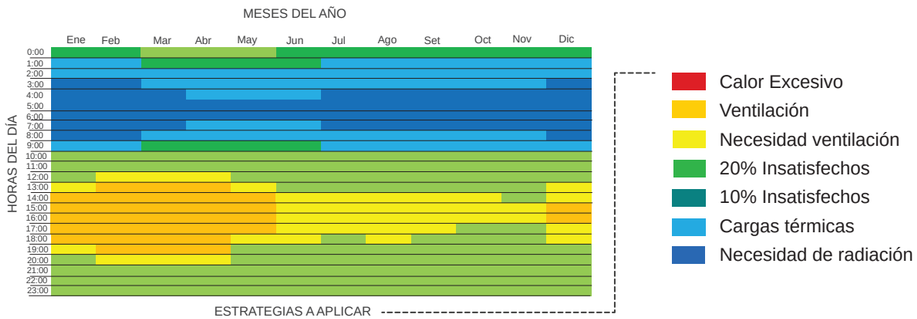


Imagen 5.32: Gráfico de Isopletas con temperaturas. Modificado por el autor.

5.8.1 Conclusiones a partir del CBA

Mediante el Climograma de bienestar adaptado se logra determinar que Volcán cuenta con condiciones fuera del rango ideal de confort esto a raíz de las altas temperaturas y elevada humedad.

A su vez gracias al climograma de isopletas se logra determinar las zonas con necesidad de ventilación a partir del medio día para así bajar las altas temperaturas presentes durante todo el año.

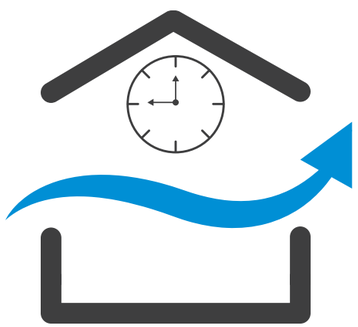


Imagen 5.33: Representación de pautas a partir del CBA
Fuente: Autor.

5.8.2 Pautas A partir del CBA

Ventilación durante horas del día y durante la noche :

La ventilación es necesaria a partir del las 12:00md de febrero a mayo, y durante el resto de meses del año a partir de la 1:00pm y hasta las 9:00pm.

5.9 EFECTIVIDAD DE LA ESTRATEGIA SELECCIONADA

Mediante la utilización de la herramienta digital de weather tool de Ecotect, se presenta una tabla donde se observa las posibilidad porcentuales de aumentar los rangos de confort. En este caso se observa que para los meses críticos de febrero y marzo el confort puede mejorarse entre un 68% y 80% respectivamente. Por lo que la utilización de ventilación pasiva como estrategia resulta realmente efectiva si se emplea de manera correcta.

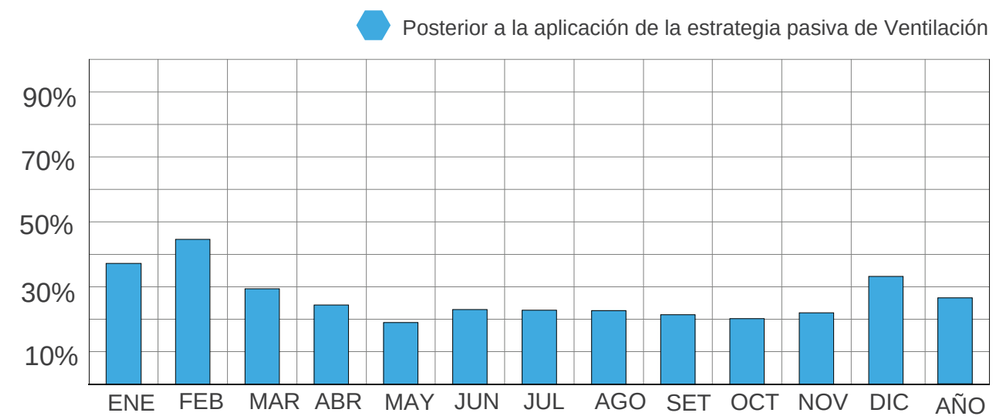


Imagen 5.34: Gráfico de aumento de porcentaje promedio de aumento de confort de aplicar de manera correcta la ventilación como estrategia pasiva. Realizado en Autodesk Weather Tool. Modificado por el autor.

5.B LA VIVIENDA Y SUS CARACTERÍSTICAS

Análisis de las condiciones de la escala micro

Imagen 5.35: Fotografía de la Vivienda en estudio. Fuente: Autor

La vivienda prefabricada de interés social analizada se encuentra en una zona rural, ubicada en un terreno de 474m² dispuesto de manera longitudinal de este a oeste. La vivienda cuenta con un posicionamiento noreste, siendo así la fachada principal la denominada fachada noreste.

La vivienda se encuentra posicionada de tal forma que cuenta con una rotación de 48° desde el este hacia el norte.

Al ser una zona rural no se presentan edificaciones de altura en sus cercanías, sin embargo a aproximadamente 6.2 metros hacia el noroeste se encuentra la vivienda de madera sobre la cual también se realizan estudios sobre su comportamiento ante las condiciones climáticas inmediatas. Cabe destacar que la vivienda de madera no genera sombra sobre la vivienda prefabricada debido a su distancia.

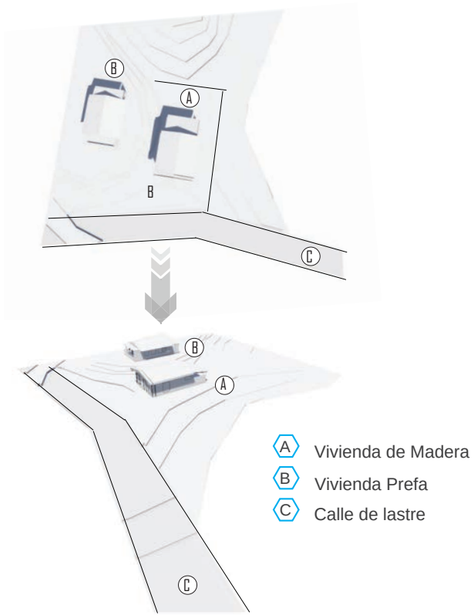


Imagen 5.36: Diagrama de representación del contexto de la vivienda. Fuente Autor.

Imagen 5.37: Fotografía Panorámica de la vivienda. Fuente: Autor

5.10 LA VIVIENDA, SUS CARACTERÍSTICAS.

La vivienda fue construida hace aproximadamente tres años, la misma fue elaborada con el sistema prefabricado Prefa PC el cual se compone de columnas de concreto los cuales se anclan al suelo por medio de una fundación la cual se chorrea en sitio, el sistema lo completan las banquinas que se encuentran inmediatamente bajo el buque de la ventana, los cargadores que son la ultima baldosa antes de la solera la cual amarra las baldosas y las columnas, posteriormente en cerramiento cuenta con una estructura metálica expuesta sobre la cual se colocan las láminas de hiero galvanizado.

(Ver diagrama 5.38).

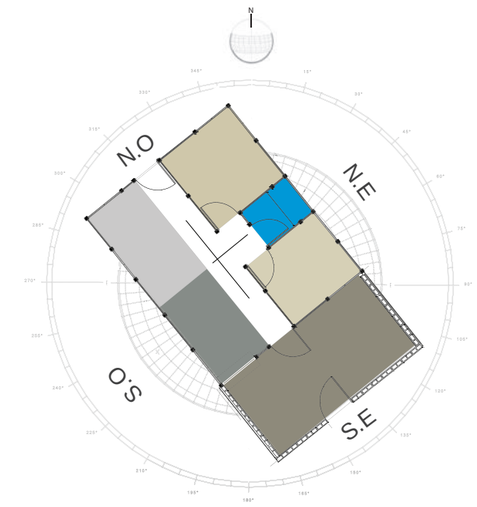


Imagen 5.38:Planta diagramática con indicación de posicionamiento de la vivienda. Fuente: Autor.

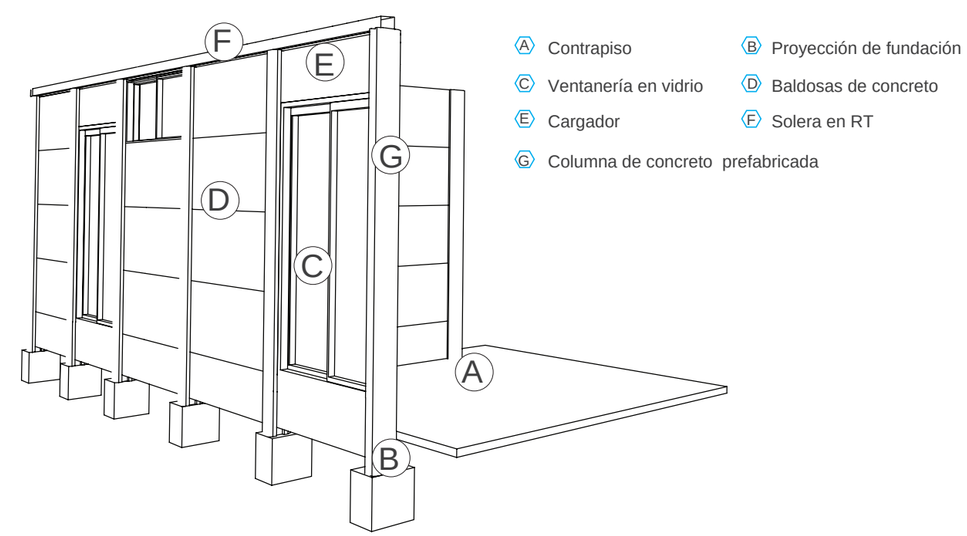
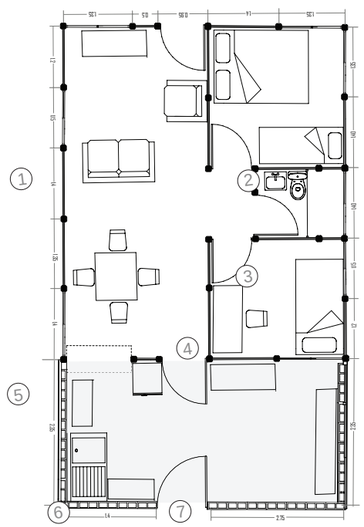


Imagen 5.39: Diagrama componentes de la vivienda. Fuente: Autor.

La vivienda es habitada por cuatro personas y cuenta con un espacio social que se desarrolla desde la fachada de ingreso hasta la fachada posterior, el mismo se compone de una sala con algunos muebles para el descanso, inmediatamente una mesa para cuatro personas la cual demarca el espacio de comedor. (Ver planta 5b.6) Los espacios privados son dos dormitorios, el principal con orientación noroeste y el otro con orientación noreste.



1 Sala
2 Dormitorio Principal
3 Servicio Sanitario
4 Dormitorio
5 Comedor
6 Cocina
7 Ampliación

Imagen 5.40: Planta arquitectónica de la vivienda prefabricada. Fuente: Autor

Imagen 5.41: Fotografía del espacio social de la vivienda. Fuente: Autor.

Es importante destacar que la vivienda cuenta con un agregado de 5,6m x 2,85m. los cuales no están contemplados en el modelo de vivienda que ofrece el bono. El espacio de ampliación es el que se resalta en la imagen por un rectángulo gris, el mismo se encuentra en la parte posterior de la vivienda y es de suma importancia ya que alberga el área de cocina y una área que funge como pilas. El cerramiento en esta área es de reglas de madera las cuales forman la estructura sobre la cual se colocan las láminas de zinc y el cerramiento horizontal está compuesto por reglas de madera como estructura y el cerramiento lo completan laminas de gypsum.

La baldosa que correspondía en el espacio donde se abrió la conexión entre la vivienda y la ampliación fue liberada con un buque y se colocó un desayunador.

(Ver imagen 5.41) Esta zona de ampliación cuenta con una proyección hacia la parte exterior, posterior, de la vivienda en donde en ocasiones se realizan las tareas de cocinar en una cocina de leña con que la familia cuenta, por lo que este espacio de ampliación se convierte en una especie de umbral entre el exterior y el interior de la vivienda.

5.11 PREDOMINANCIA DE VIENTOS

Identificar la procedencia de los vientos a lo largo del año resulta de suma importancia, ya que durante la etapa de diagnóstico se identifica la necesidad de generar ventilación, asimismo el ábaco psicrométrico lo indica en sus gráfica, es por esto que al ser una estrategia a utilizar, se debe tener claro la dirección de los mismos sobre la vivienda para así poderlos manipular la envolvente en función de aumentar los niveles confort percibidos dentro de la casa prefabricada.

Los principales vientos provienen desde el este, incrementando hacia el sector noreste, según lo muestra la gráfica obtenida en Weather Tool y procesada en el Software Meteonorm. La gráfica permite asimismo determinar la velocidad y la cantidad de horas en que estos vientos llegan a manifestarse. Es así que se observa como el color azul más intenso y el de ubicación este, manifestando durante más de 620 horas al año y llega a alcanzar velocidades de más de 50 km/h, lo cual se indica en la gráfica por medio de la extensión en el radio del círculo. (Ver gráfica 5.42)

Además de poder determinar la dirección y frecuencia de los principales vientos se determinó tres aspectos importantes los cuales involucran la ventilación, los cuales son el porcentaje humedad relativa media, la temperatura media del viento en C°.

Las siguientes gráficas muestran dichos datos siendo la gráfica 5.43 la correspondiente al porcentaje de humedad relativa a lo largo del año, siendo la dirección noreste y a una velocidad de no más de 15km/h y a mas de 20km/h sureste donde se presentan los porcentajes más bajo de humedad relativa.

A diferencia de estos niveles bajos en el porcentaje de humedad, el Suroeste presenta durante la mayoría del año el ingreso de mayor humedad relativa, siendo la máxima de más de 85%.

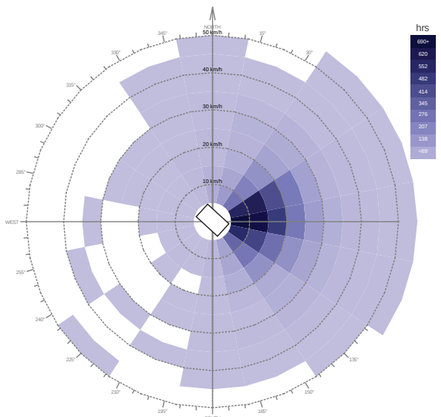


Imagen 5.42: Orientación e influencia de la velocidad de vientos sobre la vivienda. Realizado en Weather tool. Modificado por el autor.

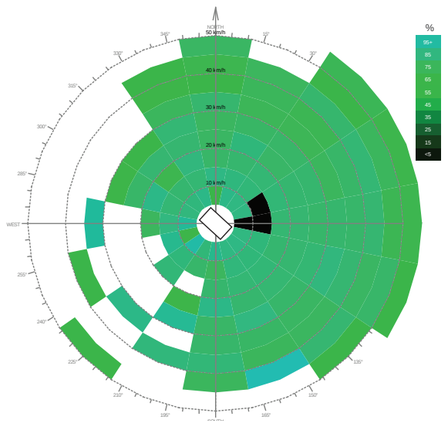


Imagen 5.43: Orientación e influencia de la humedad de vientos sobre la vivienda. Realizado en Weather tool. Modificado por el autor.

La gráfica 5.44 muestra la temperatura media del viento en C°, la misma indica que la ventilación posee temperaturas elevadas durante la mayoría del año y se mantiene constante, alcanzando incluso los 35 C°.

Sin embargo es relevante el dato que refleja que desde los 0 a los 10km/h dirección Norte y durante la mayoría del año el viento cuenta con la temperatura más baja encontrándose entre los 10 C° y los 15 C°

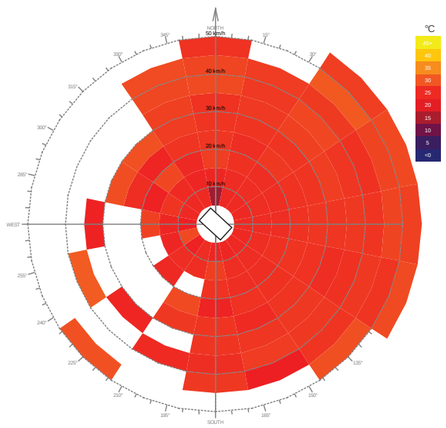


Imagen 5.44: Orientación e influencia de la temperatura de vientos sobre la vivienda. Realizado en Weather tool. Modificado por el autor.

Durante el ano los vientos alisios van a ejercer influencia sobre la predominancia de vientos en la zona, siendo las horas del día el momento cuando más influencia se presente, es por esto que los vientos del noreste serán los que actúan con mayor fuerza.

Para el adecuado uso de ventilación los estudios indican que las aberturas mayores deben estar perpendiculares a la dirección de los vientos dominantes y a la altura de cuerpo a barlovento; esto con el fin de propiciar la ventilación cruzada y disipar el calor .

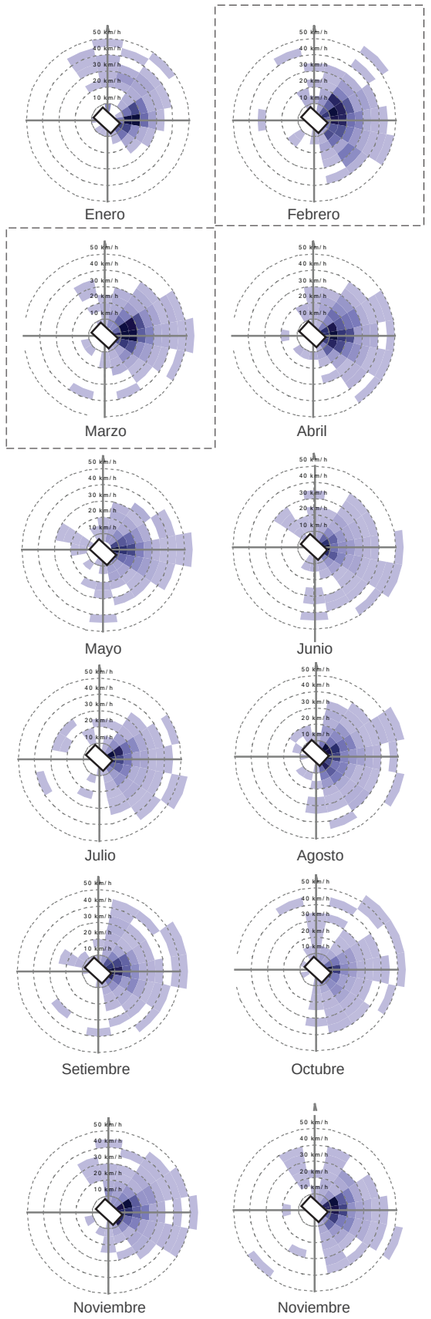


Imagen 5.45: Orientación e influencia de la velocidad de vientos sobre la vivienda a lo largo del año. Realizado en Weather tool. Modificado por el autor..

5.12 ANÁLISIS SOLAR

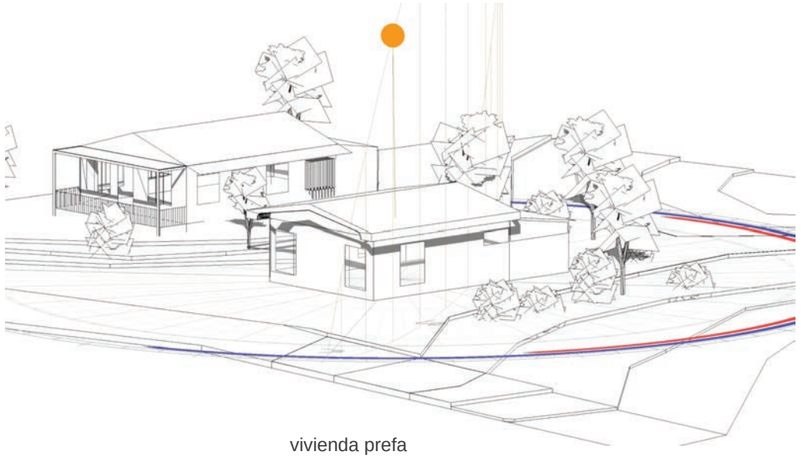


Imagen 5.46:Proyección de hora crítica durante la vivienda el 21 de marzo. Realizado en Autodesk Ecotect por el autor.

Mediante la realización de modelos tridimensionales se realizó un análisis de la influencia del soleamiento sobre la envolvente de la vivienda, asimismo se determinó que la vegetación circundante no aporta una estrategia pasiva, ya que la altura y la distancia a la que se encuentra no realiza sombreamiento sobre ninguna de las fachadas.

Debido a la ubicación de la vivienda las fachadas se dispone de la siguiente manera, la fachada principal posee una orientación Noroeste, y su fachada posterior por consiguiente corresponde a la Sureste.

En los diagramas logra observarse el comportamiento de la trayectoria solar y su influencia en planta sobre el contexto y la vivienda, las sombras que se generan, son las sombras proyectadas durante todo el día, en los días específicos en los cuales se realizo la simulación. Los días elegidos son el solsticio de verano(21 de junio) solsticio de invierno (21 de diciembre) el equinoccio (21 de marzo).

Para el equinoccio del 21 de marzo se observa que durante las horas de la tarde (imagen 5.47) se presentan horas criticas con la fachada frontal (Noroeste) y aun mas con la fachada lateral (Suroeste), ya que la posición del sol incide de manera directa sobre estas fachadas, al no existir una protección de las mismas y debido a la posición recostada del sol el alero no genera sombra.

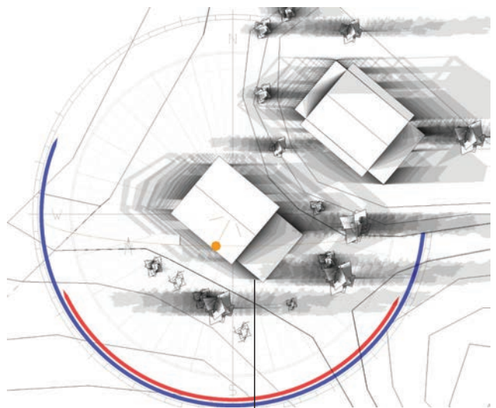


Imagen 5.47: Proyección de sombra durante todo el día 21 de marzo. Realizado en Autodesk Ecotect por el autor.

Para el periodo del solsticio de verano el Sol alcanza su máxima declinación norte desde el ecuador, es por esto que durante la mañana la fachada lateral denominada noreste recibe la mayor cantidad de soleamiento, proyectando sombra sobre la fachada suroeste.

Para el solsticio de invierno el sol alcanza su máxima declinación hacia el sur, por lo que las fachadas lateral Sur oeste y posterior Sureste serán las que cuenten con mayor incidencia solar, tal como se muestra en el diagrama (ver imagen 5.49) la sombra durante el día se proyecta en mayor medida sobre las fachadas Noreste y noroeste.

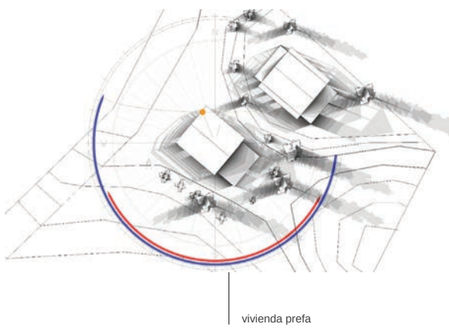


Imagen 5.48: Proyección de sombra durante todo el día 21 de junio. Realizado en Autodesk Ecotect por el autor.

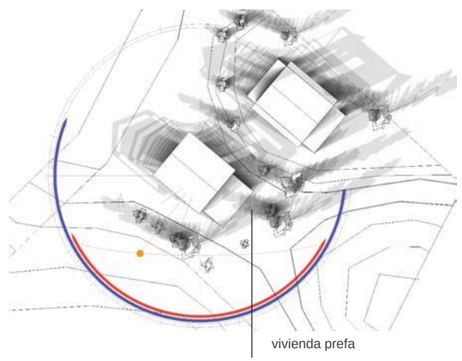


Imagen 5.49: Proyección de sombra durante todo el día 21 de junio. Realizado en Autodesk Ecotect por el autor.

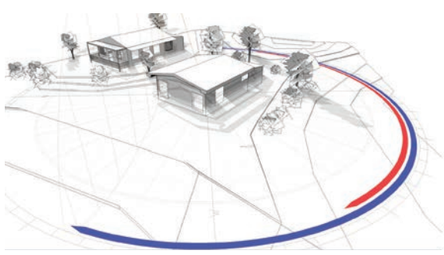


Imagen 5.50: Proyección de sombra durante todo el día 21 de junio. Realizado en Autodesk Ecotect por el autor.

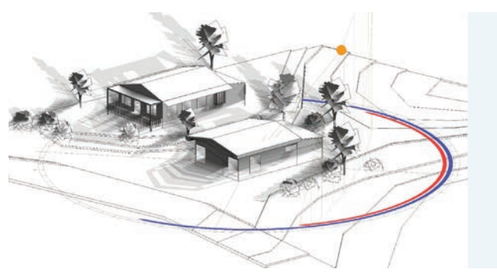


Imagen 5.51: Proyección de sombra durante todo el día 21 de diciembre. Realizado en Autodesk Ecotect por el autor.

5.13 SOMBREAMIENTO PRODUCIDO POR LAS FACHADAS

Se realiza un análisis del sombreamiento sobre las fachadas utilizando un modelo tridimensional y mediante el software de Autodesk Ecotect. Se utilizó la fecha del solsticio de verano (21 de junio) como la fecha para generar la simulación de sombras sobre las fachadas esto con la intención de unificar criterios, además de conocer el sector de la fachada hasta donde la sombra se proyecta.

Para la fachada principal (noroeste) (ver imagen 5.52) se muestra en el diagrama que la sombra llega a proyectarse hasta la mitad de la misma, dejando la mitad de la ventanearía al descubierto. Esto genera que la incidencia de los rayos del sol se proyecten hacia la vivienda.

Para la fachada noreste la sombra proyectada alcanza a cubrir la venta del servicio sanitario por completo, sin embargo la ventanearía de los dormitorios queda desprotegida desde a mitad.

En la fachada lateral suroeste correspondiente a la fachada donde se ubica la sala y el comedor, se observa que la ventana del comedor queda cubierta por la sombra sin embargo la ventana de la sala queda desprotegida desde su punto medio.

Finalmente la fachada posterior (sureste) recibe protección por parte del alero sin embargo su cerramiento en fibrolit queda expuesto en gran medida.

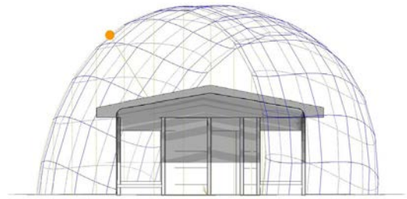


Imagen 5.52: Proyección se sombras sobre la fachada Noroeste de la vivienda. Realizado en Autodesk Ecotect. Modificado por el autor.

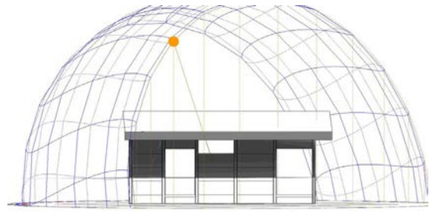


Imagen 5.53: Proyección se sombras sobre la fachada Noreste de la vivienda. Realizado en Autodesk Ecotect. Modificado por el autor.

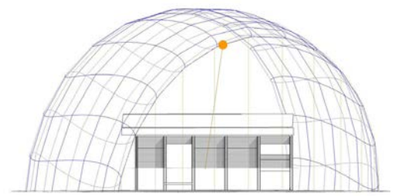


Imagen 5.54: Proyección se sombras sobre la fachada Suroeste de la vivienda.(crítica). Realizado en Autodesk Ecotect. Modificado por el autor

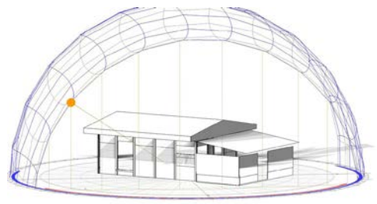


Imagen 5.55:Proyección se sombras sobre la fachada Suroeste de la vivienda.(crítica). Realizado en Autodesk Ecotect. Modificado por el autor

5.14 RADIACIÓN SOBRE LAS FACHADAS

En las gráficas isométricas que se presentan se muestra la carta estereográfica a modo de isométrico sobre le conjunto de la vivienda, sobre la carta se despliega la cantidad de radiación que se proyecta a lo largo del año.

A continuación se presenta las gráficas de radiación correspondientes a la fachada noroeste.

Esta fachada recibe radiación principalmente en horas de la tarde ya que se encuentra expuesta hacia el oeste, sobre todo en aquellos meses donde el sol se encuentra más hacia el norte.

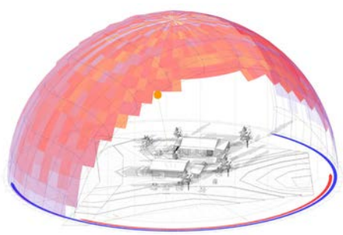


Imagen 5.56: Isométrico de la influencia de la radiación sobre la vivienda. Realizado en Autodesk Ecotect. Modificado por el autor.

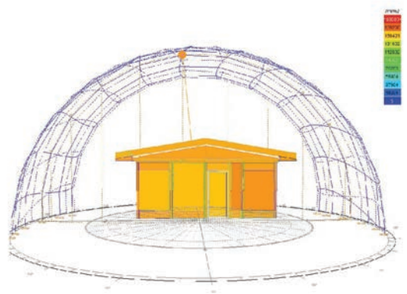


Imagen 5.58: Influencia de la radiación sobre la fachada noroeste de la vivienda. Realizado en Autodesk Ecotect. Modificado por el autor.

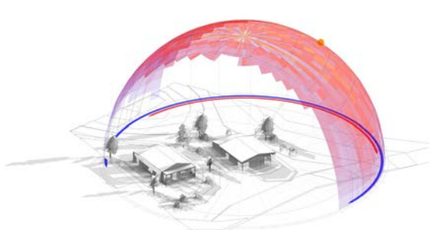


Imagen 5.57: Isométrico de la influencia de la radiación sobre la vivienda. Realizado en Autodesk Ecotect. Modificado por el autor.

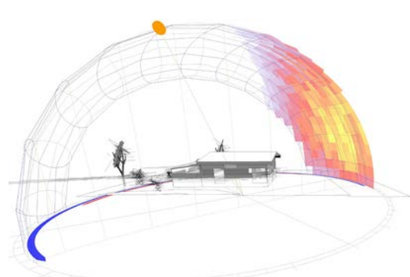


Imagen 5.59: Influencia de la radiación sobre la fachada noreste de la vivienda. Realizado en Autodesk Ecotect. Modificado por el autor.

Para la fachada lateral Noreste, se observa que esta presenta un alto nivel de radiación debido a su exposición hacia el oeste durante las mañanas así mismo la exposición especialmente cuando el sol se encuentra más hacia el norte.

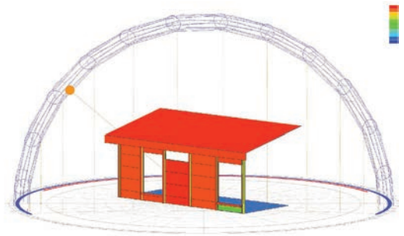


Imagen 5.60: Influencia de la radiación sobre la fachada noreste de la vivienda. Realizado en Autodesk Ecotect. Modificado por el autor

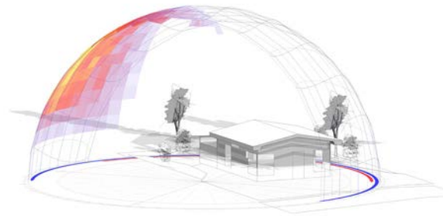


Imagen 5.62: Isométrico de la influencia de la radiación sobre las fachadas noreste y noroeste. Realizado en Autodesk Ecotect. Modificado por el autor.

Por su parte la fachada lateral suroeste es de las que mayores porcentajes de radiación presenta especialmente en la época en la que el sol se encuentra posicionado mas hacia el sur, durante las tardes recibe gran cantidad de radiación.

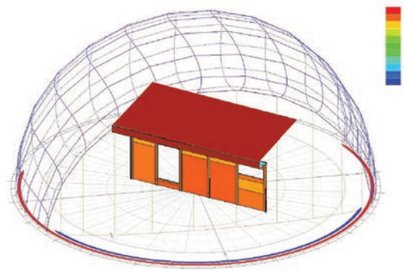


Imagen 5.61: Influencia de la radiación sobre la fachada suroeste de la vivienda.(crítica) Realizado en Autodesk Ecotect. Modificado por el autor

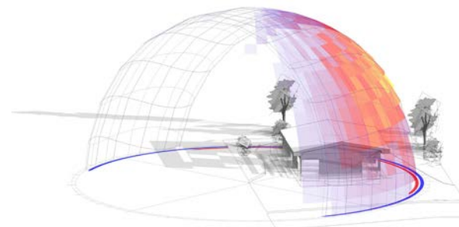


Imagen 5.63: Isométrico de la influencia de la radiación sobre las fachada noroeste. Realizado en Autodesk Ecotect. Modificado por el autor.

La fachada posterior Sur este recibe gran cantidad de radiación en horas de la mañana

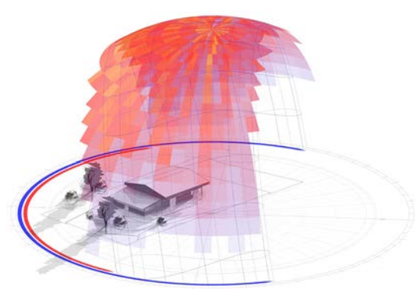


Imagen 5.64: Isométrico de la influencia de la radiación sobre las fachada noreste. Realizado en Autodesk Ecotect. Modificado por el autor.

5.C DIAGNÓSTICO DE LAS CONDICIONES DE LA VIVIENDA

5.15 LA ENVOLVENTE DE LA VIVIENDA

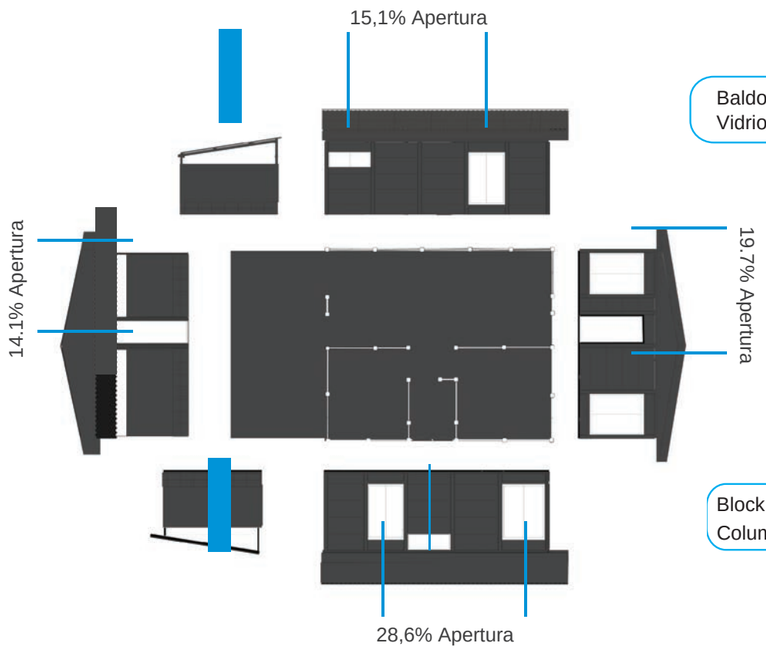


Imagen 5.65:Despliegue diagramático de la volumetría de la vivienda. Fuente: Autor

Relación de total materialidad con envolvente

Baldosa Prefa 27,1m²
Vidrio 13,3m²
Fibrolit 36.8m²
Zinc 74,9m²

Apertura % 17,5
Cerramiento %82,5

Block concreto 5,01m²
Columnas Prefa 3,05m²
Madera 2,3m²
Marcos Aluminio 1,05m²

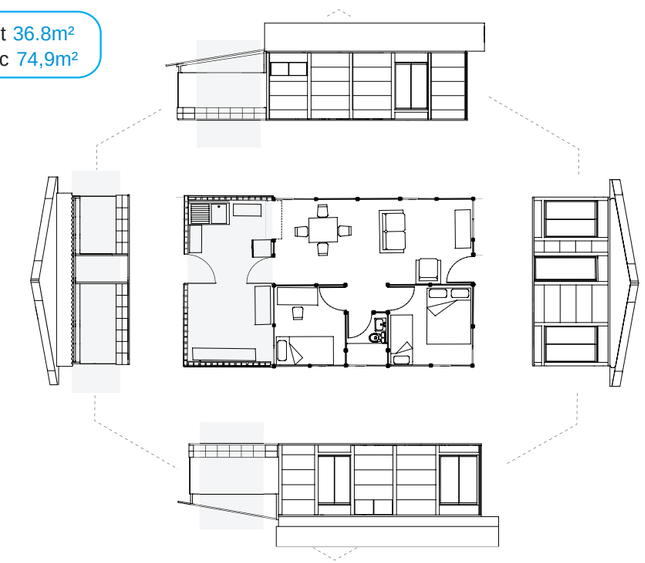


Imagen 5.67:Despiece de las fachadas de la vivienda. Fuente: Autor

Fachada Noroeste (Principal)	Fachada Sureste (Posterior)	Fachada Suroeste	Fachada Noreste
Baldosa 12,9m²	Fibrolit 13.07m²	Baldosa 11.58m²	Baldosa 9.77m²
Madera 1,3m²	Block 5.01m²	Vidrio 2.06m²	Vidrio 3.85m²
Vidrio 3,5m²	Plástico 3.07m²		

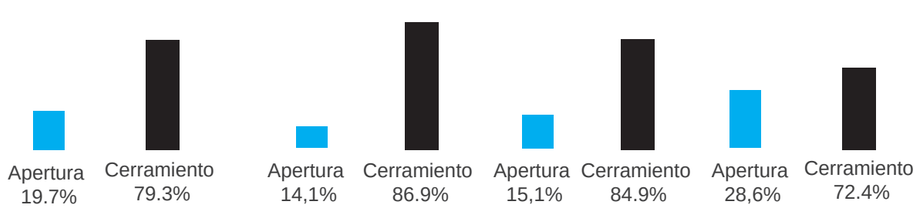


Imagen 5.66:Gráfico con porcentajes de aperturas por cada fachada. Fuente: Autor

El despliegue de la envolvente permite la cantidad de material presente en la vivienda, tanto a nivel de cerramiento vertical como horizontal. La vivienda cuenta con cielaraso en sus aleros y tapicheles, por lo tanto es el segundo material como mayor metraje en la envolvente. El material con mayor metraje es la lámina de zinc, ya que se encuentra sobre el área de la vivienda. La baldosa cuenta con 27. 1m cuadrado en la envolvente, siendo el tercer material con mayor presencia.

El despliegue también permite visualizar la cantidad de aperturas por fachadas, siendo la fachada noreste la que actualmente cuenta con mayor apertura (ventanería) con aproximadamente 26,8%. Sin embargo, el cerramiento posee 72.4%.

La fachada de la ampliación la cual responde a la fachada sureste (posterior) y realizada en fibrocemento es la que cuenta con la menor apertura, con unicamente 19.7%.

5.16 COSTO ECONÓMICO DE LA VIVIENDA PREFABRICADA

Uno de los factores que esta investigación contempla es el valor económico actual de las viviendas prefabricadas de interés social. Como se describió en el primer capítulo la tipología de vivienda prefabricada es la que se implementa mayoritariamente en el desarrollo de proyectos de vivienda social, esto debido a su actual posicionamiento en el mercado y sus costos.

El costo de la vivienda es determinado a partir de las condiciones actuales de la vivienda en estudio, la misma es similar al modelo Prefa PC-846a, presentando variaciones ya que cuenta con una área de ampliación en donde se encuentra la cocina actualmente.

Como se describe cuenta con un área de 50m ² distribuidos en dos dormitorios, un servicio sanitario, espacio de sala comedor, y la ampliación que responde a un espacio de cocina.

El cálculo del costo económico por m2 incluye los costos directos y los indirectos, obteniendo un total de ₡169 578 m2, este calculo puede varia aproximadamente en un 10% dependiendo del costo de los materiales.

En la tabla 2.X se puede observar los costos totales, siendo la instalación de la cubierta el más elevado, rondando los ₡ 690.000, incluyendo las láminas de HG# 28.

El costo más bajo es el de la instalación potable, incluyendo tubería y accesorios. La sumatoria de costos directos, suma un total de ₡ 5.012.500, mientras que los costos indirectos, ₡ 647.845. Los costos indirectos contemplan las utilidades del contratista.

El costo total de la vivienda como se encuentra actualmente, ronda los ₡ 5.660.345.

TIPOLOGÍA	VALOR PROMEDIO POR M2
Vivienda prefabricada de concreto (baldosas y columnas prefabricadas)	₡ 169. 579 $ 319,25

TIEMPO ESTIMADO EJECUCIÓN
40 días

Cielos en Aleros:	₡ 84.000
Instalación Potable:	₡ 155.000
Instalación Sanitaria:	₡ 239.000
Puertas:	₡ 249.500
Pisos:	₡ 252.000
Cimientos:	₡ 275.500
Ventanas:	₡ 353.000
Contrapiso:	₡ 378.000
Repellos:	₡ 380.000
Instalación Electrica:	₡ 525.000
Techos:	₡ 690.000
Paredes:	₡ 1232.000

TOTAL COSTOS DIRECTOS	₡ 5.012.500
COSTOS INDIRECTOS	₡ 647.845
TOTAL	₡ 5.660.345

5.17 MEDICIONES PROLONGADAS

Las mediciones prolongadas se realizan mediante instrumentos de medición para la obtención de datos climáticos sobre la vivienda específica, se utilizan dataloggers los cuales son instalados en la vivienda en las dos épocas críticas del año, durante la lluviosa (octubre) y durante la época seca (febrero,marzo) Los mismos durante un periodo de 15 días se encuentran registrando las temperatura presentes a donde fue ubicado el apartado en lapsos de cada 3 minutos. Al finalizar los 15 días se cuenta con un registro amplio de las temperaturas así como la humedad presente en el sitio donde se instaló. En este caso los dataloggers fueron ubicados durante el periodo lluvioso, desde el 1 de octubre y fueron retirados el 15 del mismo mes y durante la época seca.

Las mediciones realizadas fueron sobre la vivienda prefabricada en cuestión y sobre un vivienda en madera que se encuentra paralela a esta. Se realizaron mediciones tanto al interior de las viviendas como al exterior con el fin de recabar toda la información posible para la construcción de gráficas en las cuales se analiza que espacios resultan con las temperaturas más elevadas y más bajas así como comparaciones entre exterior interior, entre espacios internos de las viviendas, y una análisis comparativo entre ambas viviendas.

Imagen 5.68:Fotografía de la colocación de los dataloggers en la vivienda. Fuente: Autor

5.17.1 DÍA TIPO MARZO

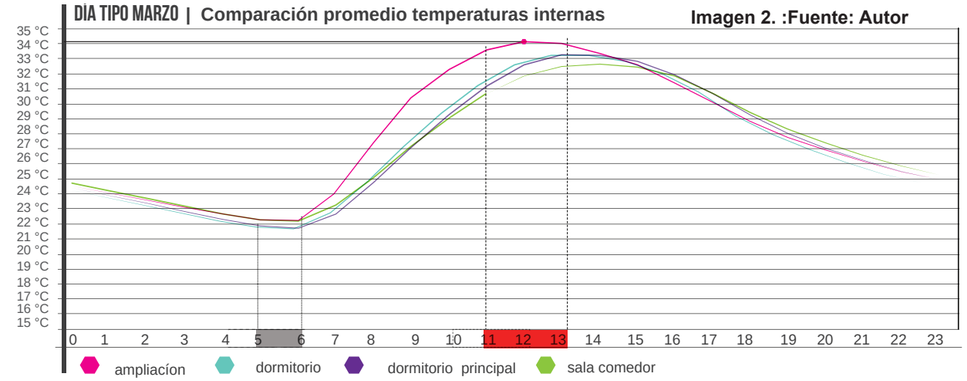


Imagen 5.69: Gráfica comparación día tipo marzo temperaturas internas. Realizado por el autor.

Durante el mes de marzo se presentan las temperaturas más elevadas en Volcán las mismas se ven reflejadas en las mediciones realizadas a la vivienda. En la gráfica 5c.4 se muestran el promedio de temperaturas para los distintos espacios de la vivienda, siendo el espacio de ampliación el que

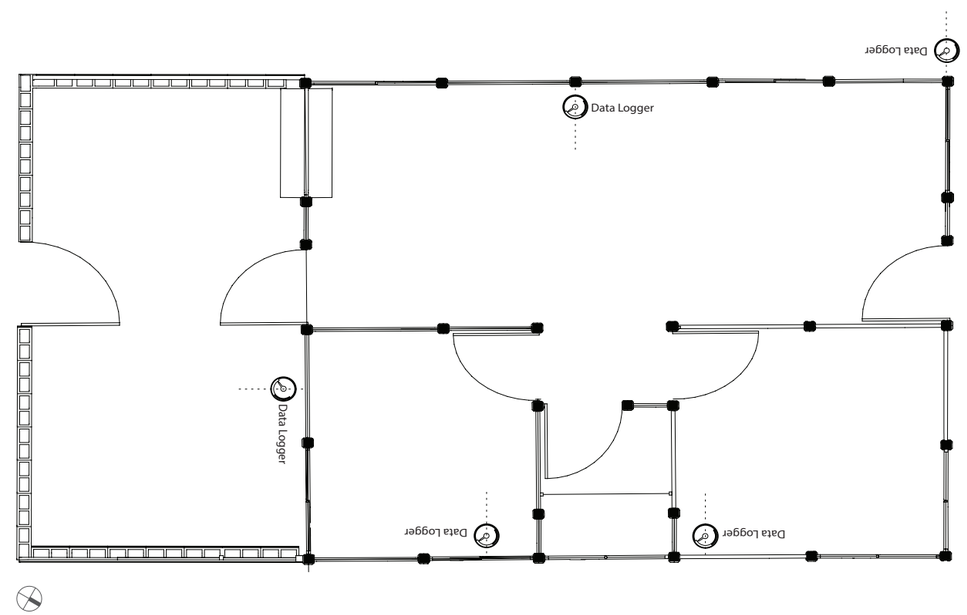


Imagen 5.70: Planta mostrando ubicación de los dataloggers en la vivienda. Realizado por el autor.

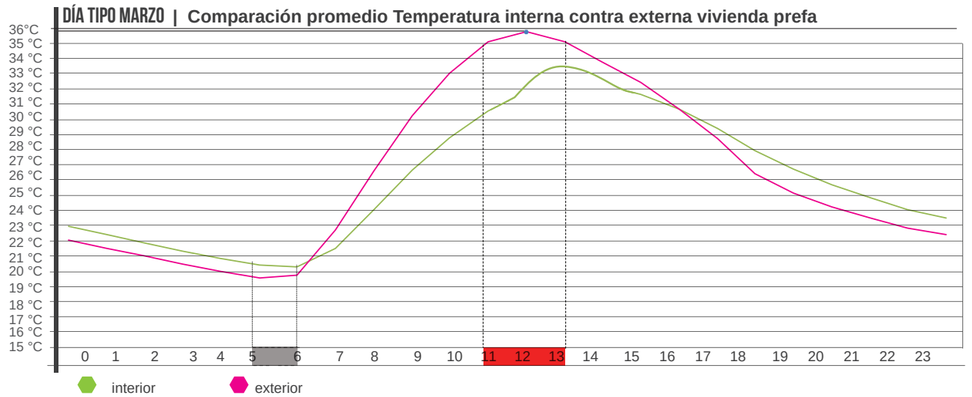


Imagen 5.74: Día Tipo Marzo, Comparación promedio Temperatura interna contra externa vivienda prefa Fuente: Autor

La comparación de las temperaturas externas y las temperaturas internas promedio de la vivienda permiten observar la variación que existe entre ambas, las horas en las que la temperatura se encuentra más baja es durante las horas del amanecer 5:00am registrándose un grado de diferencia entre el interior y el exterior, a esta hora la temperatura exterior se encuentra a 19Co mientras que la temperatura en el interior de la vivienda a 20Co En los periodos del día donde la temperatura se encuentra en sus niveles más elevados se registra una diferencia de tres grados, siendo esto que a las 2:00pm la temperatura interna registra un promedio de 33Co mientras que la externa 36 Co, sin embargo esta diferencia no evita que la temperatura interna siga siendo sumamente alta.

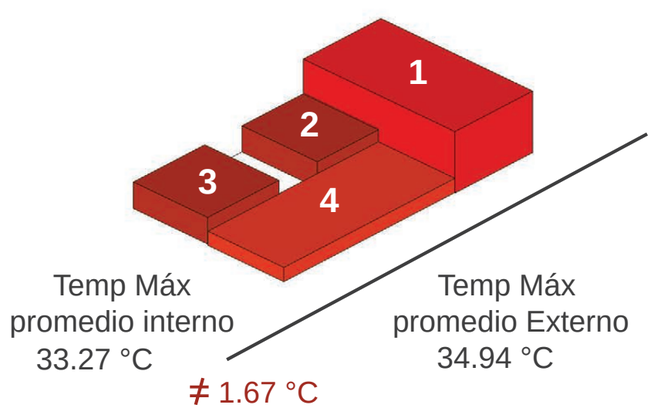


Imagen 5.75: Día Tipo Marzo, Modelo Volumetrico Comparación temperaturas máximas del promedio interno y externo de la vivienda prefa. Fuente: Autor

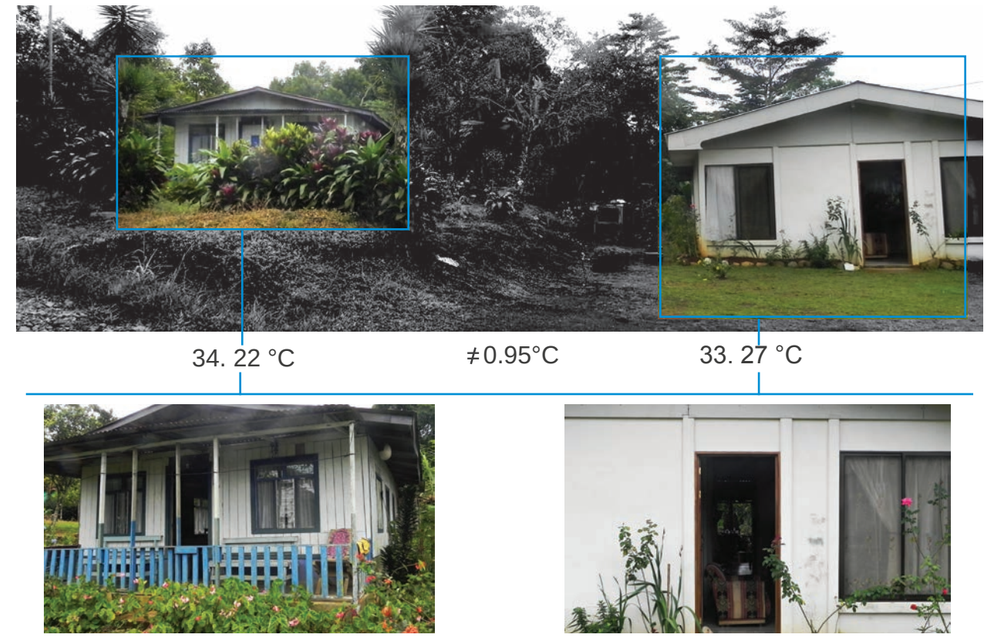


Imagen 5.76: Fotografia ejemplificando promedio máximo temperaturas internas vivienda de madera y vivienda prefabricada en Marzo. Fuente: Autor

La comparación entre la vivienda prefabricada y la vivienda de madera para el mes de octubre muestra la temperatura de la vivienda prefabricada se mantiene ligeramente por debajo que la de la vivienda de madera durante las horas del día. Siendo que para las 12:00md la temperatura de la vivienda prefabricada es de 28.11Co mientras que la vivienda de madera es de 30.00 Co . A partir de las 7:00pm la temperatura de la vivienda prefabricada desciende un grado por debajo de la vivienda de madera, esto se mantiene constante hasta las 6:00 am donde la temperatura para ambas es muy similar.

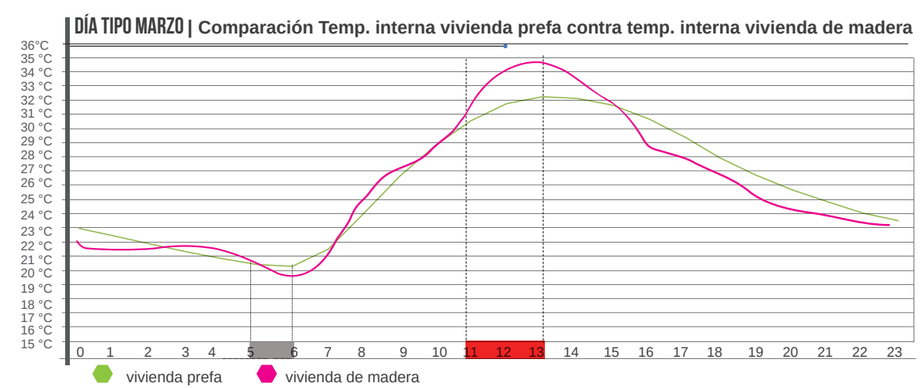


Imagen 5.77: Día Tipo Marzo, Comparación Temperatura interna de la vivienda prefa contra temperatura interna vivienda de madera. Fuente: Autor

presenta una temperatura más elevado acercándose a los 34.3Co, esto debido a que su materialidad está constituida por fibrolit y una estructura de madera siendo su masa térmica muy baja lo que permite fácilmente la ganancia de calor hacia el interior de la vivienda. Asimismo se logra determinar que las temperaturas alcanzan su punto máximo dentro de la vivienda a partir de las 11:00am y se mantienen en ascenso hasta, aproximadamente, la 1:00pm.

Los espacios de dormitorios mantienen una temperatura similar, ya que ambos poseen la misma orientación, llegando a alcanzar temperaturas de hasta 33.38Co a las 2:00pm. El espacio que presenta temperatura menor es el espacio de sala comedor, sin embargo la temperatura es elevada, alcanzando para el de marzo a las 2:00pm 32.47 Co .

Día Tipo Marzo

Hrs	Exterior	Interior	≠
0	23.19	22.21	0.98
1	22.60	21.67	0.93
2	22.03	21.10	0.92
3	21.44	20.51	0.92
4	20.87	19.98	0.90
5	20.39	19.54	0.85
6	20.29	19.75	0.54
7	21.63	22.93	-1.30
8	24.37	27.16	-2.79
9	27.18	31.13	-3.95
10	29.53	34.14	-4.61
11	31.44	36.33	-4.90
12	32.74	37.08	-4.33
13	33.27	36.38	-3.11
14	33.12	34.94	-1.82
15	32.63	33.47	-0.85
16	31.59	31.58	0.01
17	30.19	29.46	0.73
18	28.57	26.98	1.59
19	27.25	25.59	1.66
20	26.18	24.57	1.61
21	25.26	23.79	1.46
22	24.40	23.09	1.31
23	23.76	22.61	1.15

Imagen 5.71: Día tipo Marzo, temperaturas medias, diferencia. Fuente: Autor

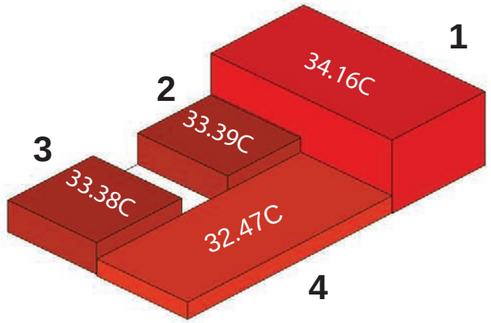


Imagen 5.72: Día Tipo Marzo, Modelo Volumétrico Comparación temperaturas máximas vivienda prefa. Fuente: Autor

En la imagen 5c.7 (Ver imagen 5c.7) se muestran los espacios según la orientación, esto permite visualizar que el espacio de la vivienda que presenta mayor temperatura es el que se encuentra posicionado hacia el S.E, el mismo recibe la ganancia de calor durante las horas de la mañana y por la materialidad que posee es difícil extraer este calor durante las restantes horas del día, así mismo cuenta con una cubierta de lamina de metal expuesta sin cielo raso por lo que el calor obtenido por el material es trasladado directamente al espacio.

Los espacios de dormitorios están orientados hacia el Noreste lo que provoca a su vez que estos reciban mayor soleamiento durante las horas de la mañana, lo que hace necesario la extracción de este calor en horas de la tarde. La gráfica 5c.8 muestra un diagrama de las temperaturas máximas alcanzadas en los distintos espacios de la vivienda.

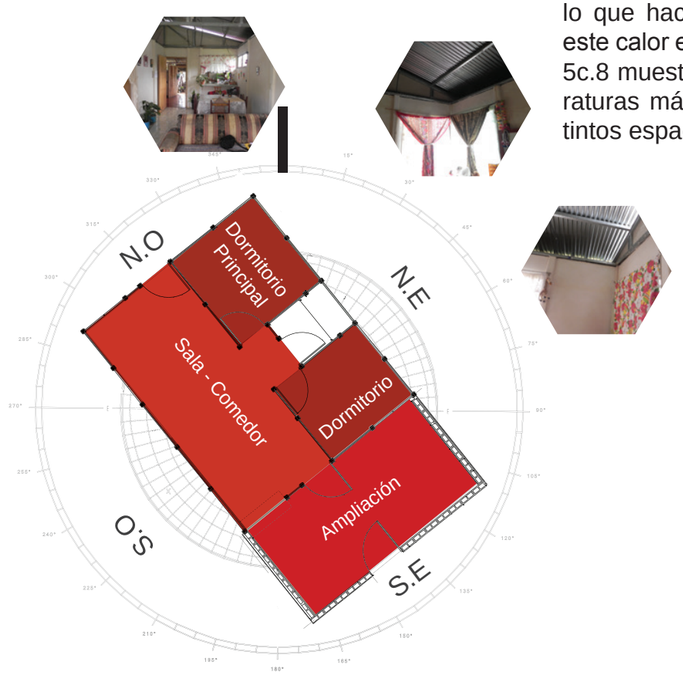


Imagen 5.73: Día Tipo Marzo, Esquema en planta ubicación espacios vivienda prefa, según colores asignados para las mediciones prolongadas. Fuente: Autor

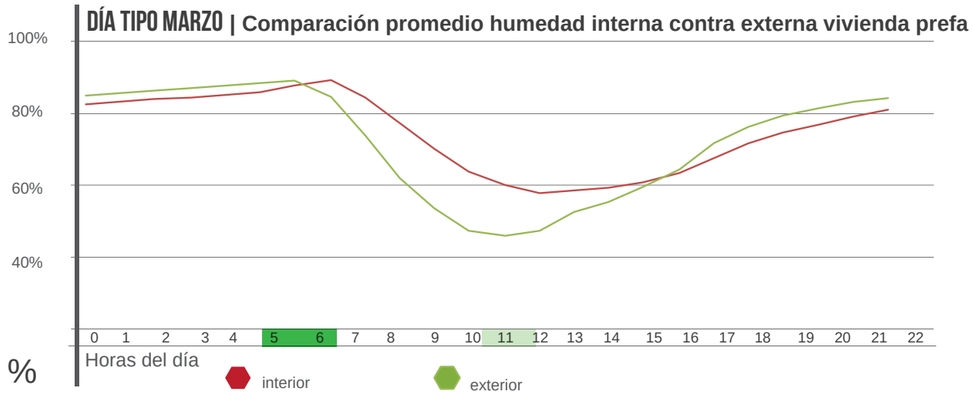


Imagen 5.78: Día tipo Marzo. Comparación promedio humedad interna contra externa vivienda prefa. Fuente: Autor

Humedad Relativa

Hora	Exterior Prefa	Interior Prefa	
0	82.91	81.39	1.52
1	83.53	82.24	1.29
2	84.12	82.90	1.22
3	84.88	83.42	1.46
4	85.61	84.09	1.52
5	86.08	84.74	1.34
6	86.95	86.53	0.42
7	82.49	87.77	-3.28
8	71.76	83.24	-12.24
9	59.86	76.78	-16.92
10	51.31	70.06	18.75
11	45.00	64.28	-19.28
12	43.68	60.72	-17.04
13	44.98	58.74	-13.76
14	50.15	59.30	-3.15
15	53.23	60.22	-6.99
16	57.21	61.43	-4.22
17	62.05	63.85	-1.8
18	69.33	67.86	1.47
19	74.13	71.64	2.49
20	77.29	74.43	2.86
21	79.41	76.47	2.94
22	80.94	78.44	2.5
23	82.23	80.17	2.06

Imagen 5.79. Día tipo Marzo. Tabla de Humedad Relativa. Fuente: Autor

El gráfica se observan los valores promedio de humedad para el interior de la vivienda prefabricada, comparados con los valores externos de humedad relativa. El comportamiento de la gráfica permite visualizar que durante las horas del día la humedad dentro de la vivienda se mayor a la humedad que se presenta al exterior de la vivienda.

Siendo que para las 6:00 am del mes de marzo se presente en el exterior de la vivienda un promedio de 86.0% mientras que en el interior un 84.74%, esta tendencia de diferencia no se mantienen como se mencionó durante el resto del día, ya que hacia las 11:00 am el interior de la vivienda cuenta con 70.6% mientras que el exterior 51.31%.

Esta tendencia vuelve a variar a las 6:00pm donde la humedad dentro de la vivienda vuelve a ser menor que la humedad exterior.

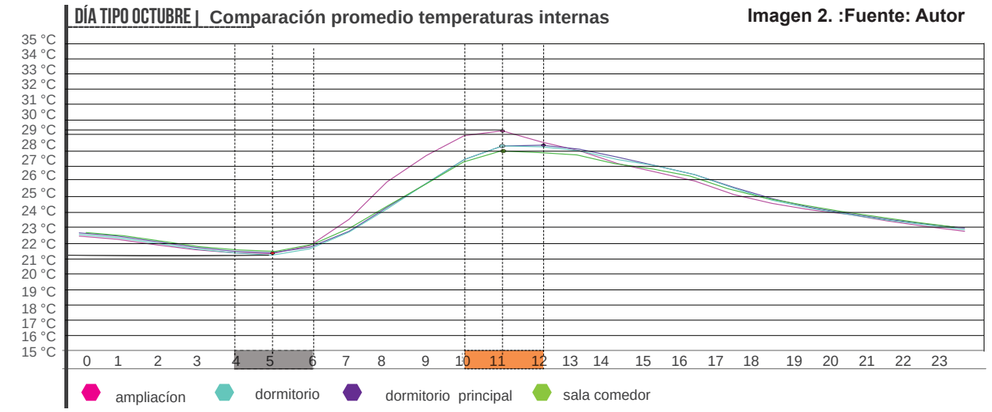


Imagen 2. :Fuente: Autor

Imagen 5.80: Gráfica comparación día tipo octubre temperaturas internas. Realizado por el autor.

Día Tipo Octubre

Hrs	Exterior	Interior	≠
0	21.35	22.56	1.21
1	21.18	22.35	1.17
2	20.74	22.00	1.26
3	20.37	21.64	1.27
4	20.18	21.41	1.23
5	20.14	21.30	1.16
6	21.23	21.73	-0.5
7	23.38	22.97	-0.41
8	25.52	24.72	-0.8
9	27.43	26.31	-0.12
10	29.25	27.76	-0.49
11	30.13	28.48	-0.65
12	29.01	28.27	-0.74
13	28.27	27.96	-0.31
14	27.63	27.34	-0.29
15	27.23	26.84	-0.39
16	25.54	26.31	0.77
17	24.11	25.44	0.33
18	23.44	24.76	1.32
19	22.98	24.30	1.32
20	22.60	23.89	1.39
21	22.28	23.53	1.25
22	21.95	23.18	1.23
23	21.64	22.89	1.25

La gráfica muestra los valores de temperatura promedio para el interior de la vivienda prefabricada durante el mes de octubre, este mes es el que presenta mayor precipitación durante el año.

Tal como se registro para el mes de marzo, la tendencia de temperaturas en los espacios de la vivienda se mantuvo, sin embargo respecto a las temperaturas en marzo , para este mes de octubre se desciende aproximadamente tres grados centígrados para los valores mayores, siendo que durante marzo se registro para este espacio de ampliación 33.38Co y en este mes de octubre 29.30C o .

Imagen 5.81: Día tipo Octubre, temperaturas medias, diferencia. Fuente: Autor

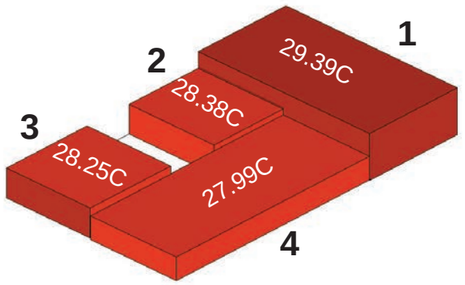


Imagen 5.82: Día Tipo Octubre, Modelo Volumétrico Comparación temperaturas máximas vivienda prefa. Fuente: Autor

El diagrama de la planta en la imagen 5c.17 (Ver imagen 5.82) permite visualizar la variación de temperaturas y los promedios de valores máximos en los espacios de la vivienda prefabricada.

Siendo que el espacio de sala y comedor es el que presenta un promedio de 27.99C o lo que lo hace el espacio con una temperatura menos elevada de los espacios presentes en la vivienda para este mes de octubre. Los dormitorios cuentan con temperaturas muy similares, el dormitorio principal cuenta con una temperatura promedio de 29. 25C o justo por debajo del dormitorio del joven que cuenta con una temperatura de 28.38 C o

Imagen 5.83: Día Tipo Octubre, Esquema en planta ubicación espacios vivienda prefa, según colores asignados para las mediciones prolongadas Fuente: Autor

5.17.2 DÍA TIPO OCTUBRE

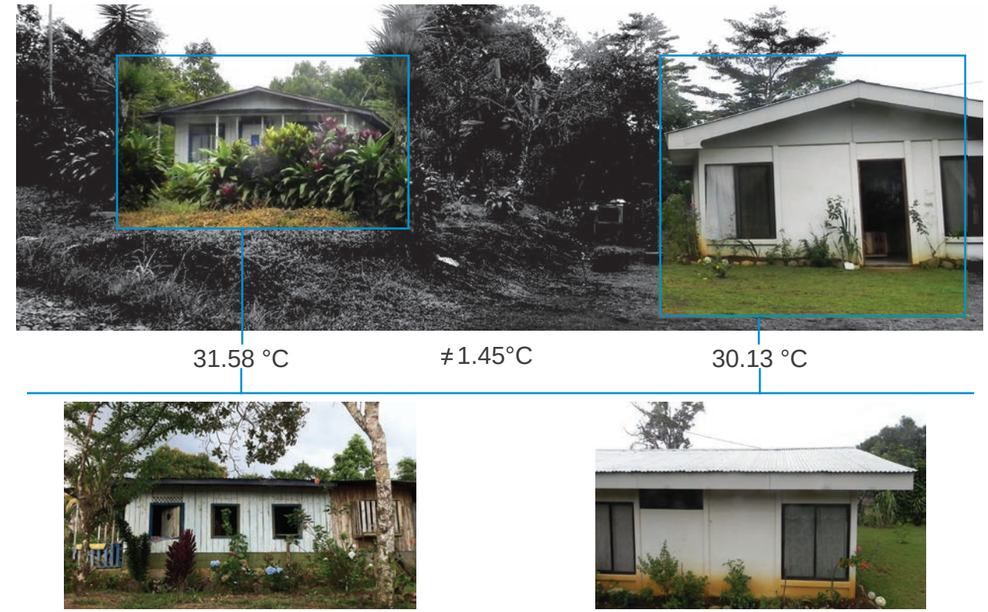


Imagen 5.84:Fotografía ejemplificando promedio máximo temperaturas internas vivienda de madera y vivienda prefabricada en Octubre. Fuente: Autor

La comparación entre la vivienda prefabricada y la vivienda de madera para el mes de octubre muestra la temperatura de la vivienda prefabricada se mantiene ligeramente por debajo que la de la vivienda de madera durante las horas del día. Siendo que para las 12:00md la temperatura de la vivienda prefabricada es de 28.11Co mientras que la vivienda de madera es de 30.00 Co . A partir de las 7:00pm la temperatura de la vivienda prefabricada desciende un grado por debajo de la vivienda de madera, esto se mantiene constante hasta las 6:00 am donde la temperatura para ambas es muy similar.

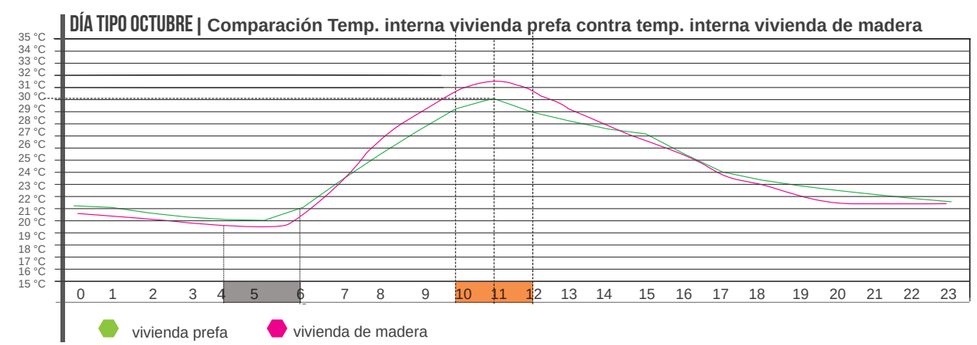


Imagen 5.85: Día Tipo Octubre, Comparación Temperatura interna vivienda prefa contra interna vivienda de madera Fuente: Autor

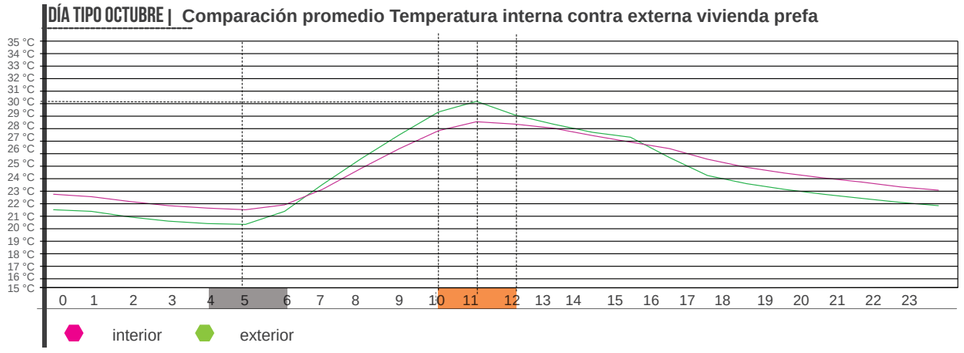


Imagen 5.86: Día Tipo Octubre, Comparación Temperatura interna contra externa vivienda prefa Fuente: Autor

La diferencia entre temperaturas internas y externas durante el mes de octubre oscila en un valor máximo de 2 grados centígrados esto durante horas de la mañana específicamente a las 10:00 am donde la temperatura interna es de 27.67 Co mientras que la temperatura externa es de 29.34 Co. Durante las demás horas del día la variación entre temperaturas externas e internas varía pero mantiene una oscilación de aproximadamente un grado centígrado.

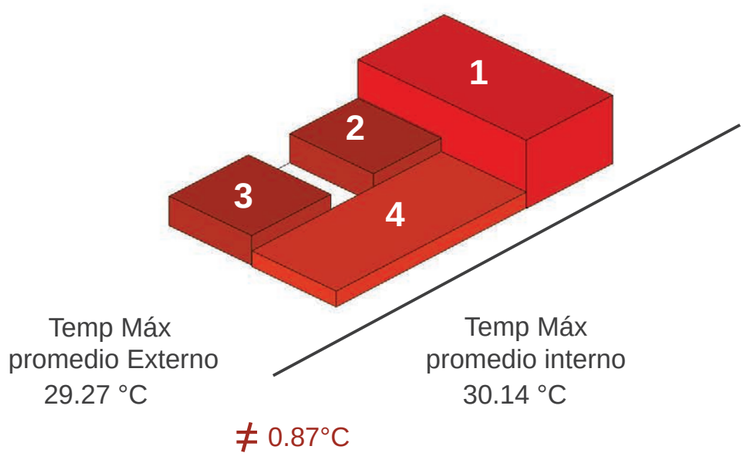


Imagen 5.87: Día Tipo Marzo, Modelo Volumetrico Comparación temperaturas máximas del promedio interno y externo de la vivienda prefa Fuente: Autor

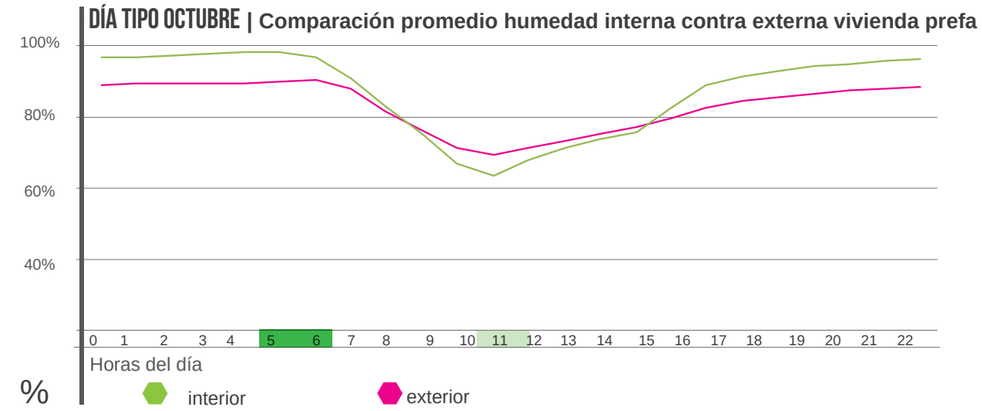


Imagen 5.88: Día tipo Marzo. Comparación promedio humedad interna contra externa vivienda prefa. Fuente: Autor

Humedad Relativa

Hora	Exterior Prefa	Interior Prefa	
0	96.00	89.45	6.55
1	96.27	89.85	6.42
2	96.67	89.91	6.76
3	97.00	89.96	7.04
4	97.24	90.20	7.04
5	97.42	90.48	6.94
6	96.20	90.88	5.32
7	91.29	88.83	2.46
8	84.52	83.40	1.12
9	77.78	78.83	-1.05
10	71.01	74.64	-3.63
11	67.93	72.84	-5.54
12	71.52	74.31	-2.79
13	74.71	75.99	-1.28
14	76.78	77.96	-1.18
15	78.33	79.58	-1.25
16	84.31	81.74	2.57
17	89.47	84.20	5.27
18	91.69	85.72	5.97
19	92.93	86.72	6.21
20	93.94	87.43	6.51
21	94.63	88.18	5.83
22	95.21	88.73	6.48
23	95.61	89.10	6.51

Imagen 5.88: Día tipo Octubre. Tabla de Humedad Relativa. Fuente: Autor

Para el mes de octubre se van a presentar los porcentajes de humedad relativa más altos del año, debido a la cantidad de precipitación de esta época. Los porcentajes más altos se presentan alrededor de las 5:00 am por lo que para el interior de la vivienda se cuenta con un porcentaje de 90.48% mientras que el exterior registra 96.20%.

Estos niveles de humedad registrados son sumamente elevados recordando que el porcentaje máximo de humedad relativa dentro de los índices de zona de confort alcanza un máximo de 60% HR.

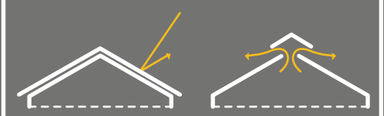
De 9:00am a 2:00 pm durante el mes de octubre la humedad relativa de la vivienda es superior a la exterior, siendo que para las 11:00am existe una diferencia porcentual de 5.54% entre ellas, así el porcentaje de humedad interno es de 74.84% mientras que el exterior es de 67.93.

ENVOLVENTE SUPERIOR

PREMISA

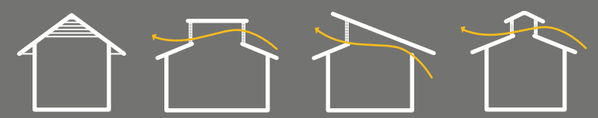
Evitar

Disipar



ENVOLVENTE SUPERIOR

PAUTAS



1 2 3 4

1.Mediante la apertura en el centro del espacio posterior de la cubierta y mediante un cerramiento liviano en tablilla o similar se permite que el aire caliente de la vivienda se disipe.

2.El monitor unilateral permite el ingreso de ventilación desde una apertura y la salida por la otra lo que enfría el espacio superior de la vivienda

3.Este monitor permite disipar el aire caliente de la vivienda y mediante el ingreso de ventilación por una apertura contraria permite el enfriamiento del espacio de cubierta.

4. La chimenea solar permite el enfriamiento del espacio de la cubierta.

ENVOLVENTE VERTICAL

1. La vegetación presente en las pantallas verdes produce sombra, por lo tanto se convierte en un elemento que permite reducir el soleamiento directo sobre las fachadas.

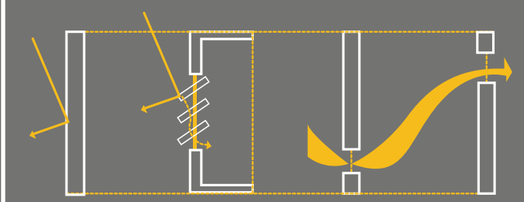
El sistema permite el crecimiento de plantas de rápido desarrollo, separadas del cerramiento vertical, permitiendo un ingreso controlado de luminosidad y reduciendo drásticamente la radiación solar directa.

ENVOLVENTE VERTICAL

ENVOLVENTE VERTICAL

PREMISA

Evitar Controlar Disipar



PAUTAS

1 2 3

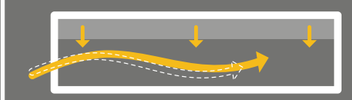
2. Una cámara de aire corresponde a un espacio aislado dentro de una estructura vertical, sus dimensiones máximas oscilan entre los 10 - 15 cm. Su función principal es la de barrera térmica, diseñada para aumentar la resistencia térmica de la envolvente, colaborando así a mitigar las ganancias de calor, utilizando el aire como material aislante.

3. Generar aberturas estratégicamente ubicadas para facilitar el ingreso y salida del viento a través de los espacios interiores de los edificios, considerando de manera cuidadosa la dirección de los vientos dominantes generando aberturas en zonas de alta y baja presión de viento de la envolvente vertical.

ENVOLVENTE INFERIOR

PREMISA

Disipar



PAUTAS

1 2

1.El nivel de piso de la vivienda se eleva del nivel de suelo lo suficiente para generar un espacio libre. Esto produce el principio de enfriamiento por convección, el aire circula por el espacio inferior comprendido entre la superficie del suelo y el elemento constructivo que disipa el calor.

2.El espacio habitable se encuentra aproximadamente, 2.3 m sobre el nivel del suelo, esto permite la creación de espacio inferiores abiertos.

3.Capa de Vegetación cubre el suelo y reduce la temperatura, ya que absorve la radiación solar, evitando el calientamiento del piso, inviertiendo el proceso en fotosísintesis, conservando así su temperatura y disipando el calor.

5.17.3 Conclusiones de análisis por medio de mediciones prolongadas.

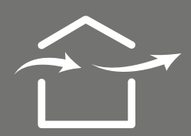
Mediante las mediciones prolongadas se permitió obtener datos específicos sobre el comportamiento térmico de la vivienda así como la influencia de la humedad, se reconocen las dos épocas críticas del año la seca y la lluviosa, siendo la seca la que alcanza temperaturas altas dentro y fuera de la vivienda, se reconocieron los espacios de a vivienda que presentan mayores temperaturas y las horas críticas del día. Asimismo la comparación con la vivienda de madera permite visualizar el comportamiento de la materialidad.

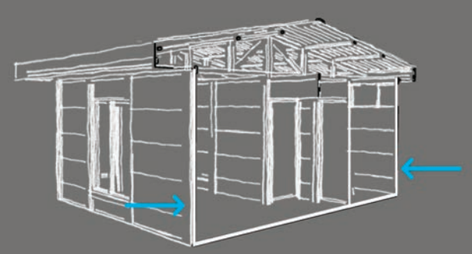
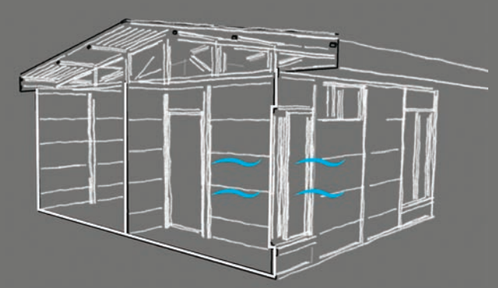
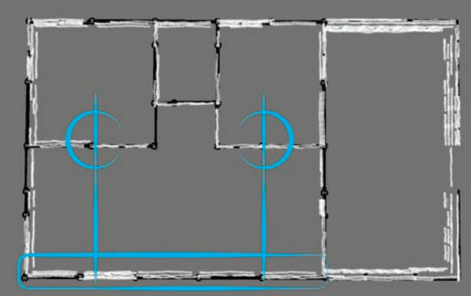
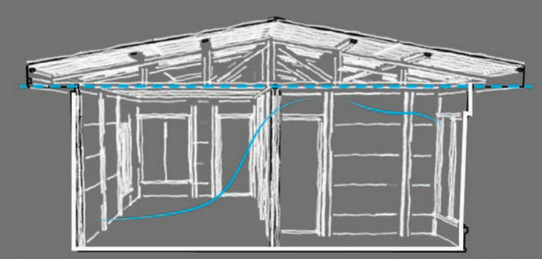
Masa Térmica:
El groso del material de la baldosa no permite retardar el calentamiento de la vivienda, es por esto que en espacios expuestos a la influencia del soleamiento la vivienda se calienta de manera rápida. Debe procurarse aumentar la masa térmica para retardar este proceso.

Eliminación de barreras que impiden la ventilación cruzada:
La actual modulación de la vivienda impide que de los espacios privados (dormitorios) se reciba ventilación de las aperturas en el espacio de sala y comedor ya que existen paredes que evitan esta ventilación efectiva, debe repensarse la manera de realizar aperturas para que la ventilación cruzada sea efectiva.

Reacomodo espacial programático:
La realización de actividades en la vivienda por parte de los usuarios que más la utilizan deberían de estar orientadas hacia los puntos donde se pueda captar en mayor manera la ventilación predominante para que los efectos de la temperatura no influya en las actividades realizadas por los usuarios.

Enfriamiento de los espacios en horas críticas:
Durante los meses críticos a partir de las 11:00 am la temperatura interna de la vivienda aumenta de manera considerable por lo que la estrategia de enfriamiento debe emplearse durante estas horas así mismo la estrategia de extracción de aire caliente de la vivienda..



6. IMPACTO DE LAS CONDICIONES BIOCLIMÁTICAS SOBRE LA RECIPROCIDAD DE LA ARQUITECTURA EN LA COTIDIANIDAD FAMILIAR

6.INFLUENCIA DE LA CONDICIONES BIOCLIMÁTICAS HACIA LA RECIPROCIDAD DE LA ARQUITECTURA EN LA COTIANIDAD FAMILIAR.

Articulación participativa

Este capítulo demuestra la importancia de la articulación entre las personas que habitan la vivienda y el profesional que la desarrolla, llámese instituciones o desarrolladores. Presenta un proceso en el cual una vez ejecutado el análisis técnico por parte del diseñador se integra de manera explícita la experiencia y participación de los usuarios en el proceso de diseño. Tal como lo describe David H. Falagán et al en Herramientas para habitar el presente (2011):

Es necesario promover maneras de pensar críticas, que tengan en cuenta la historia y la memoria colectiva, que afronten la diversidad del presente, que enriquezcan las estructuras, que favorezcan el derecho a la vivienda y a la igualdad, que potencien la búsqueda de soluciones arquitectónicas cada vez mas sostenibles y medioambientalistas, en definitiva soluciones que aporten una mejor arquitectura. (p.11)

La utilización de una metodología participativa en la producción de hábitat es una metodología que en distintos países de América Latina ha sido aplicada y a tomado valor en las últimas décadas. Tomando como referencia publicaciones realizadas por el " Programa Iberoamericano de Ciencia y Tecnología para el desarrollo" (CYTED) se desarrolla una metodología participativa orientada específicamente al contexto que se presenta en esta investigación, la cual presenta un panorama donde la principal problemática es la vivienda ya existente y la carencia de condiciones confortables de esta a nivel bioclimático, por lo que el proceso participativo se orienta hacia el reconocimiento de estas deficiencias y la búsqueda de posibles soluciones en conjunto con la familia.

6.1 LA FAMILIA, PRINCIPALES PARTICIPANTES DEL PROCESO DE INVESTIGACIÓN

La familia se encuentra influenciados por las condiciones existentes en su entorno por lo que el conocimiento de estas situaciones que los rodean son calves en el reconociendo de la dinámica familiar existente.

Imagen 6.1: Representación gráfica de los miembros de la familia. Realizado por el autor.

LA FAMILIA INMERSA EN LA REALIDAD DE VOLCÁN

El reconocimiento de la situación actual del contexto en el cual se encuentra inmersa la familia es de suma importancia, ya que la familia es un reflejo de estos índices los cuales ayudan a comprender la dinámica de vida presente en la zona. Asimismo le aportan al investigador un insumo para reconocer de que manera debe de ser el abordaje de ciertas herramientas metodológicas.
El distrito de Volcán cuenta con un total 1278 habitantes distribuídos de la siguiente manera:

Cantón Distrito	Total	Hombres	Mujeres	Total
Volcán	3815	1979	1836	1278

La población joven

Esta población la cual es la que se encuentra en el rango menor a los 30 años enfrenta dificultades en ámbitos fundamentales como la educación, empleo, cultura y deportes.

Alfabetización

La alfabetización de la población presenta 4,8 puntos porcentuales por debajo del porcentaje nacional. A nivel de cantón, Buenos Aires presenta una situación crítica con un porcentaje desfavorable respecto a la situación del país.

Escolaridad

La escolaridad promedio de la población es de 5,4 años, dato que ubica al territorio 2,1 años por debajo del promedio nacional. Dicho promedio hace evidente que la población posee un bajo nivel de instrucción.

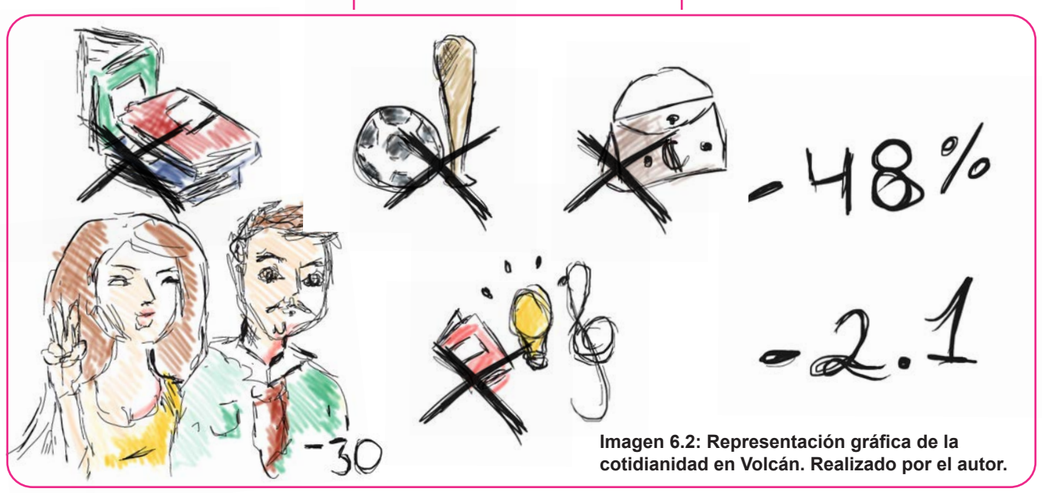


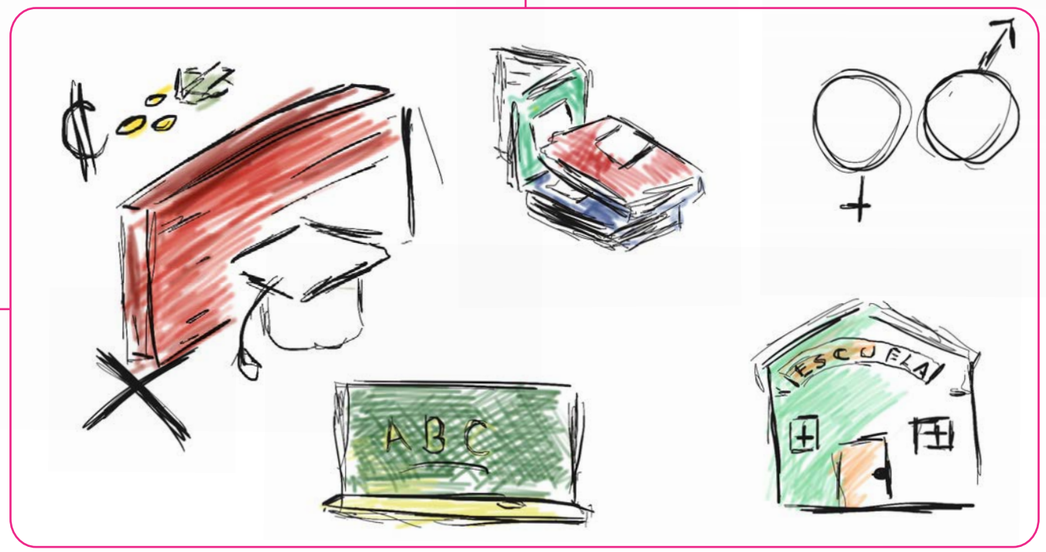
Imagen 6.2: Representación gráfica de la cotidianidad en Volcán. Realizado por el autor.

Educación

En el área de la educación se presentan altos porcentajes de deserción. Como consecuencia, el bajo nivel educativo de los jóvenes desertores de la educación, provoca escasas posibilidades de empleo en actividades con buen nivel de remuneración, al mismo tiempo que se enfrentan a una barrera para continuar su formación personal y profesional.

Población adulta mayor

Este es un sector de la población al cual se torna necesario prestar atención, ya que conforme pasa el tiempo su porcentaje va en aumento. Sin embargo, actualmente la vigilancia hacia este grupo de población es casi imperceptible, con excepción de algunos programas de instituciones públicas, principalmente, en el área de la salud. Asimismo, algunas empresas privadas desarrollan actividades que promueven acciones de esparcimiento y salud dirigidas a este segmento, tal es el caso de la Cooperativa Alianza R.L (COOPEALIANZA R.L), con el grupo “Experiencia en Acción”



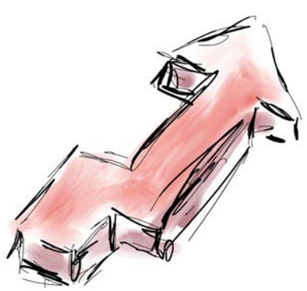
6.2 ADENTRÁNDOSE EN LA DINÁMICA DIARIA DE LA COMUNIDAD DE VOLCÁN

Imagen 6.3: Representación gráfica de la cotidianidad en Volcán. Realizado por el autor.

Para una persona que viene de la ciudad en este caso de la capital de Costa Rica, adentrarse en la comunidad de Volcán resulta una experiencia nueva.

La experiencia inicia desde que se parte en bus desde San José, para llegar a Volcán, debe tomarse el bus de Buenos Aires, el cual sale a tempranas horas del día.

El paso por el Cerro de la Muerte indica la frontera entre el Valle Central y la zona Sur del país, y bajarse en Chespiritos a comprarse una agua dulce, es casi que parada obligatoria. Durante mis viajes aproveche para comprar cocadas para



luego compartir con mis amigos de Volcán y con la familia.

Luego la temperatura empieza a ascender conforme el bus baja el cerro y se acerca a Pérez Zeledón.

Volcán se encuentra a unos 45 minutos hacia el sur de Pérez Zeledón.

Al llegar el bus lo deja a uno en la calle principal por lo que es necesario caminar cerca de 25 min para llegar al rancho principal de Volcán.

Acá ya se percibe el calor intenso y la sensación de bochorno. Conforme uno avanza puede observar a los miembros de la comunidad en sus labores diarias si se trata de un día entre semana, si es fin de semana la gente igual se muestra alegre y activa.

Volcán es una comunidad rural la cual cuenta con un río el cual es orgullo para los habitantes.

Existe una pulpería, una escuela, un parque, una calle de lastre en ocasiones cuando está muy lluviosos se vuelve tierra, un rancho donde se realizan las principales actividades comunales y una plaza junto al rancho.

Los niños y jóvenes disfrutan del parque es cual es un lote que se encuentra cercano al centro de la comunidad y es una vía para ingresar al río.

El río es una fiesta, el río une, integra, recrea. Volcán es una comunidad de personas alegres, trabajadoras, algunos de ellos nunca ha viajado a la capital.

6.3 LÍNEA DE TIEMPO

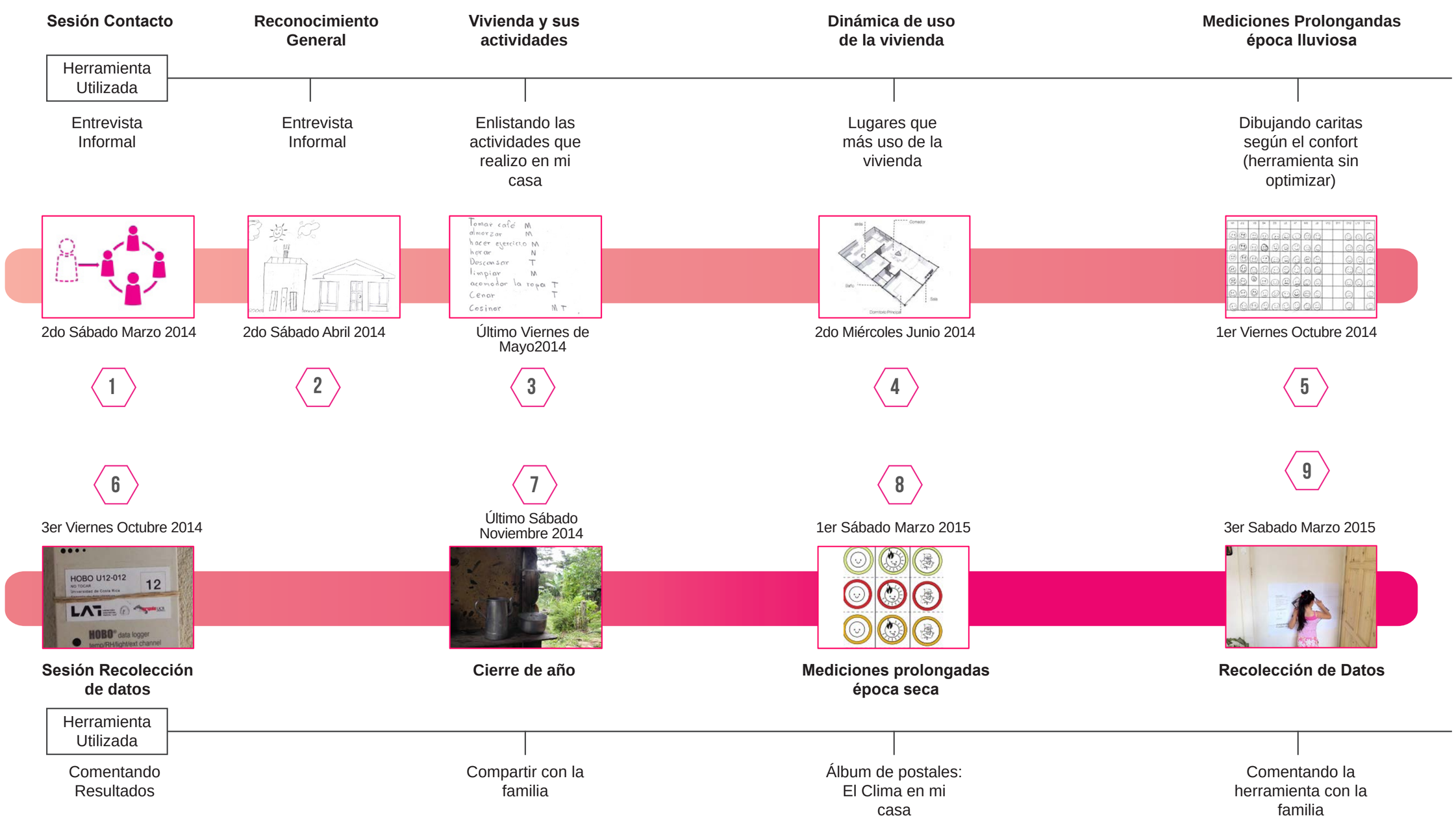


Imagen 6.4: Línea de tiempo mostrando las realización de las sesiones con la familia con sus respectivas herramientas y actividades. Realizado por el autor.

PRIMER SESIÓN-SESIÓN DE CONTACTO

DESCRIPCIÓN

Desde el primer contacto con la familia, los mismo se mostraron anuentes a participar en el desarrollo de la investigación.

Primeramente mediante la intermediación de una familia local con la cual ya se había convivido anteriormente se realizó el contacto con la familia de la vivienda prefabricada. Mediante una llamada telefónica se dispuso un primer encuentro en el cual se expondrían los objetivos y alcances de la investigación y los mismo podrían evacuar sus dudas y realizar consultas sobre lo que establecía el documento de formulación de la investigación.

Se acordó mediante la llamada telefónica, que nos reuniríamos un sábado en la casa en cuestión ubicada en Buenos Aires de Puntarenas como se ha descrito, se realizó un sábado, ya que desde el inicio debía entenderse que la familia tenía actividades que realizar durante la semana y para una reunión inicial debían estar todos los miembros para poder iniciar el proceso de manera idónea.

A lo largo de un lapso, aproximado de dos horas se expuso los alcances de la investigación a los cuatro miembros de la familia en la sala de la vivienda y los mismos muy entusiasmados accedieron a ser participantes activos en el proceso que desde ese momento iniciaba.

OBJETIVOS

1. Presentación personal ante los miembros de la familia(romper el hielo) conocerse un poco más, principales intereses y afinidades de cada miembro de la familia.

2.Exposición de la investigación para el conocimiento de la familia.

3. Presentación de los alcances esperados en la investigación.

4.Definición de fechas y espacios en los cuales podrían recibir la visita del investigador.

5. Inquietudes con respecto al desarrollo de la investigación.

PRESENTES — Mamá — Papá — Hija — Hijo — **11:00AM**

HALLAZGOS

1. La familia se muestra anuente a la colaboración durante el proceso de investigación.

2. Los miembros de la familia no están familiarizados con la Capital San José, por lo que recibir un estudiante de la UCR para ellos y para el investigador es de suma alegría ya que se propicia el intercambio de conocimientos de ellos hacia él, así como del investigador hacia ellos.

3. El padre cabeza de familia y el hijo mayor realizan su actividades laborales durante las horas de la semana por lo que los fines de semana es un buen momento para pactar reuniones con todos los miembros de la familia.

RECOMENDACIONES

1. El investigador debe de ser muy sincero y específico al momento de presentar a las personas implicadas la investigación y los alcances de esta.

2. Se debe explicar la importancia y el rol de la participación activa de las personas que habitan la vivienda a lo largo del proceso de investigación

3. Se debe permitir un período de consultas para que se pueda evacuar cualquier duda con respecto a la investigación.

4. Debe convenirse las fechas para las siguientes visitas, estas deben ser las que más beneficien a la familia según las actividades y labores que los mismos deban realizar.

SEGUNDA SESIÓN-RECONOCIMIENTO GENERAL

DESCRIPCIÓN

La segunda visita sucedió aproximadamente un mes después de la primera, ocurrió un sábado caluroso de abril, durante esta segunda visita se conversó sobre la vivienda, su proceso de construcción el cual fue aproximadamente 3 años atrás, el mecanismo de obtención del bono y el presupuesto obtenido mediante el mismo.

Se conversó sobre el espacio de ampliación de la vivienda, y sobre algunos aspectos que según los miembros de la familia en este caso el padre faltaron de concretar (Ver transcripción de entrevista a Padre) La estadía en la vivienda fue alrededor de dos horas las cuales para el investigador resultaron sumamente enriquecedoras.

Asimismo se introdujo a la abuelita de la familia la cual vive en la casa de madera que se encuentra cercana. El vínculo entre el investigador y la familia se fortaleció con la conversación amena que sucedió durante ese lapso.

OBJETIVOS

1. Reconocer utilización del lenguaje empleado por la familia para la futura elaboración de herramienta metodológica

2. Obtener información sobre el proceso de construcción de la vivienda, por parte de los mismos miembros de la familia, percepción de los mismos hacia la vivienda actual.

3. Inserción a la cotidianidad de la familia mediante conversaciones desprogramas (evitando entrevista formal)

PRESENTES — Mamá — Papá — Hija — Hijo — **11:00AM**

HALLAZGOS

1. Los miembros de la familia expresan que no fueron consultados sobre el diseño de la vivienda ya que únicamente recibieron el dibujo y posteriormente la recibieron ya durante el periodo de construcción.

2. El padre de familia manifiesta las limitaciones del presupuesto recibido, así como la necesidad de implementar cieloraso al interior de la vivienda (actualmente no cuenta) así como otros elementos que por presupuesto no pudieron se construidos.

3. Según el criterio de la familia la ampliación responde a la necesidad de contar con un espacio de cocina amplio el cual pudiera liberar el poco espacio social con el que esta tipología de vivienda cuenta en la actualidad.

RECOMENDACIONES

1. Evitar las entrevistas formales que impidan el acercamiento desde una manera cotidiana a la familia.

2. Procurar generar conversaciones en las cuales de manera fluida se pueda establecer un tema de interés para el investigador y de esta manera obtener datos e información.

3. No realizar sesiones durante lapsos muy extendidos, ya que la idea es generar un ambiente de espontaneidad en la conversación por lo que debe respetarse las actividades y horarios de la familia.

6.4 DIBUJANDO MI CASA

Desarrollado durante la sesión 2

Descripción de la Herramienta

Implementación herramienta: Dibujando mi casa.

La aplicación de esta herramienta pretende introducir a los miembros de la familia en la dinámica de participación de las sesiones, para que estos sientan que son partícipes de la investigación. Asimismo el aporte que puedan realizar por medio de los dibujos se enriquece mediante la conversación posterior.

Se le brindó a los miembros de la familia una hoja y lápices para dibujar y que ellos libremente pudieran plasmar la imagen que tenían de la vivienda y la influencia del clima sobre esta. Posteriormente se les consultó sobre el lugar favorito y el que menos les gustaba dentro de su vivienda.

1.Dibuje su casa y la influencia del clima

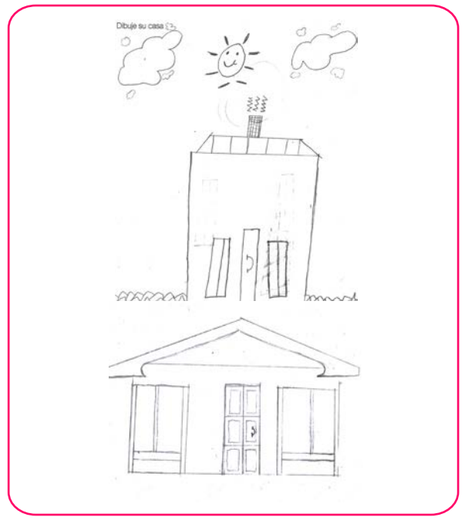


Imagen 6.5: Dibujos realizados por los miembros de la familia durante la sesión. Realizado por el autor.

Hallazgos de la aplicación de la Herramienta

La herramienta permite reconocer que los miembros de la familia entienden que su vivienda se encuentra influenciada bajo los efectos de las condiciones climáticas.

Posterior a la utilización de la herramienta se determina mediante la conversación que la representación de una chimenea responde a que la vivienda en el interior muchas veces se calienta y no hay manera de extraer ese calor.

El dibujo pasa a ser una herramienta de reconocimiento del ideal de la familia hacia su vivienda.

La utilización de cortinas en la ventana permite reconocer que existe una nocion de la necesidad de protección ante la incidencia solar, esto es comprobado también mediante conversaciones posteriores.

Objetivos de la Herramienta

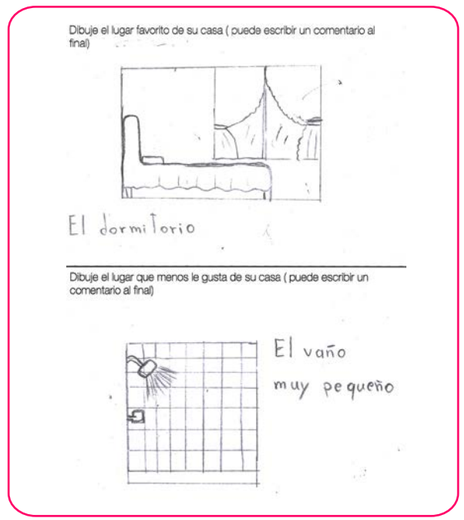
Empoderar al miembro de la familia de una herramienta con la cual puede expresarse libremente mediante la técnica del dibujo.

Reconocer mediante la representación gráfica de los miembros de la familia, la idea que tienen estos con respecto a su vivienda.

Potenciar mediante una herramienta dinámica la participación de los miembros de la familia como actividad rompe hielo en la inserción de este tipo de herramientas.

Imagen 6.6: Dibujos realizados por los miembros de la familia durante la sesión. Realizado por el autor.

2.Dibuje mis lugares en la casa



Recomendaciones

La realización de conversaciones posteriores a la aplicación de la herramienta es necesaria realizar una adecuada interpretación fiel a los representad por las personas que realizaron los dibujos para poder acompañar a los miembros de la familia mientras realizan la actividad, sin embargo, es necesario dejar espacios donde estos sientan que tienen la posibilidad de expresarse sin que exista alguien observándolos, ya que es una manera de que estos asuman el rol activo de participantes.

Al momento de indicar que se va a dibujar debe expresarse de manera clara que es lo que se desea obtener del dibujo. En este caso la relación de la vivienda con la influencia de las condiciones de clima y el imaginario presente en los miembros de la familia.

EL CLIMA EN MI CASA (SIN OPTIMIZAR)

Desarrollado durante la sesión 2

Descripción de la Herramienta

Implementación herramienta: El clima en mi casa (Sin optimizar)

Al contar con dos épocas de mediciones prolongadas, inicialmente se elaboró esta herramienta para documentar durante los 15 días que los dataloggers se encontraban registrando información, el sentir de los miembros de la familia con respecto al clima. Es así que mientras los aparatos de mediciones tomaban medidas, los miembros de la familia se encontrarían colocando el dibujo de caras sobre los días y las horas en las que la tabla se los permitía.

El valor de la cara triste esta inicialmente inconformidad ante las condiciones climáticas, y la cara feliz, percepción de confort mientras que la cara media era el término medio entre ambas.

Objetivos de la Herramienta

Contar con una herramienta de verificación de los datos cuantitativos que eran registrados por los dataloggers.

Obtener mediante la participación de la familia, la información de la percepción de estos con respecto al confort en los espacios de su vivienda.

Despertar la consciencia a los miembros de la familia del impacto de las condiciones climáticas sobre su vivienda.

Hallazgos de la aplicación de la Herramienta

Las caras al generar patrones, los cuales pueden ser interpretados al compararlos con los datos mostrados por los medidores.

Durante las horas del medio día es cuando los miembros de la familia expresan percibir mayor insatisfacción ya que es el momento donde dibujan mayor cantidad de caritas tristes.

El uso de la herramienta debe optimizarse de modo que arroje datos más específicos los cuales puedan ser utilizados por el investigador.

1.Dibuje caritas según la influencia del clima en la vivienda

Muy a gusto — No tan a gusto — A disgusto

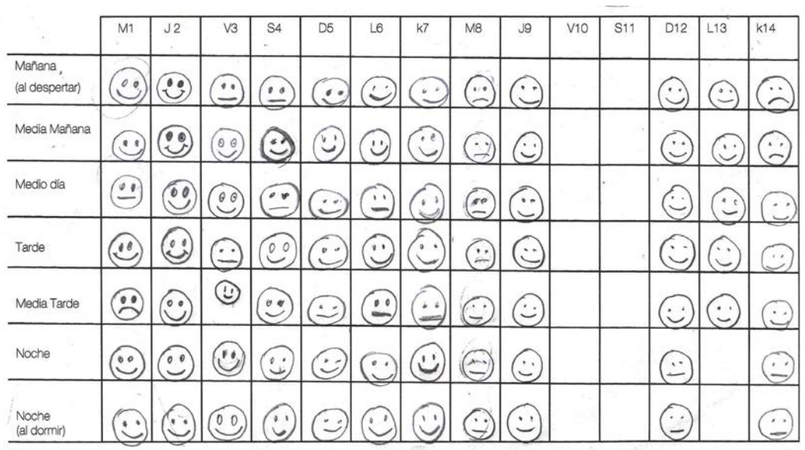


Imagen 6.7: Dibujo de caritas realizado por la familia para representar su percepción de confort. Realizado por el autor.

Recomendaciones

La herramienta debe de ser de uso sencillo para que no afecte la cotidianidad de las personas que durante los 15 das van a estar utilizándola.

Debe de contarse con una iconografía que realmente exprese lo que se necesita indagar y que sea para la persona que interpreta la herramienta de fácil lectura. El realizar la herramienta como un juego, permite darle carácter lúdico a la actividad lo que genera un mayor interés en los miembros de la familia.

TERCER SESIÓN-VIVIENDA Y SUS ACTIVIDADES

DESCRIPCIÓN

Implementación herramienta: Enlistando las actividades que realizo en mi casa.

La herramienta pretende reconocer por medio de la hoja entregada a los miembros de la familia la actividad que estos realizan en la cotidianidad del habitar.

Mediante dos enunciados , la herramienta pretende inicialmente en la parte 1, visibilizar las actividades realizadas por la familia y la temporalidad en las que la realizan, y en la parte 2, reconocer los espacios en los que realizan la actividad y si la realizan solos o en compañía de algún otro miembro. Cabe destacar que la herramienta sirve para comprobar el análisis realizado por el investigador por medio de la observación y la vivencia de cada sesión.

OBJETIVOS

1.Introducir la participación de los miembros de la familia en la investigación.

2.Contar con una herramienta de consulta con la cual puedan determinarse las actividades realizadas por los miembros de la familia.

3.Verificar la información obtenida por medio de la observación y la vivencia del investigador con la familia.

PRESENTES — Mamá — Papá — Hija — Hijo — **11:00AM**

HALLAZGOS

La herramienta permite determinar la temporalidad de cada uno de los miembros de la familia, en este caso la madre, realiza labores domésticas durante el día, es por esto que sus actividades se ven ligadas a esta actividad principal. Asimismo es la que más tiempo utiliza la vivienda.

Permite generar un perfil de uso del espacio para cada miembro, siendo que a madre en este caso utiliza los lugares los cuales responden al mantenimiento diario de a vivienda.

Permite visualizar la relación entre miembros de la familia, la madre en este caso comparte más actividades y tiempo con su hija. Ambas son las que más utilizan la vivienda y las que más comparten en esta ya que por sus actividades principales hacen mayor uso del espacio.

RECOMENDACIONES

1.El enunciado debe ser claro, la herramienta entre más clara sea presentada ante el participante, mayor resultado podrá obtenerse de la misma.

2.Debe entregarse el documento y explicar de forma verbal a los participantes lo que se debe hacer en cada hoja, asimismo debe consultarse anteriormente si todos saben leer y escribir.

3.Es recomendable realizar la actividad al lado de los participantes ya que si surge alguna duda estos podrán evacuarla de inmediato. Posterior a la entrega del material debe realizar una conversación sobre los hallazgos arrojados por la herramienta y la experiencia de los participantes en el ejercicio.

6.6 LA VIVIENDA Y SUS ACTIVIDADES

Desarrollado durante la sesión 3

Descripción de la Herramienta

La herramienta pretende reconocer por medio de la hoja entregada a los miembros de la familia la actividad que estos realizan en la cotidianidad del habitar.

Mediante dos enunciados , la herramienta pretende inicialmente en la parte 1, visibilizar las actividades realizadas por la familia y la temporalidad en las que la realizan, y en la parte 2, reconocer los espacios en los que realizan la actividad y si la realizan solos o en compañía de algún otro miembro. Cabe destacar que la herramienta sirve para comprobar el análisis realizado por el investigador por medio de la observación y la vivencia de cada sesión.

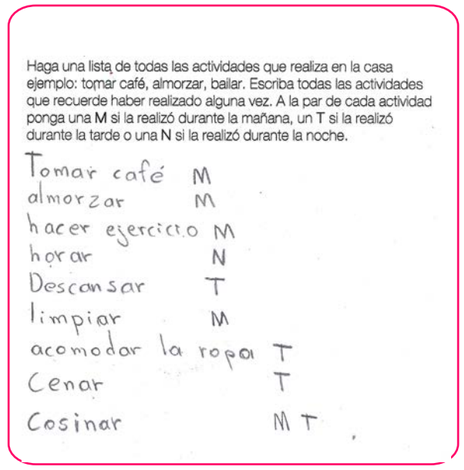
Objetivos de la Herramienta

Introducir la participación de los miembros de la familia en la investigación.

Contar con una herramienta de consulta con la cual puedan determinarse las actividades realizadas por los miembros de la familia.

Verificar la información obtenida por medio de la observación y la vivencia del investigador con la familia.

1.Listado de actividades + Temporalidad

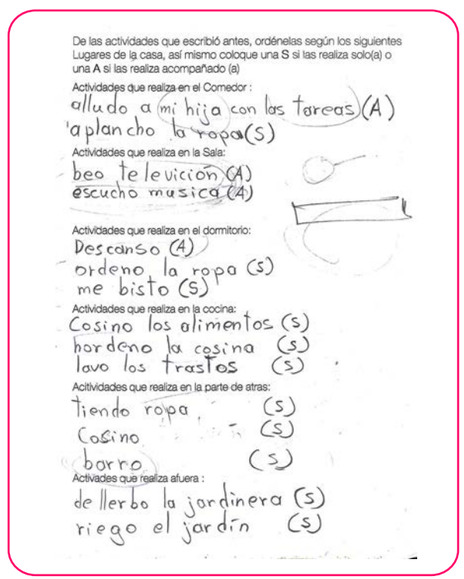


Haga una lista de todas las actividades que realiza en la casa ejemplo: tomar café, almorzar, bailar. Escriba todas las actividades que recuerde haber realizado alguna vez. A la par de cada actividad ponga una M si la realizó durante la mañana, un T si la realizó durante la tarde o una N si la realizó durante la noche.

Tomar café M
almorzar M
hacer ejercicio M
hornar N
Descansar T
limpiar M
acomodar la ropa T
Cenar T
Cosinar M T

Imagen 6.8: Lista de actividades realizadas por los miembros de la familia. Realizado por el autor.

2.¿A dónde realizo las actividades y con quién?



De las actividades que escribió antes, ordénelas según los siguientes Lugares de la casa, así mismo coloque una S si las realiza solo(a) o una A si las realiza acompañado (a)

Actividades que realiza en el Comedor :
alludo a mi hija con las tareas (A)
'aplancho la ropa (S)

Actividades que realiza en la Sala:
beo televicion (A)
escucho musica (A)

Actividades que realiza en el dormitorio:
Descanso (A)
ordeno la ropa (S)
me bisto (S)

Actividades que realiza en la cocina:
Cosino los alimentos (S)
hordeno la cosina (S)
lavo los trastos (S)

Acitividades que realiza en la parte de atras:
tiendo ropa (S)
Cosino (S)
barro (S)

Activades que realiza afuera :
de llerbo la jardinera (S)
riego el jardín (S)

Imagen 6.9: Lista de actividades realizadas por los miembros de la familia. Realizado por el autor.

Hallazgos de la aplicación de la Herramienta

La herramienta permite determinar la temporalidad de cada uno de los miembros de la familia, en este caso la madre, realiza labores domesticas durante el día, es por esto que sus actividades se ven ligadas a esta actividad principal. Así mismo es la que más tiempo utiliza la vivienda.

Permite generar un perfil de uso del espacio para cada miembro, siendo que a madre en este caso utiliza los lugares los cuales responden al a manteamiento diario de a vivienda.

Permite visualizar la relación entre miembros de la familia, la madre en este caso comparte más actividades y tiempo con su hija. Ambas son las que más utilizan la vivienda y las que más comparten en esta ya que por sus actividades principales hacen mayor uso del espacio.

Recomendaciones

El enunciado debe ser claro, la herramienta entre más clara sea presentada ante el participante, mayor resultado podrá obtenerse de la misma.

Debe entregarse el documento y explicar de forma verbal a los participantes lo que se debe hacer en cada hoja, asimismo debe consultarse anteriormente si todos saben leer y escribir.

Es recomendable realizar la actividad al lado de los participantes, ya que si surge alguna duda estos podrán evacuarla de inmediato.

CUARTA SESIÓN-DINÁMICA DE USO DE LA VIVIENDA

DESCRIPCIÓN

Para esta sesión se desarrolló la dinámica de uso de la vivienda, es decir que se enfocó en analizar los espacios más usados y menos usados de la vivienda, esto por medio de la entrega de la herramienta metodológica a la familia denominada: Lugares que más uso de mi casa. Durante la sesión se comentó con los miembros de la familia su experiencia de habitar la vivienda, y se conversó sobre un día en la vida de cada uno de los miembros utilizando la vivienda, esto para tener un criterio claro del uso del espacio. Posterior a la aplicación de la herramienta se comentó la misma con los participantes.

En esta ocasión el padre no pudo estar presente ya que debía realizar oficios laborales, el joven pese a que se encontraba en la vivienda tenía que realizar otra serie de labores por lo que no participó de la herramienta pero si se comentó con el sobre el uso de la vivienda.

OBJETIVOS

1.Reconocer la dinámica de uso del espacio, espacios más utilizados, menos utilizados, razones por las cuales estos espacios son los más y menos utilizados.

2.Explorar el uso de la planta tridimensional como herramienta de expresión gráfica de la vivienda.

3.Fortalecer el criterio del investigador sobre la dinámica con la que se utiliza el espacio para una respuesta coherente en la implementación del diseño óptimo y la adaptación.

PRESENTES — Mamá — Papá — Hija — Hijo — **11:00AM**

HALLAZGOS

El espacio social es utilizado de manera desprogramada, es decir no es concebido como sala y comedor si no que los miembros de la familia realizan distintas activadas en este espacio.

El espacio de habitación es utilizado como espacio de descanso, pocas veces es utilizado durante el día para descansar, solo durante la noche.

Las actividades necesarias tales como la preparación de alimentos o limpieza de la vivienda, determinan patrones de uso de los usuarios y temporalidad de tareas.

El espacio de cocina es mayormente utilizado por la madre, la cual únicamente cuenta con una plantilla de gas una pila y una refrigeradora, es decir es utilizado como núcleo húmedo y espacio de soporte para cocinar.

RECOMENDACIONES

Realizar el ejercicio de reconocimiento de la dinámica de uso de la vivienda con cada uno de los miembros de la familia, ya que esto brinda un panorama de la utilización del espacio en su totalidad. De no encontrarse alguno de los miembros en la aplicación del ejercicio, conversar posteriormente con esta persona al respecto.

Posterior a la aplicación de la herramienta debe comentarse sobre lo expresado por cada uno de los miembros de la familia para enriquecer el criterio brindado por la herramienta.

Debe existir una flexibilidad por parte del investigador al momento de comentar los hallazgos encontrados en la herramienta, si alguno de los miembros de la familia desea aportar mediante la explicación de como utiliza el sitio, mostrando los lugares o de alguna manera creativa debe aceptarse y permitirse ya que es parte de empoderar al usuario en la investigación en este caso analizando la dinámica de uso de su propia vivienda.

6.7 LUGARES QUE MÁS USO DE MI VIVIENDA

Desarrollado durante la sesión 4

Descripción de la Herramienta

Implementación herramienta: Enlistando las actividades que realizo en mi casa.

La herramienta pretende reconocer los lugares de la vivienda que son mayor frecuentados por los miembros de la familia, asimismo determinar por qué es el más o menos utilizado. Se realiza mediante la entrega de una hora con el dibujo en planta perspectiva de la vivienda son sus respectivos espacio, inmediatamente se indica dibujar mediante un triángulo y un círculo los lugares de más y menos uso respectivamente. Asimismo en la parte posterior se destina un espacio a que comenten porque son el menos y el más utilizado.

1.Marcando los lugares que + y - uso

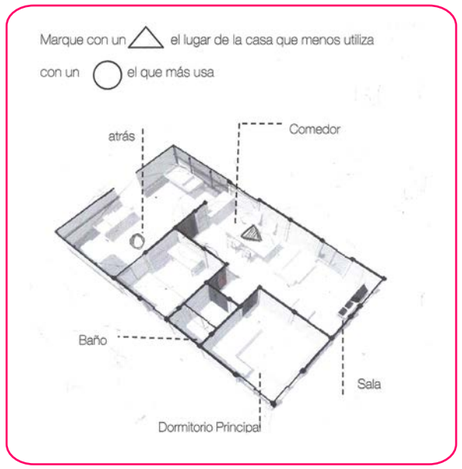


Imagen 6.10: Representación de la herramienta de los lugares que más se utilizan en la vivienda. Realizado por el autor.

Hallazgos de la aplicación de la Herramienta

La herramienta permite determinar la relación que existe entre el uso del espacio y las actividades que se realizan en este.

El espacio social es utilizado de manera desprogramado, en este caso la madre argumenta que el comedor es el espacio menos utilizado ya que come en otros sitios de la vivienda.

La representación en planta en perspectiva resulta una manera de introducir la representación gráfica de la vivienda, ya que la familia asume esta de manera correcta.

Objetivos de la Herramienta

Contar con la información de que espacios son los más y menos utilizados en la vivienda de una fuente directa.

Introducir la planta en perspectiva como método de representación de los espacios de la vivienda para su uso en posteriores herramientas.

Conocer las razones de por qué es el espacio más y menos usados.

2.¿Por qué es el que + y - uso?

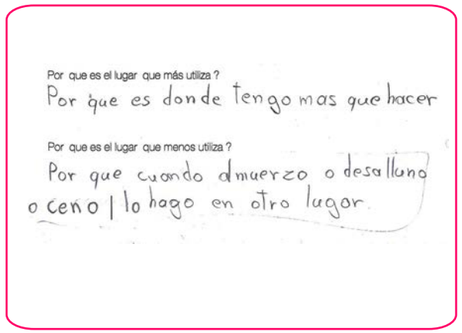


Imagen 6.11: Representación de la herramienta de los lugares que más se utilizan en la vivienda. Realizado por el autor.

Recomendaciones

Se debe elegir una manera de representación gráfica que resulte entendible para la familia. Es recomendable presentarles varias opciones de plantas y que ellos comenten cual reconocen de manera más sencilla. En este caso se utilizo una planta en 2d inicialmente, posteriormente la utilización de la planta en perspectiva resultó presentar una mejor lectura para la familia.

Implementar un espacio en el cual puedan comentar por qué eligieron esos espacios como los más y menos utilizados, ya que les permite argumentar su decisión y genera una reflexión al respecto.

Posterior a la devolución del material realizar una conversación con los participantes para comentar sobre la experiencia del uso de la herramienta.

QUINTA SESIÓN-MEDICIONES PROLONGANDAS ÉPOCA LLUVIOSA

DESCRIPCIÓN

Esta sesión es realizada en esta fecha debido a que responde al inicio de la temporada lluviosa, por lo que se implementa la herramienta de mediciones prolongadas y a su vez la herramienta participativa: El clima en mi casa. (Sin optimizar)

Al inicio de la sesión se muestra a los miembros de la familia los instrumentos con los cuales se van a realizar las mediciones prolongadas en su vivienda. Posteriormente se procede a la ubicación de los mismos en los distintos puntos de la vivienda. Asimismo, se les entrega la hoja donde deben dibujar las caritas según la percepción de confort respecto a la influencia del clima durante esos quince días.

OBJETIVOS

1.Mediante la implementación de las mediciones prolongadas obtener datos precisos de las condiciones de confort presentes en la vivienda.

2. Obtener resultados de los espacios que cuentan con menos confort al interior de la vivienda.

3.Realizar diagramas comparativos que reflejen los promedios de temperatura e las distintas horas del día.

4.Utilizar de manera adecuada las herramientas brindadas por el Laboratorio de arquitectura Tropical de la Universidad de Costa Rica.

PRESENTES — Mamá — Papá — Hija — Hijo — **11:00AM**

HALLAZGOS

Los espacios que reflejan mayor insatisfacción por parte de los miembros de la familia son representados por medio de las caritas y estos son el espacio de la ampliación y el espacio social.

Existe un patrón de caritas tristes que se aproxima a las horas del medio día, lo que evidencia que es la hora en la que la vivienda cuenta con niveles de insatisfacción más elevados.

Durante los fines de semana la actividad en la vivienda y la dinámica de uso de la misma varía y que no rellenaron algunas de las casillas y argumentaron que realizaban actividades en los alrededores de la vivienda.

RECOMENDACIONES

Antes de colocar los instrumentos de medición, debe explicársele a la familia en que sitios de la vivienda se van a implementar y si ellos desean participar de la colocación de los mismos.

Con la implementación de la herramienta de dibujo de caritas debe de ser muy claro al manifestar los alcances que se esperan de la misma.

SEXTA SESIÓN-RECOLECCIÓN DE DATOS ÉPOCA LLUVIOSA

DESCRIPCIÓN

Durante esta sesión se recogieron los instrumentos instalados en la vivienda con quince días atrás. La niña acompaño al investigador por los espacios de la vivienda, convirtiéndose en la principal informante de lo sucedido durante los quince días en que los medidores estuvieron recabando información.

Posteriormente el investigador se encarga de procesar los datos en una hoja de cálculo de Excel, generando los días tipo los cuales muestran el comportamiento y la influencia del clima al interior de la vivienda.

OBJETIVOS

1.Procesar los datos obtenidos por medio de la implementación de los dataloggers para obtener los promedios de temperatura al interior de la vivienda y comparaciones con el exterior.

2.Involucrar a los miembros de la familia en el proceso de instalación de los instrumentos de medición y hacerlos participes de la recolección de datos cuantitativos.

3.Obtener datos precisos del comportamiento de la vivienda durante los quince días que se utilizaron los dataloggers.

PRESENTES — Mamá — Papá — Hija — Hijo — **11:00AM**

HALLAZGOS

La humedad al interior de la vivienda se mantiene por encima de la humedad del exterior durante las primeras horas de la mañana.

El espacio de ampliación de la vivienda es el que cuenta con mayores niveles de temperatura debido a su materialidad.

El espacio social cuenta con temperatura altas durante lo que impide que existan condiciones de confort para la familia, siendo este espacio uno de los más utilizados.

La ventilación actual de la vivienda no está funcionando de manera adecuada ya que los niveles de humedad al interior de la misma se mantienen elevados.

RECOMENDACIONES

Se debe repensar las aberturas actuales para que se genere ventilación efectiva al interior de a vivienda de manera que se disipe la humedad y las temperaturas elevadas.

Se debe repensar la materialidad empleada en los cerramientos de la vivienda ya que actualmente los mismos no están brindando una solución de confort para el interior de la vivienda.

SÉTIMA SESIÓN-CIERRE DE AÑO

DESCRIPCIÓN

Esta sesión se desarrolló de manera muy desprogramada, la misma consistió en una visita por parte del investigador a la familia para compartir una de tertulia. En este punto de la investigación el investigador y la familia cuentan con una relación de amistad la cual se ha fortalecido a lo largo de las visitas, por lo que esta actividad se realiza de manera amena y tanto el investigador como la familia disfrutan de la misma.

El convivio permite demostrar que la investigación va más allá de una respuesta académica, y se torna una experiencia de vida donde ambas partes aprenden e interactúan.

OBJETIVOS

1.Fortalecer el vínculo entre el investigador y los miembros de la familia.

2.Demostrar que la investigación va más allá de un aspecto académico y se convierte en una experiencia de vida para ambas partes.

3.Validar la implementación de la metodología mixta en la investigación.

PRESENTES — Mamá — Papá — Hija — Hijo — **11:00AM**

HALLAZGOS

La realización del convivio fortaleció el vínculo con la familia, siendo esta una actividad fundamental para el éxito de la investigación.

La cotidianidad es un reflejo de las actividades que realiza la familia diariamente por lo que la realización de estos convivios es una manera de acercarse a esta cotidianidad.

RECOMENDACIONES

Los convivios y visitas en las que se realicen tertulias sobre otros temas de interés de familia son sumamente importantes en procesos participativos ya que refuerzan el vinculo entre ambas partes y periten al investigador se participe de la realidad de las personas que habitan la vivienda.

OCTAVA SESIÓN-MEDICIONES PROLONGADAS ÉPOCA LLUVIOSA

DESCRIPCIÓN

Esta sesión es realizada en esta fecha debido a que responde al inicio de la seca, esta época es crítica debido a las altas temperaturas que registra por lo que se implementa la herramienta de mediciones prolongadas y a su vez la herramienta participativa: El clima en mi casa. (optimizada)

Debido a que anteriormente se implementó esta herramienta participativa mediante el dibujo de los miembros de la familia durante la época lluviosa, es posible optimizar la herramienta para generar un diario de la cotidianidad de cada uno de los usuarios de la familia. De esta manera se realiza la implementación de la herramienta el clima en mi casa, álbum de postales, obteniendo distintos datos como: temporalidad, dinámica de uso del espacio y percepción de confort.

OBJETIVOS

1.Obtener resultados de los espacios que cuentan con menos confort al interior de la vivienda.

2.Realizar diagramas comparativos que reflejen los promedios de temperatura e las distintas horas del día.

3.Utilizar de manera adecuada las herramientas brindadas por el Laboratorio de arquitectura Tropical de la Universidad de Costa Rica.

4.Implementar la herramienta de álbum de postales de manera que se registren datos tanto cuantitativos como cualitativos.

PRESENTES — Mamá — Papá — Hija — Hijo — **11:00AM**

HALLAZGOS

La implantación de la herramienta despertó el interés de los miembros de la familia debido a que se presenta de una manera lúdica y a modo de juego.

El previo conocimiento del proceso de mediciones prolongadas genera que la familia conozca sobre lo que se realiza durante el periodo de mediciones, enriqueciendo el proceso ya que estos aportan consultas y sugerencias.

RECOMENDACIONES

Se debe explicar la herramienta utilizada y el valor de la misma en la investigación para que los miembros de la familia estén conscientes de la importancia de su participación.

Se debe estar anuente a recibir consultas por parte de la familia durante los quince días en los que los medidores van a estar registrando datos, por lo que debe brindárseles un número telefónico en el caso de no encontrarse cerca de la vivienda como en el caso de esta investigación.

NOVENA SESIÓN-RECOLECCIÓN DE DATOS ÉPOCA SECA

DESCRIPCIÓN

En esta sesión se recopilan los datos arrojados por los dataloggers durante la época seca, así mismo se procesan los datos de la herramienta utilizada con las postales. Esto con el fin de generar una triangulación entre los datos cuantitativos y cualitativos. Los resultados arrojados por la herramienta participativa son comentados durante esta sesión por los miembros de la familia para enriquecer de esta manera el proceso metodológico.

OBJETIVOS

1.Procesar los datos obtenidos por medio de la implementación de los dataloggers para obtener los promedios de temperatura al interior de la vivienda y comparaciones con el exterior.

2.Involucrar a los miembros de la familia en el proceso de instalación de los instrumentos de medición y hacerlos participes de la recolección de datos cuantitativos.

3.Realizar una triangulación entre los datos cualitativos y cuantitativos.

PRESENTES — Mamá — Papá — Hija — Hijo — **11:00AM**

HALLAZGOS

Durante la época seca los niveles de temperatura dentro de la vivienda son sumamente elevados por lo que se debe pensar en una estrategia para disipar la ganancia de calor.

El área social es uno de los espacios más utilizados por los cuatro miembros de la familia, sin embargo esta área presenta niveles de temperatura muy elevados.

Gracias a la utilización de la herramienta participativa se ogra determinar la temporalidad de uso de los espacios.
El espacio de ampliación se mantiene también durante la época seca como el espacio con temperaturas más elevadas.

RECOMENDACIONES

Los datos arrojados por la herramienta deben de ser comentados con los miembros de la familia con el fin de evacuar dudas sobre el proceso y sobre los resultados.

Se le debe recordar a la familia constantemente la importancia de los mismos en la participación activa de las herramientas.

Los gráficos comparativos de temperatura deben de ser presentados de manera legible para que puedan ser leídos tanto por los miembros de la familia como el resto de lectores.

6.8 EL CLIMA EN MI CASA ÁLBUM DE POSTALES OPTIMIZADO

Desarrollado durante la sesión 8 y 9

Descripción de la Herramienta

La herramienta de la casa y las postales según la influencia del clima, se presenta como una optimización de la herramienta inicial utilizada durante el mes de octubre del 2014 para el periodo crítico lluvioso en el cual se realizaron las mediciones prolongadas por medio de los medidores. En esta oportunidad se presenta la posibilidad de optimizar la herramienta y utilizarla igualmente durante el periodo crítico de la época seca.

Esto implica que durante los quince días que los medidores registraron la temperatura, los habitantes de la vivienda también estuvieron pegando postales en el pliego de papel el cual han dispuesto colocar en una de las paredes del espacio social.

Objetivos de la Herramienta

Integrar a todos los miembros de la familia en la participación activa de la investigación mediante la implementación de una herramienta de juego la cual de manera lúdica busca obtener información importante para el desarrollo de la investigación.

Obtener datos de la temporalidad de uso del espacio mediante la implementación de color en las calcomanías las cuales indiquen los distintos momentos del día y al ser colocadas en la planta reflejen el sitio en el cual se encontraba el habitante de la vivienda en ese momento del día.

Obtener datos de la percepción del habitante del la vivienda con respecto a la influencia percibida del clima en su vivienda, esto por medio de la iconografía presente en cada una de las postales, siendo utilizado el lenguaje empleado por los mismos miembros de la familia para describir la sensación de confort presente en ese momento.

Validar los datos obtenidos por medio de los medidores a lo largo de los quince días durante los cuales son implementados en la vivienda, esto permite no solo contar con el registro cuantitativo sino cualitativo desde el acercamiento a la cotidianidad de la familia por medio de la herramienta de juego.

1.Significado de las figuras y colores

Mediante el reconocimiento realizado en previas sesiones con la familia se logra determinar la manera en la que se expresan verbalmente, por lo que en este caso para describir su percepción hacia el confort y el clima y para tener tres palabras que identifiquen lo que sienten, se utiliza: Bien, Bochorno, frío. De esta manera se asume que bien es utilizada cuando existen niveles de confort. Bochorno cuando los niveles de temperatura y humedad impiden la percepción de confort, y frío en este caso es utilizada para validar que es una sensación poco percibida en la vivienda.

El Juego. ¡A Jugar!

Se tratan de pegar las postales en los distintos lugares de la casa.

¿Cada cuanto se pega una postal?
Las postales se pegan a los distintos momentos del día, en total son 6 postales por día.

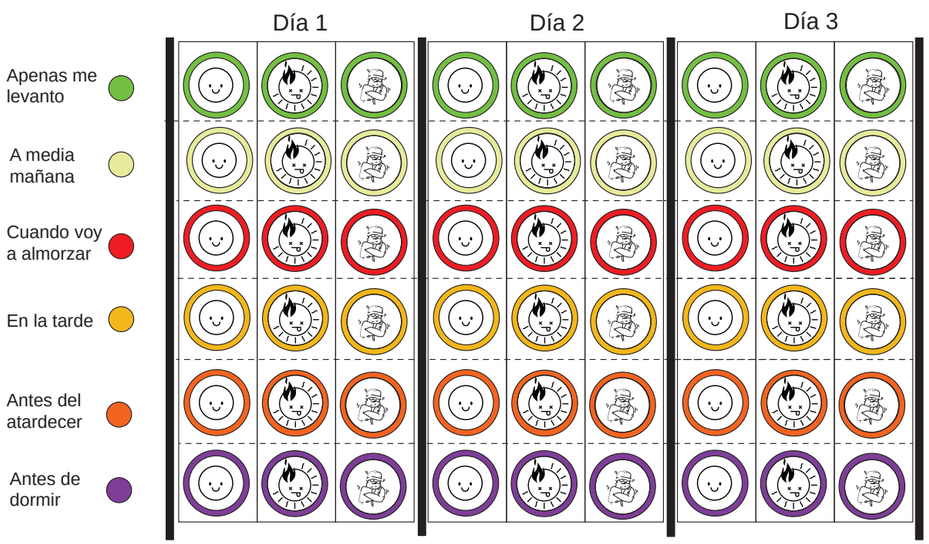
¿Cuántos días dura el juego?
El juego tiene postales para 9 días, entonces todos los días uso las 6 postales del día que toca.

¿Quiénes jugamos?
¡Todos!

JUGUEMOS pegando las postales en **LA CASA**

Imagen 6.12: Representación de la herramienta utilizada en el juego: Álbum de postales, el clima en mi casa. Realizado por el autor.

Ejemplo de las postales entregadas a los participantes



Realización del Juego

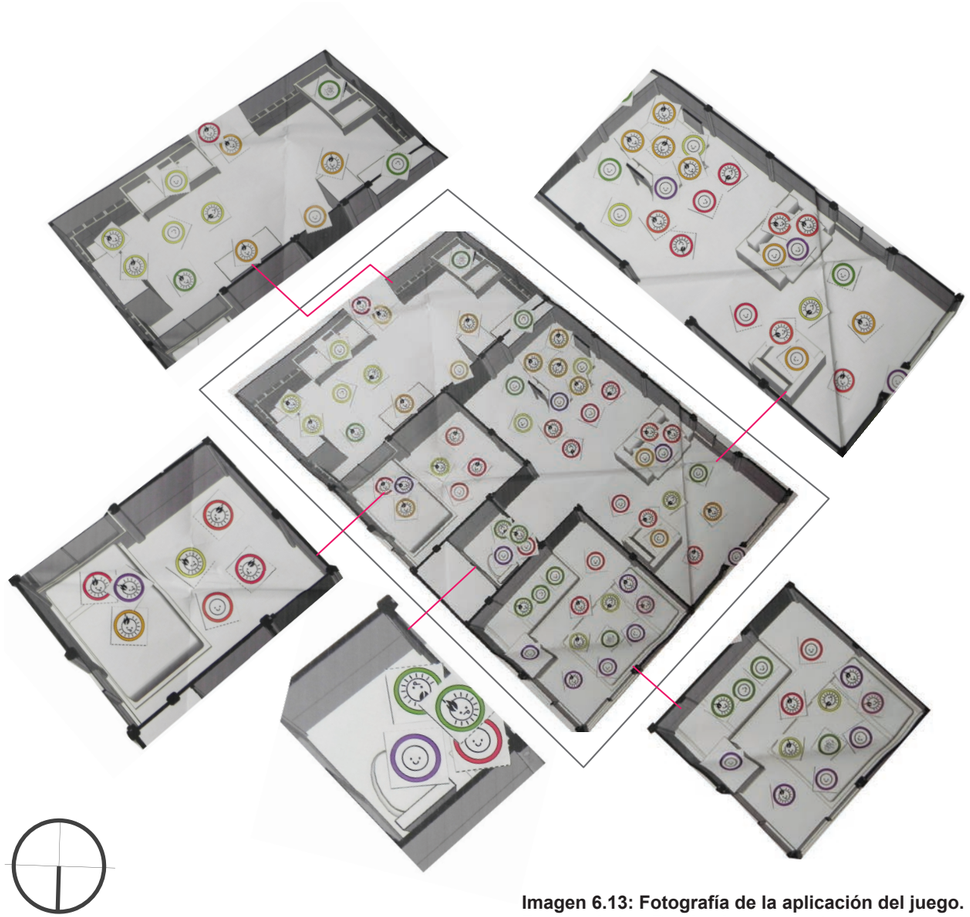


Imagen 6.13: Fotografía de la aplicación del juego. Fuente: Autor. Realizado por el autor.

La herramienta ya desarrollada permite observar los patrones de uso del espacio según la temporalidad.

Es así que para los colores permiten determinar la hora del día, la iconografía presente en la calcomanía determina el grado de confort y la ubicación donde la peguen el lugar donde se encontraban, esto puede cuantificarse, dividiendo la vivienda por espacios y haciendo una sumatorio de la cantidad de postales utilizadas y sus características.

Síntesis de Hallazgos

Imagen 6.14: Síntesis de aplicación de la herramienta participativa del juego. Realizado por el autor.

En la gráfica se desarrolla una sumatoria de las postales encontradas por espacios de la vivienda. El espacio donde más se colocan postales es en el espacio social, y asimismo, donde mayor temporalidad de uso existe, lo que indica la importancia de este espacio. Asimismo, se realiza una sumatoria de la cantidad de espacios que reflejan estado de bochorno, siendo esta la constante en la vivienda.

También es posible generar una gráfica mediante la sumatoria de la cantidad de postales utilizadas según su iconografía, siendo cada borde del hexágono representado por un espacio y las barras indicando la postal que más se coloco en ese espacio.

Es así que puede determinarse que en el espacio de ampliación seguido del espacio social es donde mayor cantidad de postales de bochorno se colocaron.

Mediante la sumatoria de postales colocadas en los espacios se logra determinar la temporalidad en la que estos son usados, es así que para cada borde del hexágono se designa una letra la cual representa los espacios de la vivienda.

Percepción del Confort

Temporalidad de Uso

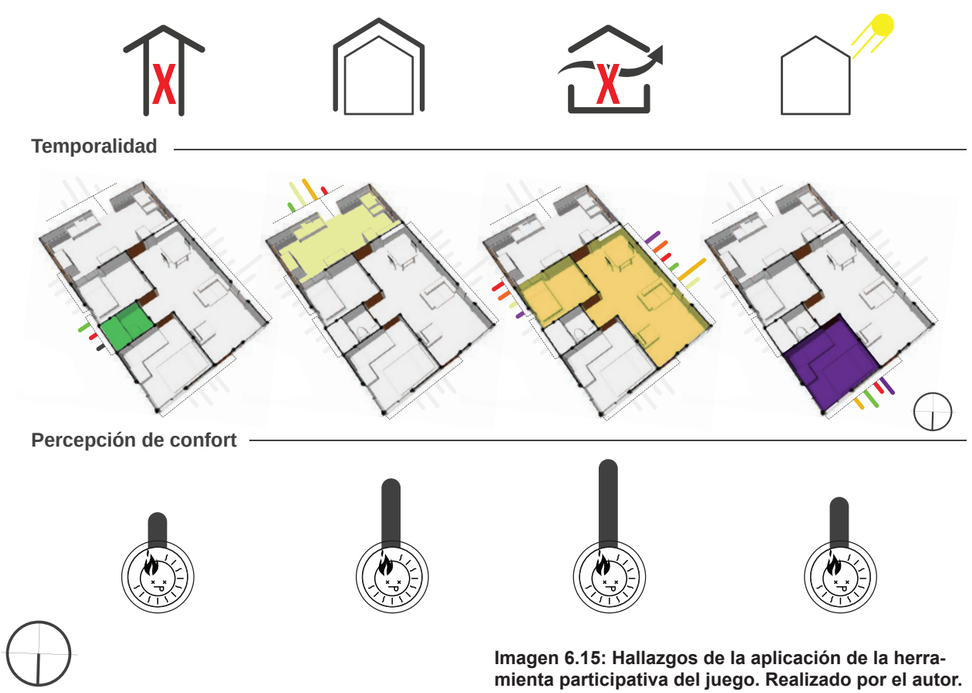


Imagen 6.15: Hallazgos de la aplicación de la herramienta participativa del juego. Realizado por el autor.

6.9 APRENDIZAJES DE LA APLICACIÓN DE LA HERRAMIENTA

La herramienta optimizada permite hacer un mayor uso y aprovechamiento de la información que se deseé obtener, ya que incluso puede arrojar datos más precisos o una mayor cantidad de variables, en este caso se logra obtener la temporalidad, la sensación de confort y la dinámica de uso del espacio.

Mediante una herramienta de juego, es posible acercarse de una manera interactiva y didáctica a los participantes y la respuesta de los mismos a la actividad resulta más enriquecedora.

El utilizar iconografía y lengua apto que los mismo entiendan y reconozcan en su uso diario permite que la herramienta no presente obstáculos para que estos puedan expresar lo que se les consulta.

Esto reduce el riesgo de que lo interpretado por el investigador sea distinto a lo que los participantes expresaron.

Aprendizajes

Imagen 6.16: Fotografía de la niña participando de la herramienta del juego de postales. Realizado por el autor.

6.10 Recomendaciones

La iconografía utilizada en las postales debe ser analizada previamente y consultada a las personas que participen en la actividad hasta lograr que lo que ellos entiendan al observar las imágenes sea lo que el investigador desea expresar.

El material debe entregarse de manera que los participantes simplemente hagan uso del mismo, en este caso las postales deben estar ordenadas según el día que deben ser utilizadas y pre recortadas para que los participantes únicamente las despeguen y las ubiquen en los lugares de la planta.

El lenguaje utilizado en la herramienta debe de reflejar el lenguaje que es utilizado diariamente por los miembros de la vivienda, para esto el investigador debe de asumir la responsabilidad de reconocer previamente cual es este lenguaje mediante las sesiones y las visitas a los miembros de la familia.

6.11 LA FAMILIA COMO REFLEJO DE LA COTIDIANIDAD DE VOLCÁN

A continuación se realiza un diario gráfico de la dinámica de uso de la vivienda por parte de los miembros de la familia que evidencia la influencia del clima en la cotianidad de Volcán.

Influencia del clima en los habitantes de la vivienda:

El uso de la vivienda por parte del padre está determinada por las actividades laborales que el mismo realiza. El padre desde horas de la mañana se moviliza fuera de la vivienda, utilizando únicamente la habitación y el servicio sanitario durante este período. Posteriormente, regresa a la vivienda hasta horas del atardecer y utiliza el espacio social para descansar y cenar. Su día acaba en la habitación mientras conversa con su esposa y se prepara para dormir.

Imagen 6.17: Diario gráfico de la dinámica de uso del espacio del padre de familia. Realizado por el autor.

4 horas utiliza la vivienda

8 horas Descanso nocturno

uso del espacio determinado por

Jornada laboral

6.11.1 RESUMEN DIARIO DEL PADRE

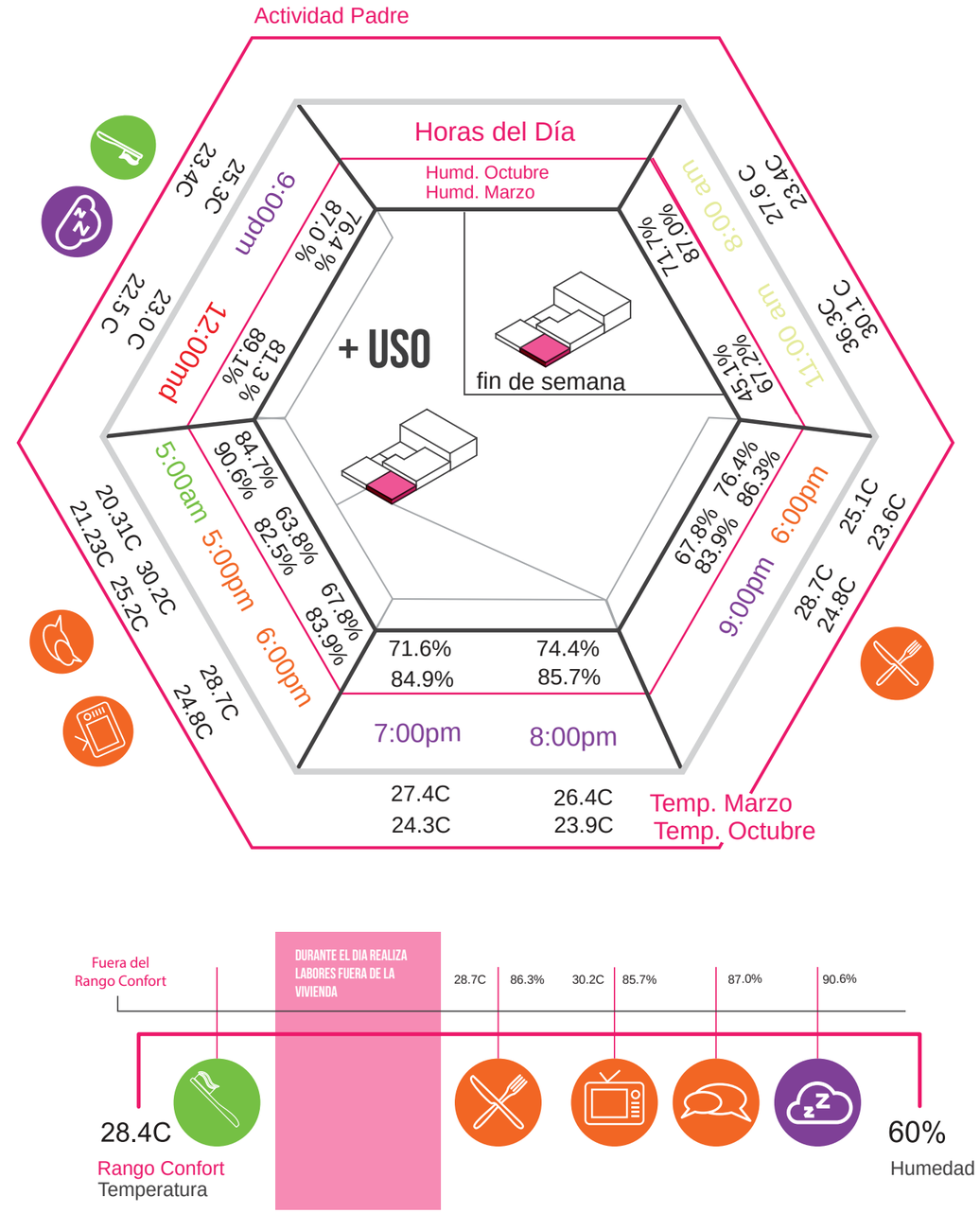
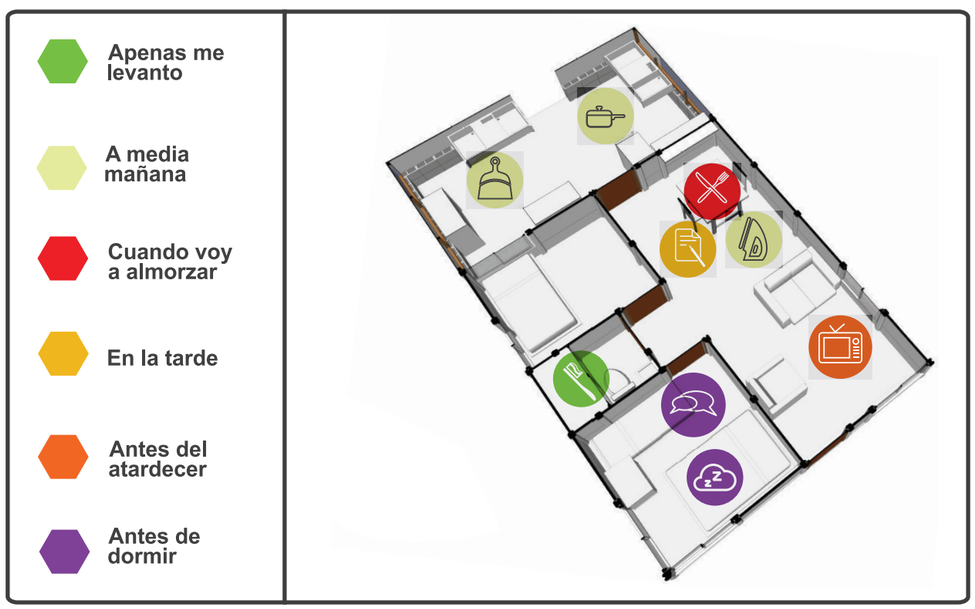


Imagen 6.18: Gráfico articulador de los datos cualitativos y los cuantitativos para la dinámica de uso del espacio del padre de familia. Realizado por el autor.

La madre es la que más utiliza la vivienda, debido a que se encarga de las labores domésticas. Al despertar la madre utiliza el servicio sanitario, el espacio de ampliación lo utiliza a media mañana para preparar el almuerzo y realizar las labores domesticas. Luego recibe a la hija y la acompaña en la realización de las tareas de la menor. En horas de la tarde recibe a su esposo y comparten en el espacio social, para finalmente termina el día en la habitación con su esposo.

Madre:
36 Años

Imagen 6.19: Diario gráfico de la dinámica de uso del espacio de la madre de familia. Realizado por el autor.



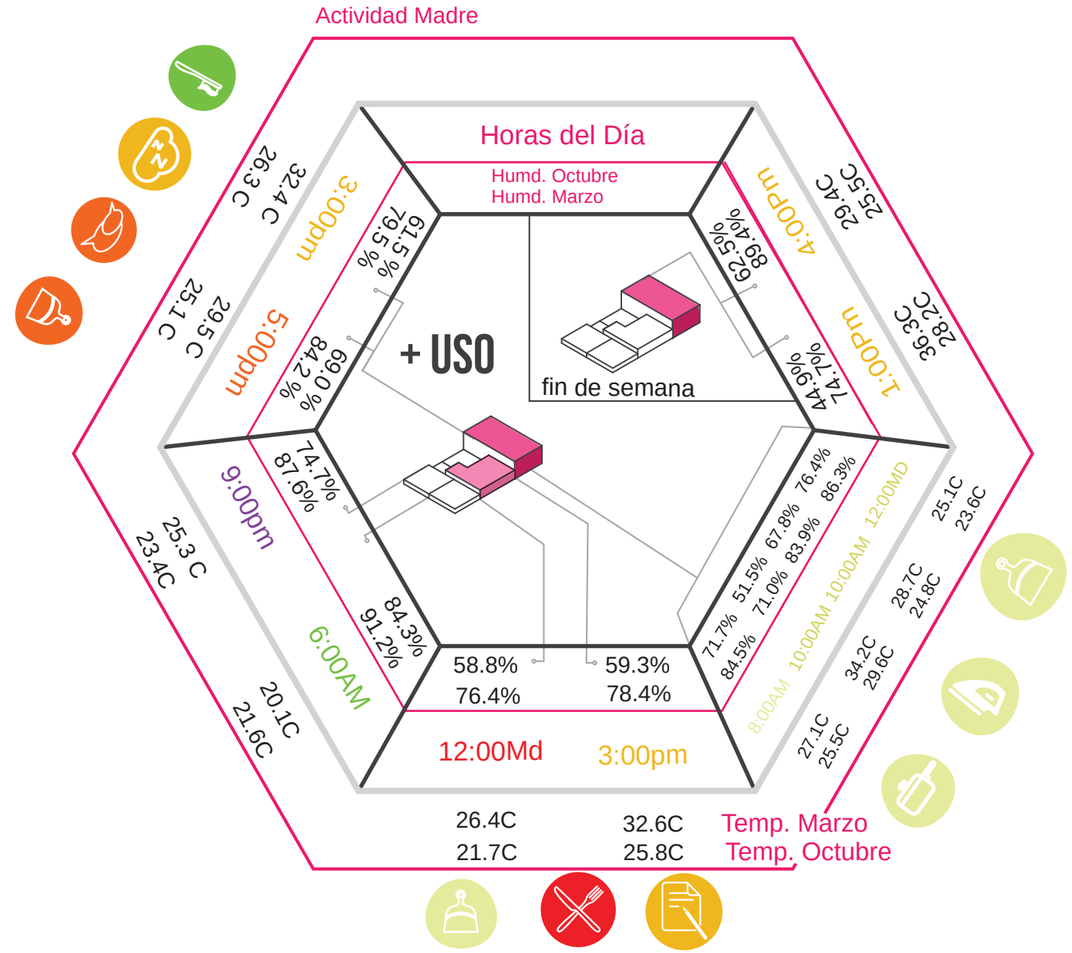
16 horas utiliza a la vivienda

8 horas Descanso nocturno

Uso del espacio determinado por:

Labores domésticos y atención hija

6.11.2 RESUMEN DIARIO DE LA MADRE



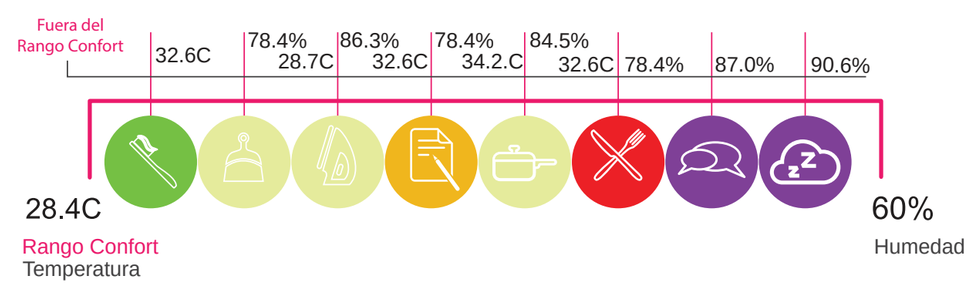
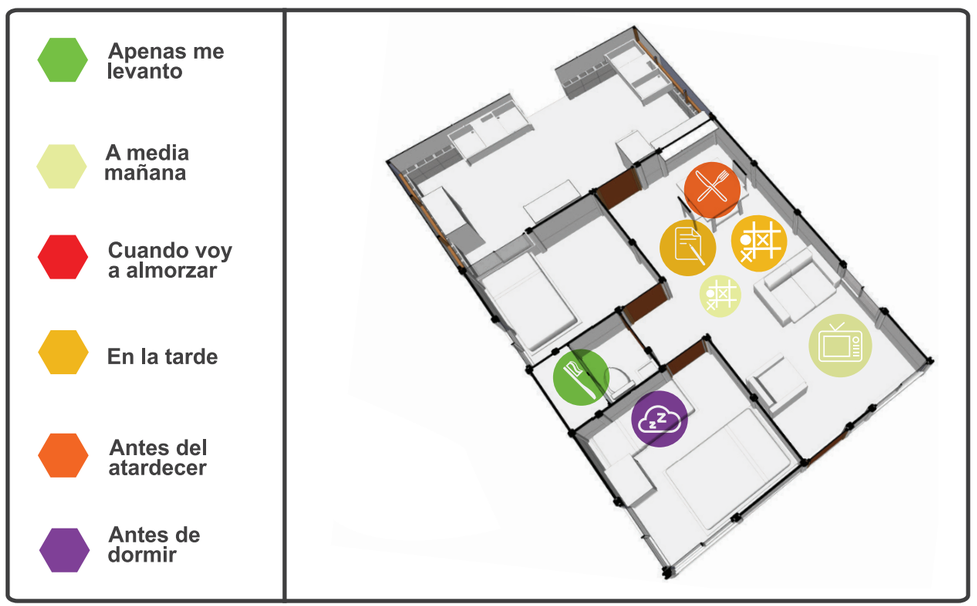


Imagen 6.20: Gráfico articulador de los datos cualitativos y los cuantitativos para la dinámica de uso del espacio de la madre de familia. Realizado por el autor.

Hija
8 Años

La hija, después de la madre es la que utiliza la vivienda durante mayores periodos del día. En la mañana la niña se alista para asistir a la escuela por lo que utiliza el servicio sanitario, durante la mañana se encuentra ausente de la vivienda. Al ser pasado el medio día la niña regresa a la vivienda y almuerza en el espacio social con su madre, luego durante las horas de la tarde realiza la tarea en el comedor. Al caer la tarde recibe a su padre para cenar con la familia. Luego descansa durante las horas de la noche en la misma habitación junto a sus padres.

Imagen 6.21: Diario gráfico de la dinámica de uso del espacio de la hija. Realizado por el autor.



Escuela en la manana

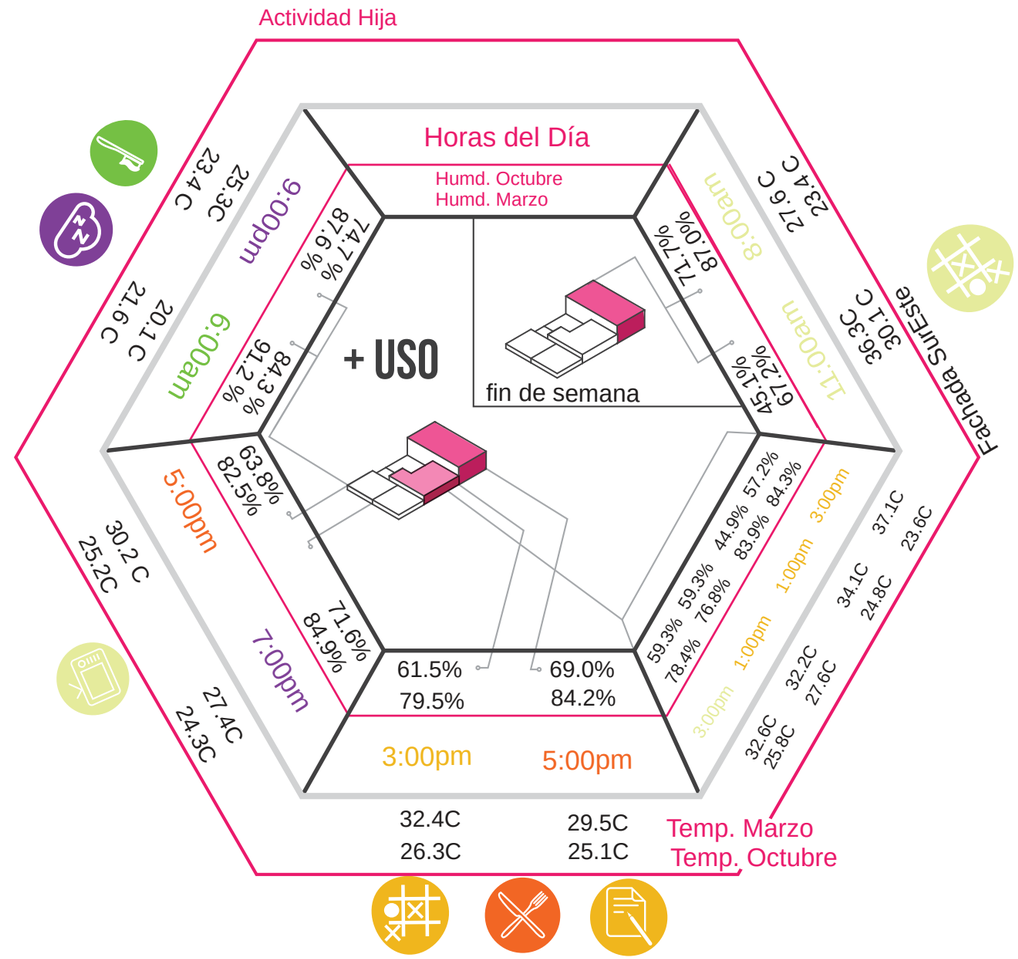
9 horas Descanso nocturno

uso del espacio determinado por

+

9 horas utiliza la vivienda

6.11.3 RESUMEN DIARIO DE LA HIJA



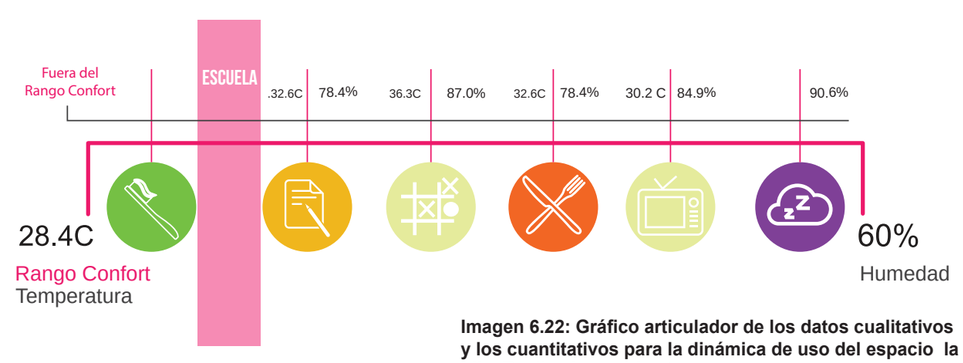
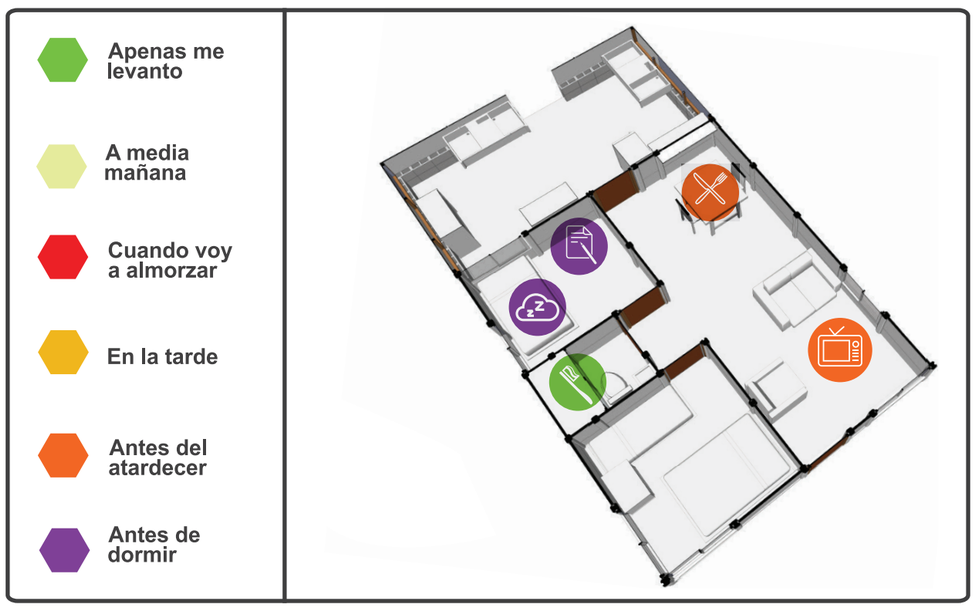


Imagen 6.22: Gráfico articulador de los datos cualitativos y los cuantitativos para la dinámica de uso del espacio la hija. Realizado por el autor.

El joven desde horas de la mañana abandona la vivienda para marcharse al colegio, por lo que durante la mañana no se encuentra presente en la vivienda. Durante la tarde realiza actividades laborales fuera de la vivienda y regresa a la vivienda al finalizar la tarde, realiza sus tareas en su habitación y luego comparte en el espacio social con la familia. Su día acaba en su habitación descansando. El hijo y el padre son lo que menos uso de la vivienda hace.

Imagen 6.23: Diario gráfico de la dinámica de uso del espacio del hijo. Realizado por el autor.



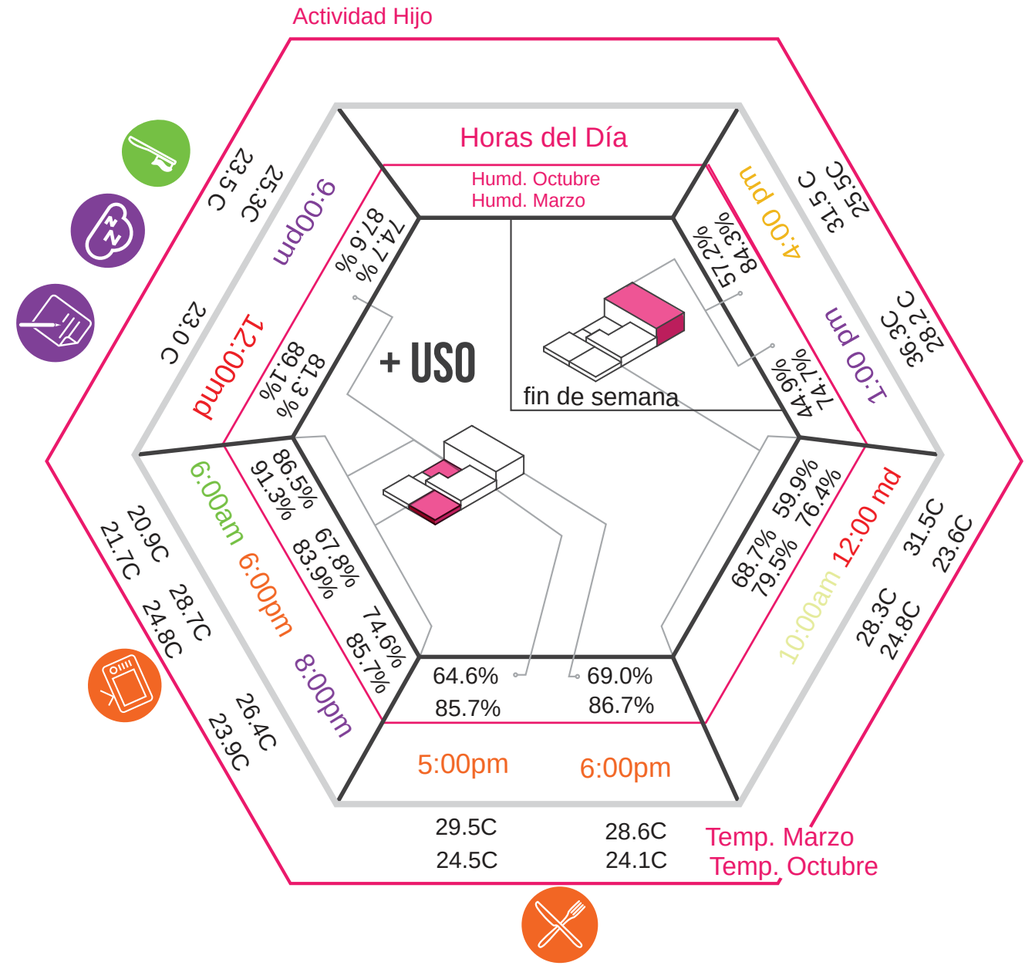
joven de 17 anos

5 horas utiliza la vivienda

uso del espacio determinado por

Trabajo y estudio durante el dia

6.11.4 RESUMEN DIARIO DEL HIJO



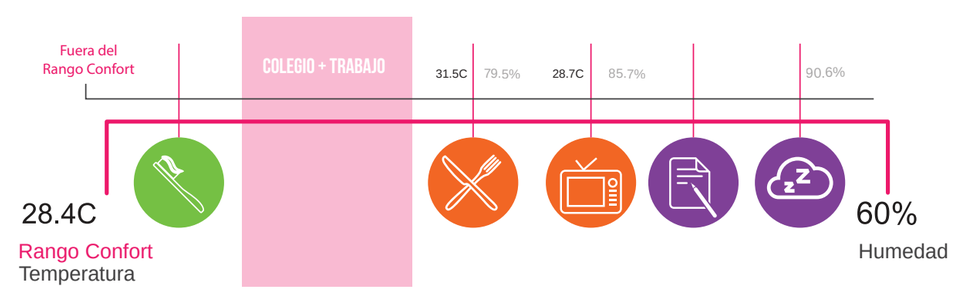
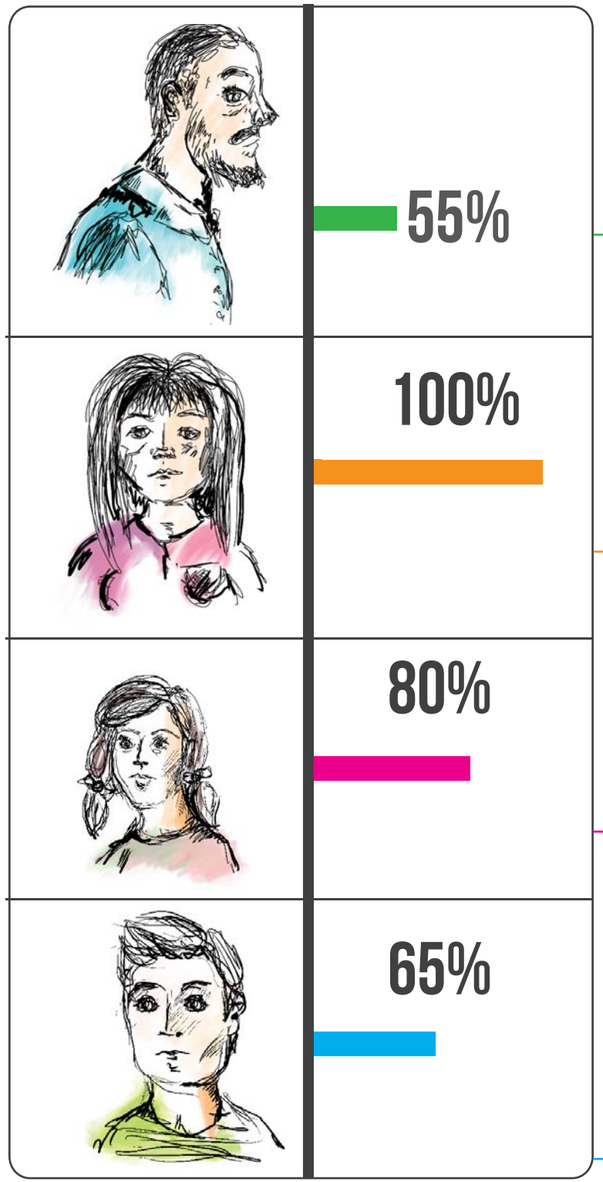


Imagen 6.24: Gráfico articulador de los datos cualitativos y los cuantitativos para la dinámica de uso del espacio del hijo. Realizado por el autor.

6.12 DINÁMICA DEL USO DE LA VIVIENDA



Padre
Debido a sus labores fuera de la vivienda sus actividades diarias no se ven tan afectadas por a falta de confort presente en la vivienda.

Madre
Es la que más sufre la incidencia de la falta de confort en sus actividades diarias ya que es la que mayor uso de la vivienda hace.

Hija
La falta de confort presente en la vivienda influye en gran medida en las actividades que realiza la hija.

Hijo
La falta de confort presente en la vivienda influye en las actividades que realiza el hijo.

Imagen 6.25:Diagrama representando el porcentaje de uso de la vivienda por cada miembro. Realizado por el autor.

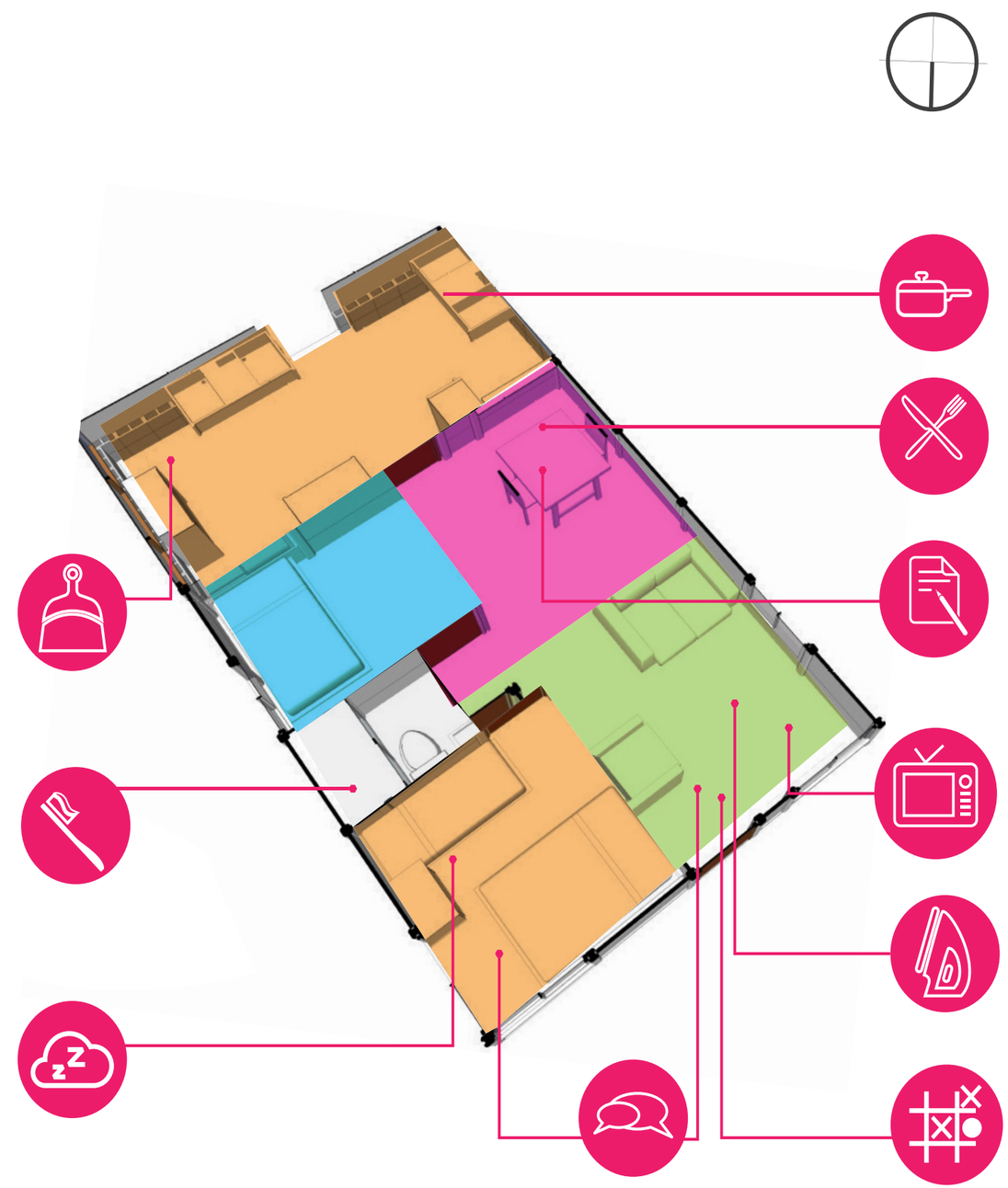
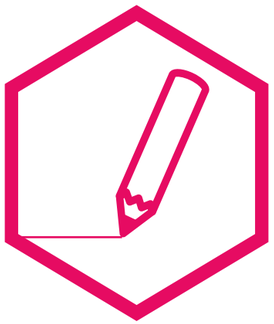


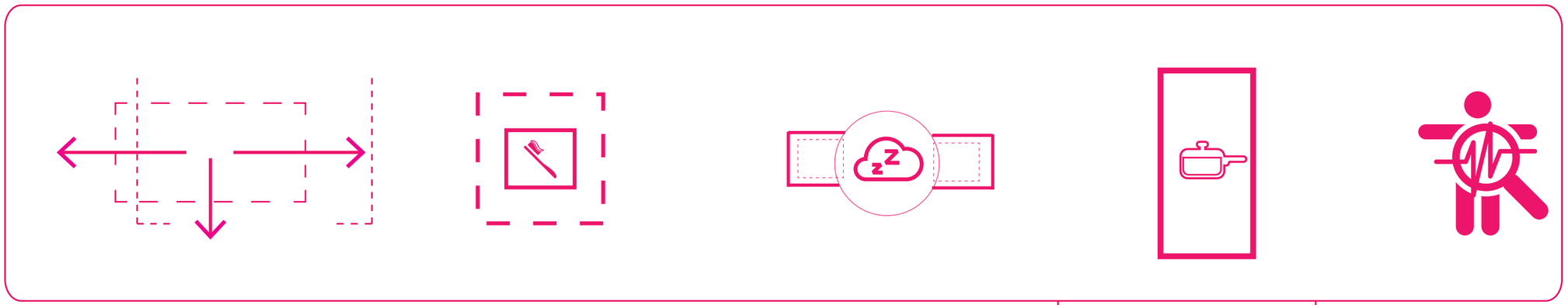
Imagen 6.26:Planta representando los espacios de mayor uso de cada uno de los miembros de la familia, según los colores asignados. Realizado por el autor.

Conclusiones:
El cierre de este capítulo pretende sintetizar los hallazgos encontrados durante las sesiones realizadas así como lo aprendido de la implementación de la herramienta metodológica.

Ante la pregunta elaborada en esta investigación, : ¿Qué herramientas metodológicas se deben utilizar para representar la influencia de las condiciones bioclimáticas en la cotidianidad de las personas que habitan la vivienda? Este capítulo responde con una serie de herramientas empleadas con los habitantes de la familia. Es así que a partir de esta interrogante el capítulo se desarrolla generando hallazgos los cuales aportan a la adaptación y diseño óptimo de la vivienda pero también validan y evidencian que la metodología utilizada puede ser replicada para este tipo de investigaciones a futuro. Es así que a continuación se describen las conclusiones a partir de los ejes de: aportes para el diseño y aprendizajes metodológicos.

6.13 PAUTAS PARA EL DISEÑO





Flexibilidad Espacio social

El espacio social pese a que es uno de los espacios más frecuentados, es utilizado de forma desprogramada, lo que implica que se convierte en un solo espacio lejos de la división sala o comedor, la familia incluso no come en el comedor, sino que es utilizado para hacer tareas por la niña, para conversar entre ambos padres y actividades desprogramadas, por lo que debería de ser un espacio flexible.

Necesidad espacial Servicio Sanitario

El servicio sanitario actualmente cuenta con dimensiones pequeñas lo cual es expresado por los miembros de la familia, al ser cuatro miembros y al estar creciendo en edad la niña y el joven, el baño debe de pensarse como un espacio que pueda ser utilizado para ducharse y realizar las necesidades de manera independiente.

La habitación

El espacio de habitación es el espacio para descansar durante las noches, durante el día se realizan pocas actividades en él, únicamente cambiarse la ropa y almacenar artículos personales, sin embargo es de suma importancia que durante las horas en las que se realiza el descanso el espacio cuente con las condiciones de confort, por lo que evitar la ganancia de calor durante las horas del día es una de las premisas.

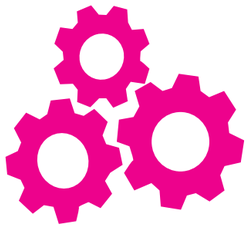
La cocina = Espacio de soporte

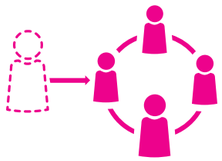
La cocina es un sitio donde en este caso la madre de familia, cocina y prepara la comida para los miembros de la misma, es un núcleo húmedo que da soporte a la preparación de alimentos, por lo tanto para efectos de esta investigación y aplicación al diseño es entendido como ese núcleo de soporte el cual en la mayoría de los casos no es utilizado por todos los miembros de la familia sino únicamente por la persona que prepara los alimentos.

Desempeño según Confort

La afectación que reciben los habitantes de la vivienda de parte de las condiciones de confort en la misma afecta el desempeño que realizan en sus tareas diarias, por lo que procurar aumentar los niveles actuales en cada uno de los espacios es fundamental

6.14 APRENDIZAJES METODOLÓGICOS





Apertura relación investigador/ usuario

El abordaje de la metodología participativa en la que el investigador se introduce en la cotidianidad de las personas que habitan la vivienda, enriquece el proceso de desarrollo de la investigación así mismo elimina esa desvinculación entre los usuarios, sus necesidades y el aporte del investigador hacia estas. Direcciona válida y da fundamento a la toma de decisiones del investigador.

Investigador inmerso en la cotidianidad

El investigador deja de ser un agente externo y se ve inmerso en la realidad de la cotidianidad de la familia, esto implica una responsabilidad que debe asumirse de manera directa al relacionarse con la familia. Se deja de observar la situación cotidiana de la familia desde afuera y se adentra en la cotidianidad. La familia se vuelven los principales informantes, cómplices y compañeros de investigación.

Aporte mixto

Desde el aporte mixto de la herramienta cualitativa y la herramienta cuantitativa se articula un fundamento integral de la situación presente en la influencia del clima en la cotidianidad y se da paso a una respuesta holística que contempla ambas variables.

Investigando juntos

El investigador ya no se encuentra solo en su labor de análisis y generación de respuestas durante la investigación, la escucha, observación y el compartir durante las sesiones con los miembros de la familia, hacen que no sea solo el investigador asumiendo criterios si no que estos son muchas veces aportados por lo que expresan los miembros de la familia.

Innovando y promoviendo alternativas metodológicas

El visibilizar la situación actual de una vivienda prefabricada de interés social y su influencia del clima mediante una estrategia mixta, promueve la utilización de estas herramientas para futuras investigación e incentiva a otros investigadores a ir mas allá de la academia en la búsqueda de respuestas a soluciones que probablemente conocemos pero no hemos investigado de manera compleja y exhaustiva

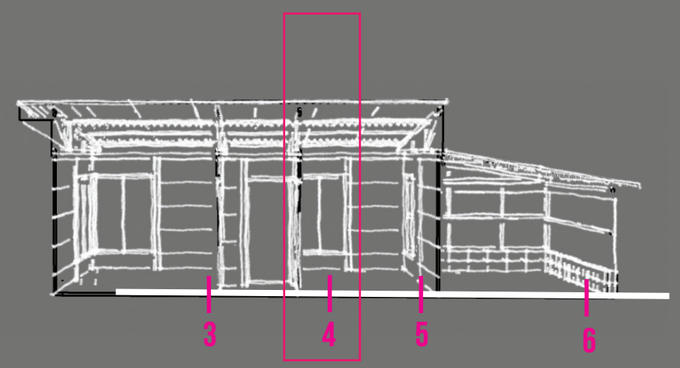
6.15 APRENDIZAJES METODOLÓGICOS

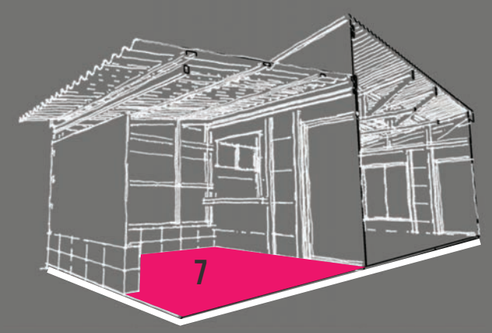
1. El espacio social, actualmente, es utilizado de manera desprogramada, es decir si no fuera por los muebles que enmarcan el espacio de sala y el espacio de comedor, este espacio funciona como espacio social flexible, sin embargo la configuración actual impide que este espacio se proyecte hacia el contexto inmediato de la vivienda. Por lo tanto en un acercamiento a un diseño óptimo este espacio debería de responder a un espacio flexible no solo a nivel programático si no también de envolvente, que tenga relación con el contexto y pueda reforzar esos vínculos que existen entre los miembros de la familia y su entorno.

3 y 6. Los espacios de dormitorio son utilizados en las noches para descansar sin embargo durante el día son poco utilizados. Estos espacios deben de evitar ganancia de calor durante las horas del día para que durante la noche puedan ofrecer las condiciones de confort a los miembros de la familia que los utilizan.

Asimismo, debe contemplarse que actualmente son dos dormitorios y cuatro miembros de la familia, por lo que la niña aun duerme con sus padres.

Debe contemplarse que la habitación secundaria pueda albergar a dos de los hijos en el futuro.





2. Actualmente el espacio de ampliación es utilizado para socializar con los vecinos cercanos y como punto para reunión familiar ya sea en las tardes para tomar café o los fines de semana, sin embargo no se encuentra vinculado con el resto del espacio social lo que generar una desvinculación de este espacio con el resto de la vivienda. Asimismo este espacio es proyectado hacia la parte posterior de la vivienda, siendo también importante lo expresado por los miembros de la familia al expresar que hacia el frente de la vivienda también desearían contar con un espacio de corredor el cual los vincule aun más con el contexto.

4. Actualmente, el servicio sanitario cuenta con dimensiones pequeñas y el servicio sanitario y la ducha se encuentran en el mismo espacio lo cual muchas veces en una familia de cuatro miembros dificulta la utilización del servicio. Debe procurarse generar un espacio en el cual puedan realizarse ambas actividades sin que una afecte a la otra y siempre en procura de que el espacio cuente con las condiciones de confort óptimas.

7. El espacio para cocinar cuenta con un plantilla pequeña de gas y una pila, asimismo, un espacio donde ubican la refrigeradora, es un espacio de dimensiones pequeñas y da soporte a la actividad de cocinar, se encuentra vinculado al espacio social únicamente por medio de una ventana la cual no fue colocada inicialmente y se le colocó una losa y se usa como comedor. El espacio de cocina debe funcionar como un núcleo húmedo el cual sea a su vez espacio de soporte y debe encontrarse vinculado al espacio social.

7. HACIA EL CONFORT DE LA VIVIENDA A TRAVÉS DEL DISEÑO GENERADO A PARTIR DE LA INVESTIGACIÓN

7.1 INTRODUCCIÓN

En el presente capítulo se abordan pautas y estrategias de diseño para el modelo actual de vivienda prefabricada de interés social, esto a partir del análisis exhaustivo realizado, donde la importancia de la influencia del clima en la cotidianidad de la familia que habita la vivienda ha sido ampliamente desarrollada.

De esta manera se realiza un abordaje desde dos perspectivas del diseño: Un abordaje de adaptación sobre lo que actualmente es la vivienda, esto implica un reconocimiento de las necesidades actuales de la familia y un diseño que responda a estas necesidades y aumente el confort higrotérmico actual.

El abordaje del diseño como optimización del modelo actual, implica que a partir de la materialidad de columnas y baldosas prefabricadas se realice una optimización del diseño actual, utilizando y articulando materiales de bajo costo.

El objetivo de esta optimización es demostrar que a partir del diseño, y la adecuada utilización del material se pueden realizar mejoras sustanciales al modelo actual, siempre con el objetivo de responder a la necesidad de confort higrotérmico de las personas que habitan la vivienda.

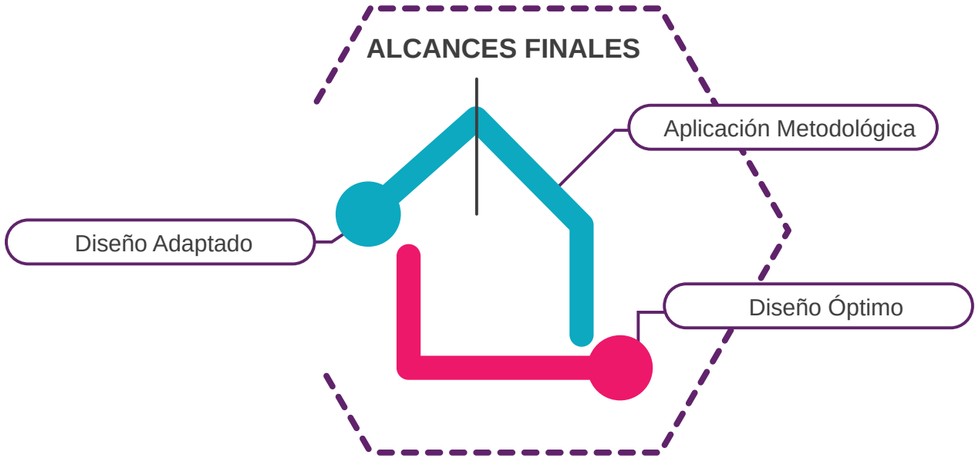


Imagen 7.1: Diagrama de alcances de la investigación. Realizado por el autor.

7.2 ADAPTACIÓN MÁS DISEÑO ÓPTIMO DE LA VIVIENDA

Tanto el diseño de la adaptación como el diseño óptimo se desprenden de los hallazgos de los capítulos anteriores, es así que la respuesta de diseño en ambos casos responde tanto a los hallazgos de las mediciones cuantitativas como a la aplicación de la metodología de análisis participativo.

El conocimiento de las condiciones específicas de la vivienda tanto a nivel macro medio y micro permiten conocer a detalle la situación de confort presentes en la misma. Y según los hallazgos presentes en el capítulo de aplicación de los climogramas y de las mediciones puntuales se logra generar pautas, las cuales aportan tanto al diseño óptimo como a la adaptación de la vivienda.

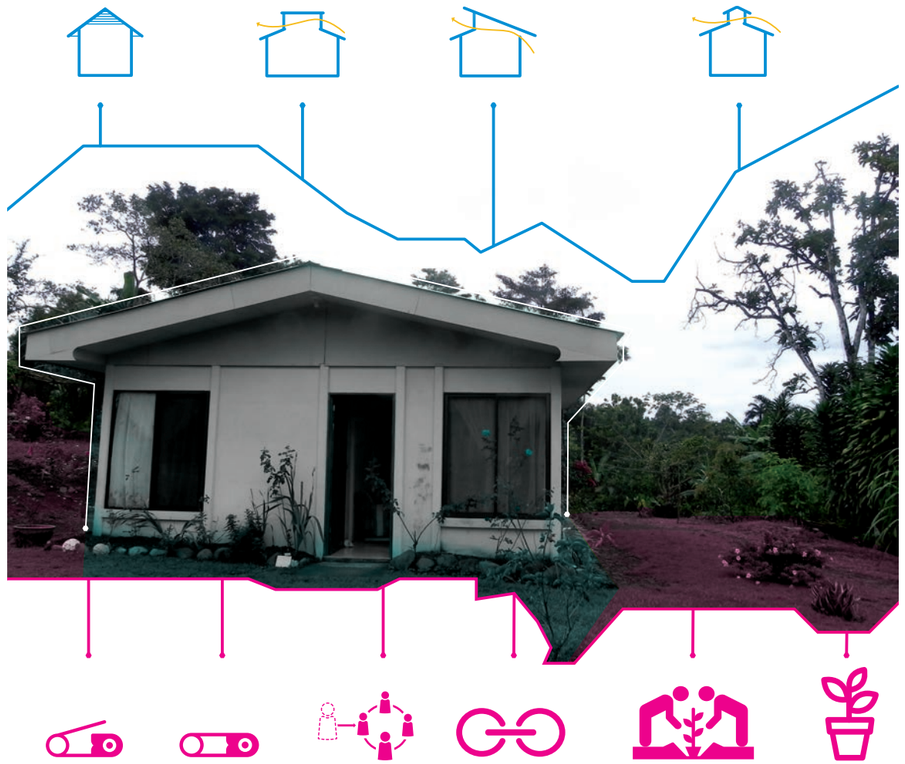


Imagen 7.2:Collage de análisis mixto realizado para implementación del diseño a partir de la fotografía de la vivienda actual. Creado por el autor.

Desde el enfoque cualitativo se logró determinar la importancia del análisis de la influencia del clima en la cotidianidad de la familia, siendo el investigador parte de esta durante las sesiones. El tener claras las condiciones de uso del espacio y la dinámica familiar amplia el rango de acción del diseñador al momento de dar paso al diseño.

7.3 MODELO ADAPTADO

La adaptación de la vivienda actual responde a las necesidades y los hallazgos realizados durante el periodo de análisis, tanto a nivel de los datos arrojados por las mediciones cuantitativas como a los hallazgos en la influencia del clima en la cotidianidad de la familia. Es así que mediante la adaptación se pretende alcanzar un nivel mayor de confort en la vivienda y garantizar una mejor calidad de vida a las personas que la habitan.

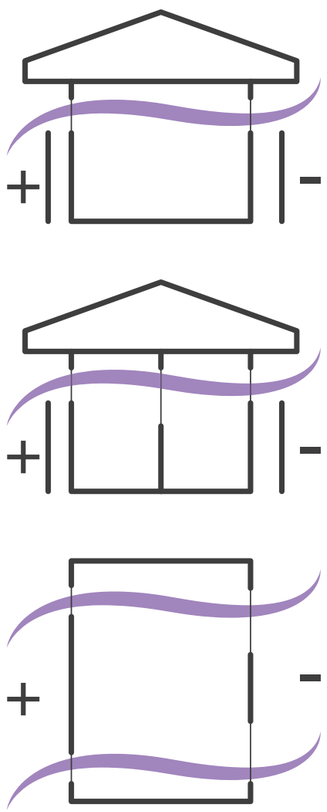


Imagen 7.3:Croquis conceptualización de la adaptación. Creado por el autor.

7.3.1 Configuración Espacial

Configuración de la envolvente de la fachada

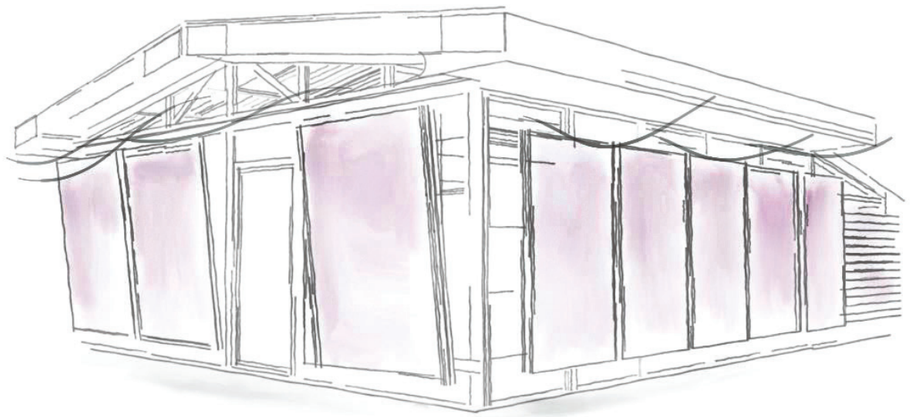
Re direccionamiento por aberturas.
Generar el ingreso de ventilación durante las horas de la noche para disipar la ganancia de temperatura generada en el espacio durante las horas del día así como para evitar los altos porcentajes de humedad dentro de la vivienda. Debe de tenerse algunas consideraciones al momento de implementar la estrategia de ventilación en el espacio. Entre estas se encuentran:

Es de suma importancia diseñar y controlar el ingreso del viento, ya que esto dictará como se desplace el mismo en el espacio interno, las aperturas deben de ser menores que la salida, ya que esto asegura el adecuado desplazamiento del viento. Neila (2004)

-Aberturas opuestas y no paralelas permiten cubrir una mayor área al interior del espacio.

- Debe considerarse que si el viento incide sobre una esquina de la vivienda se obtiene ventilación más eficiente.

Procurar que no existan obstáculos en el camino que impidan la circulación del viento y si los hay que se diseñe el cerramiento para que la ventilación pueda ser controlada.



CROQUIS CONCEPTUALIZACIÓN DE LA ADAPTACIÓN

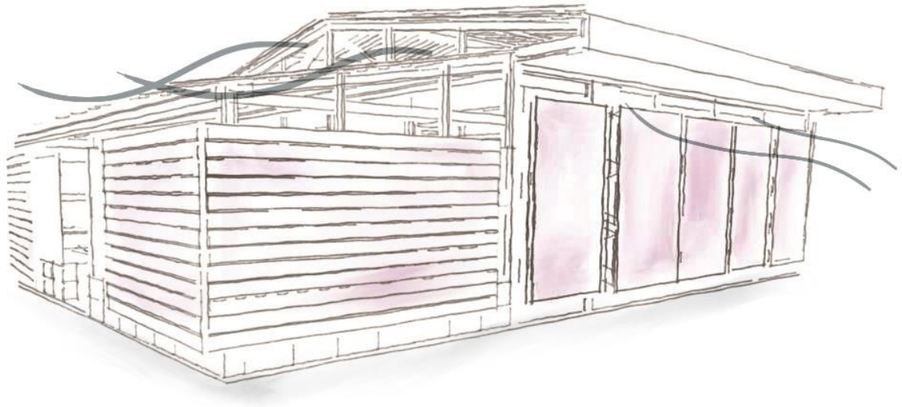


Imagen 7.4:Croquis conceptualización de la adaptación. Creado por el autor.

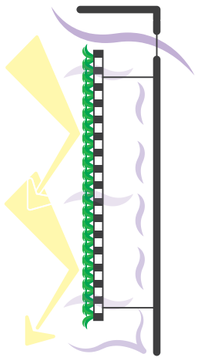


Imagen 7.5: Croquis de pantalla verde utilizada en la fachada lateral de la vivienda de adaptación. Creado por el autor.

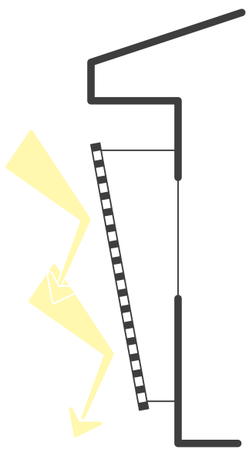


Imagen 7.6: Diagramas de protección solar empleado en la fachada oeste de la adaptación de la vivienda. Creado por el autor.

Barreras de protección solar

Las barreras de protección solar son empleadas como elementos independientes a la envolvente principal. Las mismas son utilizadas en la fachada orientada hacia al oeste a que es la recibe la mayor incidencia solar.

Desde el punto de vista bioclimático, Los elementos más débiles de la envolvente son los acristalamientos, porque a través de estos ingresa al espacio la radiación solar directa. (Neila, 2004)

Pantalla Verde

Se realiza la colocación de estructuras las cuales permiten el crecimiento de plantas de rápido desarrollo, separadas de a baldosa de la pared. Este sistema de pantalla verde permite un ingreso controlado de la iluminación y reduce la influencia de la radiación solar directa sobre la baldosa. En este tipo de protección, del 100% de radiación recibida, un 5% es transmitido hacia la baldosa, un 20% es reflejado y un 50% se evapora mientras que un 25% es utilizado en otros procesos. (Neila, 2004)

Asimismo, mediante estas pantallas, los procesos de convección colaboran refrescando la envolvente, reduciendo de manera significativa la transmisión de calor.

Colocación de masa térmica en el cielorraso

Actualmente la vivienda no cuenta con cielorraso lo cual genera una mayor ganancia de calor al interior debido al calentamiento del zinc. Al colocar cielorraso se genera masa térmica entre el volumen superior de la vivienda y el volumen intermedio. Esta masa térmica absorbe la energía calórica y permite reducir la cantidad de calor recibido en el espacio interno, ya que parte de esta energía se pierde al atravesar el material.

CROQUIS CONCEPTUALIZACIÓN DE LA ADAPTACIÓN

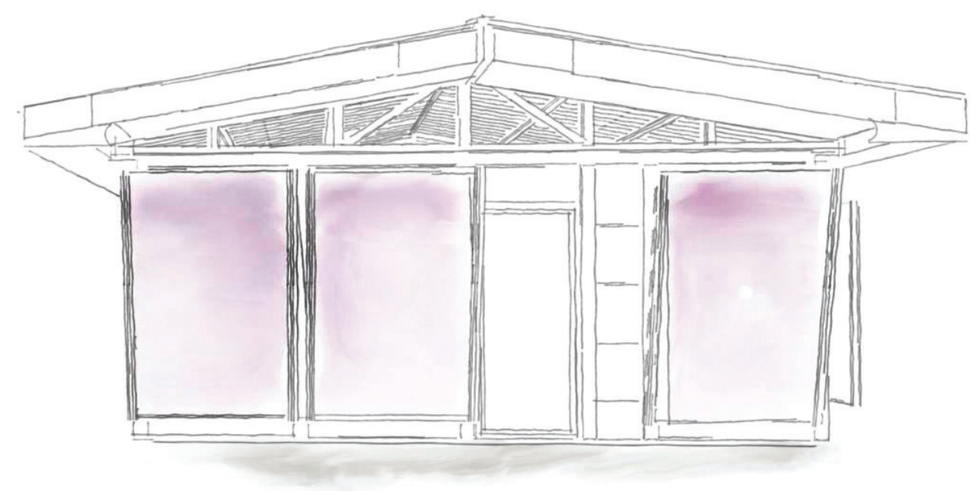


Imagen 7.7:Croquis conceptualización de la adaptación. Creado por el autor.

DESPIECE AXONOMÉTRICO

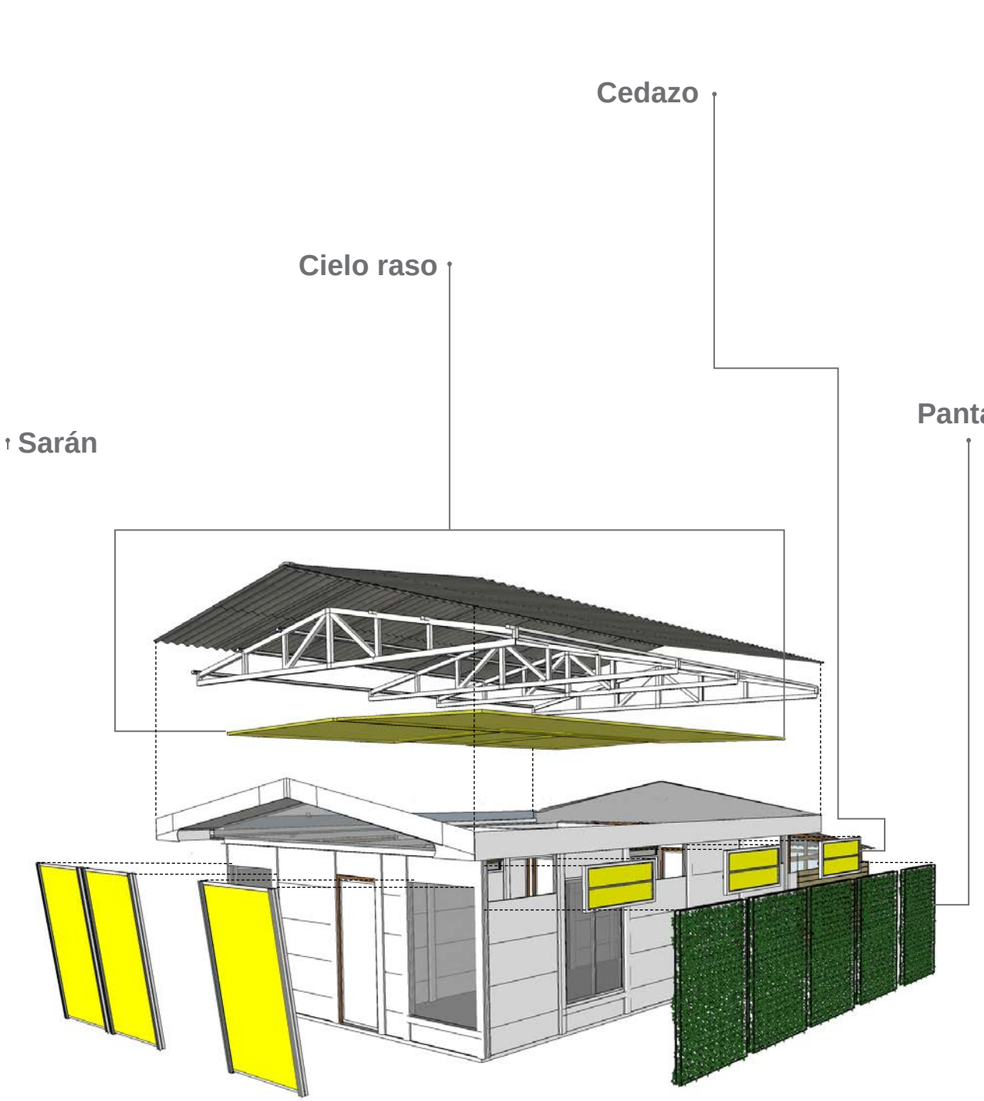


Imagen 7.7:Despiece axonométrico mostrando materialidad de la adaptación. Creado por el autor.

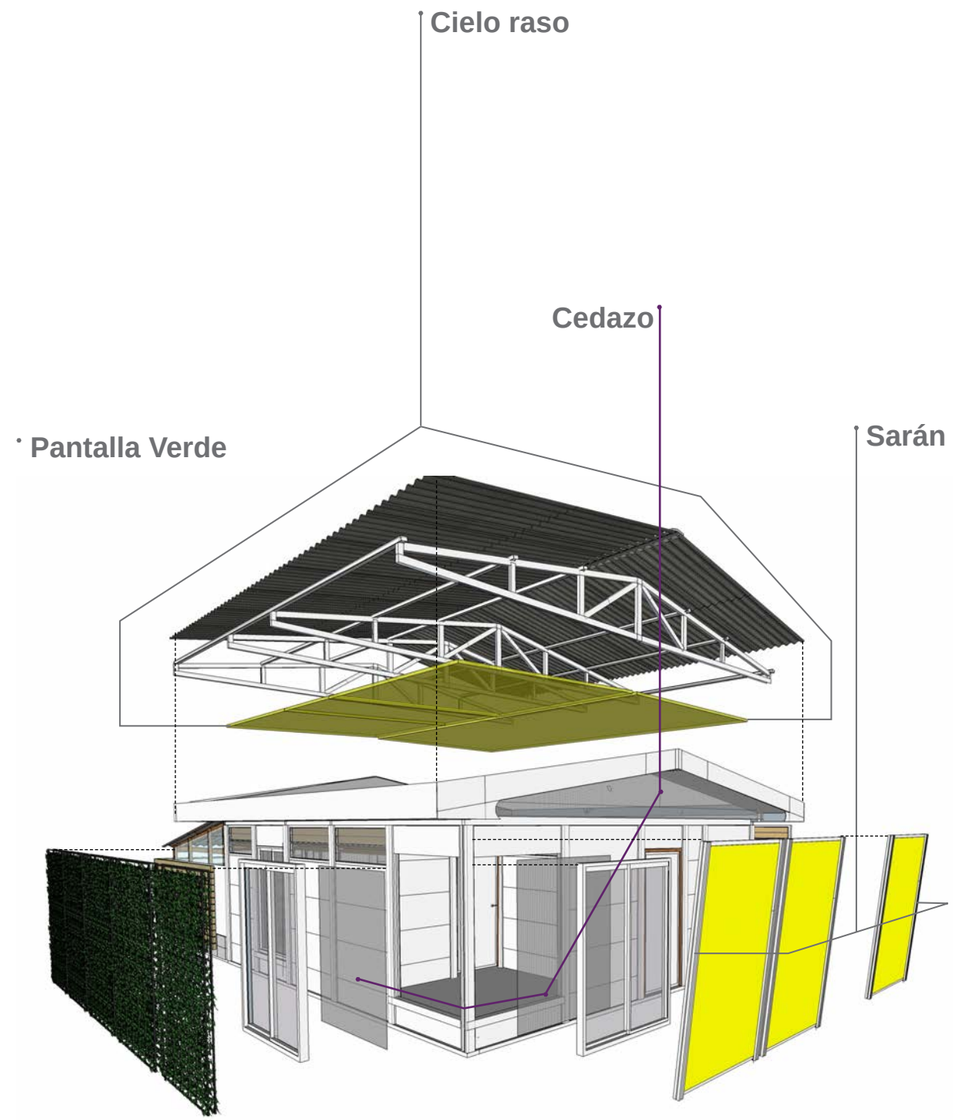


Imagen 7.8:Despiece axonométrico mostrando materialidad de la adaptación.Creado por el autor.

CORTE PERSPECTIVO ADAPTACIÓN

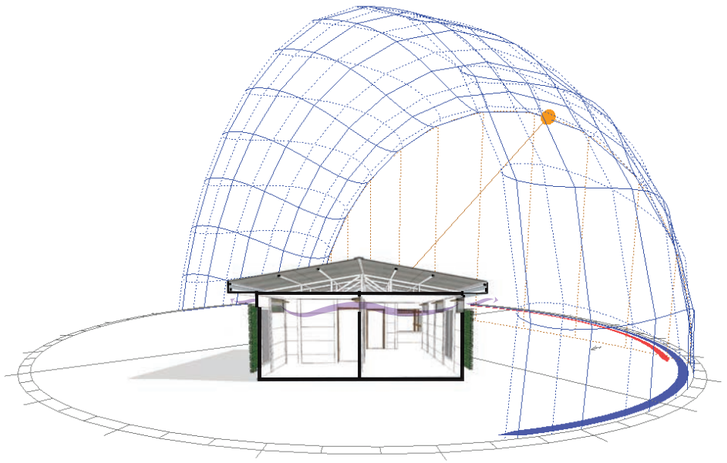


Imagen 7.9:Diagrama corte perspectivo de la aplicación de la adaptación a la vivienda. Realizado por el autor.

A nivel de cielo se realiza la colocación de masa térmica en el cielorraso para evitar la ganancia de calor al espacio habitable por el calentamiento del zinc en el volumen de aire de la cubierta.

La disposición de barreras verdes en las fachadas brinda protección ante la incidencia directa del soleamiento sobre las mismas.

La sustitución de la baldosa por el sistema de ventilación controlado, permite controlar el ingreso de ventilación a la vivienda, y cuenta con un cedazo el cual protege la misma.

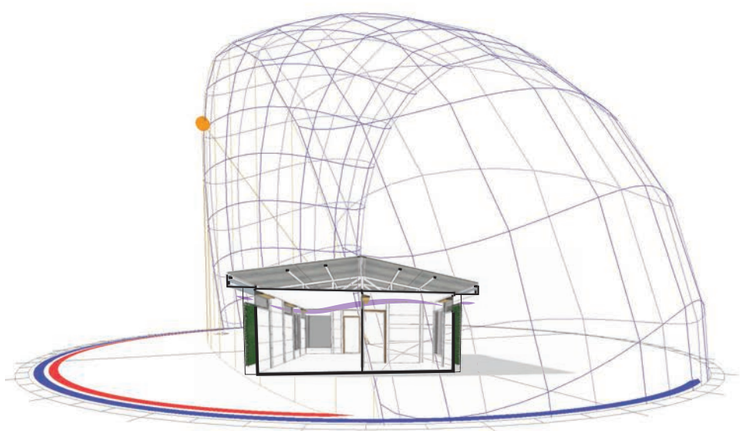


Imagen 7.10:Diagrama corte perspectivo de la aplicación de la adaptación a la vivienda. Realizado por el autor.

ESTUDIO DE SOLEAMIENTO EN LAS FACHADAS POSTERIOR AL DISEÑO DE LA ADAPTACIÓN DE LA VIVIENDA.

En la fachada norte se implementa las barreras verdes que protegen los dormitorios de la incidencia de soleamiento. Esta fachada recibe mayor incidencia durante el mes de julio en horas de la mañana. Por lo que la utilización de estas barreras reduce considerablemente la ganancia de calor al interior de la misma.

En la fachada sur también se implementa la protección por medio de barreras verdes, en el espacio de la ampliación de la vivienda, esta solo contaba con cerramiento en lámina de fibrocemento por lo que la colocación de madera genera masa térmica que reduce la ganancia de calor.

La colocación de protección en la fachada oeste evita la incidencia de la radiación de manera directa sobre esta. Esta fachada es de las que mayor incidencia de radiación recibe previo a la implementación de esta protección.

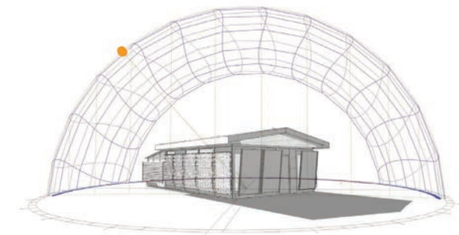


Imagen 7.11: Proyección de sombras sobre la vivienda adaptada, 21 de junio 9:00am. Realizado por el autor.

Proyección de sombras
21 de junio 9:00am

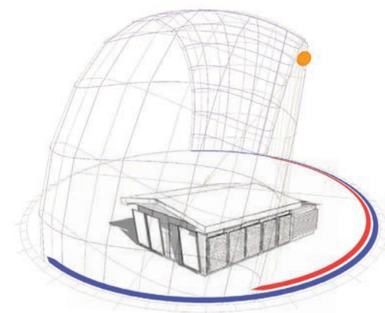


Imagen 7.12: Proyección de sombras sobre la vivienda adaptada, 21 de diciembre 3:30pm. Realizado por el autor.

Proyección de sombras
21 de diciembre 3:30pm

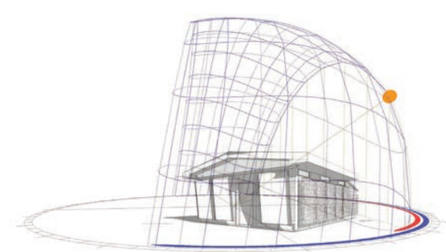
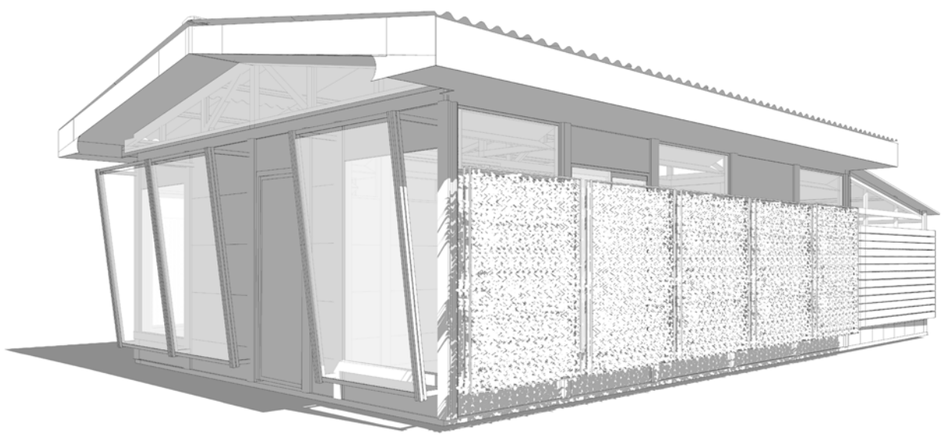


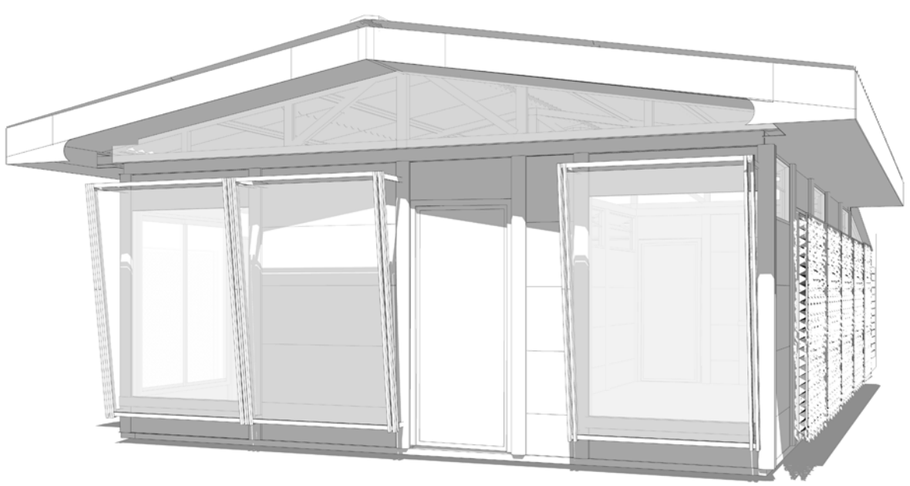
Imagen 7.13: Proyección de sombras sobre la vivienda adaptada, 21 de diciembre 4:00pm. Realizado por el autor.

Proyección de sombras
21 de diciembre 4:00pm



VISTA 1

Imagen 7.14: Proyección de vista mostrando la envolvente exterior aplicada en la adaptación, Fachadas criticas 21 de diciembre, 2:30pm. Realizado por el autor.



VISTA 2

Imagen 7.15: Proyección de vista mostrando la envolvente exterior aplicada en la adaptación, fachada oeste, 21 de julio, 2:30 pm Realizado por el autor.

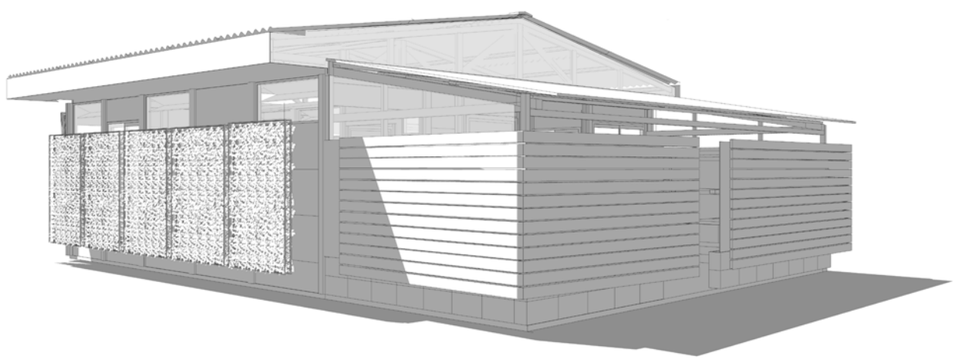


Imagen 7.16: Proyección de vista mostrando la envolvente exterior aplicada en la adaptación, fachada sureste, 21 de julio, 2:30 pm Realizado por el autor.

VISTA 3

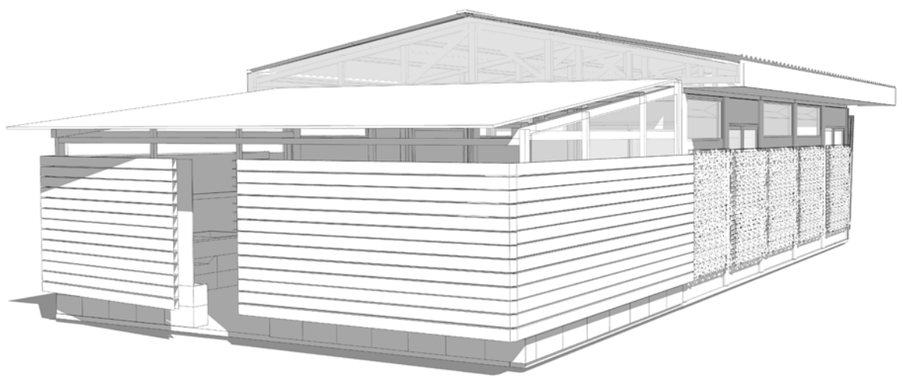


Imagen 7.17: Proyección de vista mostrando la envolvente exterior aplicada en la adaptación, fachada noreste, 21 de julio, 10:30 am Realizado por el autor.

VISTA 4

7.4 OPTIMIZACIÓN DEL DISEÑO A PARTIR DE LA MATERIALIDAD ACTUAL

Orientación de acuerdo a la trayectoria solar

Esta zona del Bosque Húmedo Tropical, en este caso el Buenos aires de Puntarenas, como se analizo anteriormente se caracteriza por contar con temperaturas elevadas con ráfagas de aire caliente, así como altos porcentajes de humedad, por lo tanto los niveles de confort se ven comprometidos. Es por esto que al contar con estas condiciones de temperatura y humedad la orientación de la vivienda debe responder a los siguiente:

1. Evitar al máximo la incidencia de radiación solar sobre las fachadas.

2. Extraer el calor acumulado en el interior de la vivienda.

3. Disipar la humedad y la alta temperatura por medio de ventilación cruzada.

Tomando en cuenta estas consideraciones y según el análisis de radiación obtenido específicamente para la zona (ver imagen XX), la orientación óptima debe de ser sobre el eje este oeste con una inclinación máxima de 20o.

Esta configuración con fachadas largas hacia el norte y hacia el sur es la más eficiente para disminuir el impacto de la radiación en superficies horizontales (Cubiertas) como en superficies verticales (cerramientos de pared) El análisis de radiación sobre las fachadas permite determinar que tanto al norte como el sur presenta sus picos durante el año en los meses en los que el sol se encuentra más hacia al norte (julio) y más hacia el sur (Diciembre) sin embargo eso pude ser controlado mediante dispositivos de control solar que permitan mitigar la ganancia térmica en los espacios internos. Las aberturas realizadas al este deben ser realizadas mediante dispositivos de control para poder ser controladas, las mismas únicamente podrán permanecer abiertas en momentos en los que la temperatura del aire sea baja, esto probablemente únicamente durante horas de la noche y madrugada. En la medida de lo posible las aberturas hacia el oeste deben de ser evitadas ya que el acceso de ventilación caliente coincide con el mayor soleamiento recibido.

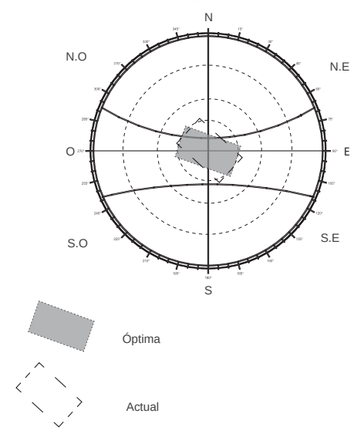


Imagen 7.18: Posicionamiento óptimo en planta de la vivienda según trayectoria solar. Realizado por el autor.

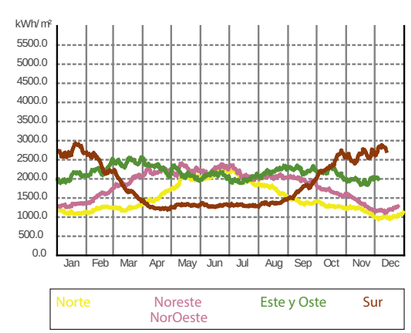


Imagen 7.19: Gráfica de radiación recibida según posicionamiento. Realizado por el autor.

Orientación según Vientos

Durante la época seca, de diciembre a marzo, siendo marzo el mes más caliente, los vientos predominante provienen del Noreste, de los denominados vientos alicios, los espacios que necesitan ventilación deben buscar abrirse hacia este sector para poder captar aire fresco durante la noche y madrugada

Durante la época de lluvia los vientos vienen igualmente del noreste sin embargo también hay ventilación sureste, por lo que de realizar aberturas se debe contar con protección ante las precipitaciones.

Las aperturas mayores deben estar perpendiculares a la dirección de los vientos dominantes y a la altura del cuerpo, esto con el fin de disipar la temperatura más caliente.

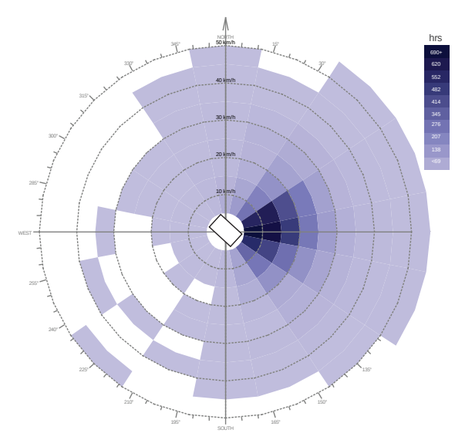


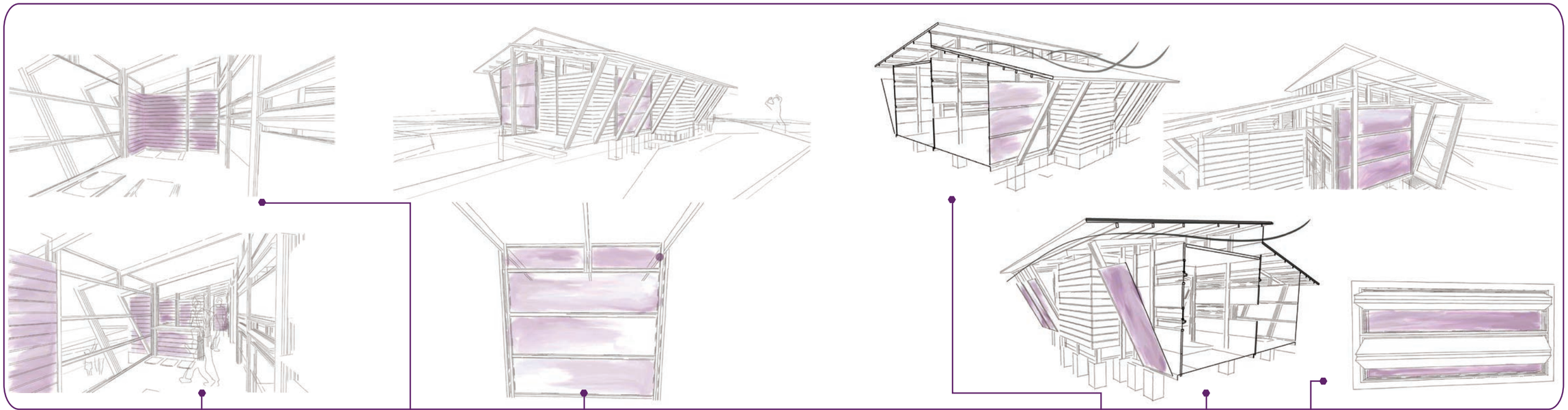
Imagen 7.20: Orientación optima en planta para el aprovechamiento de la ventilación. Realizado por el autor.

7.5 DISEÑO HACIA LA OPTIMIZACIÓN DEL MODELO ACTUAL

El diseño hacia la optimización del modelo actual de la vivienda prefabricada pretende demostrar que basado en el exhaustivo análisis previos tanto a nivel cuantitativo como cualitativo se puede generar por medio del diseño integral un modelo que responda a las necesidades de confort presentes en la cotidianidad y a la vez articule los materiales que brinda el contexto, siendo siempre el material de baldosa prefabricado incluido en el diseño pero en esta ocasión articulado con la madera, el cerramiento liviano en sarán, cedazo y la cubierta realizada en lámina de tetra pack. Asimismo, el diseño es realizado a partir de los análisis bioclimáticos los cuales viene a brindar niveles de confort en la vivienda y estos se ven reflejados en la cotidianidad de la familia.

CONCEPTUALIZANDO EL DISEÑO

Imagen 7.21: Croquis de la conceptualización inicial de la propuesta de diseño óptimo. Realizado por el autor.



Cerramiento Sur

El cerramiento liviano en la fachada sur permite el ingreso de ventilación al espacio social, sin embargo las habitaciones cuentan con un sistema de ventanearía las cuales permiten controlar el paso de la ventilación.

Cerramiento Sur

El cerramiento a su vez se encarga de generar sombreamiento sobre el espacio evitando la ganancia de calor por radiación.

Cerramiento liviano vertical como tapichel

El tapichel se integra de manera articulada a la estructura de la vivienda con el fin de brindar soporte a la envolvente horizontal, asimismo vincula la envolvente vertical con la envolvente horizontal en la búsqueda de un lengua arquitectónico. Este cerramiento en tapichel impide el ingreso de roedores e insectos al interior de la vivienda y permite la ventilación dentro de la misma.

Cubierta ventilada

La cubierta ventilada permite disipar el aire caliente que se encuentra en el volumen superior de la vivienda.

Masa térmica

Las habitaciones cuentan con un cielo que sirve a modo de masa térmica, el mismo no permite el contacto entre el volumen de la habitación y el volumen de la cubierta, lo cual evita la ganancia de calor al interior de la habitación.

Diseño de la abertura

Con la intención de controlar la ventilación dentro de las habitación se genera un buque entre baldosas el cual es ocupado por un marco el cual se integra y da soporte a la baldosa que se encuentra inmediatamente sobre el mismo. Este diseño permite controlar el ingreso de ventilación a la vivienda y a su vez la iluminación al interior de las habitaciones.

DISEÑO HACIA LA OPTIMIZACIÓN DEL MODELO ACTUAL

Monitor Bilateral I Cubierta Ventilada

Generar una cubierta ventilada produce que el aire circule constantemente a través de la cubierta y su principal propósito es romper la onda térmica que se establece entre el exterior y el interior. Así mismo, la cubierta ventilada disipa los altos niveles de humedad presentes entorno a la vivienda.

La salida de aire siempre debe de estar en la posición más alta y las entradas en la posición más baja, esto ya que el aire caliente es más liviano que el aire frío y tiene a subir hacia la parte más alta del espacio y es así que tiende a salir por las aberturas y es sustituido por el aire más fresco que ingresa por las aberturas inferiores.

Es fundamental que la salida de aire caliente no se ubique frente a la dirección del viento predominante, ya que genera presión sobre esta limitando la velocidad de entrada del mismo.

Configuración de la envolvente de fachada.

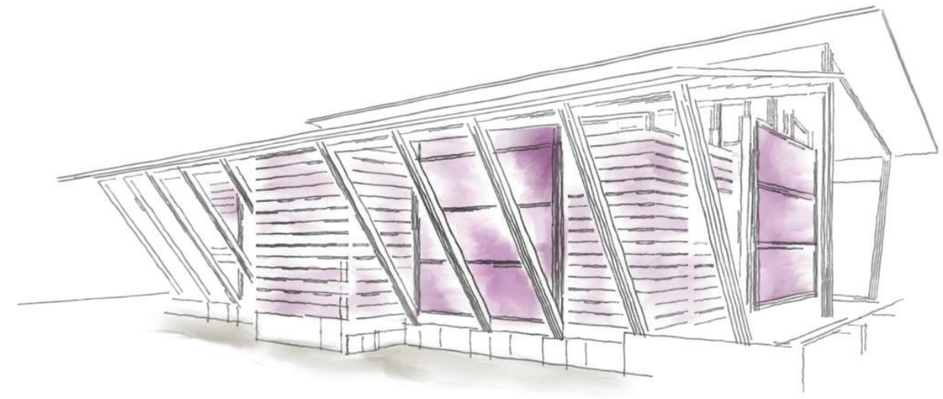
Como premisa de la optimización de la vivienda, se plantea la utilización del material de la baldosa integrado a la madera y cerramiento liviano para la integración de las fachadas. El propósito de la generación de un cerramiento liviano es permitir el acceso de la ventilación a la vivienda así como protección ante la incidencia del soleamiento sobre la fachada. Sobre la fachada sur se dispone el espacio social ya que este cuenta con un sistema de cerramientos en cedazo el cual brinda sombra al interior, y el espacio de habitaciones es dispuesto hacia el norte y el mismo cuenta con pantallas de sarán las cuales lo protegen de la incidencia del sol para los meses de julio que es cuando el ángulo solar se encuentra más hacia el norte.

Configuración del espacio habitable

Debido a las condiciones presentes en Volcán la configuración espacial de la optimización se enfoca en generar espacios de planta libre en la vivienda con el fin de que la ventilación logre circular de manera adecuada. Es por esto que para disposición de la planta se propone que es el espacio social funcione como un espacio de planta libre en gran medida, generando la disposición de los dormitorios a un solo lado.

Asimismo, se dispuso que la división de los espacios no obstruya la circulación del aire, es por esto que la baldosa de los dormitorios es intervenida mediante un sistema de ventaría el cual cuenta con control para que durante las horas de la noche pueda ser manipulado.

El espacio de cocina resulta como un espacio de soporte para la actividad de preparación de alimentos y el mismo cuenta con un cerramiento liviano en madera, este se encuentra alineado con el servicio sanitario generando así un núcleo húmedo.



CROQUIS CONCEPTUALIZACIÓN DE LA OPTIMIZACIÓN

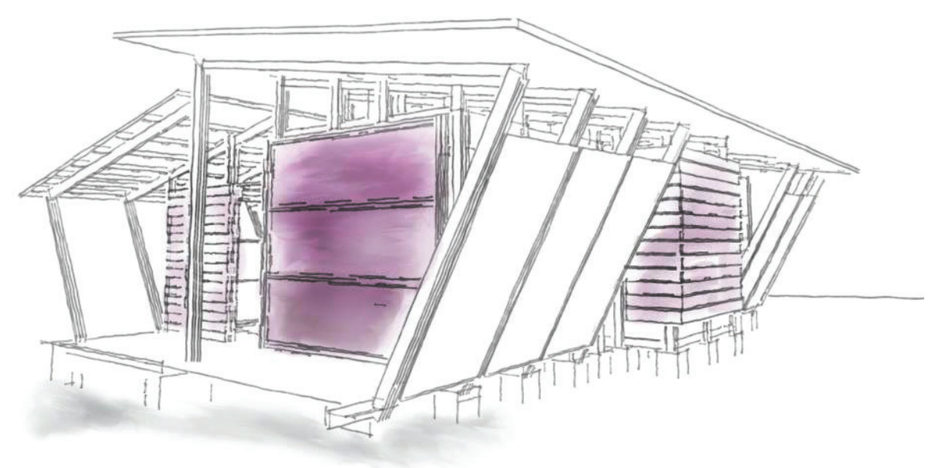


Imagen 7.26:Croquis conceptualización de la optimización. Creado por el autor.

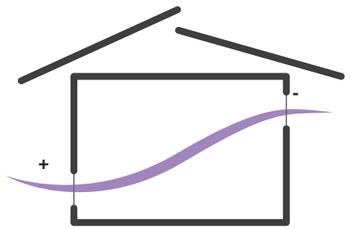


Imagen 7.22: Diagramas de Configuración del espacio inferior de la vivienda. Creado por el autor.

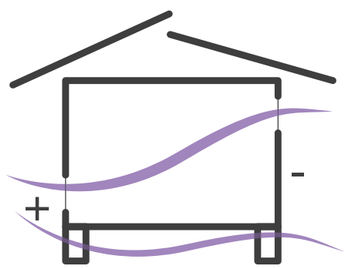


Imagen 7.23: Diagramas de Elevación del nivel del piso. Creado por el autor.

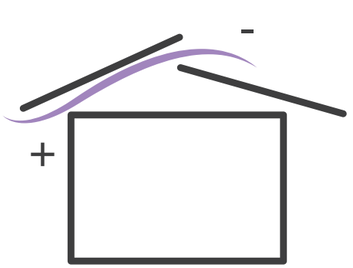


Imagen 7.24: Diagramas de Configuración Superior. Creado por el autor.

7.6 Configuración Espacial

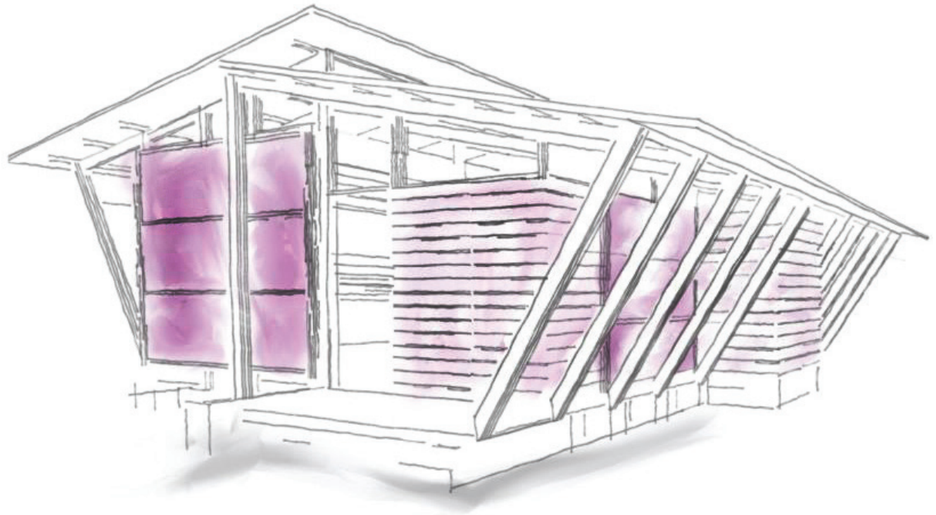
Configuración del espacio inferior de la vivienda.
A lo largo de la investigación se ha mencionado sobre la necesidad de disipar la humedad y evitar la ganancia de calor al interior de la vivienda. La configuración del espacio inferior resulta fundamental en la búsqueda de esta premisa. Es así que se presenta la estrategia de levantamiento de la vivienda.

Elevación del nivel de piso
El nivel de piso levantado permite generar una mayor exposición inferior a las brisas y por tanto a mayores velocidades de viento que resultan provechosas para mejorar la ventilación cruzada sobre la vivienda.

Al generar una separación entre el nivel del suelo y el nivel de piso el aire que circula por el espacio disipe el calor a través del elemento constructivo.

Configuración Superior
La cubierta de la vivienda es la que recibe la mayor cantidad de radiación con respecto a los demás cerramientos de la vivienda. Es por esto que la orientación debe de ir dirigida en el eje longitudinal en disposición este oeste, así la mayor cantidad de área es dispuesta entre el norte y el sur. Generar cubiertas con aleros permite a su vez crear sombra sobre la fachada del edifico lo que colabora en evitar la ganancia de calor por medio de radiación.

En esta etapa de la investigación se destaca que lo observado en la arquitectura local responde a las cubiertas en dos aguas con monitores en el centro de la vivienda para disipar el aire caliente como estrategia pasiva.



CROQUIS CONCEPTUALIZACIÓN DE LA OPTIMIZACIÓN

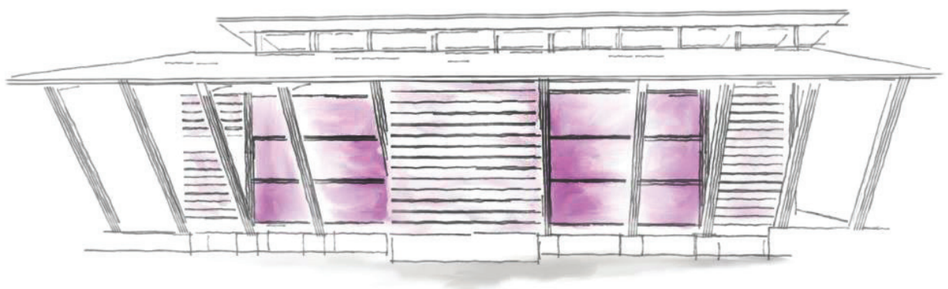
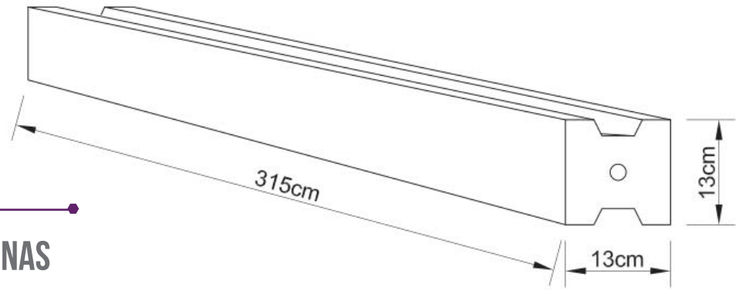


Imagen 7.25: Croquis conceptualización de la optimización. Creado por el autor.

7.7 MATERIALIDAD UTILIZADA EN LA OPTIMIZACIÓN DE LA VIVIENDA.



COLUMNAS

MADERA MACHIMBRADA

Parte fundamental de la adecuada respuesta de la vivienda ante su entorno y las condiciones bioclimáticas al mismo radica en la materialidad empleada.

Asimismo, el utilizar materiales presentes en la zona e integrarlos con la baldosa prefabricada actual es lo que pretende la optimización de la vivienda. A continuación se muestra a modo de catálogo, la materialidad empleada en la vivienda, la misma diseñada a partir de las dimensiones y modulación presente en el sistema de prefabricado.

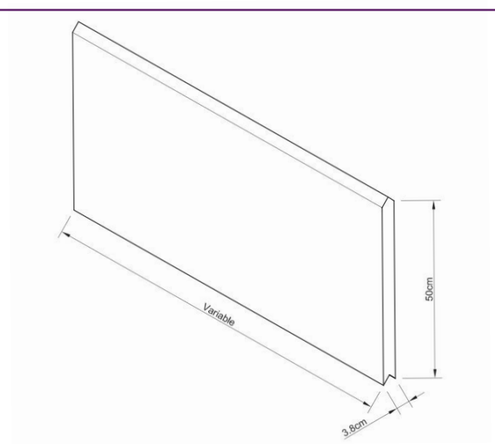
Columnas
Las columnas son de sección de 13x13 y son fabricadas en longitudes de 2.94cm, 3,78cm y 3,15cm. En la optimización del diseño de la vivienda se utilizan las de longitud de 3,15cm.

Baldosas
Existen cinco tipos de baldosas, estándar, de ajuste, banquina, cargador y muro desnivel. La baldosa estándar cuenta con 50cm de ancho y 6cm de espesor.

Madera Machimbrada
Es utilizada en los cerramientos este y oeste y en una sección del cerramiento sur, sin embargo, no es expuesta directamente a la radiación solar ya que cuenta con aleros que la protegen. La misma cuenta con ranura en uno de sus perfiles y la llegada en el otro perfil, y se ensamblan para generar el cerramiento.

Sarán Sombra 70%
Malla sombra color negro que se utiliza como protector solar evita la incidencia directa de la radiación sobre la fachada norte. Funciona también con un efecto mitigador en los niveles de temperatura, por lo tanto genera un espacio de sombra entre la fachada y el panel. Es comercializado por metro lineal.

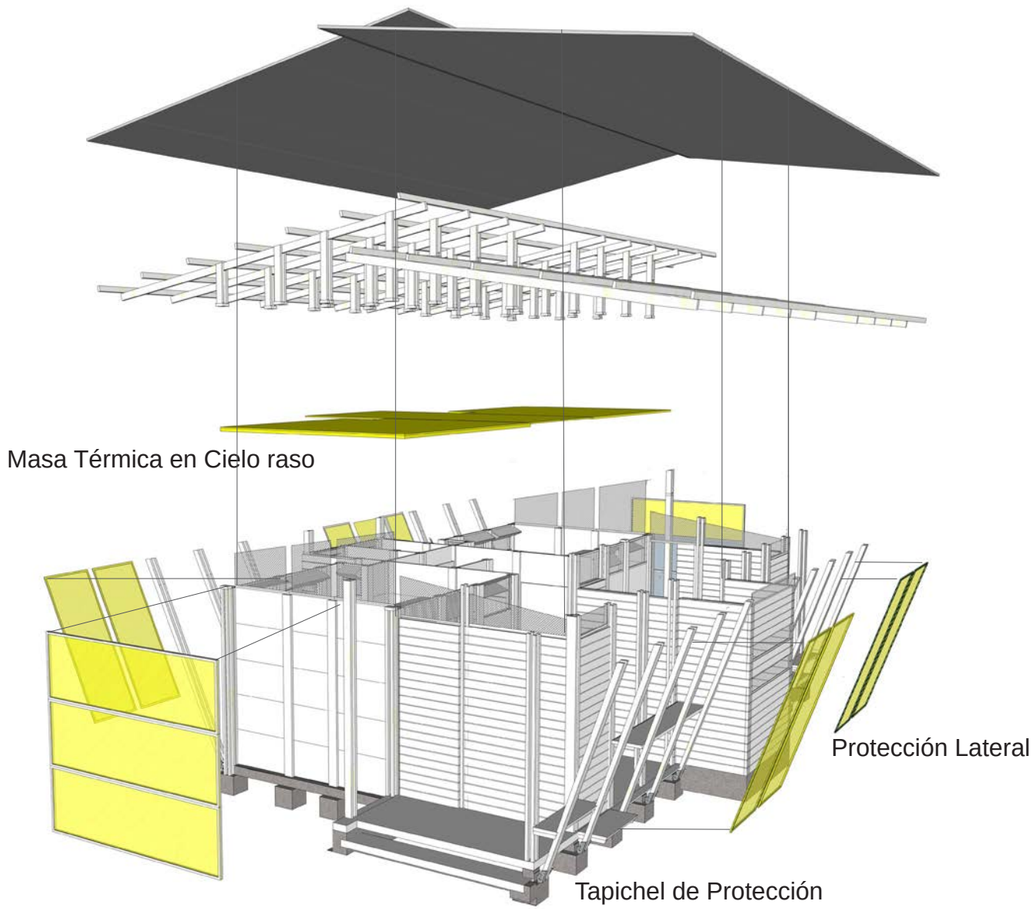
Cedazo
Utilizado para el cerramiento en fachada y tapicheles, evita el ingreso de insectos, animales presentes en la zona como serpientes y alacranes. Además, permite el ingreso regulado de ventilación, y protege de la incidencia de la radiación solar. El cedazo utilizado es de 3 x 6mm el tamaño del rombo de la apretura del mismo y posee un espesor de 0,5mm. El mismo también es comercializado por metro lineal.



BALDOSAS

CEDAZO

Imagen 7.27: Representación de la materialidad empleada en la optimización. Creado por el autor.



DESPIECE AXONOMÉTRICO

Imagen 7.28: Despiece tridimensional mostrando la materialidad utilizada en la optimización. Creado por el autor.

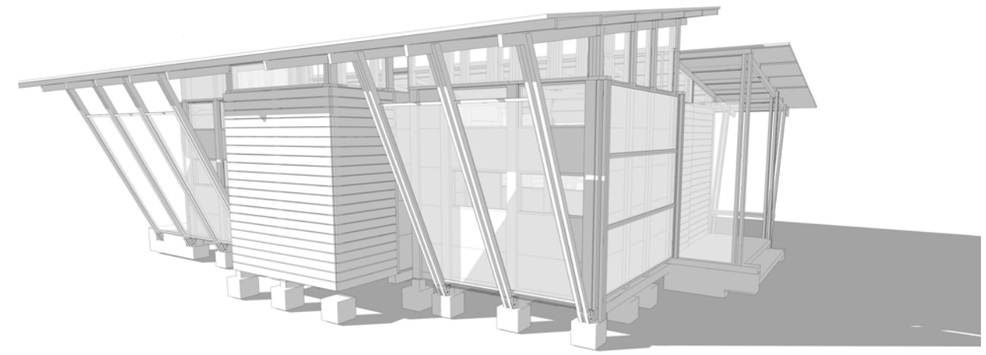


Imagen 7.29: Vista perspectiva de la optimización. 1 de julio, 9:00am. Realizado por el autor.

VISTA PERSPECTIVA DE LA OPTIMIZACIÓN
1 de julio, 9:00am

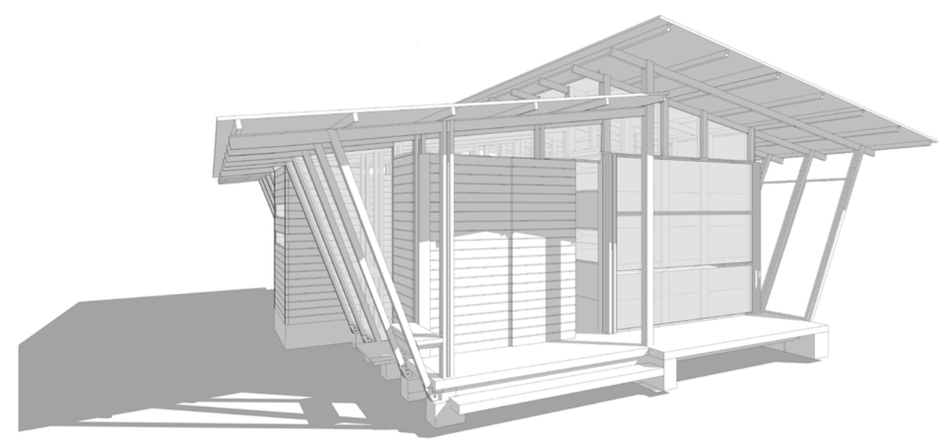
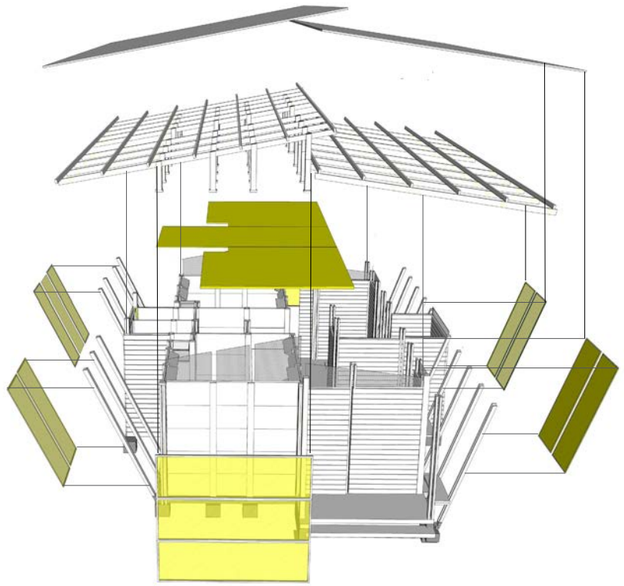


Imagen 7.30: Vista perspectiva de la optimización. 21 de julio, 9:00am. Realizado por el autor.

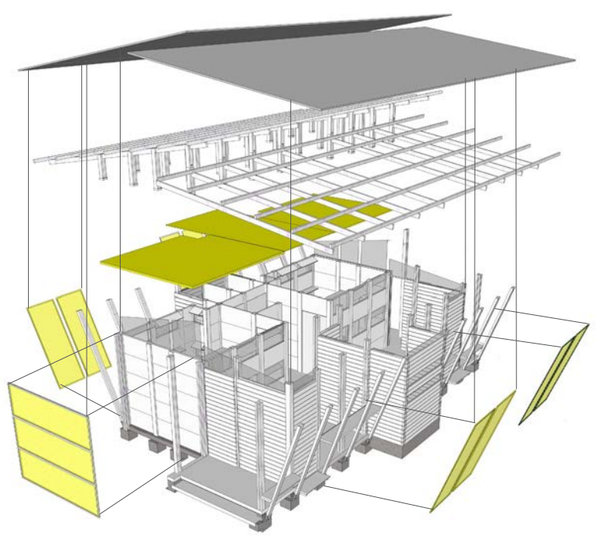
VISTA PERSPECTIVA DE LA OPTIMIZACIÓN
21 de julio, 9:00am



MONITOR EN CUBIERTA

ESTRUCTURA SOPORTANTE

PROTECCIÓN LATERAL



MONITOR EN CUBIERTA

CUBIERTA VENTILADA

MASA TÉRMICA EN CIELO

PROTECCIÓN LATERAL

Imagen 7.31: Despiece tridimensional mostrando la materialidad y estrategias pasivas utilizadas en la optimización. Realizado por el autor.

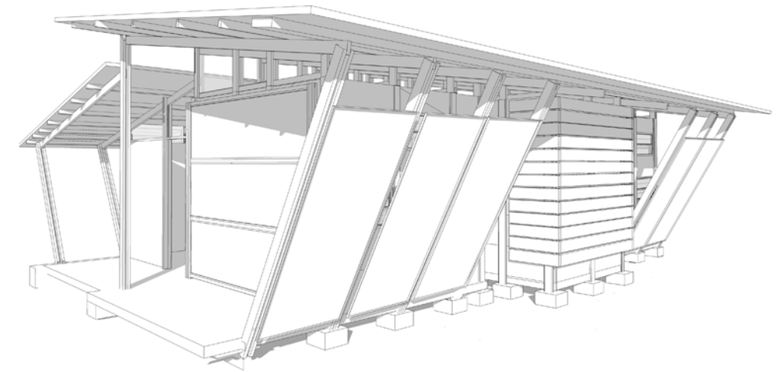


Imagen 7.32: Vista Perspectiva de la vivienda optimizada. Fachada este. Realizado por el autor.

ISOMÉTRICO A

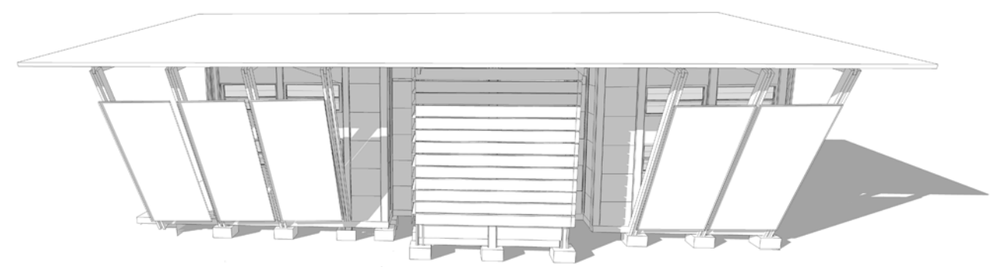


Imagen 7.33: Vista Perspectiva de la vivienda optimizada. Fachada norte. Realizado por el autor.

ISOMÉTRICO B

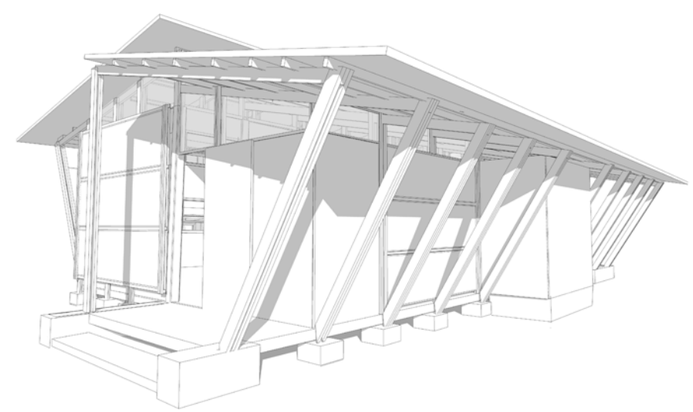


Imagen 7.34: Vista Perspectiva de la vivienda optimizada. Fachada este. Realizado por el autor.

ISOMÉTRICO C

FACHADA ESTE

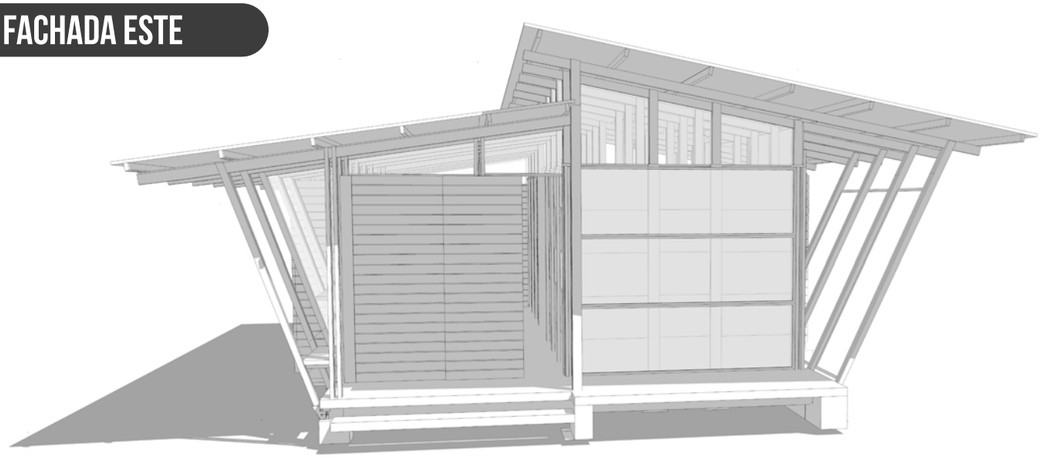


Imagen 7.35: Vista perspectiva de la vivienda optimizada. Fachada Este. Realizado por el autor.

FACHADA NORTE

Esta fechada recibe la mayor incidencia de radiación solar durante el mes de junio en horas de la mañana, además es la fachada en la que se ubican los dormitorios por lo que es preciso evitar la ganancia de calor durante las primeras horas de día, es así que se disponen las barreras solares en un material liviano como es el sarán para impedir así que la pared de baldosa se caliente, comprometiendo el confort interno.

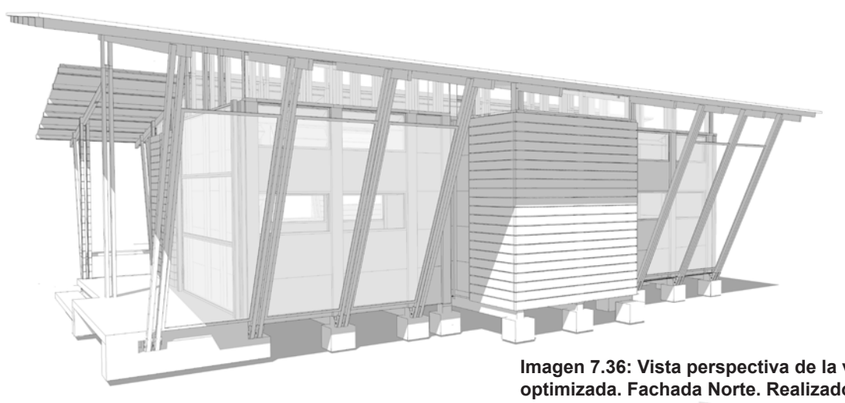


Imagen 7.36: Vista perspectiva de la vivienda optimizada. Fachada Norte. Realizado por el autor.

FACHADA OESTE

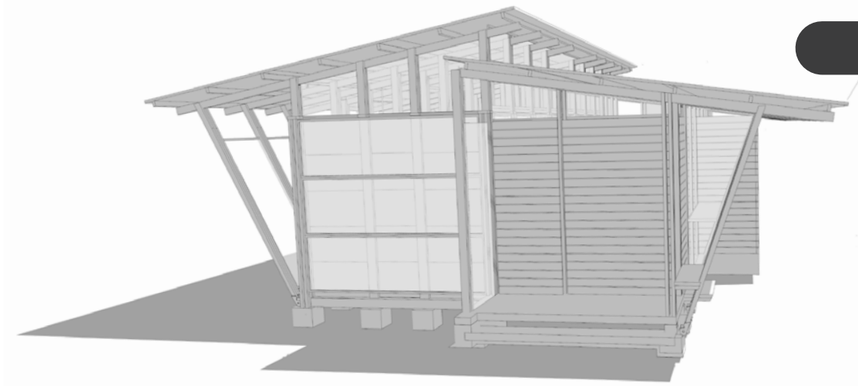


Imagen 7.37: Vista perspectiva de la vivienda optimizada. Fachada Oeste. Realizado por el autor.

El diseño de las fachadas este y oeste debe de contemplar la protección ante la incidencia de la radiación solar ya que son las que mayor incidencia reciben. Es así que se dispone de barreas protectoras las cuales protegen la fachada y a su vez con un cerramiento en madera machimbrada que se encarga de proteger el interior del espacio social.

FACHADA SUR

Esta fachada recibe mayor incidencia de soleamiento durante el mes de diciembre, ya que el sol se encuentra más hacia el sur, es por esto que se dispone de un alero que protege durante la mayoría de horas del día y en las horas de la tarde donde el sol se encuentra de manera perpendicular se dispone de cerramiento liviano que protege al espacio social de la incidencia de la radiación.

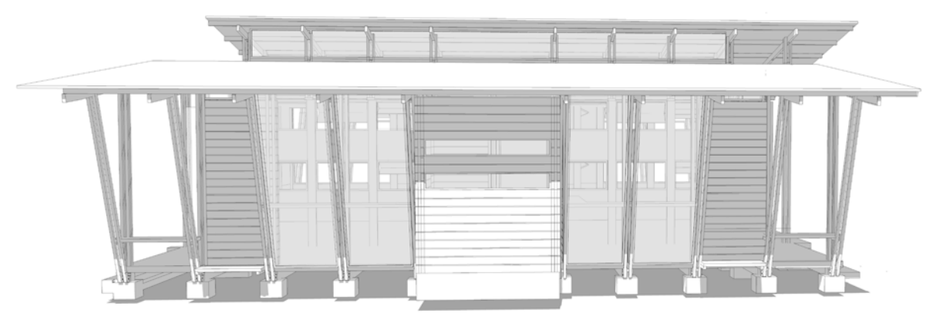
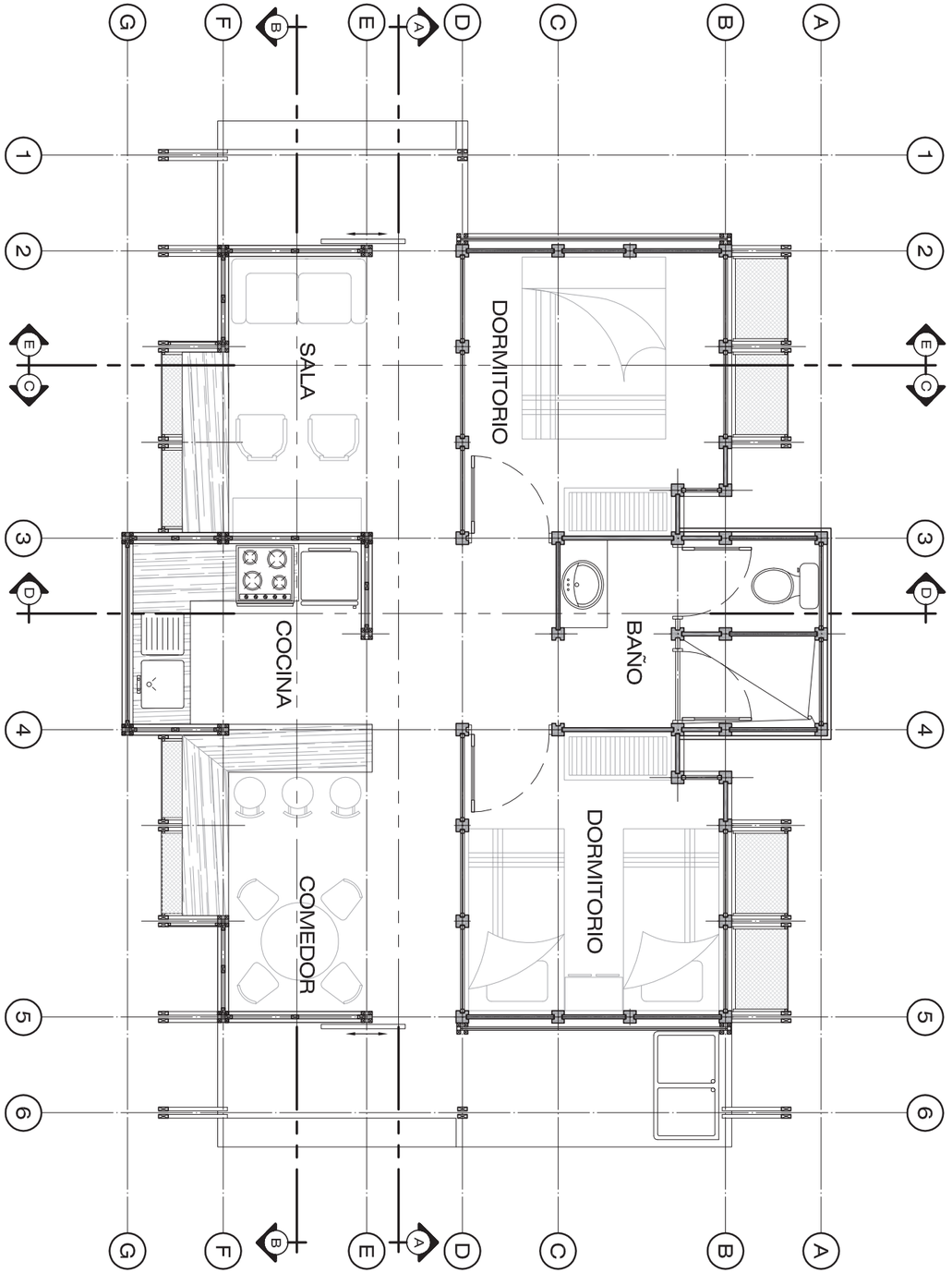


Imagen 7.38: Vista perspectiva de la vivienda optimizada. Fachada Sur. Realizado por el autor.

7.8 PLANTA DISTRIBUCIÓN ARQUITECTÓNICA DE LA VIVIENDA OPTIMIZADA

Imagen 7.39: Planta de distribución arquitectónica de la vivienda optimizada. Realizado por el autor.



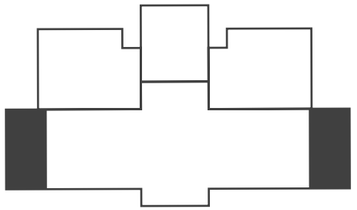
La configuración de la distribución arquitectónica cuenta con un espacio social permeable con el exterior gracias al diseño de una envolvente liviana. Asimismo a ambos bordes del espacio social existen corredores los cuales son utilizados por la familia para reunirse durante las horas de la tarde o los fines de semana con sus vecinos y familiares.

Ante la necesidad de que el servicio sanitario funcionara de manera más eficiente, se propone contar con una segregación del mismo.
El espacio de cocina funciona como un espacio de soporte el cual se integra de manera directa al área social.

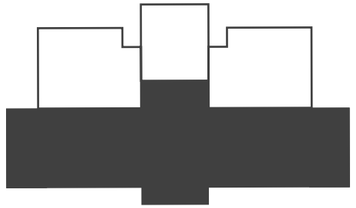
Los dormitorios cuentan con el sistema de aberturas controlado generando ventilación en los mismos cuando el usuario considere necesario, eso preferiblemente durante las horas de la noche para aprovechar el aire fresco.

Área Total habitable 45,5m2

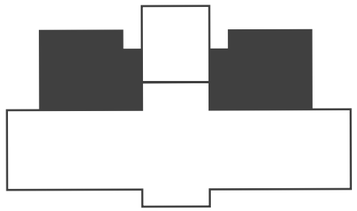
Área con corredores exteriores 56m2



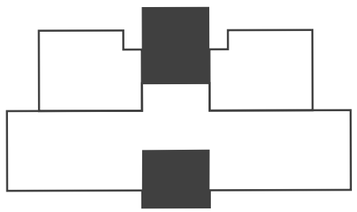
Corredor a ambos lados



Espacio Social



Dormitorios



Núcleo Húmedo

Imagen 7.40: Diagramas de distribución en planta. Realizado por el autor.

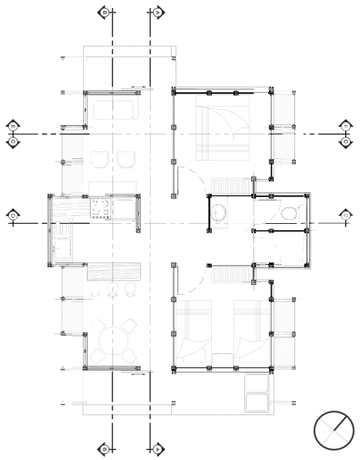
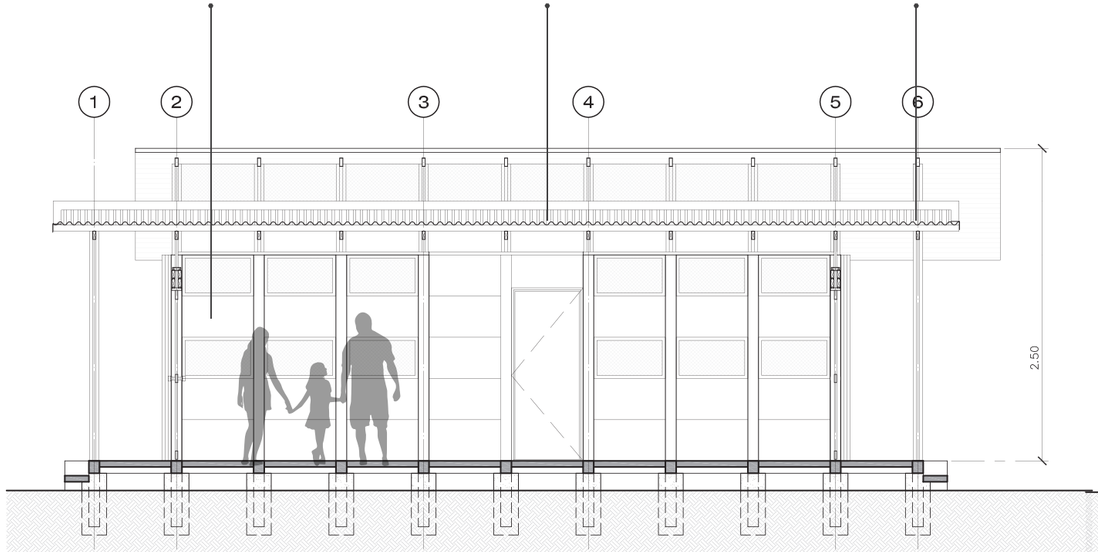


Imagen 7.41: Indicación en planta del corte A-A. Realizado por el autor.

Diseño de la abertura para generar ventilación controlada hacia los dormitorios

Monitor para disipar el calor del volumen de la cubierta

Proyección de alero para proteger el corredor



7.9 CORTE LONGITUDINAL POR A - A

Imagen 7.42: Corte Longitudinal por A-A Realizado por el autor.

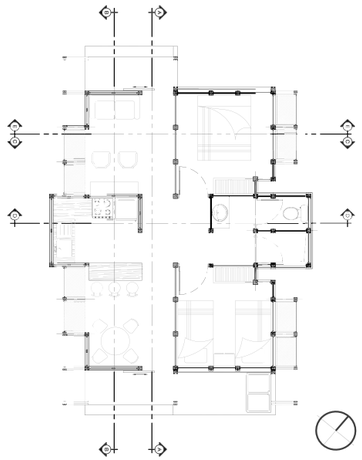
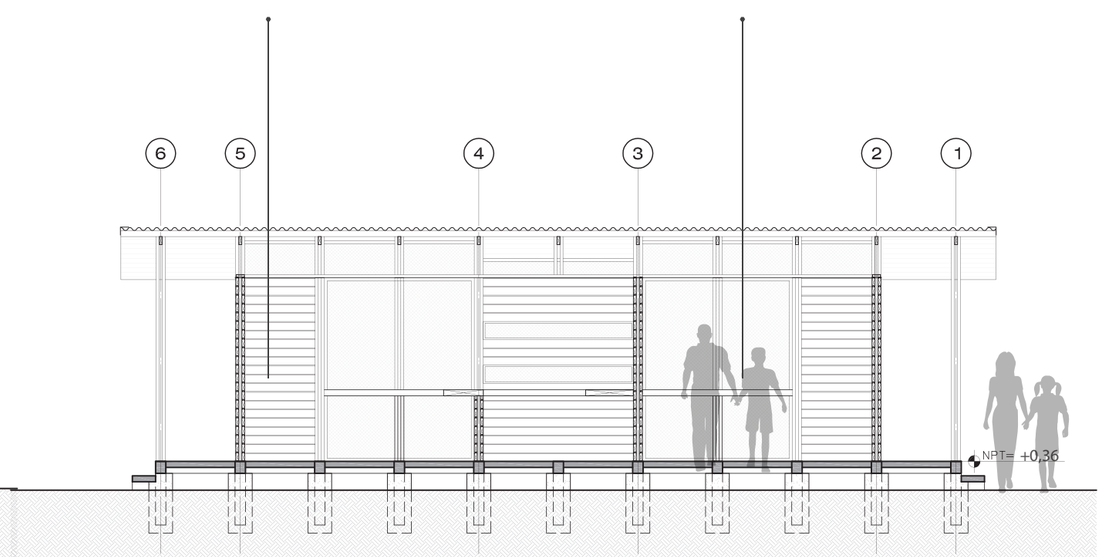


Imagen 7.43: Indicación en planta del corte B-B. Realizado por el autor.

Proyección de fachada de sarán para aumentar el volumen del espacio

Proyección ante la incidencia de la radiación solar y generación de una fachada ventilada para disipar la ganancia de calor



7.10 CORTE TRASVERSAL POR B - B

Imagen 7.44: Corte Transversal por B-B. Realizado por el autor. Realizado por el autor.

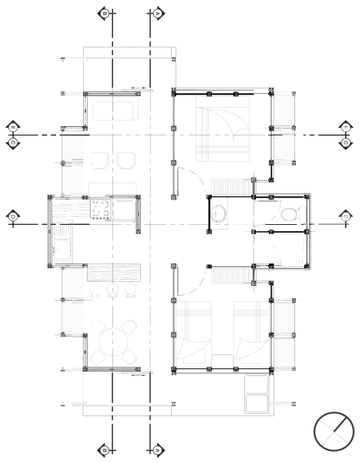
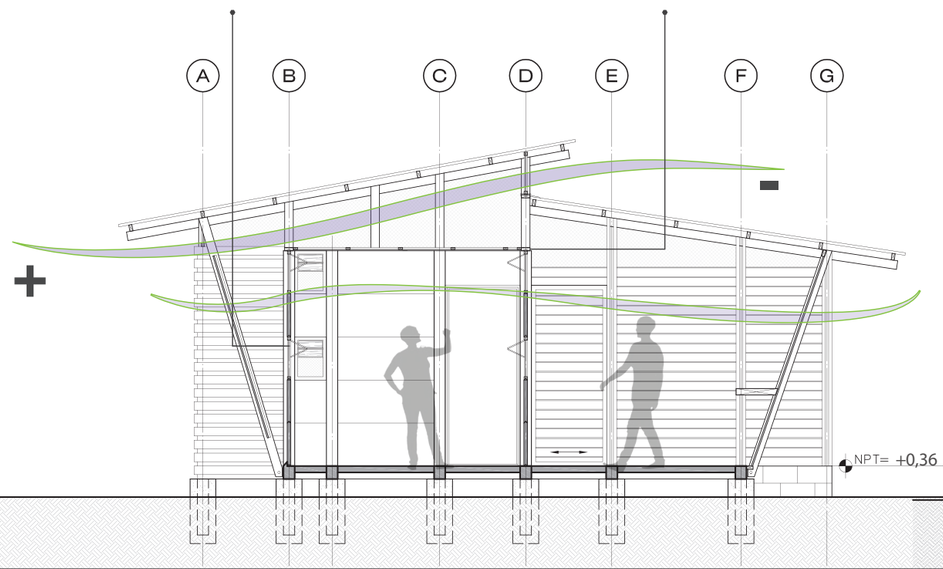


Imagen 7.45: Indicación en planta del corte C-C. Realizado por el autor.

Diseño de la abertura permite controlar el ingreso de la ventilación desde el dormitorio

Cielo raso evita la ganancia de calor al interno de los dormitorios



7.11 CORTE LONGITUDINAL POR C - C

Imagen 7.46: Corte Longitudinal por C-C Realizado por el autor.

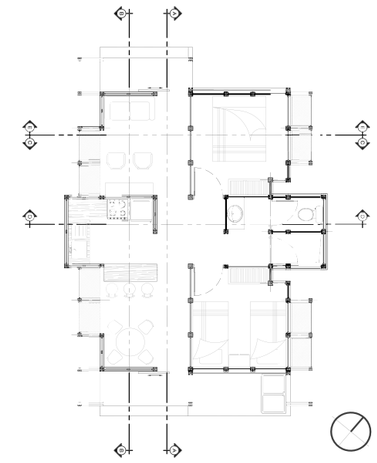
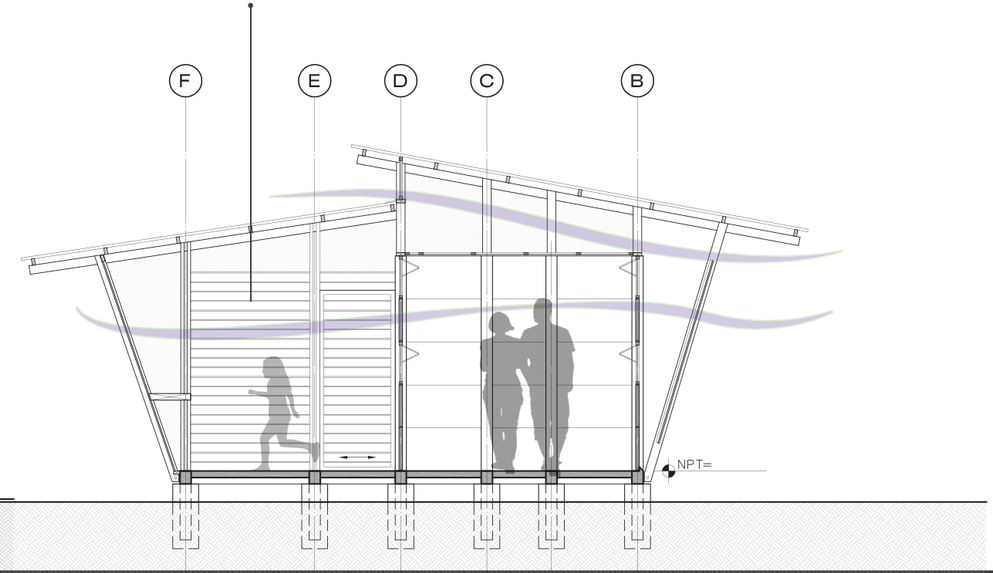


Imagen 7.47: Indicación en planta del corte E-E. Realizado por el autor.

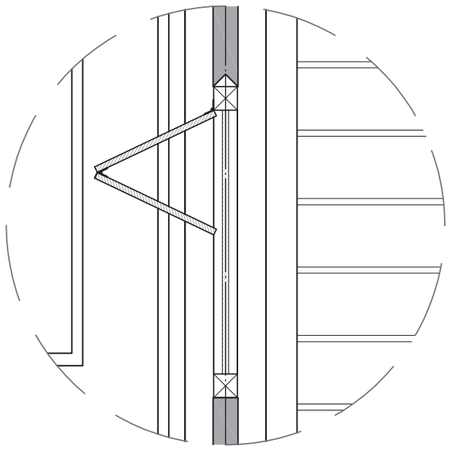
Proyección de la fachada permite generer una cámara de aire entre el exterior y el interior, lo que permite el retardo de la ganacia de calor hacia el interior



7.12 CORTE TRASVERSAL POR E - E

Imagen 7.48: Corte Transversal por E-E. Realizado por el autor. Realizado por el autor.

7.13 DETALLES PRESENTES EN LA OPTIMIZACIÓN DE LA VIVIENDA.



Diseño de la abertura

El diseño de la abertura permite el control de tres variables importantes:

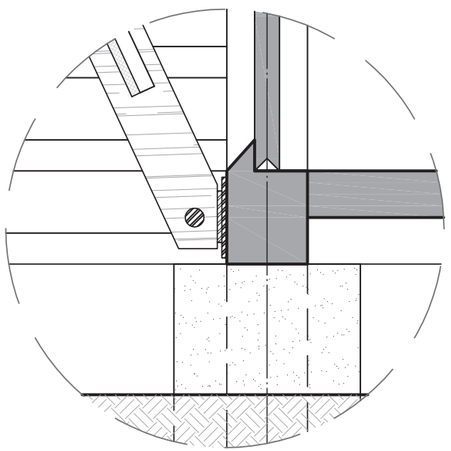
Mediante la implementación de cedazo impide el ingreso de roedores, insectos y animales presentes en la zona de vida.

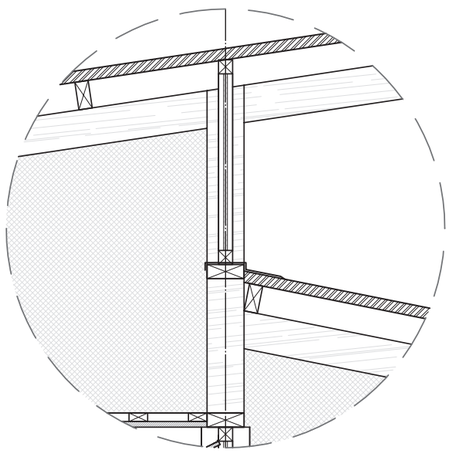
Permite el control del acceso de iluminación natural al interior de la vivienda.

Permite controlar el acceso de ventilación, ya que la persona que las manipula puede elegir entre cerrarlas o mantenerlas abiertas según la necesidad de ventilación que requiera la vivienda.

Asimismo cuenta con un marco que sirve de soporte al sistema de paredes de baldosas.

VENTANERIA





LLEGADA DE ESTRUCTURA DE MADERA **MONITOR Y CUBIERTA**

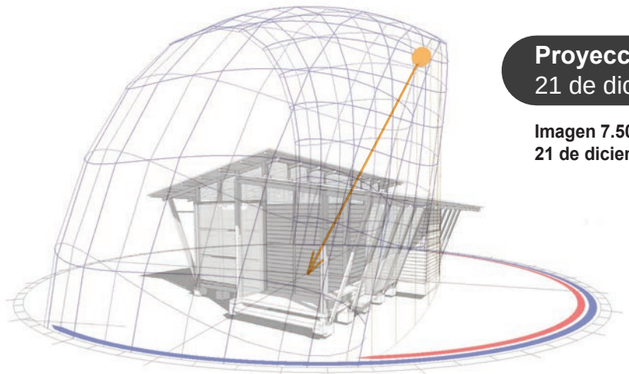
Imagen 7.49: Detalles arquitectónicos en la vivienda optimizada. Realizado por el autor.

7.14 ESTUDIO DE SOMBREAMIENTO EN LAS FACHADAS POSTERIOR AL DISEÑO DE LA OPTIMIZACIÓN DE LA VIVIENDA

La disposición de las cubiertas en la adaptación permite que la cubierta orientada hacia el norte reciba una menor incidencia de la radiación solar ya por el ángulo de inclinación con el que cuenta durante las horas de la tarde se proyecta sombra sobre la misma.

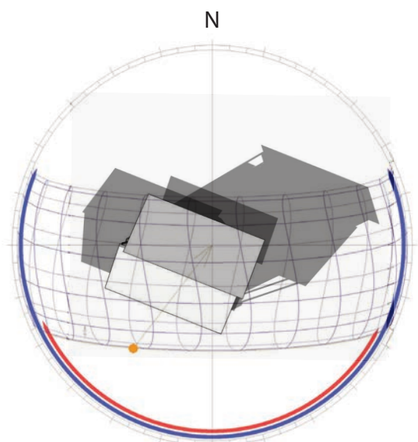
Durante el solsticio de invierno el sol se encentra mas hacia al sur por lo que esta fachada es la más afectada, son embargo estas previsiones se tomaron en cuenta en el diseño de la optimización es por esto que la fachada sur cuenta con un alero que la protege de la incidencia directa de la radiación y a su vez el cerramiento en cedazo regula el ingreso de iluminación natural indirecta al interior del espacio social, propiciando niveles de confort en este espacio de la vivienda.

La fachada de oeste recibe mayor incidencia de soleamiento durante la tarde, por lo tanto se dispuso en el diseño de la misma paneles de protección que reduzcan la incidencia de la radiación. Asimismo, el cerramiento en madera machimbrada genera una mayor masa térmica que la materialidad en prefabricado por lo que la ganancia de calor hacia el interior se ve reducida con respecto al diseño original.



Proyección de sombras en planta
21 de diciembre de 3:30pm

Imagen 7.50:Proyección de sombras sobre la fachada 21 de diciembre de 3:30pm. Realizado por el autor.



Proyección de sombras en planta
21 de diciembre de 9:00am a 5:00pm

Imagen 7.51:Proyección de sobre la fachada 21 de diciembre de 9:00am a 5:00pm. Realizado por el autor.

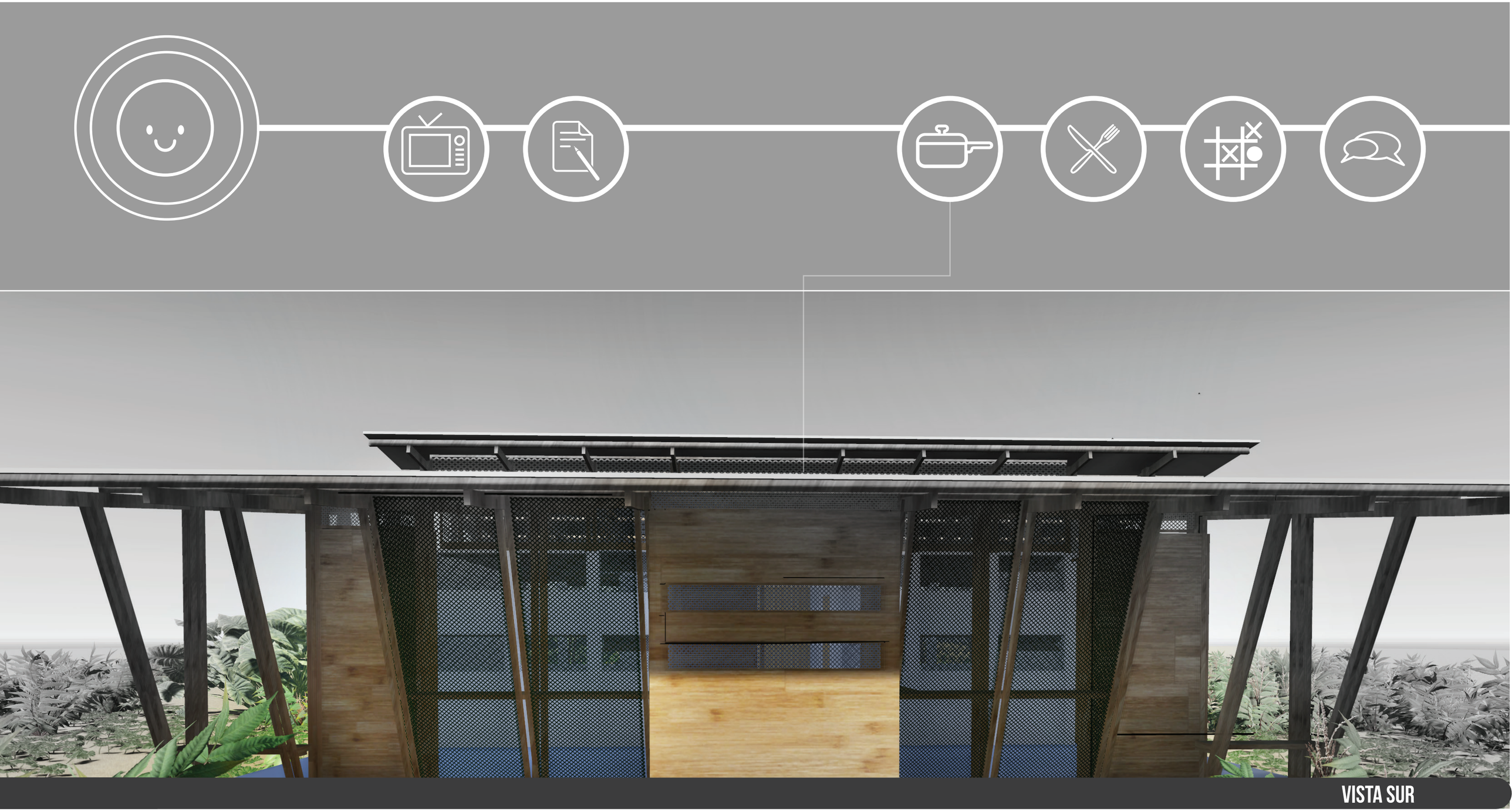
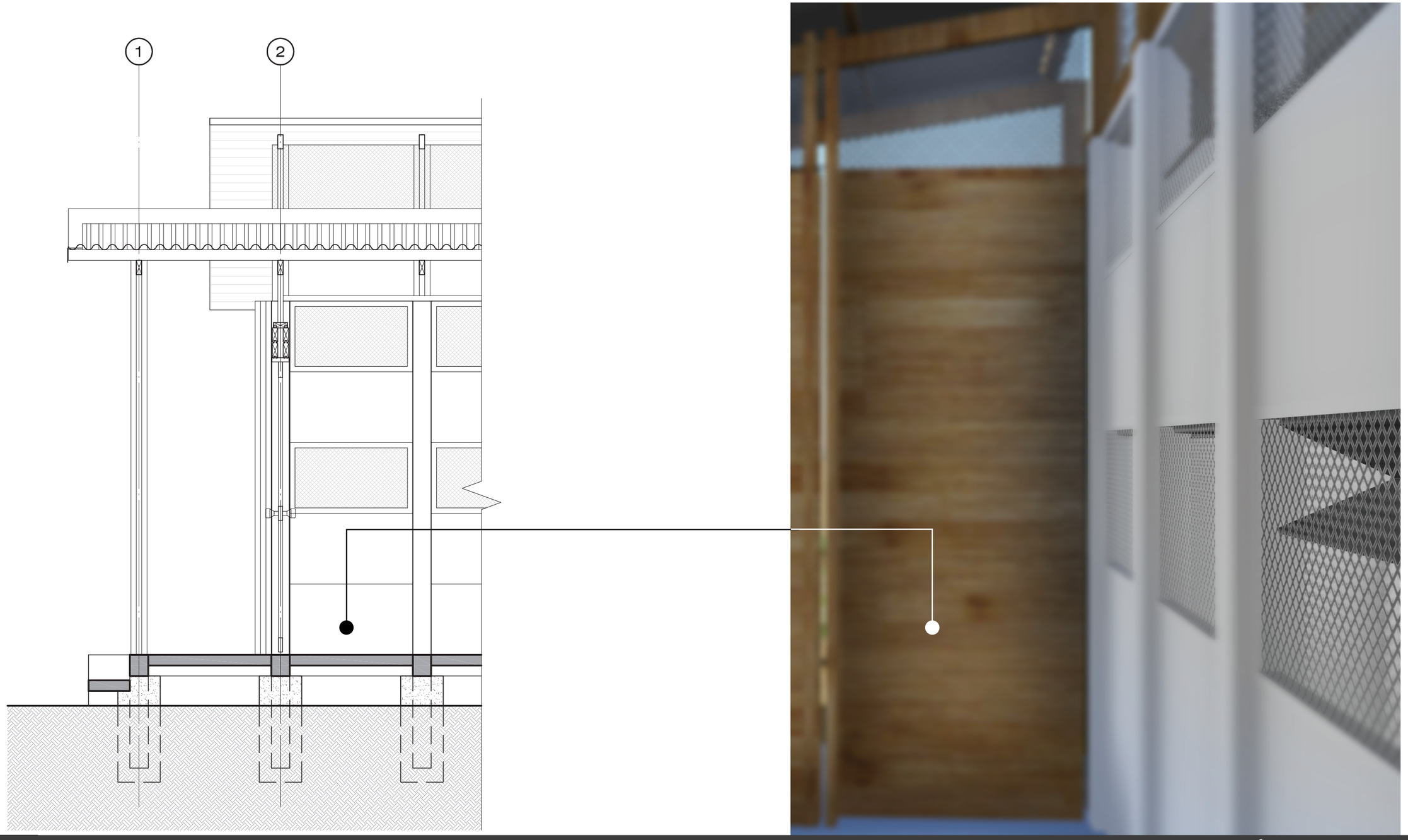
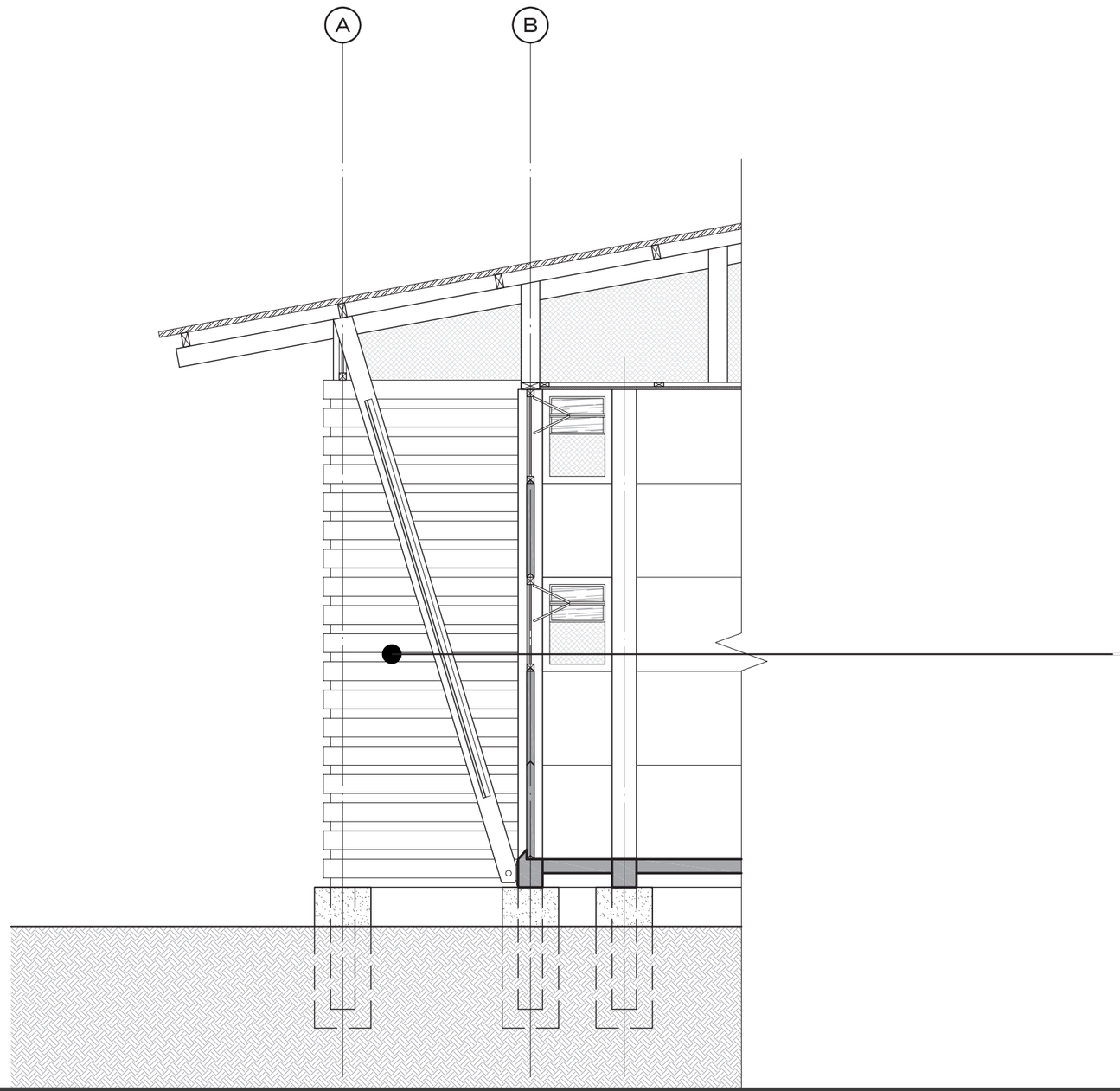


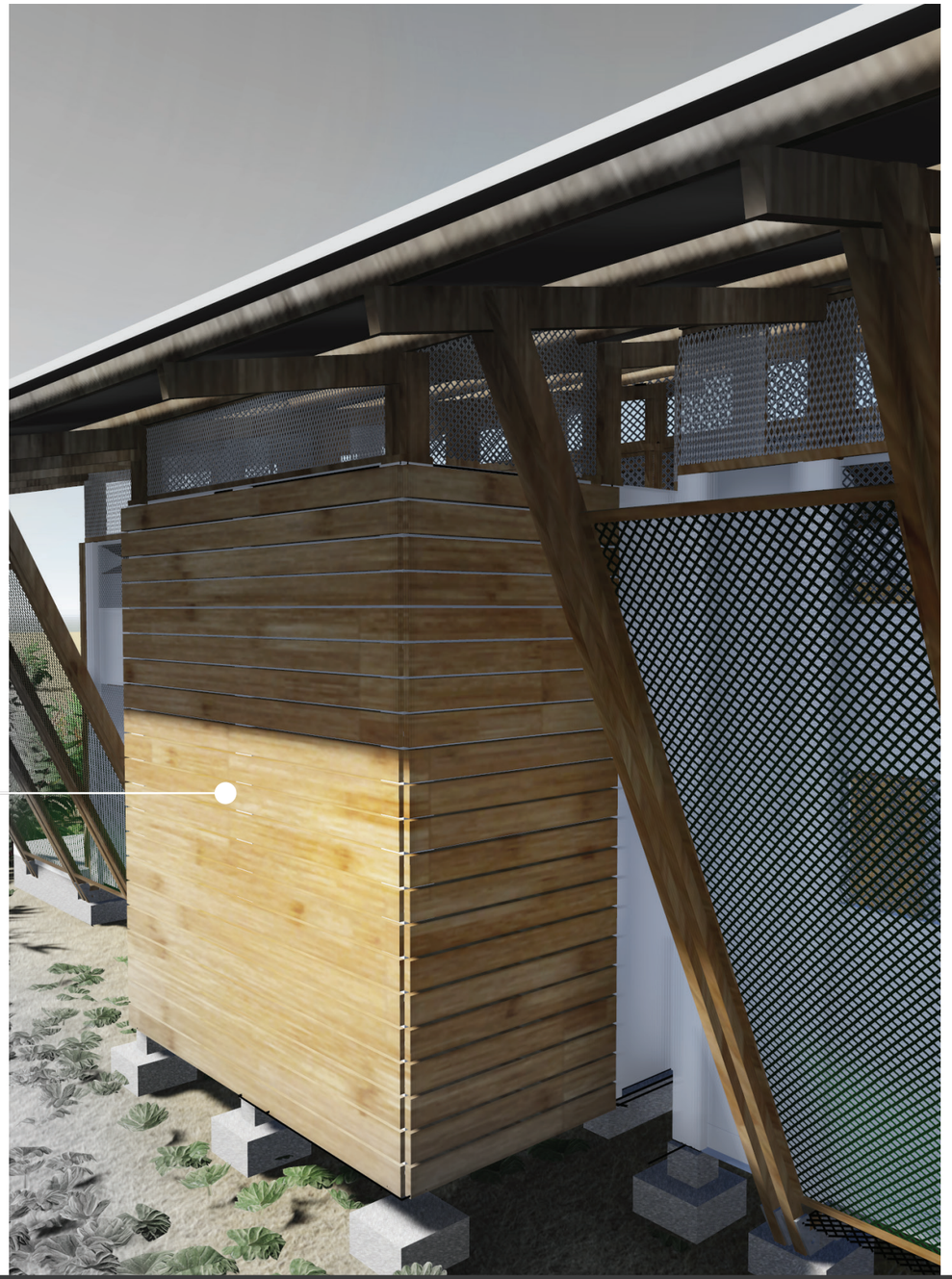
Imagen 7.52: Vista Sur de la vivienda optimizada.
Realizado por el autor.



7.15 SECCIÓN DE PARED W1

Imagen 7.53: Sección de la pared W1, modelo optimizado. Realizado por el autor.





7.15.1 SECCIÓN DE PARED W2

Imagen 7.53: Sección de la pared W2, modelo optimizado. Realizado por el autor.

VISTA NORTE

Imagen 7.54: Vista Norte de la vivienda optimizada.
Realizado por el autor.

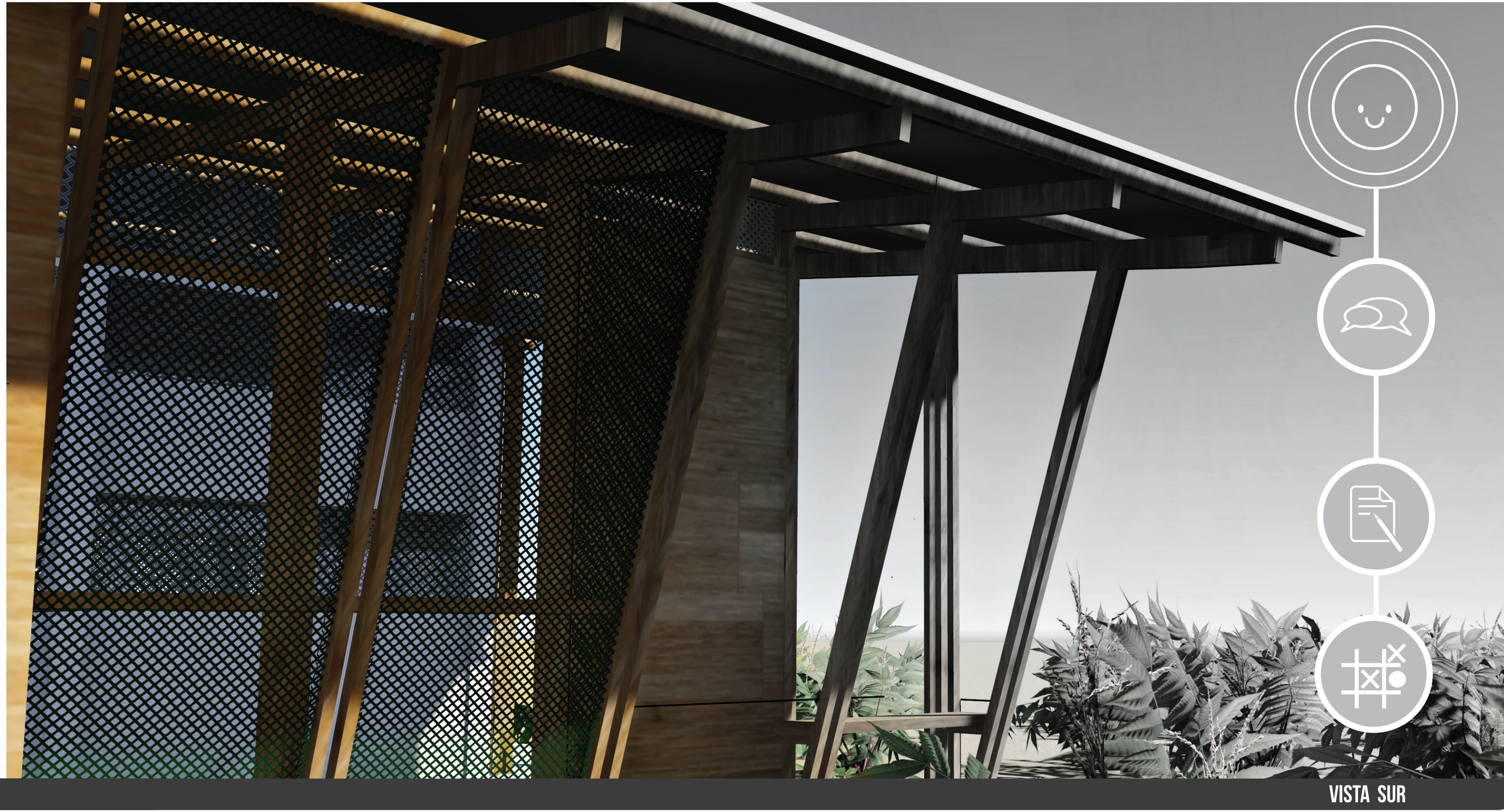
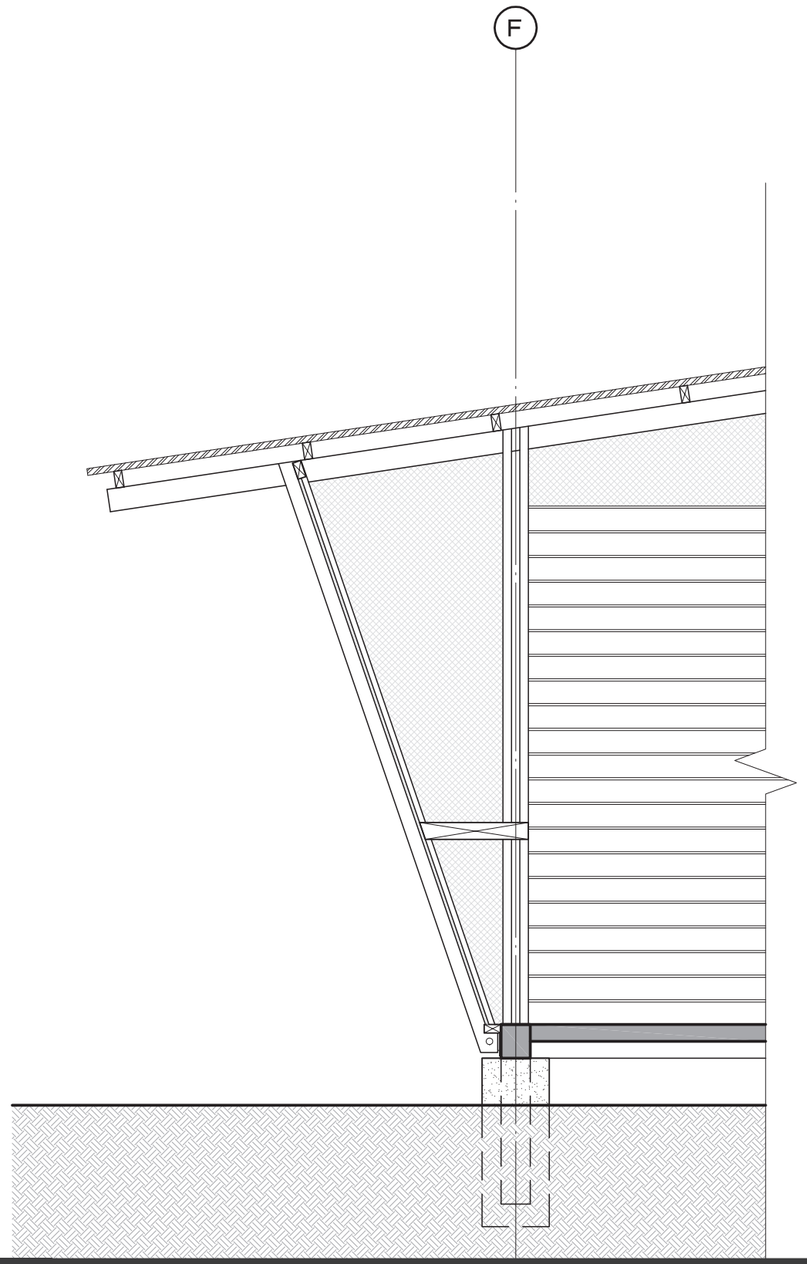
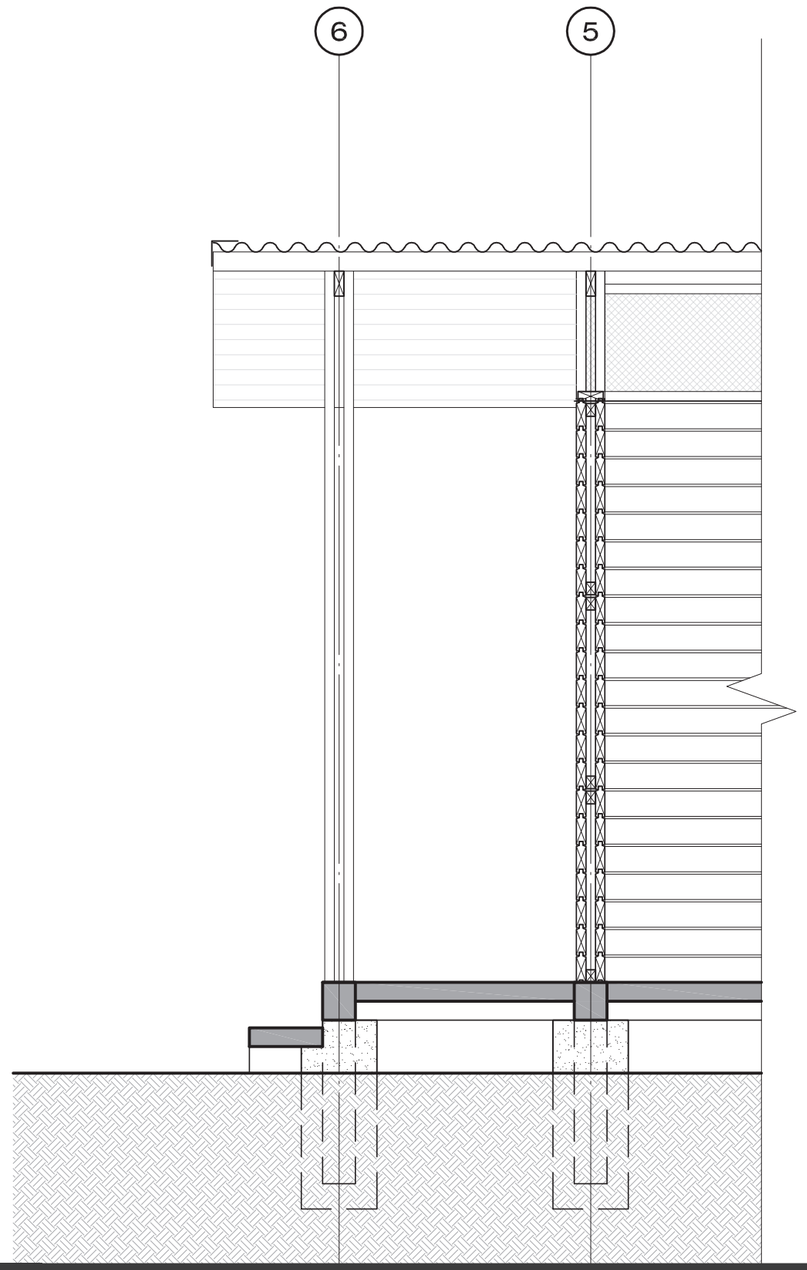


Imagen 7.54: Vista Fachada Sur de la vivienda optimizada. Realizado por el autor.



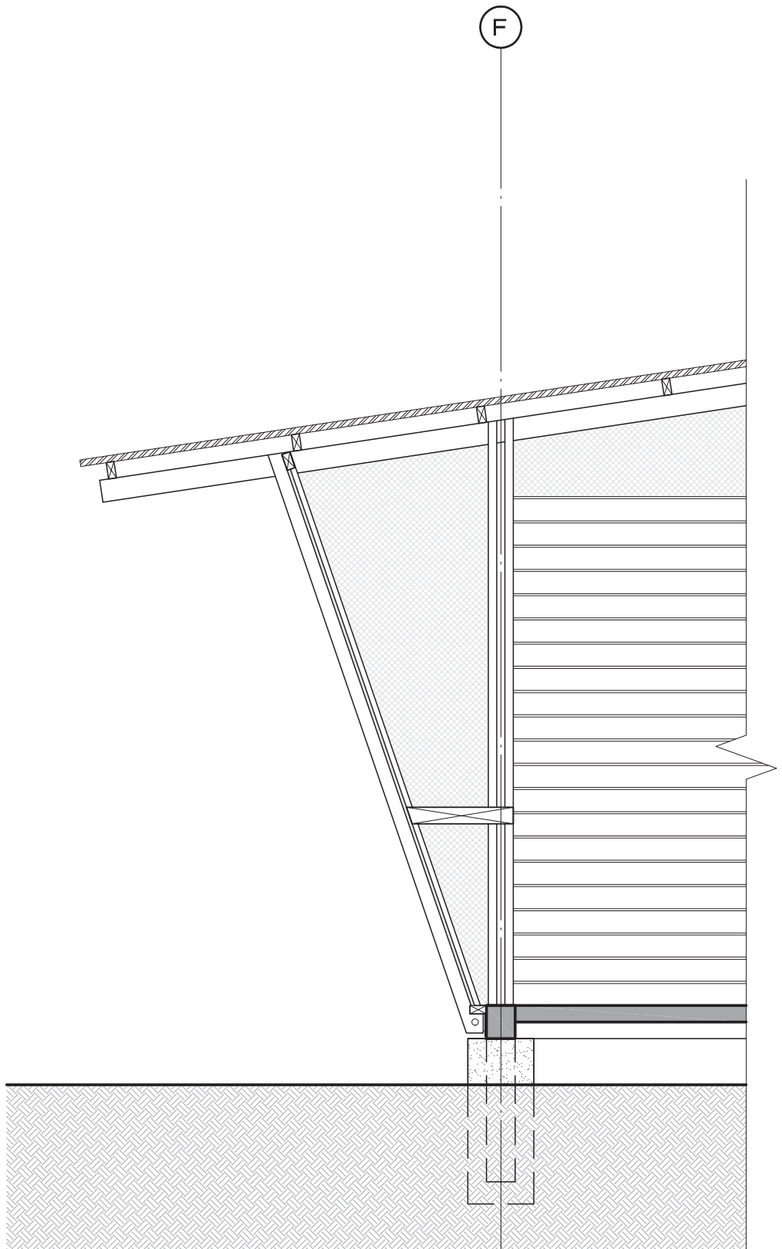
7.15.2 SECCIÓN DE PARED W3

Imagen 7.55: Sección de la pared W3, modelo optimizado. Realizado por el autor.



7.15.3 SECCIÓN DE PARED W4

Imagen 7.56: Sección de la pared W4, modelo optimizado. Realizado por el autor.



7.15.4 SECCIÓN DE PARED W5

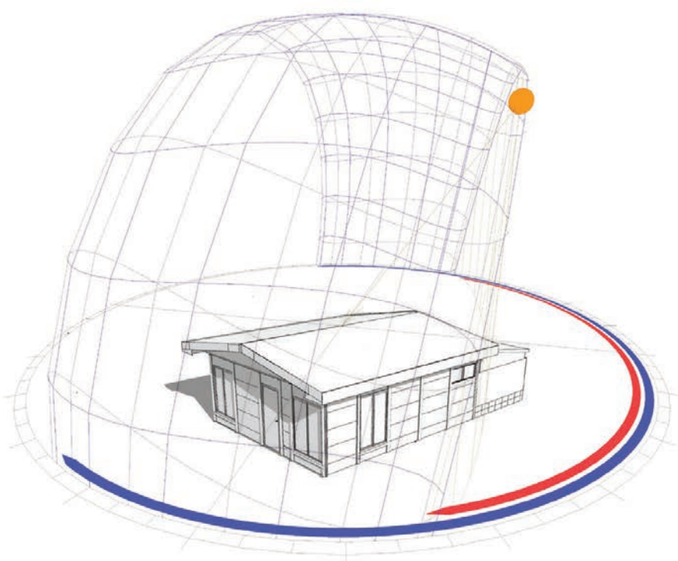
Imagen 7.57: Sección de la pared W5, modelo optimizado. Realizado por el autor.

7.16 ESTUDIO COMPARATIVO DE SOMBREAMIENTO EN LAS FACHADAS POSTERIOR AL DISEÑO DE LA ADAPTACIÓN Y OPTIMIZACIÓN DE LA VIVIENDA

La vivienda actual presenta altos niveles de temperatura y humedad en su interior tal como se demostró en la investigación, a su vez sus fachadas son expuestas de manera directa a la influencia de la radiación por lo que esto afecta de manera directa las condiciones de confort al interior de la misma.

La adaptación se presenta como la respuesta a la necesidad de aumentar los niveles de confort presentes en la actualidad. Se observa que mediante la implementación de estrategias pasivas, tal como se describe en el documento, ser reduce considerablemente la incidencia directa de la radiación solar sobre las fachas. Esto elevando los niveles de confort al interior de la vivienda, asimismo la implementación de otras estrategias como la ventilación cruzada y masa térmica en el cielo, abogan a reduce el impacto del clima sobre la vivienda

Mediante el diseño de la optimización de la vivienda se logra demostrar que a partir del adecuado empleo de los materiales y la configuración de la envolvente y el espacio, se puede proteger la vivienda de la influencia de las condiciones bioclimáticas, tales como la protección de soleamiento y el control de la ventilación que ingresa a la vivienda, disipando el calor y generando ventilación cruzada en las horas pertinentes del día.



Diseño original -Proyección de sombras
21 de diciembre 3:30pm

Imagen 7.58: Diseño original -Proyección de sombras 21 de diciembre 3:30pm. Realizado por el autor.

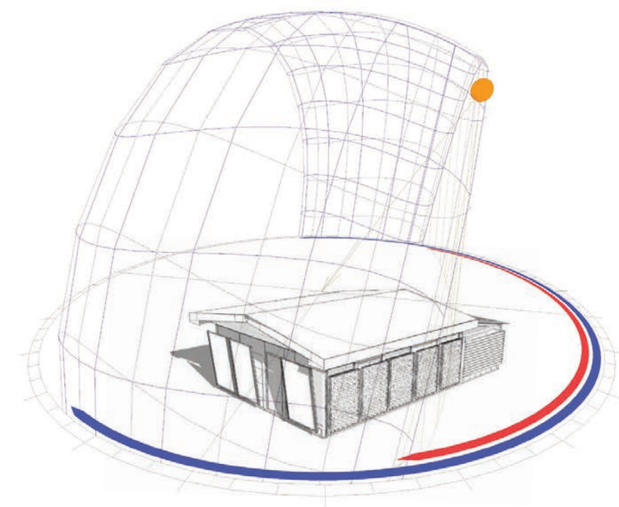


Imagen 7.59: Diseño adaptado -Proyección de sombras 21 de diciembre 3:30pm. Realizado por el autor.

Diseño adaptado -Proyección de sombras
21 de diciembre 3:30pm

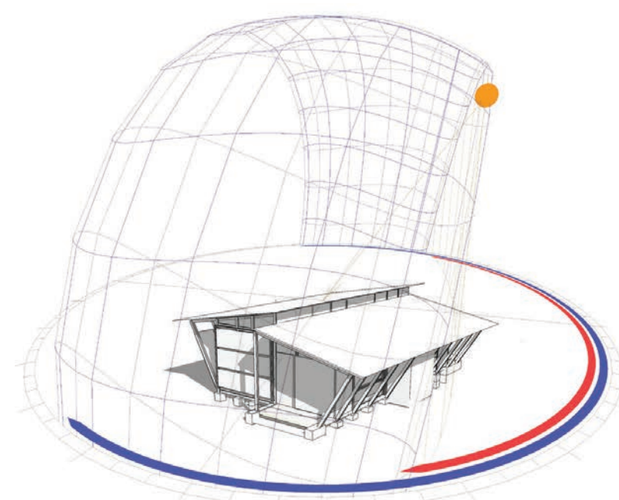


Imagen 7.60: Diseño optimizado-Proyección de sombras 21 de diciembre 3:30pm. Realizado por el autor.

Diseño optimizado-Proyección de sombras
21 de diciembre 3:30pm

8. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

8.1 CONCLUSIONES

En esta etapa final de la investigación se retoma la pregunta general sobre cómo debe de realizar el proceso de adaptación y optimización de una vivienda de interés social y como este abordaje debe llevar a una respuesta integral a nivel de diseño.

Pretende evidenciar las condiciones actuales de una vivienda prefabricada de interés social a partir del análisis realizado tanto en la cotidianidad de la familia que habita la vivienda como la respuesta de la materialidad de la vivienda. De esta manera mostrar la respuesta bioclimática de la vivienda antes las condiciones presentes en el contexto.

8.2 EL VALOR DE LA INVESTIGACIÓN MIXTA

La experiencia de la investigación cualitativa en la que la metodología de análisis participativo tiene lugar, permite nutrirse de la realidad, de la experiencia en el contacto con la dinámica diaria de una familia que habita una vivienda de interés social. El aprender de ellos, reconocer sus necesidades, dejar de lado el rol de estudiante, y volverse un miembro más de la familia. Gracias a esto se difumina la barrera social presente al inicio de la primera sesión, en la que un estudiante de la capital era el que llegaba a realizar una investigación con una familia que nunca había estado en dicha capital. Al final del proceso esas barreras no existen. Ahora ellos conocen como se vive en la capital a través de mi persona y yo conozco como se vive en una vivienda de interés social en un área rural gracias a ellos. Se valora la importancia de lograr cristalizar lo aprendido en la academia a través del contacto con esta realidad.

El reconocer la dinámica de la familia al realizar sus actividades diarias en la vivienda permite entender el modo de uso de la vivienda y como estas actividades se ven influenciadas por las condiciones climáticas.

La investigación cuantitativa, la que requirió la medición de las condiciones de temperatura y humedad en la vivienda así como el análisis exhaustivo de las condiciones presentes en la zona de vida a nivel macro y en el entorno inmediato a la vivienda complementan este criterio y lo fortalecen, validándose entre sí, ambos enfoques, tanto lo cualitativo valida lo cuantitativo como viceversa.

El análisis desde el enfoque mixto toma valor al realizar un acercamiento de diseño tanto a nivel de adaptación como a nivel de optimización de la vivienda, ya que permite un criterio integral para lograr la integración del objeto arquitectónico a su contexto específico reflejándose en esto el aumento de las condiciones de confort.

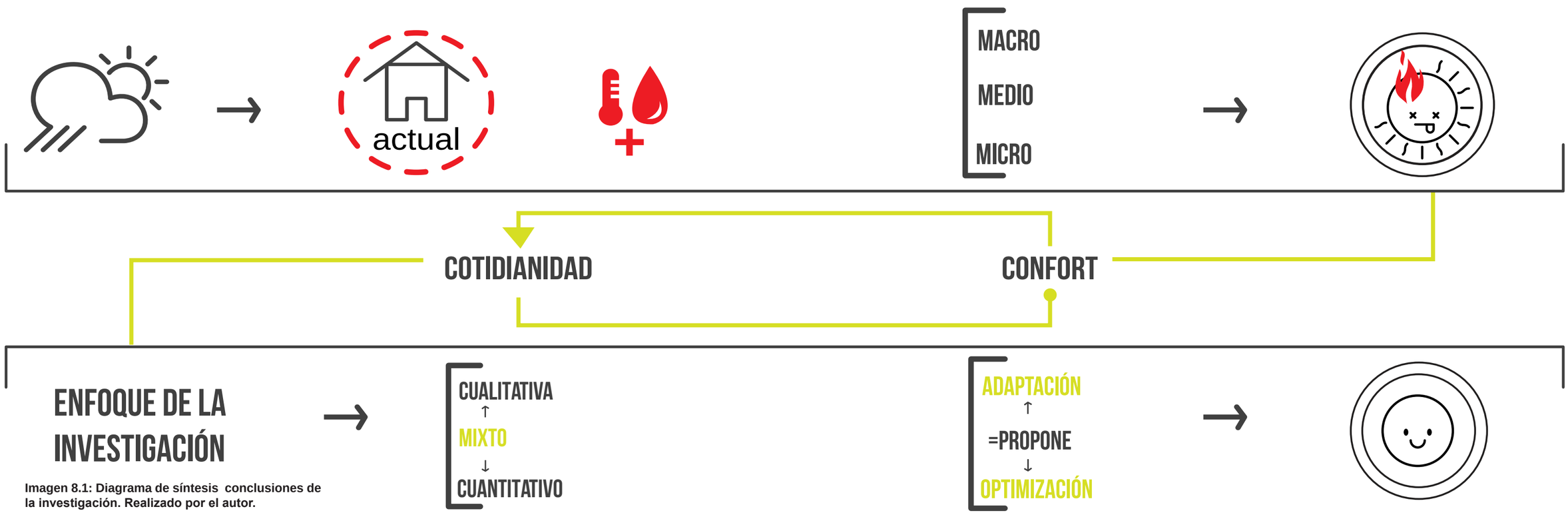


Imagen 8.1: Diagrama de síntesis conclusiones de la investigación. Realizado por el autor.

8.3 EVALUACIÓN DESDE EL INVESTIGADOR

Evaluación desde el investigador

En el siguiente apartado se describe los factores que llevaron al éxito del proceso participativo con la familia, así mismo algunos factores que en el camino debieron de ser superados para garantizar el éxito de la investigación.

8.3.1 Fortalezas

Previo conocimiento de la problemática: El haber realizado durante el periodo previo al inicio de la investigación el trabajo comunal universitario en Volcán de Bueno Aires permitió un reconocimiento amplio de la problemática de confort presente en las viviendas prefabricadas, así como la creciente utilización de este modelo de vivienda de interés social en la zona.

Interacción previa con la comunidad:

La relación personal desarrollada por el investigador durante esta etapa previa al inicio de la investigación con los principales líderes comunales de Volcán permitió la localización de una vivienda con las condiciones requeridas para el análisis y desarrollo de la investigación.

Asesoría del Laboratorio de Arquitectura Tropical:

El contar con la asesoría del Laboratorio de Arquitectura Tropical de la Universidad de Costa Rica, enriqueció y fortaleció lo relacionado con el análisis y respuesta bioclimática de la vivienda, así mismo colaboraron con el préstamo de herramientas de medición las cuales fueron necesarias para el análisis cuantitativo de los parámetros climáticos.

Involucramiento de la familia desde el inicio:

El interés despertado en la familia desde el inicio de la investigación facilitó la relación con los mismos, y se fortaleció la relación investigador, familia, sesion a sesión, resultando en un proceso exitoso en el cual la familia se volvió parte fundamental del análisis de la influencia de las condiciones bioclimáticas sobre la vivienda.

Exposición académica de la investigación:

Durante el periodo de investigación, los resultados del proceso así como las experiencias vividas en cada sesión fueron compartidas con estudiantes de la Escuela de Arquitectura de la Universidad de Costa Rica, del curso de formulación de trabajos finales de graduación, quienes alimentaron con críticas constructivas y sugerencias el proceso realizado por el investigador. Así como la discusión del abordaje metodológico participativo como alternativa en la optimización de la vivienda, permitió al investigador mostrar lo realizado y contar con un criterio amplio, gracias al aporte de estudiantes y docentes de la Escuela.

8.3.2 Limitaciones

Lejanía de la vivienda: La vivienda se ubica aproximadamente a 4 horas y media de viaje desde San José, y para trasladarse se requiere de transporte, ya sea bus publico o automóvil.

Logística de las sesiones:

Debido a la lejanía de la vivienda se debía contar con un lugar para dormir el día que se realizaba la sesión, por lo que en ocasiones debió buscarse otro lugar que no fuera la vivienda ya que la familia no iba a estar presente durante todo el día o no contaban con el espacio para albergar al investigador. Por la tanto la logística de cada sesión incluir las comidas, el transporte y la estadía. Aumentando los costos económicos para el investigador.

Dificultad de comunicación:

Durante el periodo en que el investigador no se encontraba realizando las sesiones, la comunicación con la familia resulto complicada, ya que los mismos no cuentan con Internet ni con teléfono fijo, por lo que las llamadas al celular de uno de los miembros eran la única manera de comunicarse con la familia, y debido a la lejanía de la vivienda en muchas ocasiones no contaban con señal, por lo que la coordinación de las sesiones requirió de previo planeamiento con al menos dos semanas de anticipación.

Optimización de las herramientas participativas a lo largo del proceso:

Inicialmente no se contaba con el conocimiento de el lenguaje empleado por la familia ni se tenía conocimiento sobre su nivel de escolaridad, por lo que las herramientas iniciales debieron ser optimizadas durante el proceso de sesiones ya que no todos los miembros de la familia sabían leer y escribir.

8.4 RECOMENDACIONES PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE LA METODOLOGÍA PARTICIPATIVA

Para la implementación de una metodología participativa en el análisis y desarrollo de una investigación similar en las distintas zonas de vida del país debe tomarse en cuenta lo siguiente.

Selección de la familia: Para elegir la familia con la que se va a realizar el proceso debe seleccionarse una familia que refleje las características del resto de familias pertenecientes a la localidad.

En el caso de Volcán se eligió una familia que reflejaba las características promedio de una familia en la localidad, así mismo como la composición de la misma debe reflejar el parámetro de los distintos usuarios que habitan la zona.

Fase de Contacto: Para la primera etapa debe contarse con un resumen de la investigación a desarrollar para ser mostrado a la familia con la que se va a realizar la misma. Debe indicársele de manera clara los alcances de la investigación y el rol que ellos van a desempeñar en la misma.

Fase de Sesiones: Durante la fase de sesiones el investigador deberá planear cada una de las sesiones, las cuales pueden contar con temáticas similares a las realizadas para Volcán, así mismo pueden replicarse las herramientas utilizadas en el proceso de esta investigación, sin embargo, deberán adaptarse a las características de las familias con las cuales se implementen, debido a que el nivel de escolaridad el lenguaje empleado y los factores climáticos varían según cada zona de vida.

8.5 RECOMENDACIONES GENERALES

8.5.1 Para los talleres de Diseño UCR

Debe realizarse una revisión a los programas de los talleres de diseño de manera que estos generen un acercamiento del estudiantado hacia las necesidades de la sociedad costarricense actual, que es en definitiva quien habita y vive la arquitectura.

Deben promoverse las discusiones abiertas sobre los temas de vivienda, y las soluciones que actualmente se implementan en el país. Incentivar de esta manera a los estudiantes a que cuenten con su propio criterio sobre la situación actual del país y mediante las herramientas que les brinda la escuela pueda aportar nuevas soluciones.

Debe infundirse en los estudiantes desde los talleres tempranos, el sentido social de la arquitectura, mediante conversatorios, proyectos, o charlas las cuales promuevan los valores intrínsecos de la carrera, para que estos al finalizar el paso por la academia cuenten con el criterio necesario para realizar aportes a la sociedad desde su rol de arquitectos.

Se deben incentivar metodologías de análisis y diseño participativas las cuales pongan al estudiante de cara a las situaciones que enfrenta el país actualmente y que de esta manera puedan abordar estas problemáticas desde una perspectiva distinta para que las respuestas de diseño que brinden cuenten con un criterio más humano y real.

8.5.2 Para el laboratorio de Arquitectura Tropical UCR

Se debe continuar con la labor de concientizar a los estudiantes a través del Laboratorio de Arquitectura Tropical (LAT), sobre la influencia del clima en el desarrollo de obras y proyectos arquitectónicos, ya que vivimos en un país donde contamos con variedad de zonas de vida las cuales deben contar con parámetros de diseño distintos.

Se debe continuar instruyendo e invitando a los miembros de la comunidad estudiantil a hacer uso de las herramientas y del espacio físico del laboratorio y de esta manera incentivar la investigación al momento de plantear sus proyectos ya sea de talleres de diseño como proyectos de graduación.

Se debe retomar lo planteado en este proyecto final de graduación a modo de investigación, para poder replicar el mismo proceso en las demás zonas de vida, ya sea a nivel de los cursos finales de taller o a nivel de seminario de graduación. Esto con el fin de dar seguimiento a esta investigación.

8.5.3 Para las intuiciones encargadas de desarrollar la vivienda social en el país

La vivienda de interés social debe ser resuelta de manera que responda no solo a las necesidades de las personas que las van a habitar sino a las condiciones climáticas presentes en la zona de vida donde se implementan.

Ante todo debe procurarse brindar una solución que promueva el confort y la calidad de vida de las familias que van a hacer uso de las viviendas y no implementar las viviendas como una respuesta genérica.

Deben realizarse una investigación a fondo sobre la materialidad de baldosa prefabricada que se utiliza actualmente, justificar su uso y evaluar la posibilidad de darle paso a la articulación de este sistema con materiales de bajo costo que den soporte al confort en la vivienda.

Se deben repensar los procesos de generación de la vivienda en cada una de las zonas de vida del país, mediante la utilización de la metodología de análisis y diseño participativa utilizada en esta investigación. De manera que las soluciones que se brinden, realmente respondan a las necesidades de las personas que habitan la vivienda en cada una de estas zonas.

8.6 HACIA EL CONFORT EN LA VIVIENDA DE INTERÉS SOCIAL A TRAVÉS DEL DISEÑO

8.6.1 Materialidad

8.6.2 Condiciones del sistema prefabricado actual

Se determinó que el sistema de la baldosa utilizado actualmente en las viviendas prefabricadas de interés social en la zona del bosque húmedo tropical específicamente en la localidad de Volcán de Buenos Aires de Puntarenas, no mitiga las altas temperaturas presentes en la zona por lo que en el interior de la vivienda no se perciben las condiciones de confort necesarias para la realización de las actividades cotidianas. Esto se debe al poco espesor con el que cuenta la baldosa, únicamente 6cm, por lo que la incidencia de radiación solar aunado a las altas temperaturas y humedad presentes en esta zona de vida, se introducen rápidamente al interior de la vivienda.

8.6.3 Articulación de materiales con la baldosa prefabricada actual

Debido a que en la actualidad el sistema de baldosas y columnas prefabricadas se encuentra arraigado en el mercado nacional y cuenta con el respaldo de los principales gestores sociales y económicos de la vivienda de interés social en el país, se implementa una estrategia de utilización de materiales de bajo costo articulados con el sistema actual.

Esta estrategia introduce una nueva alternativa de utilización de la baldosa prefabricada, con el fin de aumentar los niveles de confort en la vivienda.

La incorporación de materiales de bajo costo articulados con la materialidad de baldosa prefabricada actual, propicia el desarrollo de procesos constructivos sustentables económica, ambiental y socialmente, con la intención de generar mayores condiciones de confort al interior de la vivienda respetando la cantidad de metros cuadrados y sin aumentar el presupuesto actual. De igual manera pretende involucrar y despertar el interés en las instituciones que actualmente utilizan el sistema de baldosas prefabricadas, de manera que se introduzca esta alternativa de forma gradual, invitando a una transición en el modo de utilizar la materialidad de la vivienda, y permitiendo la posibilidad de que un futuro se implemente en mayor porcentaje materiales alternativos.

Para que estos procesos se lleven a cabo de manera exitosa debe existir un previo análisis de las condiciones de la zona de vida donde se implementa la vivienda, reconociendo así materiales que se encuentran en la zona y que pueden ser empleados.

La madera como alternativa

La introducción de la madera en la propuesta de optimización responde a que esta es un material que utilizado de manera correcta brinda protección y masa térmica a la envolvente de la vivienda. Así mismo puede ser previamente elaborada a nivel de cerramientos y paneles para únicamente llegar a ser ensamblada en obra, lo cual aumenta la eficiencia del sistema constructivo, y propicia la modulación adecuada evitando así desperdicios de material en sitio.

En el diseño de la optimización implementa la madera de pino radiata, la cual debe de estar seca al 12%. La misma es utilizada en la optimización en cerramientos y en las cerchas de la estructura de la cubierta, y es diseñada con la intención de que pueda resultar eficiente su traslado y ensamblaje en obra. Todo esto con el fin de que resulte rentable y se genere una sistematización en la producción, tal como existe actualmente con la baldosa prefabricada.

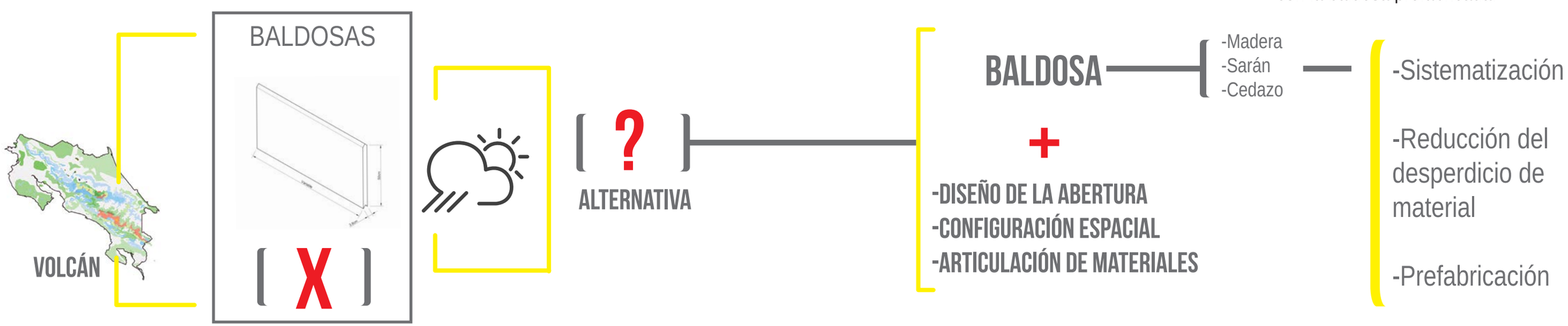


Imagen 8.2:Diagrama síntesis conclusiones materialidad. Realizado por el autor.

8.7 VISIÓN DEL ROL DEL ARQUITECTO

Visión del rol del arquitecto

Parte fundamental de esta investigación se basó en visibilizar una problemática en la vivienda de interés social en el país, la misma como se ha repetido en reiteradas ocasiones en la investigación está siendo implementada de manera genérica en las distintas zonas de vida el país. Sin embargo no se pretende abordad únicamente la problemática desde el sentido de visibilizar la misma sino que también se pretende generar un consciencia sobre esta problemática y poner sobre el tapete la labor que realizan los arquitectos actualmente para mejorar estas condiciones presentes en la vivienda, ya que como se mostró en la investigación influyen directamente en las actividades diarias de las personas que habitan las viviendas.

Debe de existir un sentido social en los profesionales que nos integramos recientemente al ejercicio de las labores como arquitectos, no se debe ver el ejercicio de la arquitectura como una aspiración individual, sino más bien como una oportunidad de aportar soluciones a las necesidades colectivas presentes en nuestras comunidades, mediante todo el conocimiento aprendido durante los años en la academia.

Deben existir valores arraigados en los nuevos profesionales arquitectos como: la solidaridad, el cooperativismo, la fraternidad, la responsabilidad social, todo esto de manera que se entienda la profesión como una oportunidad de aportar nuevas alternativas a las solucione s previamente establecidas, siempre con el fin de mejorar las condiciones de vida de las personas que habitan en este caso las viviendas de interés social.

Es necesario que los nuevos arquitectos que nos incorporamos, aun reconociendo los límites de la disciplina, vayamos más allá, aventurándonos en nuevos procesos metodológicos que nos exijan desplegarnos y relacionarnos con otras disciplinas así como tener contacto con la realidad para la cual vamos a generar respuestas desde el diseño u investigación, esta es la única manera de responder de manera integral y sincera a las necesidades y retos que actualmente se nos plantean desde el ámbito de la vivienda de interés social en nuestro país.

Imagen 8.3: Esquema síntesis rol del arquitecto. Realizado por el autor.

8.8 REFLEXIONAR SOBRE EL DISEÑO DEL MODELO DE VIVIENDA ACTUAL

El reflexionar sobre el diseño de la vivienda actual es parte fundamental de lo que pretende esta investigación, despertar en las personas que lean este documento y en todas aquellas que han formado parte de este proceso de investigación un criterio sobre la respuesta actual de la configuración y diseño de la vivienda ante las condiciones climáticas presentes en la zona de vida que se aborda.

Pretende demostrar como mediante un diseño óptimo, la vivienda puede brindar un mayor confort a sus habitantes, sin significar esto una inflación en las dimensiones, costos o materiales utilizados en el modelo de vivienda actual. Es así que es pertinente realizar la pregunta:

¿Por qué toma valor el tema de una optimización del modelo de vivienda prefabricada de interés social actual?

Porque este es realizado a partir del análisis mixto mencionado anteriormente y porqué el mismo responde a una necesidad real de elevar los niveles de confort actuales, considerando las condiciones climáticas específicas presentes en el contexto.

8.9 IMPLEMENTACIÓN DEL MODELO PLANTEADO EN ESTE DOCUMENTO

Generar respuestas que respondieran a la realidad, fue el reto inicial al asumir esta investigación. Tanto el modelo de adaptación como el modelo de implementación pretenden ser coherentes con esta realidad analizada, por lo que su diseño resulta de las necesidades y hallazgos arrojados a lo largo del documento.

A través del diseño se logra demostrar que el adecuado empleo del material, así como la óptima articulación del espacio interno de la vivienda con la envolvente, puede generar soluciones que mitiguen el impacto de las condiciones del clima sobre la vivienda. A continuación se muestra el análisis de soleamiento realizado a las tres viviendas con el fin de ilustrar esta aseveración.

8.10 MAPA DE POSIBLES UBICACIONES DE LA VIVIENDA

Finalmente se muestra un mapa de los sitios del país que cuentan con condiciones similares y en donde puede ser implementado el diseño óptimo.

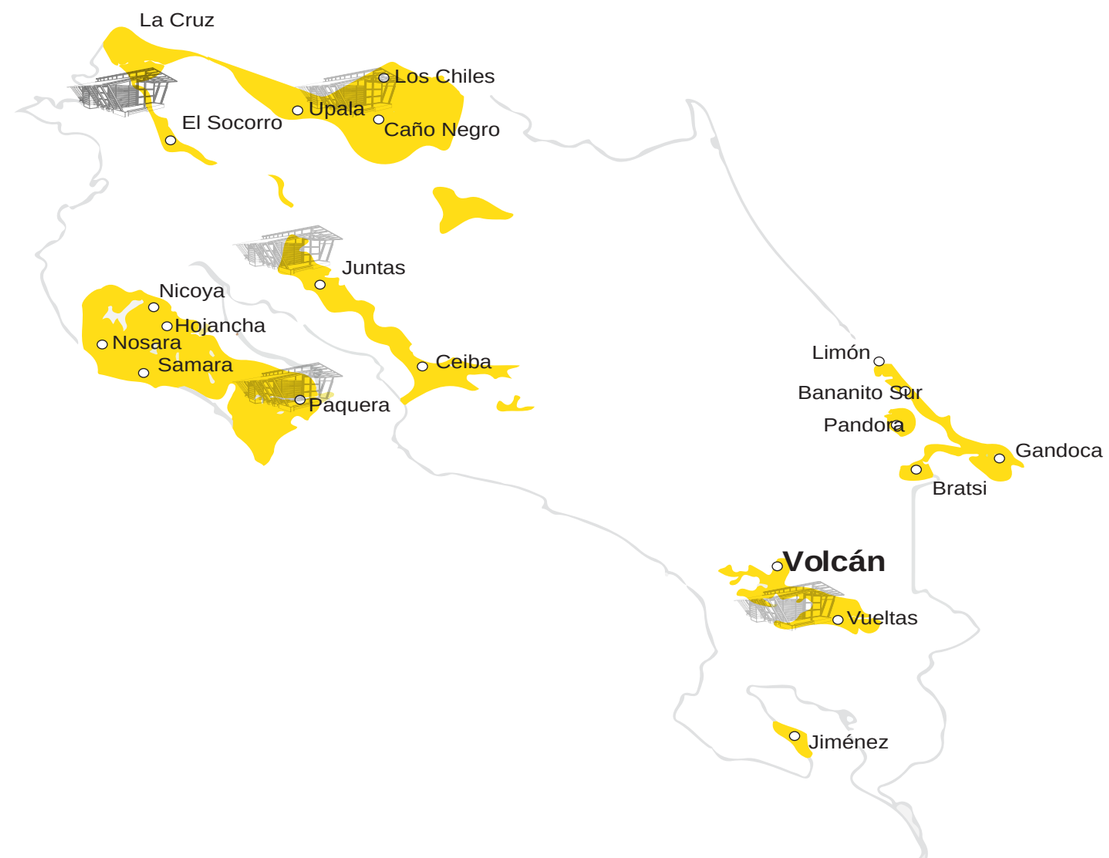


Imagen 8.4: Mapa de ubicación de la zona de vida del bosque húmedo tropical según Holdrige. Realizado por el autor.

BIBLIOGRAFÍA

Alvarado, Lusmidia; García, Margarita. (2008) Características más relevantes del paradigma socio-crítico: su aplicación en investigaciones de educación ambiental y de enseñanza de las ciencias .Doctorado de Educación del Instituto Pedagógico de Caracas Sapiens, Vol. 9, Núm. 2, pp. 187-202 Universidad Pedagógica Experimental Libertador Venezuela.

Anselm Strauss, Juliet Corbin. (2002) Bases de la investigación cualitativa: técnicas y procedimientos para desarrollar la teoría fundamentada. Universidad de Antioquia. Colombia.

Bustamante. Waldo (2009) Guía de diseño para la eficiencia energética en la vivienda social . Ministerio de Vivienda y Urbanismo. División Técnica de Estudio y Fomento Habitacional (minvu) y Programa País de Eficiencia Energética (cne). Santiago. Chile

Coipe. Manuel, Enet.Mariana, García. Lourdes, Osorio. Daniela , Oliveras. Rosa (2004) La participación en el diseño urbano y arquitectónico en la producción social del hábitat. CYTED México, DF.

Grünewald. François, Levy. Karla(2003) La participación de la población afectada por las crisis en los programas de acción humanitaria. Manual práctico Versión preliminar. Groupe Urgence Réhabilitation Développement (Groupe URD) Charlotte Dufour, . Overseas Development Institute, Londres.

Maturana R., Humberto (1975) , The organization of the living: a theory of the living organization, of Man Machiene Studies, vol. 7,313-332.

Mejía, J. (2004) Sobre la investigación cualitativa. Nuevos conceptos y campos de desarrollo. Revista Investigaciones Sociales. AÑO VIII N° 13, pp. 277-299 [UNMSM / IIHS, Lima.

Mondelo, Pedro. (1999). Ergonomia: confort y estrés térmico. Ediciones UPC. Montaner, Josep Maria; Muxí, Zaida D; Falagán, David.(2011) Herramientas para habitar el presente, la vivienda del siglo XXI. Universidad Politécnica de Cataluña, Barcelona.

Neila Gonzalez Javier. F. (2004). Arquitectura bioclimática en un entorno sostenible. Editorial Munillaleria.

Olgyay, V. (1998) Arquitectura y Clima: Manual de Diseño Bioclimático para arquitectos y urbanistas. Barcelona, España: Editorial Gustavo Gili.

Porras, J. (2011) Diseño de la envolvente y sus implicaciones en el confort Higrotérmico. San Pedro, Sede Rodrigo Facio.

Porras, J. (2012) Guía de Estrategias Pasivas de Diseño Bioclimático para alcanzar el confort Higrotérmico en Espacios Educativos. San Pedro, Sede Rodrigo Facio.

Porras, J. (2013) Guía de Diseño Bioclimático según la clasificación de zonas de vida de Holdrige. San Pedro, Sede Rodrigo Facio.

Popkewitz, T. (1988). Paradigma e ideología en investigación educativa. Las funciones sociales del intelectual. Madrid: Mondadori.

Ugarte, J. (2007) Guía Bioclimática: Construir con el clima. Costa Rica: Instituto de Arquitectura Tropical.

Sanabria, V. D. (2006). Personalizacion e industralizacion de la vivienda mediante el diseno de modulo habitacional . San Pedro, Sede Rodrigo Facio

Sancho.S. Andrea (2013) Re+Adaptar, Uso de la simulación digital para reacondicionar bioclimáticamente edificios ya existentes. San Pedro, Sede Rodrigo Facio.

Sanoff. Henry, (2006) Multiple views of participatory design , The Journal of the Faculty of Architecture, Middle Eastern Technical University, volume 23.

Sanou, Ofelia. (2010) Guía de Arquitectura y paisaje, San José, Costa Rica.

Serra, Rafael.(1999) Arquitectura y climas. Editorial Gustavo gili.

Solano, J & Villalobos, R. (2005) Regiones y subregiones climáticas de Costa Rica. Instituto Meteorológico Nacional, San José, Costa Rica

Szkolay, Steven V. (2008) Introduction to architecture science, the basis of sustainable design. Editorial Elsevier. Reino Unido.

REFERENCIAS ELECTRÓNICAS

Arquitectura Vernácula: (3 de febrero 2014) <http://arquitecturavernacula.com/

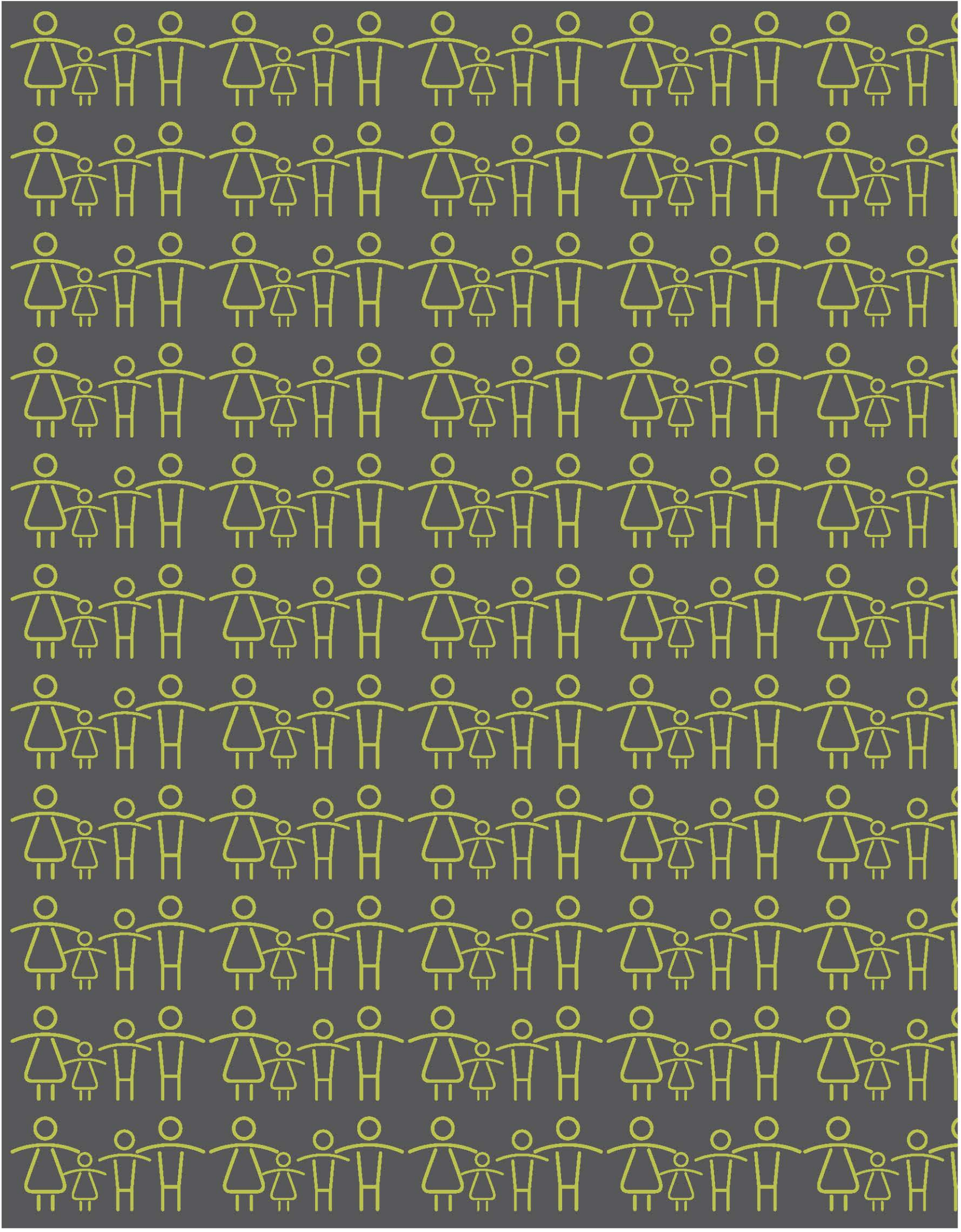
Diseño gráfico: <https://thenounproject.com

Datos climatológicos: <http://www.imn.ac.cr/educación /clima/costarica.html

Datos sobre las zonas de vida del país: Solano Johnny , Villalobos Roberto. Instituto Meteorológico Nacional. (9 de enero, 2014) “Regiones y Subregiones Climáticas de Costa Rica” Archivo PDF http://www.imn.ac.cr/publicaciones/estudios/Reg_climaCR.pdf

Creación de nuevas soluciones de vivienda de bajo costo: <http://www.urd.org/The-Global-study-on-Consultation (learning and innovating to improve crisis response)

<http://www.alnap.org/ Strengthening Humanitarian Action

Metodología de diseño participativo:<http://issuu.com/disenocomplejoparticipativo/docs/la_participacion_en_el_dise_o_urbarq_en_la_producc

Productos de Concreto Pc, Sistemas prefabricados: <http://www.pc.cr/productos_prefa.php>