

T.Mon
711.42
M516
2014

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA
FACULTAD DE ARQUITECTURA



**Adecuación bioclimática de la vivienda modelo del residencial
Villas Lindora de la ciudad de Managua.**

Tesina para optar al título de arquitecto

Autor:

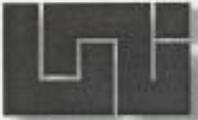
Br. José Oswaldo Mejía Baltodano

Tutor:

Arq. Ingrid María Castillo Vanegas

Mayo, 2014

Managua, Nicaragua



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
SECRETARIA ACADEMICA
FACULTAD DE ARQUITECTURA

SECRETARÍA DE FACULTAD

F-8: CARTA DE EGRESADO

El Suscrito Secretario de la **FACULTAD DE ARQUITECTURA** hace constar que:

MEJÍA BALTODANO JOSÉ OSWALDO

Carne: **2008-24061** Turno **Diurno** Plan de Estudios **2000** de conformidad con el Reglamento Académico vigente en la Universidad, es **EGRESADO** de la Carrera de **ARQUITECTURA**.

Se extiende la presente **CARTA DE EGRESADO**, a solicitud del interesado en la ciudad de Managua, a los veinte y seis días del mes de agosto del año dos mil trece.

Atentamente,



Arq. Javier Antonio Parés Barberena
Secretario de Facultad

Managua, 4 de Febrero de 2014.

Br. José Oswaldo Mejía Baltodano
Sus manos.-

Estimado Bachiller Mejía:

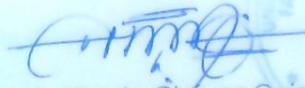
Por los deberes y obligaciones que me confiere la Ley 89 de Autonomía Universitaria, le notifico que su tema de tesina para optar al título de Arquitecto en la Modalidad Curso de Titulación "**Diseño Arquitectónico con Enfoque Bioclimáticos**" ha sido aprobado bajo el título "**Adecuación Bioclimática de la Vivienda Modelo del Residencial Villas Lindora de la Ciudad de Managua**".

A partir de su aprobación de acuerdo al Reglamento de Culminación de Estudios dispondrán de dos meses para la presentación de la tesina y a su vez cumplir con los requisitos de rigor de presentación del informe final (periodo comprendido del 4 de Febrero al 4 de Abril de 2014).

También se aprueba como tutora a la Arq. Ingrid Castillo Vanegas.

Deseándole éxitos en esta tarea, me despido de usted.

Atentamente



Arq. Luis Alberto Chávez Quintero
Decano
Facultad de Arquitectura



Arq. Ingrid Castillo Vanegas.-Tutora

Archivo.-

Lic. Claudia Elena Reynosa.-Delegada Administrativa

DEDICADO A:

Dios por ser el que me ha guiado en toda mi etapa universitaria, cada paso que he dado, cada vez que tropecé el me ayudo a levantarme y darme más fuerza.

Mis padres quienes han aportado su fuerza, dedicación, enseñanzas y sobre todo mucho cariño para lograr ser un profesional.

AGRADEZCO A:

Mis padres José Oswaldo Mejía Arancibia y Adela Baltodano Fonseca por haberme dado la mejor de las herencias y por todo su esfuerzo para lograr mi formación académica. También por cada gota de sudor derramada por el trabajo.
Los quiero mucho.

Mis hermanos por su cariño y apoyo en cada etapa de mi vida

Mis compañeros de carrera que me acompañaban en aquellas noches sin fin, cargadas de mucho empeño y dedicación con el fin de coronar esta carrera.

Mis maestros que forjaron en mí sus enseñanzas.

Ing. Jairo Pérez por apoyarme en el último paso de esta gran carrera y lograr la culminación de este trabajo.

Toda mi familia y amigos que estuvieron deseándome éxito en mi sueño que hoy se ha cumplido.

Índice

1. Introducción	1
1.1. Antecedentes	2
1.1.1. Históricos.....	2
1.1.2. Académicos	6
1.2. Justificación.....	6
1.3. Objetivos	7
1.3.1. General.....	7
1.3.2. Específicos	7
1.4. Marco teórico	8
1.4.1. Marco conceptual	8
1.4.2. Marco normativo.....	20
1.5. Hipótesis.....	21
1.6. Diseño Metodológico.....	21
1.6.1. Esquema metodológico	21
1.6.2. Cuadro de certitud metódica	23
1.6.3. Cronograma.....	24
2. Modelos Análogos	25
2.1. Casa MC-1	25
2.1.1. Descripción general	25
2.1.2. Conjunto	27
2.1.3. Zonificación	28
2.1.4. Análisis formal.....	29
2.1.5. Análisis funcional.....	30
2.1.6. Análisis constructivo	30
2.1.7 Análisis bioclimático.....	31
2.2. Viviendas sociales bioclimáticas en buenos aires	37
2.2.1. Descripción general	37
2.2.2. Conjunto	38
2.2.3. Zonificación	39
2.2.4. Análisis formal.....	40
2.2.5. Análisis constructivo	41
2.2.6. Análisis bioclimático.....	41
3. Análisis de sitio	43
3.1. Generalidades.....	43

Aspectos físicos – naturales	45
Generalidades	45
3.2.2. Vialidad	46
3.2.3. Uso de suelo	47
3.2.4. Equipamiento.....	47
3.2.5. Topografía.....	48
3.2.6. Flora	49
3.2.7. Paisaje.....	49
3.3. Aspecto climático.....	50
3.3.1. Generalidades	50
3.3.2. Temperatura	50
3.3.3. Humedad	50
3.3.4. Viento.....	51
3.3.5. Radiación.....	51
3.3.6. Iluminación.....	52
3.3.7. Precipitación	52
4. Diagnóstico	53
4.1. Descripción general	53
4.2. Conjunto	54
4.3. Zonificación	55
4.4. Análisis formal.....	56
4.5. Análisis funcional.....	57
4.6. Análisis constructivo	58
4.7. Análisis bioclimático.....	58
4.7.1 Generalidades	58
4.7.2. Ventilación.....	59
4.7.3. Iluminación.....	60
4.7.4. Mascaras de sombra.....	61
4.7.5. Análisis térmico	64
5. Propuesta de adecuación bioclimática	66
5.1. Generalidades.....	66
5.2. Lineamientos y criterios de diseño bioclimático	66
5.3. Programa arquitectónico	67
5.4. Herramientas para el análisis bioclimático.....	67
5.4.1. Climate consultant.....	67

5.4.2. Tablas Mahoney	68
5.5. Emplazamiento de conjunto	69
5.6. Zonificación	70
5.7. Análisis formal.....	71
5.8. Análisis constructivo y materiales propuestos.....	72
5.9. Análisis bioclimático.....	73
5.9.1 Generalidades	73
5.9.2. Control solar	74
5.9.3 Ventilación Natural	77
5.9.4. Iluminación natural	79
5.9.5. Análisis térmico	81
5.9.6. Muro verde	83
5.9.7. Techo verde.....	83
5.9.8. Captación de agua pluvial.....	84
5.9.9. Captación de energía solar	85
5.9.10. Tabla síntesis de estrategias bioclimáticas utilizadas	87
6.1. Recomendaciones	88
6.2. Conclusiones	88
6.3. Bibliografía	89

Índice de imágenes

Imagen 1 Esquema arquitectura Bioclimática	8
Imagen 2 Carta Bioclimática	10
Imagen 3 Confort Térmico humano.....	12
Imagen 4 Factores de la temperatura del aire.....	12
Imagen 5 Comparación Iluminación natural y Artificial	15
Imagen 6 Vista Exterior nocturna.....	25
Imagen 7 Micro localización.....	25
Imagen 8 Macro localización.....	25
Imagen 9 Localización	25
Imagen 10 vista interna sala-comedor	26
Imagen 11 Vista Exterior.....	26
Imagen 12 Vista Sala.....	26
Imagen 13 Zonificación Planta arquitectónica Segundo piso	29
Imagen 14 Fachada Casa MC-1 Formas puras y Transparencia	29
Imagen 15 Vista patio interno casa MC-1	30
Imagen 16 Seccion Longitudinal Casa Mc-1	30

Imagen 17 Fachada Lateral Casa MC-1	31
Imagen 18 Vista sala y terraza Casa MC-1	32
Imagen 19 Sección arquitectónica Transversal Casa MC-1	32
Imagen 20 Vista interna dormitorio principal Casa MC-1	33
Imagen 21 Vista Jacuzzi Casa MC-1	34
Imagen 22 vista terraza y piscina Casa MC-1	34
Imagen 23 Madera lisa	36
Imagen 24 volumetría vivienda	40
Imagen 25 Fachada noreste	40
Imagen 26 Corte por fachada	41
Imagen 27 Elevación arquitectónica	41
Imagen 28 Vista acceso al residencial Villas Lindora	44
Imagen 29 Farmacia Veterinaria Animal	44
Imagen 30 Localización Residencial Villas Lindora	46
Imagen 31 Trafico Carretera a Masaya.....	46
Imagen 32 Calle de Acceso a Urbanización.....	46
Imagen 33 Galerías Santo Domingo	47
Imagen 34 Colegio Centro América	47
Imagen 35 Plaza Comercial Veracruz.....	47
Imagen 36 Vista Áreas verdes de las viviendas del residencial	49
Imagen 37 vista área verde + arboles existentes	49
Imagen 38 Vista de conjunto del residencial	49
Imagen 39 Plano Residencial	53
Imagen 40 Planta Esquemática de la Vivienda	54
Imagen 41 Vista de terraza Vivienda modelo	54
Imagen 42 Plano de Conjunto.....	54
Imagen 43 Perspectiva Vivienda.....	56
Imagen 44 Análisis funcional Vivienda Modelo	57
Imagen 45 Etapa constructiva vivienda modelo	58
Imagen 46 Elevación Arquitectónica	58
Imagen 47 Perlines Metálicos	58
Imagen 48 Mascara de sombra Sala-Comedor y cocina.....	61
Imagen 49 Proyección de sombras 21 de Diciembre 3:00pm	61
Imagen 50 Mascara de Sombra Dormitorio 2.....	62
Imagen 51 Proyección de sombras fachada norte	62
Imagen 52 Mascara de Sombra Terraza.....	62
Imagen 53 Proyección de Sombras Área de terraza	63
Imagen 54 Mascara de sombra dormitorio principal.....	63
Imagen 55 sombras Fachada Norte.....	63
Imagen 56 Radiación solar fachada Oeste	64
Imagen 57 Planta Arquitectónica	64
Imagen 58 Radiación sola fachada oeste	64
Imagen 59 Radiación solar Fachada Sur	65
Imagen 60 Radiación solar Fachada Sur	65
Imagen 61 Render Propuesta Vivienda Bioclimática.....	66
Imagen 62 Disposición de las viviendas según la calle	69
Imagen 63 Vista acceso a la vivienda	71

Imagen 64 Vista fachada sur y este	71
Imagen 65 Vista terraza y muro verde	71
Imagen 66 vista fachada principal de acceso.....	71
Imagen 67 Vista de fachada oeste.....	71
Imagen 68 Vista fachada frontal	71
Imagen 69 Elevación Arquitectónica	72
Imagen 70 Sección longitudinal	72
Imagen 71 Presentación Ecotect	73
Imagen 72 Logo Dialux	73
Imagen 73 Perspectiva vivienda (techos verdes).....	73
Imagen 74 Perspectiva vivienda propuesta.....	73
Imagen 75 Mascara de Sombra Sala, comedor, cocina y dormitorio 1.....	74
Imagen 76 Proyección de sombras perspectiva.....	74
Imagen 77 Mascara de sombra terraza.....	75
Imagen 78 Proyección de sombras terraza.....	75
Imagen 79 Mascara de sombra Dormitorio	76
Imagen 80 Proyección de sombras fachada sur	76
Imagen 81 Proyección de sombras anual	76
Imagen 82 Proyección de sombras fachada norte y este.....	76
Imagen 83 Rosa de los vientos Managua	77
Imagen 84 Esquema de ventilación natural	77
Imagen 85 Sección longitudinal	78
Imagen 86 Ejemplo del Sistema de Ventilación subterránea.....	78
Imagen 87 fachada este	81
Imagen 88 fachada este	81
Imagen 89 fachada sur	81
Imagen 90 fachada sur	81
Imagen 91 fachada norte	82
Imagen 92 fachada oeste	82
Imagen 93 fachada norte	82
Imagen 94 Radiación terraza	82
Imagen 95 Propuesta de muro verde en fachada oeste.....	83
Imagen 96 Propuesta Muro verde.....	83
Imagen 97 Propuesta de techos	83
Imagen 98 Propuesta de techo verde	83
Imagen 99 Modulo solar policristalino	85
Imagen 100 Ubicación de Paneles fotovoltaicos en la vivienda	85

Índice de tablas

Tabla 1 Temperaturas medias y máximas de la ciudad de Managua.....	50
Tabla 2 Datos de Humedad Relativa	50
Tabla 3 Velocidades de viento para la ciudad de Managua	51
Tabla 4 Datos de Precipitación de la Ciudad de Managua	52
Tabla 5 Tabla de Censo de Carga de la vivienda.....	86

Índice de gráficos

Gráfico 1 Zonificación Primera planta	28
Gráfico 2 Uso de suelo Alcaldía de Managua	47
Gráfico 3 Rangos de temperatura de la ciudad de Managua	50
Gráfico 4 Rosa de los vientos para la ciudad de Managua	51
Gráfico 5 Rangos de radiación.....	51
Gráfico 6 Rangos de Iluminación	52
Gráfico 7 Plano de lotificación Residencial Villas Lindora	54
Gráfico 8 zonificación Vivienda modelo.....	55
Gráfico 9 Esquema de ventilación natural de la vivienda	59
Gráfico 10 Propuesta de Zonificación	70

1. Introducción

Vivir confortables es una necesidad urgente a resolver en la arquitectura. Actualmente con los problemas ambientales que existen a nivel mundial, como son: el calentamiento global, el desgaste de la capa de ozono, las grandes cantidades de gases tóxicos que se generan diariamente por diferentes medios ha generado la concientización de los seres humanos en proteger nuestro planeta sin obviar el confort humano.

En Managua existe un déficit de viviendas de aproximadamente 500 mil viviendas según el presidente de la Cámara de Urbanizadores de Nicaragua CADUR (Alberto Atha), además añade, que si se quiere avanzar en la reducción de la necesidad de viviendas en el país las urbanizadoras necesitan dar un salto en la fabricación de casas por año, pretenden elevarla a diez mil unidades anuales. Por ejemplo en el 2012 se construyeron casi 4000 viviendas.¹ Estos datos reflejan la necesidad de construir viviendas, sin embargo existe la necesidad de que estas viviendas sean confortables para sus usuarios y amigables con el medio ambiente.

Actualmente se están desarrollando proyectos residenciales en distintos lugares de la ciudad capital Managua. Estos proyectos residenciales ofrecen diseños elegantes y espaciosos, calles asfaltadas o adoquinadas, muro perimetral, casetas de control de acceso, vigilancia, áreas comunales, drenaje sanitario y pluvial, suministro de energía eléctrica. A pesar de todo lo antes descrito estas viviendas terminan siendo inconfortables debido a que en la actualidad existe un tema el cual ha sido muy poco abordado en la concepción de estos proyectos residenciales. Se trata de la **arquitectura bioclimática**.

La falta de conocimientos teóricos y prácticos sobre arquitectura bioclimática ha causado que una gran cantidad de viviendas no aprovechen al máximo las ventajas que ofrece el clima. También se pueden apreciar en las viviendas incidencia insuficiente de arquitectura bioclimática en el diseño, por lo tanto dependen en gran medida de sistemas artificiales de climatización, generando un alto consumo de energías no renovables.

Con esta investigación se está incentivando a los arquitectos a diseñar y construir con criterios bioclimáticos, y a los usuarios a que se decidan por soluciones bioclimáticas en sus viviendas.

Con este estudio se pretende resolver los problemas de confort térmico, lumínico y visual de las viviendas de la urbanización Villas Lindora por medios pasivos, por otra parte el ahorro energético y de agua potable serán muy significativo para sus usuarios.

¹ <http://m.laprensa.com.ni/activos/126174>

1.1. Antecedentes

1.1.1. Históricos

En esencia toda arquitectura debe ser bioclimática, por lo tanto se puede referir a este tipo de arquitectura como una “buena arquitectura” y no colocarle el adjetivo de “bioclimática” ya que al analizar el concepto de esta corriente es proyectar tomando en cuenta las condiciones del entorno, utilizando los elementos favorables del mismo a favor del proyecto.

. Casi hace dos milenios y medio, el antiguo filósofo griego Esquilo (Eleusis, actual Grecia, 525 a.C.-Gela, Sicilia, 456 a.C.) escribió: ***"Sólo primitivos y bárbaros carecen de los conocimientos de las casas orientadas hacia el sol de invierno."***

Del mismo modo, Sócrates (Atenas entre los años 460 a. C - 399 a. C.) dijo: ***"Ahora bien, suponiendo una casa para tener su cara al sur, el sol durante el invierno se debe capturar por medio de una galería, pero en verano, cuando el sol atraviesa un camino derecho sobre nuestras cabezas, el techo se presta para una apacible sombra, y no lo hará?"***

En el siglo I de nuestra era, el prestigioso arquitecto y tratadista Vitrubio establece reglas a tener en cuenta en la construcción de edificios y nuevas ciudades. En su obra Los diez libros de arquitectura puede leerse que:

"... los edificios estarán dispuestos adecuadamente si se han tenido en cuenta ante todo las orientaciones y las inclinaciones del cielo en el lugar donde se desea construirlos; porque no deben ser construidos de la misma manera en Egipto que en España, ni de la misma forma en el reino de Pont que en Roma, y así siempre en razón de los países, porque hay algunos que están próximos al curso del Sol, y otros alejados del mismo, y otros que se encuentran entre ambos extremos (Libro VI Capítulo I).

Como se puede apreciar en las palabras de estos grandes pensadores la arquitectura bioclimática ha existido desde siempre. Además en la mayoría de las edificaciones existen algunas soluciones bioclimáticas, debido a que este tipo de arquitectura se puede considerar como base para cualquier diseño, con la creación de nuevas fuentes de energías y los sistemas de climatización artificiales han desplazado las soluciones pasivas para generar confort a sus usuarios. *Los romanos descubrieron el efecto invernadero: usaban en sus baños y termas una especie de vidrio producido a partir*

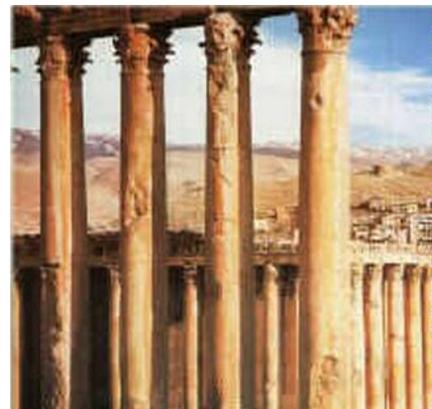


Ilustración 1 Arquitectura de Roma fuente: <http://www.cubasolar.cu/biblioteca/energia/Energia22/HTML/articulo07.htm>

*de capas delgadas de mica que colocaban en ciertas zonas de las termas, regularmente orientadas al noroeste, buscando la máxima captación solar en horas de la tarde y fundamentalmente durante el invierno.*²

En las antiguas viviendas griegas y chinas los espacios habitables eran orientados al sur y relacionados con un patio a través de un pórtico que los protegía del sol alto del verano, a la vez que dejaba penetrar en ellos el sol bajo del invierno.

De esta forma supieron utilizar la radiación solar, incorporando al diseño de sus viviendas no solo el concepto de orientación respecto a la marcha anualizada del Sol, sino que además adaptaron la forma de los aleros de manera que fuera posible aprovechar al máximo la captación de la radiación solar en los periodos invernales (equinoccio de invierno). Este es un elemental principio bioclimático para regiones frías y templadas en el hemisferio norte, que se ha utilizado reiteradamente a lo largo de la historia por diferentes culturas en muchas partes del mundo.

*El Arquitecto estadounidense George Fred Keck diseñó en 1940 un modelo de casa solar pasiva para el desarrollador inmobiliario Howard Sloan en Glenview, Illinois. La Casa Sloan fue llamada "casa solar" por el Chicago Tribune, y se considera el primer uso del término.*³

Sin duda fué Frank Lloyd Wright el arquitecto que mejor supo comprender el entorno e integrar las construcciones en el lugar. Según sus palabras, sus viviendas deberían ser parte de la naturaleza y crecer “desde el suelo hacia la luz”.

En su libro “The Natural House” escribió cómo la casa debe construirse **“integrada en el lugar, integrada en el entorno e integrada en la vida de sus habitantes”**.

*El pionero de la arquitectura bioclimática, antecesora de la arquitectura sostenible, fue Víctor Olgay, profesor de la Escuela de Arquitectura y Urbanismo de la Universidad de Princeton y precursor de la investigación de la relación entre arquitectura y energía. Su libro Arquitectura y Clima formó a la mayoría de los arquitectos bioclimáticos.*⁴

En Arquitectura y Clima se trata la relación entre el edificio y el medio, desarrolla una teoría del diseño arquitectónico autoconsciente, coherente con los principios físicos. Aprovecha la biología, meteorología y climatología, ingeniería y física para aplicarlos a distintas regiones climáticas y las relaciona a su vez con la arquitectura en función de la orientación, la forma de la edificación, el emplazamiento y el entorno, los efectos del viento y los materiales.

Olgay crea su célebre Climograma, también conocida como Carta Bioclimática, cuya utilidad después de 40 años sigue estando vigente. En ella relaciona los parámetros climáticos de temperatura y humedad relativa y los explica en función del confort higrotérmico, incluso asociándolo con parámetros corporales específicos, como la ropa y la tolerancia física humana. Luego de trasladar los

² <http://www.cubasolar.cu/biblioteca/energia/Energia22/HTML/articulo07.htm>

³ http://es.wikipedia.org/wiki/George_Fred_Keck

⁴ <http://arquitecturaecologica.wikispaces.com/Arquitectura+Ecologica>

parámetros al diagrama, se forman una suerte de polígonos cerrados clasificados por estación o período, que muestran la variación climática del lugar, se describen medidas de diseño a adoptar en los espacios exteriores.

Desde 1950, Olgay estableció las bases de su planteamiento teórico, el que se resume en los siguientes postulados:

- Es de primordial importancia el lograr un control bioclimático pasivo de los edificios.
- Priorizar la utilización de las fuentes de energía renovables (la radiación solar, viento, agua).
- Prestar especial atención en la localización, la orientación de los edificios, integrando la vegetación.
- Es imprescindible lograr una interacción entre tecnología bioclimática y sistemas de instalación tradicionales alimentados de energía no renovable.

Desde la década de los 60's se ha destacado por sus aportes en las herramientas de análisis y evaluación bioclimática. Ha publicado más de una docena de libros y más de 150 trabajos de investigación, sobre todo en materia de energía solar y el ahorro energético en los edificios, el diseño y la arquitectura climática sostenible. Varios de sus libros han sido traducidos al español, ruso, japonés y chino. Su último trabajo es **Introducción a la ciencia arquitectónica: la base del diseño sostenible** (2004 y 2009). Fue presidente del **PLEA (Passive Low Energy Architecture)**, asociación internacional sin fines de lucro compuesta mayoritariamente por arquitectos especializados en bioclimatismo.

Baruch Givoni es un arquitecto israelí. En la actualidad uno de los especialistas en Arquitectura bioclimática más reconocidos a nivel mundial. Principalmente a partir de la publicación en 1969 del libro "**Man, Climate and Architecture**" (Hombre, clima y arquitectura). Su aporte más reconocido son sus célebres **Cartas bioclimáticas** o **climogramas** realizadas sobre un **Diagrama psicrométrico** donde traza una zona de confort higrotérmico para invierno y verano. Luego propone otras zonas donde es posible alcanzar el confort mediante la incorporación y/o aplicación de Estrategias de diseño pasivo. Avanza en los trabajos realizados por los hermanos Olgay y Edward Mazria.

Atributos bioclimáticos de un arquitecto según Szokolay.

1. Conciencia de los problemas energéticos y sentido de responsabilidad hacia el cliente y toda la sociedad, para hacer algo a cerca de esos problemas.
2. Comprensión conceptual.

- De los principios termodinámicos; Transferencia de calor, comportamiento de los materiales, cómo interactúan los procesos térmicos.
- Del clima y factores del hombre.
- De las soluciones existentes; por qué funcionan o porque no lo hacen (nosotros todavía operamos por el método del “mejoramiento progresivo”, haciendo las cosas similares a nuestros pares, pero intentando aprender de sus errores, así como de los nuestros)

3. Habilidad de valoración cualitativa: conocimiento del método, así como de los criterios. Sin esto, se puede perder mucho tiempo en los cálculos. Cuando esto sucede debería ser evidente que la propuesta nos conduce a un callejón sin salida

4. Habilidad de simplificación: usar métodos cuantitativos rápidos. Sabiendo cuándo y cómo hacer algunas operaciones rápidas, para verificar si el criterio de diseño está encaminado en la dirección correcta. Usando los números como amigos y no como enemigos; como ayuda para la toma de decisiones.

En los años 70, la crisis del petróleo despertó, nuevamente, el interés por la energía y aparecieron las primeras generaciones de edificios que se autoproclamaban bioclimáticos, cuya principal preocupación era conseguir un eficiente comportamiento térmico. A través de éste desarrollaron un lenguaje que explotó los recursos de los dispositivos de acondicionamiento ambiental pasivo o de captación solar, con una estética "militantemente bioclimática". En 1973, el arquitecto británico **Philip Steadman**, en su libro "**Energy: Environment and Building**" (Energía: Medio ambiente y Edificios), abarca aspectos teóricos y prácticos sobre la conservación de energía solar, eólica e hidráulica a pequeña escala; aprovechamiento del gas metano y el almacenamiento y ahorro de agua a fin de lograr la autosuficiencia energética en los edificios.

Desde 1970, y a partir de las herramientas metodologías de diseño bioclimático mencionadas con anterioridad, (Víctor Olgyay y Baruch Givoni), se han desarrollado una inmensa variedad de instrumentos y/o métodos bioclimáticos que son parte del repertorio de técnicas para el diagnóstico climático y su posterior selección de las estrategias para el confort, entre las que se pueden mencionar por su pertinencia metodológica o por su factibilidad de aplicar en nuestro medio están:

- Las tablas Mahoney (Carl Mahoney).
- Los triángulos de confort de Evans (John Martín Evans).
- Método de diseño bioclimático de Universidad de Azcapozalco, México
- Método de Análisis bioclimático Universidad del Zulia, Venezuela.
- Criterios bioclimáticos en el proyecto arquitectónico, Universidad de Chiapas, México.
- Manual de diseño bioclimático, Canarias, España.
- Manual de diseño habitacional sustentable, Ciudad Juarez, México-
- Metodología de diseño bioclimático, ASADES, Argentina.

1.1.2. Académicos

Desde el año 2011 la universidad nacional de ingeniería está impartiendo los cursos de titulación o diplomado, enfocado al tema de diseño bioclimático, con el fin de dotar a los egresado y arquitectos de conocimientos y herramientas para integrar al diseño arquitectónico y urbano, el uso eficiente y óptimo de los recursos energéticos. Actualmente se han impartido tres cursos de titulación con temas enfocados a la arquitectura bioclimática.

Por otra parte se han desarrollado trabajos monográficos y tesis respecto a la arquitectura bioclimática. Existen diferentes temas acerca este tipo de arquitectura, entre ellos se tiene los temas de diseño de anteproyectos de: Centros turísticos, multifamiliares, bibliotecas, viviendas unifamiliares.

- Br. Gutiérrez Baltodano, Ramón Antonio. **Anteproyecto de vivienda unifamiliar con enfoque bioclimático para el municipio de Diriamba – Carazo**. Marzo 2013, 115 pag.

Respecto los temas de adecuación o acondicionamiento bioclimático de edificios se encuentran los siguientes proyectos:

- Br. Martinez, Guisell. Et al. **Optimización bioclimática de un modelo multifamiliar. Estudio de caso: Bo. San Sebastián, Managua**. Marzo 2013, 118 paginas.
- Br. García Traña, José Leonarth, et al. **Anteproyecto de adecuación bioclimática del hotel playa hermosa en san Juan del sur, Rivas, Nicaragua**. 150 paginas, Marzo 2013

1.2. Justificación

- A través de la elaboración de esta investigación de adecuación bioclimática de la vivienda modelo del residencial Villas Lindora, se está optando al título de arquitecto.
- Esta investigación es de mucha importancia debido a que sirve de referencia a las personas que quieran acondicionar sus viviendas para que éstas sean confortables y minimicen los gastos energéticos y de agua potable.
- Los beneficiarios directos de esta investigación son los usuarios que opten a una vivienda, ya que el contenido de esta investigación está dirigido para acondicionar la vivienda, logrando condiciones de confort térmico, acústico y visual.
- Con esta investigación esta vivienda estará muy encaminada al ahorro energético, logrando así un significativo ahorro en la factura energética.
- Mediante esta investigación los usuarios de la urbanización pueden tomar la opción de construir la segunda etapa del residencial con esta nueva

propuesta, mejorando la calidad de vida de las familias que habitaran en estas viviendas

- Generalmente el tema bioclimático se refiere básicamente a nuevas edificaciones, por lo que el planteamiento de este trabajo investigativo es de gran relevancia, ya que existe un sin número de edificaciones que podrían ser tratadas para mejorar su integración al medio, la implementación de técnicas pasivas o el uso de energía renovables. Es por esto que con miras al futuro señalamos la importancia de aplicar técnicas de la arquitectura bioclimática en el acondicionamiento de viviendas.
- A nivel académico este documento sirve a la facultad de arquitectura como un buen ejemplo de la importancia de la aplicación de herramientas y estrategias bioclimáticas para el diseño y adecuación de proyectos arquitectónicos.

1.3. Objetivos

1.3.1. General

Realizar una propuesta de adecuación bioclimática de la casa modelo ubicada en el residencial Villas Lindora en la ciudad de Managua.

1.3.2. Específicos

Establecer criterios teóricos conceptuales relacionados a los sistemas pasivos de climatización, ecotecnias y envolventes arquitectónicos para la vivienda unifamiliar.

Evaluar los condicionantes físicos ambientales del sitio y su entorno inmediato, con base en la interpretación de los parámetros climáticos de la ciudad de Managua.

Diagnosticar la ventilación, radiación e iluminación natural de la vivienda a través de las herramientas ecotect, vasari, climate consultant, tablas Mahoney.

Aplicar sistemas de climatización pasivos, ecotecnias e implementar las envolventes arquitectónicas basado en los resultados del diagnóstico.

Realizar una propuesta de adecuación bioclimática de la casa modelo ubicada en el residencial Villas Lindora en la ciudad de Managua.

1.4. Marco teórico

1.4.1. Marco conceptual

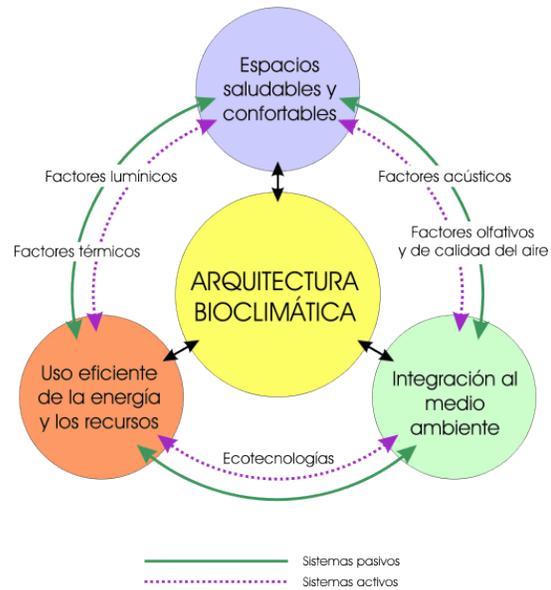
La **arquitectura bioclimática** es aquella arquitectura que tiene en cuenta el clima y las condiciones del entorno para ayudar a conseguir confort térmico de los espacios para la vida y el desarrollo del hombre.⁵

En la práctica de la arquitectura bioclimática (adj. Biol. Relacionado con el clima y los organismos vivos. Condiciones bioclimáticas, adj. Dicho de un edificio o de su disposición en el espacio: que trata de aprovechar las condiciones medioambientales en beneficio de los usuarios.)⁶ interpretando lo antes mencionados se origina del conocimiento y uso de la arquitectura vernácula la cual es un

testimonio de la cultura popular, conserva materiales y sistemas constructivos regionales los cuales se adecuan de manera muy integral al medio, por lo que constituye un patrimonio enorme y de vital importancia para el estudio de la arquitectura bioclimática para obtener una adaptación con el entorno natural a las circunstancias y las necesidades, al clima y a los materiales autóctono. Rafael Serra Florensa (1988) plantea que "la palabra bioclimática intenta recoger el interés que tiene la respuesta del hombre, el BIOS, como usuario de la arquitectura, frente al ambiente, el clima, afectando ambos al mismo tiempo de la forma arquitectónica."⁷

Adecuación bioclimática

Según términos académicos la palabra **adecuación** proviene en su morfología de la conjugación de los verbos c. actuar y c. averiguar y se define como el **acomodo o adaptación de una cosa u otra**.⁸ Según la interpretación de sus términos, adecuación bioclimática se define como el trabajo que se ejecuta a las edificaciones con el fin de crear condiciones de confort y bienestar para sus ocupantes. Además, se hincapié en la protección medioambiental, la eficiencia energética y la correcta aplicación de los materiales en las distintas fases del proyecto.



⁵http://www.eoi.es/wiki/index.php/Arquitectura_Bioclim%C3%A1tica:_Introducci%C3%B3n_y_antecedentes_en_Ecomateriales_y_construcci%C3%B3n_sostenible

⁶ Diccionario de la Real Academia de la lengua Española (RAE) <http://lema.rae.es/drae/?val=bioclimatica>

⁷ Apuntes sobre arquitectura bioclimática, Dania Gonzalez Couret, instituto Superior Politecnico Jose Antonio Echeverria. <http://www.cubasolar.cu/biblioteca/energia/energia22/HTML/articulo07.htm>

⁸ Diccionario de la Real Academia de la lengua Española (RAE)

La palabra **confort** se refiere, en términos generales, a un estado ideal del hombre que supone una situación de bienestar, salud y comodidad en la cual no existe en el ambiente ninguna distracción o molestia que perturbe física o mentalmente a los usuarios.⁹

No obstante, a lo largo de la historia, la idea de confort ha evolucionado de manera que en distintos periodos ha asumido diferentes significados. Inicialmente, el termino confort fue sinónimo de confortar, consolar o reforzar, pues este era el significado de su raíz latina “confortable”. En el **siglo XVII**, la idea de confort

estuvo vinculada con lo privado, con la intimidad y, a su vez, se relacionaba con la domesticidad. En el siglo XIX se tradujo como la calidad y el comportamiento de los elementos en los que intervenía lo mecánico: luz, calor y ventilación. Fue en los primeros años del siglo XX que las llamadas ingenierías domesticas subrayaron la eficiencia y la comodidad como la idea de confort y, en los años siguientes, cuando se planteó el confort como algo que podía ser cuantificado, analizado y estudiado (Rybczynski, 1992).

Como podemos apreciar, el sentido de este término ha variado notablemente con los siglos, hoy en día, es concebido por muchos como una invención verbal, un artificio cultural y, también, como una experiencia objetiva que se experimenta personalmente y que incluye ideas de comodidad, eficiencia, domesticidad e intimidad (Parsons, 1993). Al mismo tiempo, como lo establece Sánchez (1997), el confort es una sensación óptima compleja, que depende de factores físicos, fisiológicos, sociológicos y psicológicos, donde el cuerpo humano se siente satisfecho y no necesita luchar contra el frio, el calor, la humedad, el viento, el ruido o la incandescencia usando los mecanismos propios de su cuerpo ya que se encuentra en completo equilibrio con su entorno.¹⁰

Han sido muchos los especialistas y los organismos internacionales que se han dedicado al estudio de este tema. Por ejemplo, la Organización Mundial de la Salud define el confort como “un estado de completo bienestar físico, mental y social” (Roset, 2001). Pero, estudios no solamente se han orientado a conceptualizar el término confort, sino que también han formulado calificaciones en función de las energías que lo afectan (lumínico, térmico, acústico). Así mismo, han analizado tanto en los distintos parámetros como los factores que inciden en las sensaciones de bienestar, elaborándose tablas, fórmulas e incluso han marcado pautas de



Ilustración 2 Aparente estado de confort Humano

⁹ www.tdx.cat/bitstream/10803/6113/4/02PARTE1.pdf

¹⁰ www.tdx.cat/bitstream/10803/6113/4/02PARTE1.pdf

diseño, tomando en cuenta los niveles de confort que se deben alcanzar para satisfacer a los usuarios.

En función de lo anterior, se puede afirmar que el análisis del confort resulta muy valioso al momento de plantear soluciones en el acondicionamiento de viviendas unifamiliares acordes con los objetivos planteados en este trabajo. Sin duda, el estudio de los niveles de confort permite tener en cuenta los parámetros y factores que intervienen en la edificación con el objeto de lograr que la vivienda se encuentre dentro de la llamada zona de bienestar mediante el diseño adecuado.

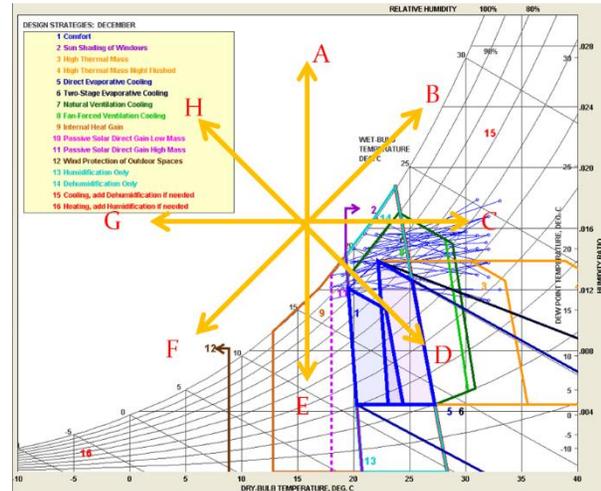


Imagen 2 Carta Bioclimática

Parámetros y factores del confort.

En esta investigación, se reconocen como parámetros y factores del confort aquellas condiciones de tipo ambiental, arquitectónico, personal y sociocultural que pueden afectar la sensación de confort de un individuo. Estos pueden influir en los distintos tipos de confort, afectando las sensaciones térmicas, lumínicas y visuales y/o acústicas de una persona y, por consiguiente, su estudio resulta de vital importancia en el acondicionamiento de viviendas.¹¹ En este estudio, por ejemplo se evalúan las condiciones actuales de la vivienda para determinar los rangos de confort en los que se encuentran y, de este modo, precisar los aspectos que satisfacen o no las condiciones de habitabilidad de modo continuo en las diferentes estaciones del año.

Los parámetros de confort son aquellas condiciones propias del lugar que inciden en las sensaciones de los ocupantes.¹² Se sostiene que estas condiciones pueden variar con el tiempo y el espacio y, pueden clasificarse en:

Parámetros ambientales

- Temperatura del aire
- Humedad relativa
- Velocidad del aire
- Temperatura radiante
- Radiación solar

¹¹ ,www.tdx.cat/bitstream/10803/6113/4/02PARTE1.pdf

- Niveles de ruido

Parámetros arquitectónicos

- Adaptabilidad del espacio
- Contacto visual y auditivo

Los parámetros ambientales son muy importantes y quizás los que se han estudiado con mayor énfasis, ya que como pueden ser medidos se han determinado rangos y valores estándar dentro de los cuáles se pueden mantener unas condiciones de bienestar para el individuo. Además, resulta evidente la influencia directa que tienen sobre las sensaciones de las personas y sobre las características físicas y ambientales de un espacio, sin ser determinante el uso y las actividades que allí se generan.

Los parámetros arquitectónicos están directamente relacionados con las características de las edificaciones y la adaptabilidad del espacio, el contacto visual y auditivo que les permiten a sus ocupantes.

Por otra parte distinguimos los **factores de confort** como aquellas condiciones propias de los usuarios que determinan su respuesta al ambiente.¹³ Son independientes de las condiciones exteriores y, más bien, se relacionan con las características biológicas, fisiológicas, sociológicas o psicológicas de los individuos. Se pueden clasificar del modo siguiente:

Factores personales

- Metabolismo (alimentación, actividad)
- Ropa. Grado de aislamiento
- Tiempo de permanencia (aclimatación)
- Historial térmico, lumínico, visual y acústico.
- Sexo, edad, peso (constitución personal)

Factores socio-culturales

- Educación
- Expectativas para el momento y lugar considerados.

Confort térmico

El confort térmico es una de las variables más importantes a tomar en consideración en el reacondicionamiento bioclimático de viviendas. Se refiere básicamente a las condiciones de bienestar en el individuo, pero desde el punto de vista de su relación de equilibrio con las condiciones de temperatura y humedad de un lugar

¹³ www.tdx.cat/bitstream/10803/6113/4/02PARTE1.pdf

determinado. No obstante, además de la temperatura y humedad del aire se ha de evaluar el estado del movimiento del aire y la temperatura de las superficies envolventes de las viviendas, ya que estas variables no solamente influyen sobre las primeras, sino que además afectan directamente a quienes las habitan.

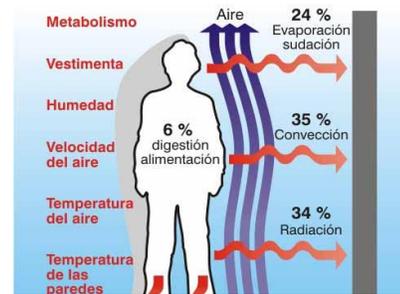


Imagen 3 Confort Térmico humano

El confort térmico está relacionado con la temperatura del aire. En Nicaragua según el programa Consultant Climate 5.4, el valor medio recomendable oscila entre los 20° C y los 27° C, aunque se admiten pequeñas fluctuaciones en función de la humedad del ambiente, la actividad y el tipo de usuario. Así mismo es importante la diferenciación entre temperatura húmeda y seca, el grado de humedad del aire condiciona enormemente la percepción del temperatura por el usuario.

5.1.2.1 Parámetros ambientales del confort térmico

- **Temperatura del aire**

La temperatura del aire constituye uno de los parámetros principales para determinar el grado de confort térmico de un espacio y se refiere básicamente al estado térmico del aire a la sombra. Es uno de los parámetros fundamentales, ya que para poder determinar si las personas sienten frío o calor en un lugar es necesario contar con los datos de temperatura y humedad. Estos datos se remiten a graficas ya desarrolladas en las cuales se puede estimar con cierta fiabilidad la zona en la cual la mayor parte de las personas se encontrarían confortables.

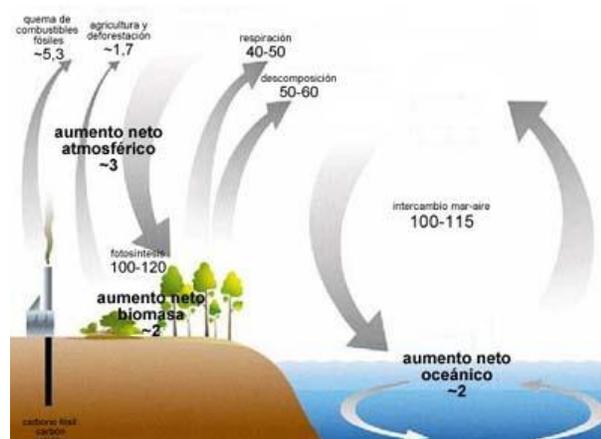


Imagen 4 Factores de la temperatura del aire

Además, con estos datos se puede determinar si un espacio de la vivienda, o la vivienda en general, se mantiene dentro de rangos adecuados o no.

La humedad relativa¹⁴

La humedad relativa es otro de los parámetros de importancia para determinar el nivel de confort de un espacio, ya que afecta en gran medida la sensación térmica. Asimismo, es uno de los parámetros sobre el que se puede incluir directamente a

¹⁴ www.tdx.cat/bitstream/10803/6113/4/02PARTE1.pdf

través de la aplicación de una serie de correcciones en el diseño o bien con la incorporación de determinados sistemas de acondicionamiento.

Es entendida como la cantidad de agua que contiene el aire, por lo que si su valor es elevado durante un día de calor puede afectar negativamente la sensación térmica de un espacio ya que impide que las personas pierdan calor por evaporación de agua, generando cierta incomodidad por el sudor. Pero, si este porcentaje de humedad relativa es muy bajo, el organismo también responde negativamente debido a que se puede deshidratar. No obstante, en algunos casos la elevación de la humedad relativa hasta alcanzar valores medios hace que la humedad de la piel se evapore más fácilmente y el vapor cedido al respirar sea mayor incidiendo positivamente en el proceso de refrigeración del cuerpo al ceder calor.

La humedad del aire se considera en condiciones de confort entre los 20% y los 80%, bajo la lógica de que a mayor temperatura, menor nivel de humedad relativa para obtener el confort deseado.

Temperatura radiante (Tr)¹⁵

Este es probablemente uno de los parámetros ambientales que es menos frecuentemente es tomado en consideración en la evaluación de edificaciones existentes, así como en el diseño de nuevas viviendas. No obstante, en espacios cerrados puede ser un parámetro determinante, ya que influye directamente en el nivel de la temperatura de sensación.

Es definida como la temperatura media irradiada por las superficies envolventes de un espacio a su interior. Teniendo presente que el calor por radiación se intercambia cuando existen diferencias de temperaturas, generalmente desde un cuerpo caliente a uno frío, la temperatura radiante de las paredes, el suelo y la cubierta de una habitación puede dar una sensación de calor o frío a sus ocupantes independientemente de la temperatura del aire contenido en su interior. Es por esta cualidad que la temperatura radiante no solamente debe ser considerada en la evaluación de las viviendas, sino que además puede ser aprovechada como un principio para prever sistemas de calefacción o refrigeración que se tengan que introducir en el reacondicionamiento.

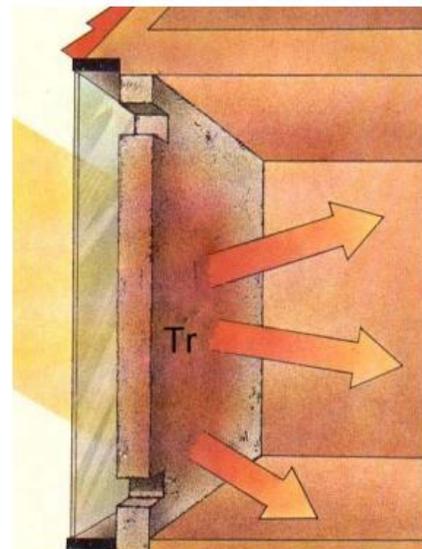


Ilustración 3 Temperatura irradiada de un muro al interior de un ambiente

¹⁵ www.tdx.cat/bitstream/10803/6113/4/02PARTE1.pdf

Cuando la radiación de calor, que puede ser producida por un elemento puntual o por toda una serie de superficies de la vivienda, excede significativamente la temperatura ambiente, aumenta la incomodidad y reduce la capacidad de trabajo de los usuarios en verano. Sin embargo, durante el invierno, esta situación puede ser aprovechada para mejorar las condiciones interiores. Si la suma de la temperatura de las superficies de un espacio es mayor que la temperatura de una persona, esta sentirá calor, pero por el contrario si es más baja, sentirá frío. En este caso lo que sucederá es que el calor corporal será irradiado hacia las superficies envolventes. No obstante, en épocas de frío, esta es una de las formas de transmitir calor de un modo más confortable, infrarrojo de un modo muy similar a como recibimos la radiación solar.

Como puede apreciarse, la temperatura radiante es un parámetro muy valioso para el análisis del comportamiento térmico de un espacio, la determinación de los posibles niveles de confort, así como para el posterior acondicionamiento de las viviendas. No son muchos los rangos establecidos para la temperatura radiante en viviendas, aunque el programa Life (ITEC, OCT.COAC I Departamento de Construcciones Arquitectónicas I etsab, 1998) sostiene que esta debe equivaler a un valor muy cercano al de la temperatura del aire, de donde la diferencia entre la temperatura ambiente y las paredes no debe ser superior a 3°C, a excepción de las superficies vidriadas, puertas o claraboyas.

En el caso de Managua, las mayores temperaturas irradiadas por las paredes son las fachadas orientadas al oeste y sur, siendo así estas orientaciones en las que se debe hacer énfasis en el acondicionamiento de la vivienda.

La velocidad del aire (V)¹⁶

Para el reacondicionamiento pasivo de viviendas, la velocidad del aire constituye un parámetro muy valiosa, pues ella produce corrientes que pueden ser aprovechadas para refrescar o calentar los espacios.

Sin embargo, hay que tener presente que, dependiendo de las velocidades alcanzadas por las corrientes de aire que llegan a la vivienda y de su procedencia, estas corrientes pueden ser apreciadas más como un inconveniente que como una ventaja, especialmente en invierno, y, por lo tanto, el objetivo del reacondicionamiento será el de resguardar los diferentes espacios de estas masas de aire. En el caso de que

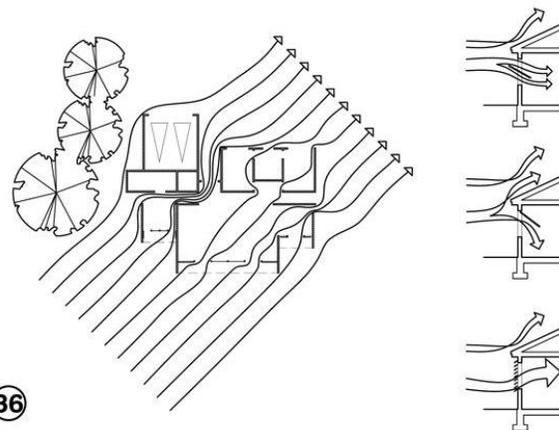


Ilustración 4 Movimiento del aire

¹⁶ www.tdx.cat/bitstream/10803/6113/4/02PARTE1.pdf

la temperatura del aire provocara una pérdida de calor que generara una sensación de frescura pero, si es al revés, el cuerpo tomara calor del aire.

Además, la velocidad del aire es una preexistencia ambiental que puede ayudar a reducir la humedad y favorecer la ventilación de los espacios de la vivienda, modificando, con su frecuencia y con su fuerza, la sensación térmica de las personas. Las sensaciones pueden ser positivas o negativas, dependiendo evidentemente de la relación de este parámetro con la temperatura y la humedad del lugar, así como de las condiciones de los habitantes. Asimismo, hay que tener presente que, diferentes velocidades del movimiento del aire pueden ser apreciadas de modos muy distintos por las personas.

Confort lumínico y visual¹⁷

El confort lumínico y visual es una variable de importancia indiscutible para el diseño de edificaciones como para el reacondicionamiento de viviendas. Esta variable depende fundamentalmente del ojo humano, el cual es considerado en gran medida como el medio de comunicación más importante del hombre para el desempeño de cualquier actividad.



Imagen 5 Comparación Iluminación natural y Artificial

Para que la luz sea apreciada por una persona es necesario estimular el ojo por la luz que reflejan los objetos. Si no existe una superficie que la refleje este fenómeno no tiene lugar. De este modo, debemos entender que el ojo humano es un complejo órgano sensorial de percepción, capaz de convertir la energía luminosa reflejada por los objetos en información para el cerebro. Específicamente, es el llamado “nervio óptico” el encargado de llevar las señales al cerebro para que las interprete, de modo que el hombre pueda apreciar distancias, intensidades, colores, volúmenes, tiempo y espacio.

En el caso concreto del confort lumínico y visual se han tener en cuenta las influencias negativas o positivas que pueden ejercer las diferentes condiciones sobre las respuestas del ojo humano. Para ello, en el análisis deben tomarse en cuenta tanto los factores personales como los parámetros fotométricos presentes en el sitio, así como los valores preestablecidos como adecuados e inadecuados para el desarrollo de ciertas actividades por diversos especialistas.

¹⁷ www.tdx.cat/bitstream/10803/6113/4/02PARTE1.pdf

La necesidad de tomar en consideración los factores y parámetros que intervienen en el diseño lumínico y visual viene dada por el efecto que estos pueden tener en la capacidad de visualización de los objetos, superficies, personas y otros elementos que se encuentren dentro del campo visual. Capacidad que, además, depende de las siguientes respuestas:

- La acomodación
- La fatiga visual
- La agudeza visual
- El contraste (k)
- Tiempo de percepción.

Confort acústico

El confort acústico forma parte del confort ambiental; sin embargo, es uno de los temas todavía poco desarrollado. Es un concepto que se aplica en diversos campos del conocimiento relacionados con el hombre y con su entorno como es la psicología ambiental, la ingeniería y el diseño industrial; aunque, en la mayoría de los textos no se hace referencia al mismo.



Ilustración 5 Afectaciones por ruidos fuente:

El grado de confort acústico depende, al igual que el confort térmico, en los distintos parámetros y factores de confort, aunque debemos afirmar que en este caso, depende muy directamente de los parámetros ambientales relacionados concretamente con el ruido: nivel sonoro, intensidad sonora (db), tono o timbre (calidad del sonido), altura o frecuencia (Hz= ciclos/seg), etc. Además, se deben tomar en cuenta los parámetros arquitectónicos relacionados con el contacto auditivo y algunos factores personales y socio-culturales como el tiempo de permanencia, la salud, la edad y el sexo, así como la educación y las expectativas personales.

Estrategias bioclimáticas

Para que se cumpla el objetivo de mejorar el bienestar de los espacios interiores con el menor costo energético, se aplican conocidas técnicas bioclimáticas que trabajan frente a dos requisitos: durante el invierno es necesario minimizar las pérdidas térmicas a través de los cerramientos y captar energía, y durante el verano evitar y eliminar el sobrecalentamiento.¹⁸

Las estrategias bioclimáticas son las decisiones de diseño que dan respuestas a las características propias de un clima determinado. Estas respuestas serán las que

¹⁸ <http://polired.upm.es/index.php/ciur/article/viewFile/286/279>

correspondan a la diversidad de factores que determinan el clima del lugar, y como se dijo con anterioridad tanto a los factores climáticos como a los geográficos y sociales.¹⁹

Sistemas pasivos de climatización²⁰

Los sistemas pasivos de climatización en arquitectura, también llamados elementos arquitectónicos bioclimáticos o sistemas climáticos especiales responden a la siguiente definición:

Componentes de un edificio, cuya misión principal es mejorar su comportamiento climático, actuando sobre los fenómenos de radiación, térmicos y del movimiento del aire, que actúan de forma natural en la arquitectura.

El término pasivos se debe al hecho de no utilizar ninguna fuente de energía artificial para su funcionamiento.

Sistemas de inercia

Partes o componentes de un edificio que actúan como estabilizadores de las temperaturas interiores, frente a las oscilaciones de las condiciones exteriores. Su principio de funcionamiento las hace adecuadas para mejorar tanto los efectos del frío o del calor. Se caracterizan por su masa térmica útil, entendiendo ésta como la capacidad calorífica que proporciona el edificio para ciclos de una duración determinada.

Sistemas de ventilación y tratamiento del aire

Componentes de un edificio que tienen como función primordial facilitar la circulación del aire a través suyo, y/o tratarlo para mejorar sus condiciones de temperatura y humedad.

Aunque pueden analizarse como sistemas individuales, en muchos casos dos o más sistemas diferentes (de impulsión y extracción de aire, o de tratamiento del aire asociado con uno de impulsión) pueden trabajar de forma conjunta, favoreciéndose mutuamente.

Sistemas Indirectos o Ganancia solar indirecta

La ganancia solar indirecta es la que se obtiene a través de la piel del edificio, que ha sido diseñada con una masa térmica (como un tanque de agua o un muro sólido recubiertos por un cristal). El calor acumulado por esta masa es cedido al interior del edificio indirectamente por conducción o convección. Ejemplos de esta técnica son: **el muro trombe, paredes de agua**, o la instalación de **pequeños estanques sobre un tejado**. **La cubierta ajardinada** también es un ejemplo representativo.

¹⁹ <http://habitat.aq.upm.es/boletin/n42/ac-scor.html>

²⁰ <http://repositorio.bib.upct.es:8080/jspui/bitstream/10317/153/4/Cap%C3%ADtulo%202.pdf>

Sistemas independientes o Ganancia solar aislada

La ganancia aislada implica la captura pasiva del calor del Sol, para posteriormente transportarlo dentro o fuera de la vivienda usando para ello un líquido, por ejemplo un **captador térmico** dotado de termosifón o aire; una **chimenea solar**, o ambos así como un **almacén de calor**.

Los **solariums, invernaderos y armarios solares** son alternativas para lograr una ganancia de calor aislada de la que se puede aprovechar el aire caliente.

Masa térmica de un edificio

Esta es una estrategia para el control de la temperatura en los edificios, que se vale de las propiedades termo físicas de los materiales de construcción.

Los materiales pesados tienen capacidad de almacenar gran cantidad de calor, proporcionando una oscilación de temperatura interna inferior a la oscilación de la temperatura externa, al mismo tiempo posibilitan un retardo del paso del calor del exterior al interior.

Esta estrategia es apropiada para lugares donde la diferencia de temperatura el día y la noche sea elevada, lo que significa que la presión de vapor es baja.

La aplicabilidad de masa térmica está limitada por el momento en que la humedad alcanza valores superiores a la zona de bienestar térmico.

Enfriamiento evaporativo

Este principio de enfriamiento consiste en hacer pasar una corriente de aire caliente y seco sobre una superficie con agua, o a través de un material humedecido. El agua se evapora, consumiendo para ello una cantidad de energía que toma del aire. De este modo se produce una reducción de la temperatura del aire y un aumento de su humedad. El límite máximo de temperatura en que es aplicable esta estrategia depende de la capacidad de enfriamiento del aire que es movido en todo el edificio

Ventilación

Es el aire en movimiento horizontal, con respecto a la superficie de la tierra. En la tierra, los vientos se generan, principalmente, por las diferencias de presión y temperatura del aire que provoca efecto del sol en la superficie terrestre y las grandes masas de agua. Cuando las temperaturas de regiones adyacentes difieren, el aire más caliente tiende a ascender y a soplar sobre el aire más frío y, por tanto, más pesado.

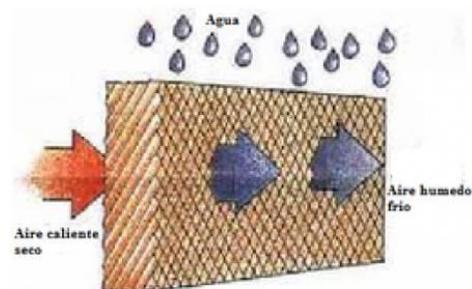


Ilustración 6 Enfriamiento evaporativo fuente: internet

En lugares cálidos y húmedos, donde la presión de vapor de agua es mayor a 17 mmHg, es necesario la utilización de la ventilación natural, para producir las

pérdidas de calor del cuerpo por convección y evaporación, que permite eliminar la sensación desagradable causada por la combinación de humedades y temperaturas altas.²¹

En climas cálidos y húmedos el aislamiento no es suficiente para lograr el confort, y la inercia térmica no es aconsejable. Por lo tanto orientar las edificaciones para aprovechar mejor las brisas es fundamental. Esto aunado a la utilización de paredes y techos altamente reflectantes, materiales livianos aislantes y protección de la edificación de la radiación solar.

Aprovechamiento climático del suelo

La elevada inercia térmica del suelo provoca que las oscilaciones térmicas del exterior se amortigüen cada vez más según la profundidad. A una determinada profundidad, la temperatura permanece constante (es por eso que el aire del interior de las cuevas permanece a una temperatura casi constante e independiente de la temperatura exterior). La temperatura del suelo suele ser tal que es menor que la temperatura exterior en verano, y mayor que la exterior en invierno, con lo que siempre se agradece su influencia. Además de la inercia térmica, una capa de tierra puede actuar como aislante adicional.

Orientación

La orientación de un edificio juega un papel importante en la arquitectura bioclimática, consiste en conocer las condiciones y limitantes que ofrece cada orientación para tratar de manera puntual las fachadas de una edificación.

Una orientación adecuada de la edificación nos permite conseguir buenos resultados para mantener una temperatura agradable durante las estaciones frías y ambientes frescos durante el verano, además permite maximizar resultados cuando sea necesario aislar, iluminar o ventilar los ambientes, haciendo posible la mejor distribución y aprovechamiento de todas las áreas, ubicando a los que por su uso o destino no requieran una climatización permanente como por ejemplo la zona de lavandería, despensa, almacén o closets hacia las áreas más expuestas y ubicar a los dormitorios y sala hacia las áreas más protegidas.²²

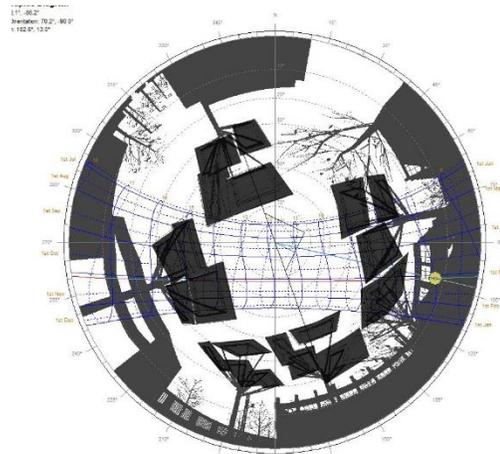


Ilustración 7 Proyección de la trayectoria solar sobre los edificios y elementos urbanos

²¹ <http://rodin.uca.es/xmlui/bitstream/handle/10498/6606/34209621.pdf?sequence=1>

²² HENRÍQUEZ, Bruno, «La trayectoria solar», en Ecovida [en línea], Cuba, s. a., <http://www.ecovida.pinar.cu/energia/HTML/Revistas%20Energia%20y%20Tu/Energia16/HTML/Articulo21.htm>. [Consulta: 2012]

1.4.2. Marco normativo

En el presente marco normativo se presentan una serie de instrumentos legales que rigen la propuesta de adecuación bioclimática de la vivienda a realizar. Todos estos instrumentos están fundamentados en base al marco jurídico nacional, considerando las diversas leyes, decretos y políticas amparadas bajo la Constitución Política de Nicaragua. Se presenta un resumen de las leyes, decretos, políticas y normas que se consideran indispensables para la elaboración de este trabajo, se detallan en forma breve el contenido vinculado.

Marco Normativo		Elaborado por: Br José Oswaldo Mejía Baltodano	
INSTRUMENTO LEGAL	FECHA	ARTICULO	DESCRIPCIÓN
Reglamento de desarrollo urbano para la ciudad de Managua	2003	Plan Parcial Jean Paul Jenie	Este reglamento establece normas y procedimientos para el diseño y realización de desarrollos urbanos acordes a las necesidades de la población y dirigidas a lograr el óptimo aprovechamiento de las obras.
Reglamento Nacional de la Construcción	2007		Estas normas reglamentarias establecen los requerimientos aplicables al diseño y construcción de nuevas edificaciones, así como a la reparación y refuerzo de las ya existentes que lo requieran.
Norma Técnica Obligatoria Nicaraguense NTON	2006		Esta norma tiene por objeto garantizar la accesibilidad, el uso de los bienes y servicios a todas aquellas personas que por diversas causas de forma permanente o transitoria, se encuentran en situación de limitación o movilidad reducida, así como promover la existencia y utilización de ayudas de carácter técnico y de servicios adecuado para mejorar la calidad de vida de dichas personas.
Ley Especial de Fomento a la Vivienda de Interés Social, Ley 677			Esta ley tiene por objeto todo lo referente a la venta y compra de viviendas de interés social para familias de bajos recursos, además se encarga de fomentar nuevos proyectos para disminuir el déficit habitacional que tiene el país

1.5. Hipótesis

Si se realiza el análisis de las condiciones climáticas del sitio en estudio, el diagnóstico de las condiciones de confort de la vivienda modelo y la aplicación de estrategias de climatización pasiva, ecotecnias y envolventes arquitectónicas. Entonces se logrará mejorar las condiciones de confort a sus usuarios elevando su calidad de vida.

1.6. Diseño Metodológico

El siguiente proyecto de adecuación bioclimática corresponde a una investigación científica, donde el universo de estudio son las viviendas en las urbanizaciones de Managua y la muestra de esta investigación es la vivienda modelo del residencial Villas Lindora de la ciudad de Managua.

1.6.1. Esquema metodológico

La metodología planteada para esta investigación es una combinación del esquema de diseño convencional con la metodología de diseño bioclimático del Dr. Gabriel Gómez Azpeitia

Para la culminar los objetivos planteados este proyecto se ha estructurado en 4 fases de estudio; **planteamiento del problema, realización de estudios, diagnóstico y propuesta de adecuación bioclimática.**

Fase 1 (planteamiento del problema)

Durante esta fase se plantean las bases de la investigación, que se quiere obtener y cuáles serán los alcances de ésta.

Fase 2 (realización de estudios)

Esta fase se divide en dos partes.

1. Estudios convencionales de diseño: análisis de sitio y modelos análogos.
2. Estudio bioclimático: análisis de ventilación e iluminación natural, radiación solar de fachadas, condiciones climáticas, envolventes arquitectónicas, protección solar y ecotecnias.

Fase 3 (diagnóstico)

Esta fase se divide en dos partes.

1. Diagnóstico convencional de diseño: funcionamiento de la vivienda, relación de ambientes.
2. Diagnóstico bioclimático: ventilación e iluminación natural, radiación solar de fachadas, envolventes arquitectónicas, protección solar.

Fase 4 (propuesta de adecuación bioclimática)

1. Propuesta convencional de diseño: funcionamiento de la vivienda, relación de ambientes.
2. Propuesta bioclimática: ventilación e iluminación natural, ecotecnias, envolventes arquitectónicas, protección solar.

Esquema Metodológico



Ilustración 8 Esquema Metodológico de la investigación Fuente: propia

1.6.2. Cuadro de certitud metódica

OBJETIVO GENERAL	CUADRO DE CERTIDUD METÓDICA	FACULTAD DE ARQUITECTURA UNI				Autor: José Mejía	
		INFORMACIÓN		HERRAMIENTAS/METODOS	PARCIALES	FINAL	
		UNIDADES DE ANÁLISIS	VARIABLES				
1. Realizar una propuesta de adecuación bioclimática de la casa modelo ubicada en el residencial Villas Lindora en la ciudad de Managua.	OBJETIVOS ESPECÍFICOS 1. Establecer criterios teóricos conceptuales relacionados a los sistemas pasivos de climatización, ecotecnias y envolventes arquitectónicos para la vivienda unifamiliar.	_Clima _Aspectos Físico naturales _Sistemas pasivos de climatización _Ecotecnias	_Temperatura _Humedad _Viento _Precipitación _Radiación solar _Trayectoria solar	_Análisis y síntesis _Recopilación de datos climáticos (NETER)	Conocimiento preliminar de las condiciones físico ambientales del sitio y conceptos relacionados a la arquitectura bioclimática.	Demostación de los conocimientos adquiridos durante el curso de titulación _Mejorar la calidad de vida de los usuarios que opten a una vivienda , integrando en éstas criterios bioclimáticos.	
	2. Evaluar las condicionantes físicos ambientales del sitio y su entorno inmediato, con base en la interpretación de los parámetros climáticos de la ciudad	_Clima _Aspectos Físico naturales _Sistemas pasivos de climatización _Ecotecnias	_Temperatura _Humedad _Viento _Precipitación _Radiación solar _Trayectoria solar	_Ecotect _Vasari _Autocad _Climate consultant _Tablas Mahoney	_ obtener información específica y puntual de las condiciones del clima del sitio		
	3. Diagnosticar la ventilación, radiación e iluminación natural de la vivienda a través de las herramientas ecotect, vasari, climate consultant, tablas mahoney.	_vivienda _Clima	_Ventilación natural _Iluminación natural _Radiación solar de fachadas	_Ecotect _Vasari _Autocad _Climate consultant _Tablas Mahoney	_ obtención del funcionamiento bioclimático actual de la vivienda.		
	4. Aplicar sistemas de climatización pasivos, ecotecnias e implementar las envolventes arquitectónicas basado en los resultados del diagnóstico.	_Vivienda	_Ventilación natural _Iluminación natural _Radiación solar de fachadas	_Ecotect _Vasari _Autocad _Climate consultant _Tablas Mahoney	_Acondionamiento de la vivienda (ventilación, iluminación) _ obtención de censo de cargar y cantidad d epaneles solares.		
Realizar una propuesta de adecuación bioclimática de la casa modelo ubicada en el residencial Villas Lindora en la ciudad de Managua.	_vivienda	Confort lumínico y térmico	_Ecotect _Vasari _Autocad _Climate consultant _Tablas Mahoney	Propuesta formal de vivienda bioclimática			

1.6.3. Cronograma

Cronograma		Facultad de Arquitectura												Autor: José Oswaldo Mejía Ballecáano											
		MESES Y SEMANAS						MESES Y SEMANAS						MESES Y SEMANAS						MESES Y SEMANAS					
		nov-13		dic-13		ene-14		feb-14		mar-14		abr-14		nov-13		dic-13		ene-14		feb-14		mar-14		abr-14	
S1	S2	S3	S4	S1	S2	S3	S4	S1	S2	S3	S4	S1	S2	S3	S4	S1	S2	S3	S4	S1	S2	S3	S4		
OBJETIVOS ESPECÍFICOS	ACTIVIDADES																								
1. Establecer criterios teóricos conceptuales relacionados a los sistemas pasivos de climatización, ecotecnias y envolventes arquitectónicos para la vivienda unifamiliar.	Recopilar información de aspectos físicos ambientales del sector de estudio.																								
	Recopilar información sobre los datos climáticos de la ciudad de managua. (INETER)																								
	Recopilar información sobre la vivienda y arquitectura bioclimatica enfocado al acondicionamiento de la vivienda.																								
	Realizar protocolo de investigación																								
2. Evaluar las condicionantes físicos ambientales del sitio y su entorno inmediato, con base en la interpretación de los parámetros climáticos de la ciudad	Analizar la información sobre aspectos físico naturales y obtener un diagnostico.																								
	Analizar la información sobre los datos climáticos de la ciudad de managua. (INETER)																								
	Realizar una síntesis de la evaluación de las condiciones físicas ambientales y datos climáticos del sitio.																								
3. Diagnosticar la ventilación, radiación e iluminación natural de la vivienda a través de las herramientas ecotect y vasaari.	Realizar el modelo 3d de la vivienda																								
	Realizar el analisis de sombras, radiacion solar, iluminacion natural y artificial en el software ECOTECT																								
	Realizar el analisis de ventilación natural con el software VASARI																								
	Realizar el diagnostico bioclimatico de la vivienda.																								
4. Aplicar sistemas de climatización pasivos, ecotecnias e implementar las envolventes arquitectónicas basado en los resultados del diagnóstico.	Aplicar sistemas de climatización pasivos																								
	Realizar censo de carga y calcular la cantidad de paneles fotovoltaicos para cubrir un porcentaje de la energía consumida de la vivienda																								
	Definir envolventes arquitectonicas con criterios bioclimáticos																								
	Utilización de techos y muros verdes																								
5. Realizar una propuesta de adecuación bioclimática de la casa modelo ubicada en el residencial Villas Lindora en la ciudad de Managua.	Analizar y ordenar información																								
	Completar redacción y estructura de tesis																								
	Impresión de tesis																								

2. Modelos Análogos

2.1. Casa MC-1

Ficha técnica

Arquitecto: [Juan Robles](#)

Colaboradores: Andrea Solano, Emilio Quiros

Diseño Electromecánico: Ing. Ricardo Solano

Grupo Alca: Ing. Marcelo Alvarez, Ing. Daniel Calvosa

Año: 2007



Imagen 6 Vista Exterior nocturna

2.1.1. Descripción general

El proyecto residencial se ubica en la zona del pacífico central de Costa Rica, cerca del parque nacional Manuel Antonio, Quepos. Para la realización del proyecto de la mano con la naturaleza se escogió en la propiedad, un área despejada de árboles, y así llevar a cabo la construcción del programa requerido, el cual debía respetar el entorno natural y sus características al máximo. Por consiguiente no existió la necesidad de cortar ningún árbol que estuviera ubicado en la propiedad, lo que reforzó su compromiso con el medio ambiente.



Imagen 8 Macro localización



Imagen 7 Micro localización

Este proyecto de estilo tropical contemporáneo se basó en el concepto de **“la integración con el entorno envolvente y la minimización del impacto ambiental por medio de una propuesta sostenible a través de una casa bioclimática”**.



Imagen 9 Localización

En el proyecto de la casa MC1, se buscó aprovechar los recursos naturales de tal modo de minimizar el impacto ambiental de las construcciones sobre el ambiente natural y sobre los habitantes, buscando así integrarse al clima local y sacarle partido, además de generar una propuesta que redujera el consumo del agua y la energía, que fuera construida con sistemas y materiales durables para así respetar el concepto de reutilización, y reciclaje, principalmente cuando se toma en cuenta el aspecto de una posible extracción y reprocesamiento de gran parte del material a largo plazo .



Imagen 10 vista interna sala-comedor



Imagen 11 Vista Exterior

A través del diseño se buscó respetar la arquitectura vernácula de la zona la cual es el resultado de aplicaciones y tradiciones, mejoradas en el transcurso del tiempo y acorde a las necesidades de la época, es por eso que este proyecto evoca a la arquitectura bananera de Parrita heredada por United Fruit Company, la cual goza de varias características bioclimáticas y ha influenciado fuertemente a la zona, en donde las casas son proyectadas para tener un alto aprovechamiento de los factores naturales como el viento y la luz natural, además de ser levantadas del nivel de suelo para generar frescura, y estar rodeada el área social por un corredor perimetral que permite la integración del exterior – interior y lograr la protección del área social a través de grandes aleros.



Imagen 12 Vista Sala

2.1.2. Conjunto

La vivienda fue emplazada en una zona boscosa, se escogió un sitio sin existencia de árboles de follaje importante, evitando así la tala de árboles para su emplazamiento logrando un mínimo impacto al medio ambiente con respecto al emplazamiento.

- El acceso a esta vivienda es por medio de caminos rústicos revestidos con piedra del sitio.
- El sitio está rodeado totalmente de vegetación boscosa, siendo así zonas de protección natural.

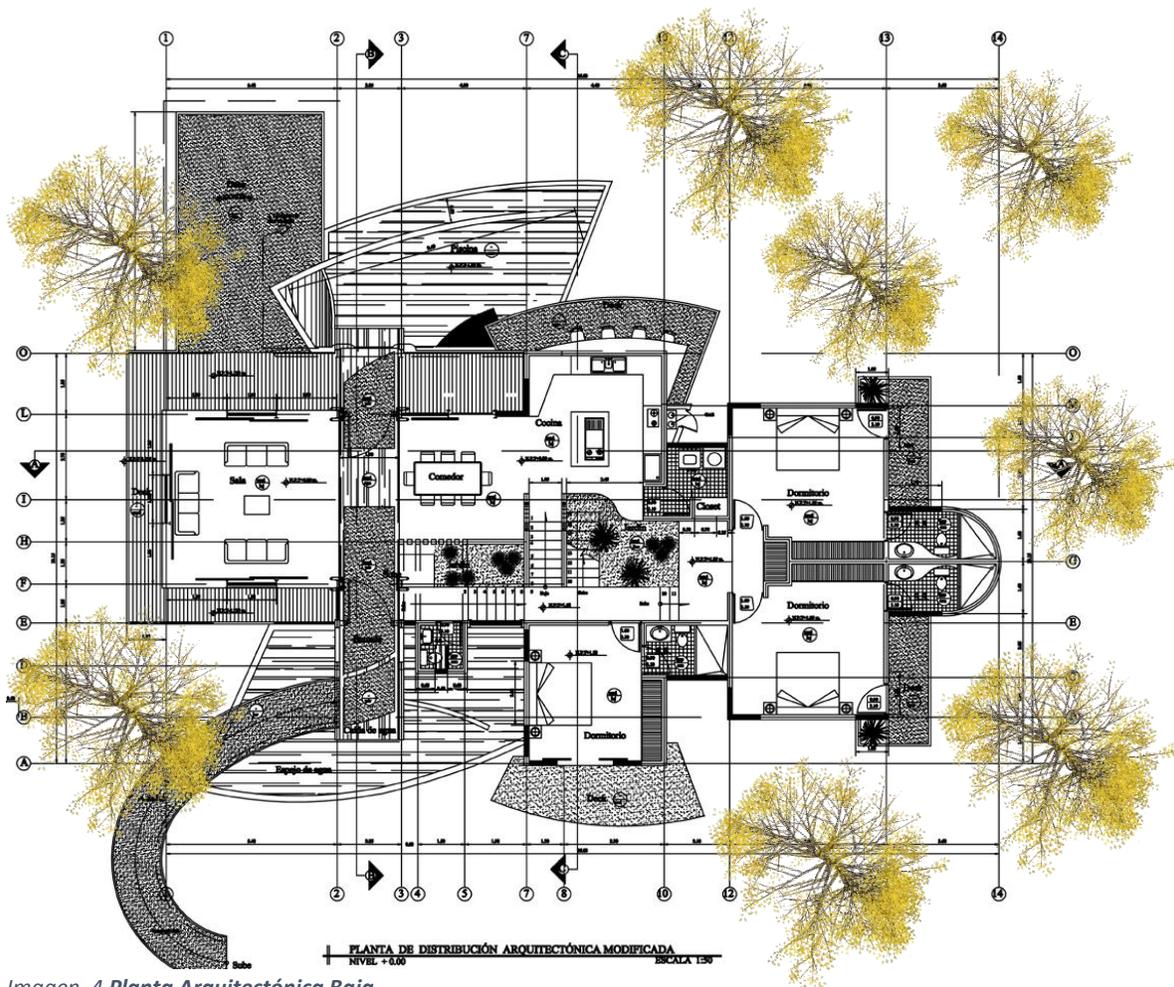


Imagen 4 Planta Arquitectónica Baja

2.1.3. Zonificación

Planta arquitectónica baja

La vivienda está concebida con dos plantas, integrándose a la topografía del lugar, por lo tanto se analizaran las zonas de la vivienda por cada planta.

En el grafico se pueden determinar 6 zonas, la zona húmeda que la conforma el área de piscina. La zona de servicio que la conforman los ambientes cocina, área de lavado y planchado. La zona de terrazas la componen todas las terrazas al aire libre de la vivienda. La zona privada la componen los tres dormitorios y ss de la planta baja. La zona social la conforman los ambientes sala y comedor y por último la zona verde que la conforman las patios internos de la vivienda

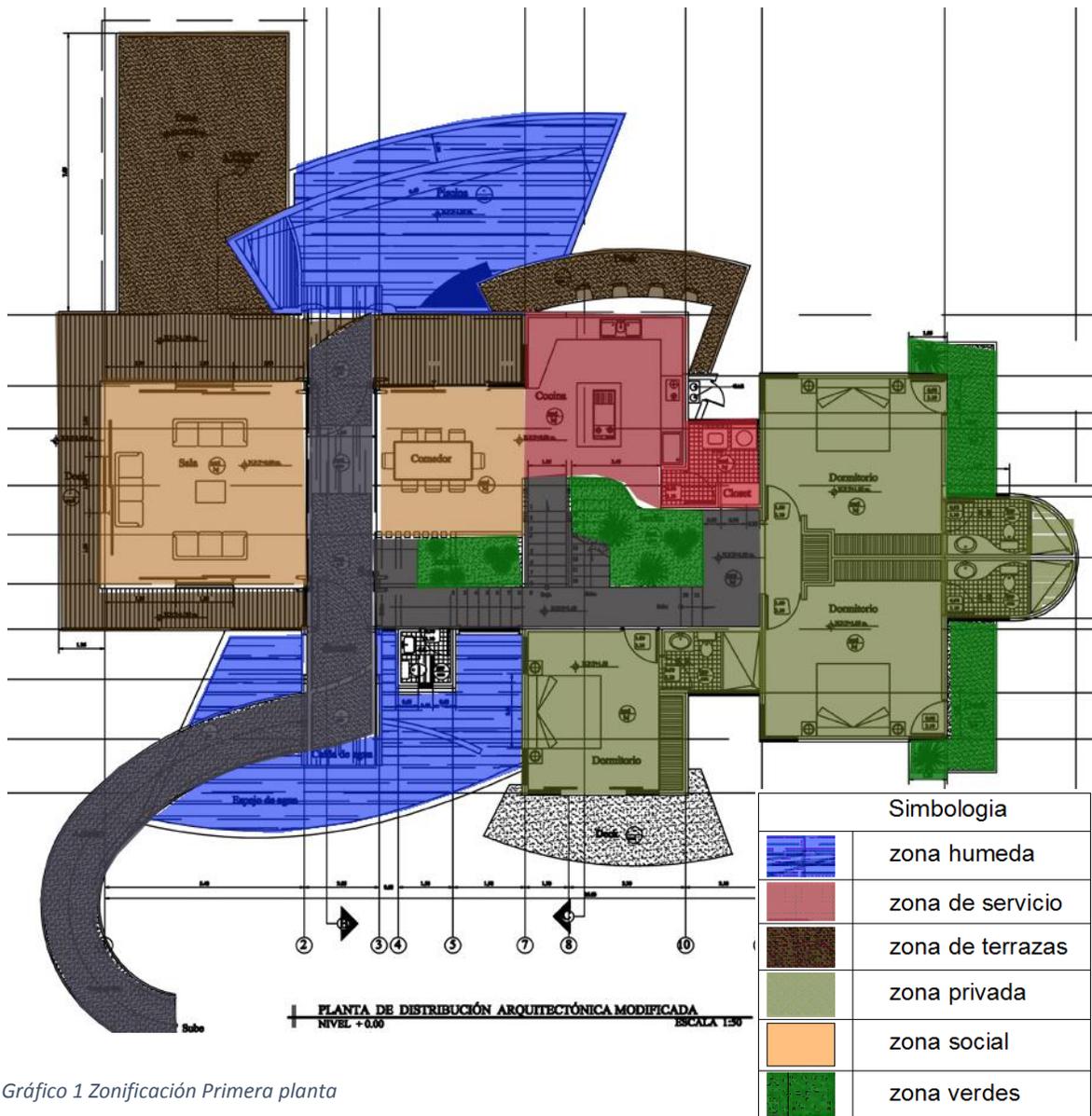
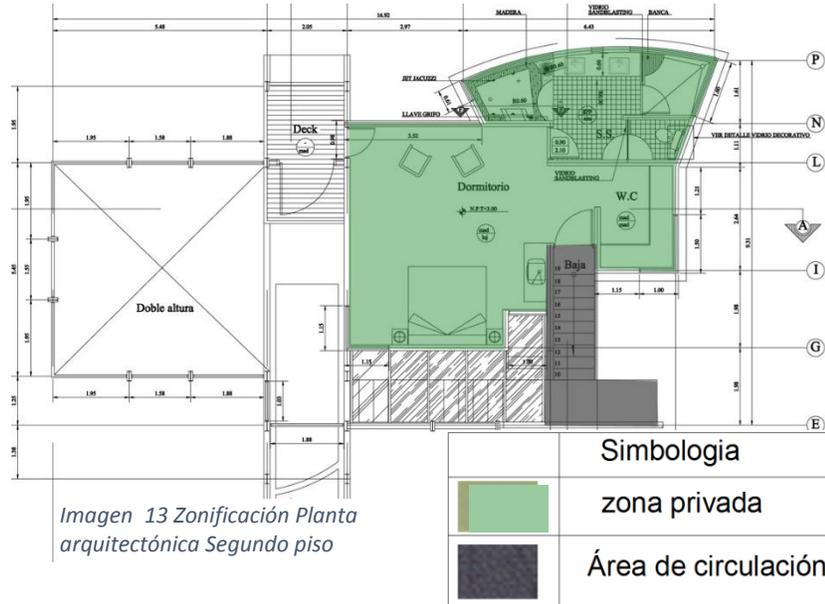


Gráfico 1 Zonificación Primera planta

Planta arquitectónica alta

En el segundo piso de la casa se encuentran los ambientes: dormitorio principal, wc y servicio sanitario con jacuzzi. Que forman parte de la zona privada. La comunicación de la primera planta con la segunda es a través de la escalera.



2.1.4. Análisis formal

Aspectos de la forma, elementos plásticos que lo componen y valoración de la composición del edificio:

Este caso de estudio utiliza la geometría elemental de las formas, el rectángulo es la base de la composición, seguido de la concepción ortogonal de las líneas, carece de elementos decorativos sobrantes, en cambio sobresalen las transparencias, las texturas, la luz, el entorno, y la relación de funcionalidad y espacialidad.



Imagen 14 Fachada Casa MC-1 Formas puras y Transparencia

Las fachadas de la vivienda expresan una economía del lenguaje y los medios, austeridad y sencillez. Sin embargo estas fachadas no pierden protagonismo. El uso de luz y la espacialidad son muy particulares, logrando un vínculo entre el exterior y el interior único.

Se pueden notar en las fachadas las líneas rectas y bloques de formas puras y simples. La monocromía se presenta para crear contrastes de materiales y texturas relacionándolo directamente con los colores del entorno.

2.1.5. Análisis funcional

La relación de los ambientes se da por medio de la continuidad de la circulación lineal de pasillos y escaleras. Además se crean vínculos a los ambientes por medio de las terrazas y patios internos que posee la vivienda.

La función que generan los patios internos en conjunto con los espejos de agua dentro y fuera de la vivienda es mantener temperaturas dentro de los rangos de confort humano.



Imagen 15 Vista patio interno casa MC-1

2.1.6. Análisis constructivo

La construcción de la vivienda se fundamenta en la utilización de un sistema híbrido para la estructura o soporte de esta, el concreto armado y el acero son los dos componentes principales de esta vivienda, la madera se utilizó de manera secundaria, porcentualmente la vivienda está construida con un 45% de concreto, 35% acero y 20% madera.

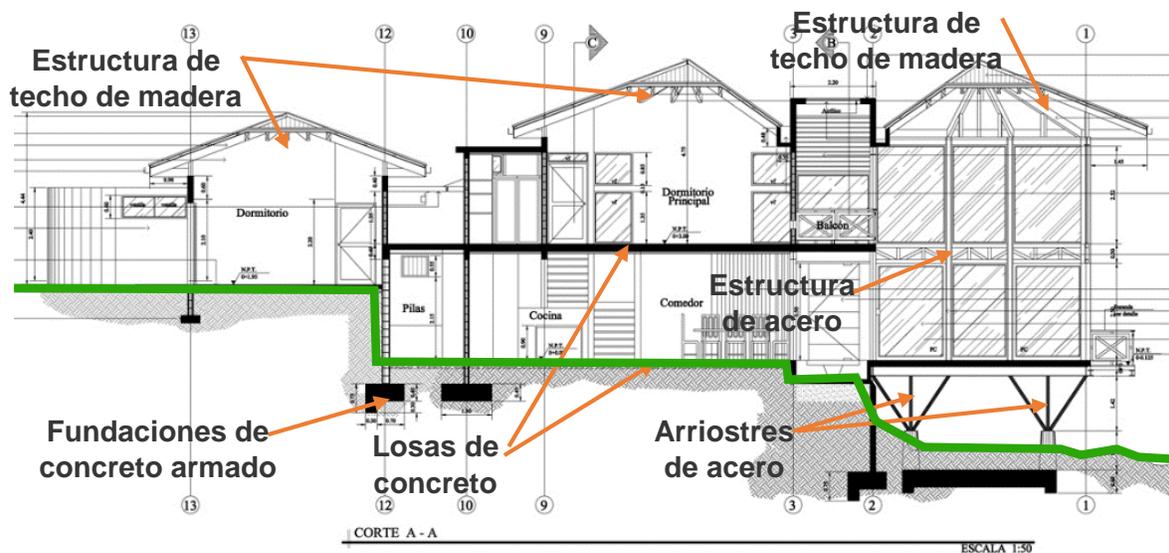


Imagen 16 Seccion Longitudinal Casa Mc-1

En la fachada y corte se pueden apreciar la relación en la estructura de los sistemas utilizados en esta vivienda (concreto y acero). Además se aprecia la adaptación de estos sistemas estructurales al relieve del sitio. Se utilizan bases de concreto para las fundaciones, sistemas de vigas y columnas para las paredes, arriostres de acero, madera para la estructura de techo y en algunos casos losas de concreto.

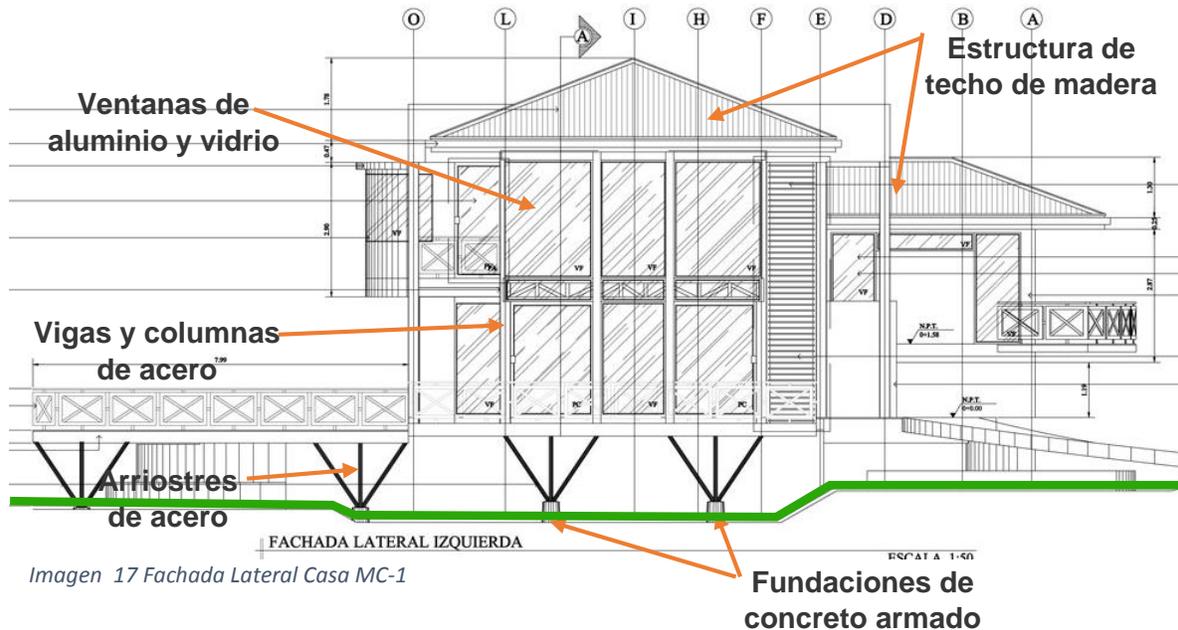


Imagen 17 Fachada Lateral Casa MC-1

2.1.7 Análisis bioclimático

A la hora de realizar este proyecto se tomó en cuenta que la vivienda tuviera un carácter bioclimático y que cumpliera los siguientes objetivos:

- Tener un alto aprovechamiento de los factores naturales como el viento y la luz.
- Eficiencia en el consumo energético
- Eficiencia en el consumo del recurso agua
- Larga vida útil
- Flexibilidad en cuanto al estilo de vida
- Maximizar el reciclaje
- Confort del usuario

Dentro de las características bioclimáticas aplicadas a la vivienda tenemos:

Orientación

La casa fue orientada para aprovechar la ventilación cruzada y el soleamiento a través de sus espacios, durante las diferentes épocas del año, para que el proyecto funcione naturalmente, es decir con un consumo energético mínimo (luz artificial, aire acondicionado) durante la mayoría del tiempo de su utilización.

La Topografía del terreno fue otro factor que influyó en cuanto a la orientación, de esta manera se aprovechó su caída natural para proyectar sus espacios de manera tal que se consideraran aspectos bioclimáticos (como ventilación debajo de ciertos espacios) o distribución de los mismos.



Imagen 18 Vista sala y terraza Casa MC-1

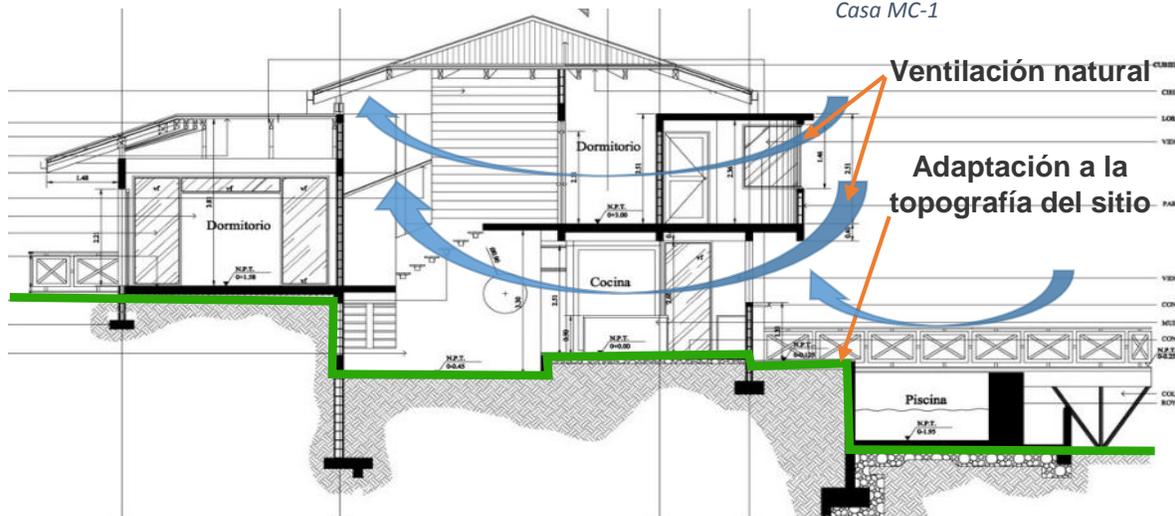


Imagen 19 Sección arquitectónica Transversal Casa MC-1

Ventilación natural

Por su orientación, distribución y características de diseño bioclimático, la ventilación cruzada es bien lograda. La vivienda tiene una característica importante como lo es; la torre vestibular, la cual tiene una altura de 6 m, aquí se ubican 2 tragaluces tipo monitor en la parte más alta, los cuales son utilizados tanto para introducir luz natural en el interior como también funcionan como chimenea de ventilación y logran una libre circulación del viento, además, se ubica en este vestíbulo un canal o espejo de agua el cual es utilizado como refrescante del espacio y elemento integrador de la naturaleza al generar reflejos del entorno y ser además un transmisor de luz



natural en el interior. Los patios internos y aperturas en los cerramientos de la casa benefician el aspecto de ventilación natural la cual busca disminuir el uso de aire acondicionado, así algunos espacios internos de la casa logran abrirse e integrarse a las terrazas externas.

Consumo energético responsable

- Se utiliza gas en la cocina y en el área de lavandería para disminuir el consumo energético, esto con el fin de minimizar el impacto al medio ambiente.
- Las luces de jardines son de energía solar, además las luces externas son Leds para disminuir el consumo por lámpara de hasta un 80% vs. un bombillo normal, en algunas áreas internas se generan luces fluorescentes para disminuir el consumo.



- Se incrementa la luz natural por medio de ventanales, tragaluces y patios internos a través de la casa para así evitar la utilización de luz artificial durante las horas del día.
- Se consideran de manera importante el concepto de energía incorporada mínima en la escogencia de los materiales de construcción, es por esto que se desarrolla el proyecto a través de un sistema constructivo híbrido entre hormigón y acero.

Iluminación natural

La luz natural es un aspecto primordial para lograr un proyecto bioclimático y sostenible que brinde el confort buscado.

La orientación de la casa, busca el aprovechamiento máximo de la luz natural reduciendo considerablemente la utilización de la luz artificial durante el día.



Imagen 20 Vista interna dormitorio principal Casa MC-1

El color blanco ayuda a mejorar la iluminación, generar contraste y proyectar sombras, el negro de la estructura se pierde con el entorno y permite una completa integración de la naturaleza. La naturaleza abraza la casa y le genera una serie de sombras y reflejos que cambian de acuerdo al avance del día y le dan un dramatismo espectacular; La luz está presente en el interior mediante patios internos que nos permiten disfrutar de la naturaleza, ventilación cruzada e iluminación natural dentro de la casa.



Imagen 21 Vista Jacuzzi Casa MC-1

El color de las paredes y pesos busca incrementar la luz natural en el interior. Es importante mencionar que la naturaleza envolvente protege el interior de la casa como parasol para así poder contribuir a la regulación de las temperaturas dentro de la casa.

Ahorro del agua

Hoy en día el agua es posiblemente tan importante como la energía, y la escasez de agua en el mundo es un problema más crítico que el abastecimiento de energía. Costa Rica es un país con grandes cantidades de este recurso y no solo hay que conservarlo y utilizarlo responsablemente, sino también reutilizarlo para explotarlo de manera más adecuada.



Este, tiene un impacto directo con la salud, tema por el cual es importante de considerar como una medida urgente.

El proyecto **MC1**, tiene características importantes en cuanto al ahorro del agua. Principalmente se tomó en cuenta la recolección de agua de lluvia para ser almacenada y así utilizarla en piscinas, y espejos de agua, los cuales tienen funciones indispensables en la búsqueda del confort y refrescamiento de los usuarios y espacios de la vivienda, siendo así un aspecto fundamental para el concepto de edificación bioclimática por su gran aporte. Además se utiliza el agua llovida para la irrigación de jardines y entorno natural. Solamente al tomar esta medida, se genera un ahorro del 40% del consumo de agua potable proveniente de la toma municipal, siendo esto un aporte de gran consideración en un área de desarrollo en el cual el faltante de este valioso recurso es crítico.

Imagen 22 vista terraza y piscina Casa MC-1

Se tomó en cuenta como estrategia para lograr también el ahorro del recurso hídrico, el utilizar inodoros de descarga reducida entre otros.

Es de suma importancia el mencionar que un aspecto de gran peso en el diseño de la vivienda es el de considerar la permeabilidad del terreno para poder aprovisionar los acuíferos, logrando esto cuando el 30% de la huella de la casa, terrazas y peldaños de acceso están elevados con respecto al suelo permeable natural, además de la generación de patios centrales abiertos que permiten el paso del agua y a través de la escogencia del material del 100% de la calle y alrededores del proyecto en piedra suelta para no perjudicar este importante aspecto natural, reduciendo así enormemente el impacto ambiental en la propiedad.

Materiales

En el proyecto, se llevó a cabo una escogencia rigurosa de los materiales para que estos se adecuaran al objetivo sostenible, dependiendo del espacio en el cual estos fueran utilizados, por lo mismo se escogió un sistema de construcción híbrido, Concreto / Acero. Los materiales estructurales predominantes son: el hormigón 45%, el acero 35 %, la Madera 20%, y el vidrio como cerramiento.

Concreto

Se ve presente principalmente en la estructura y cerramiento general en áreas de dormitorios, baños y cocina por su capacidad térmica, así se logra de manera favorable el confort necesario para la actividad que estas áreas albergan. La energía incorporada a la hora de realizar el material, es de bajas cantidades por lo que se consideró este material como material apto para el perfil del proyecto. Este material tiene la característica de poder obtenerse y manipularse fácilmente en la localidad.

Acero

Este material es a menudo rechazado para este tipo de soluciones por su alta energía incorporada y baja capacidad térmica, sin embargo, el acero puede reciclarse indefinidamente, lo que permite que la energía incorporada sea explotada por futuras generaciones, por lo que se consideró el acero como una elección ecológica. La energía incorporada en el acero para su reciclaje es sumamente baja, comparada a su fabricación original. Además, la capacidad estructural del acero es sumamente alta. Además la energía utilizada a la hora de realizar el transporte del material es menor que el de otros materiales, lo que mejoró las características de la obra dadas las complicaciones de la ubicación y topografía de la obra. Otro aspecto a considerar es la fabricación del acero, la cual consume menos agua que otros materiales por lo que se contaminan menos las redes de saneamiento. El peso del edificio es menor, por lo que se genera un menor impacto ambiental y facilita el soporte estructural en la zona , el cual tiene una topografía empinada, se busca generar movimientos de tierra lo menos posible y los movimientos sísmicos es un importante factor natural a considerar.

Este material se tomó en cuenta para ser utilizado en la estructura de la vivienda en el área social, principalmente en vestíbulo, comedor y sala de estar, así la capacidad térmica sería menor generando un clima más fresco para las áreas de ocupación durante el día, además se facilitaría así el generar una estructura más limpia o

transparente que por medio de las piezas en líneas verticales, horizontales y diagonales se desaparecerían con el entorno generando una rica integración con el mismo y una fácil adecuación del vidrio en estas áreas, lo que mejoraría enormemente la iluminación natural y manipulación de estas ventanales para generar aperturas que ayudarán a la ventilación natural. Esto beneficiaría enormemente la reducción de consumo energético del proyecto durante su etapa de utilización.

Madera

Este material fue principalmente utilizado en detalles ornamentales y arquitectónicos, como también en la estructura de techos y cielos. Este material viene fuertemente arraigado a la arquitectura vernácula de la zona, y fue considerado como un material sostenible y autorrenovable. Además se considera como materia viva, la cual ayuda a la reconversión del CO₂ en oxígeno, este es un dato desconocido por muchos pero de gran ayuda para reducir el calentamiento global. Para lograr esto a cabalidad, fue de gran importancia para el proyecto que



Imagen 23 Madera lisa

esta Madera procediera de proveedores acreditados. Además este material contribuye a la calidez especial que se quiere dar en la vivienda principalmente para apoyar el uso de materiales expuestos y fríos como el acero, así se lograría un mejor confort en los espacios brindando salud y tranquilidad de la mano con el resto de las características sostenibles del proyecto. Estructura y cielo de Madera imitan las formas de las ramas de los árboles.

Tabla síntesis de criterios a retomar		
Modelo análogo	Estrategia	Observación
Vivienda rural Bioclimática en Quepos, Costa Rica	Ventilación Natural	Esta estrategia es de las más importantes a utilizar por lo tanto hay que lograr la ventilación natural en la mayoría de los ambientes.
	Eficiencia Energética	Utilizar luminarias y aparatos eléctricos de bajo consumo energético, la tecnología de iluminación LED es una muy buena opción.
	Iluminación natural	Este criterio va dirigido a obtener una iluminación natural sana y limpia durante el día enfocado al ahorro energético. Grandes aberturas y transparencias para relacionar el exterior con el interior.
	Eficiencia en el consumo del recurso agua	La utilización de inodoros y lavamanos de bajo consumo nos brindan un ahorro significativo del recurso agua, además está el aprovechamiento del agua de lluvia recolectándola y utilizarla.

2.2. Viviendas sociales bioclimáticas en buenos aires

2.2.1. Descripción general

“Viviendas sociales bioclimáticas en buenos aires”

Este proyecto es promovido por el Instituto de la vivienda de la provincia de Buenos Aires que lleva por nombre “**Diseño, Construcción y Etiquetado de Consumo Energético, de Viviendas de Interés Social con Criterios Bioclimáticos**”

La iniciativa nació de la mano de profesionales del instituto de la vivienda junto a investigadores de la Facultad de Arquitectura de la UNLP, con el objetivo de incorporar en las viviendas pautas de diseño bioclimático.

El presupuesto contempla la construcción de 4 viviendas, 1 prototipo y 3 variantes, con superficie total construida 240 m².

Este modelo es un claro ejemplo de la vinculación que tienen las entidades referentes a la vivienda y las universidades para elaborar proyectos de este tipo, que su único fin es mejorar las condiciones de confort con proyectos de vivienda con criterios bioclimáticos.

Concepto de diseño

Se trabaja desde el diseño dos conceptos: **Conservación + Pasivos**

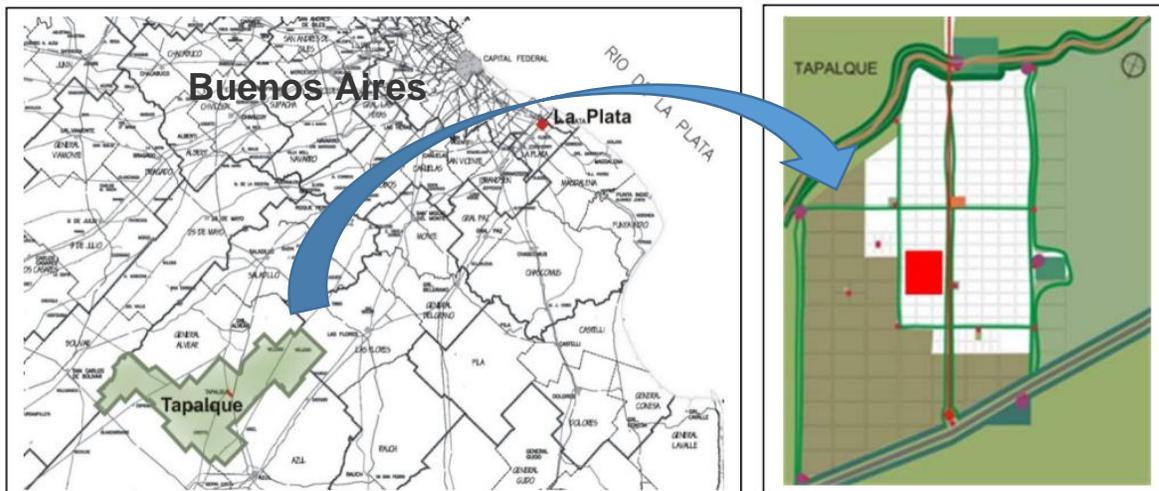
Conservar el calor o el frío según la estación climática y proponer **Sistemas Alternativos Pasivos** con el uso de energías no convencionales.

Las viviendas están emplazadas en la ciudad de buenos aires por lo tanto el clima de esta ciudad puede llegar a ser muy frío y algunos criterios bioclimáticos que se abordan son para ganar calor, sin embargo contienen criterios importantes con respecto a la ventilación natural y la captación de energías renovables.

Localización

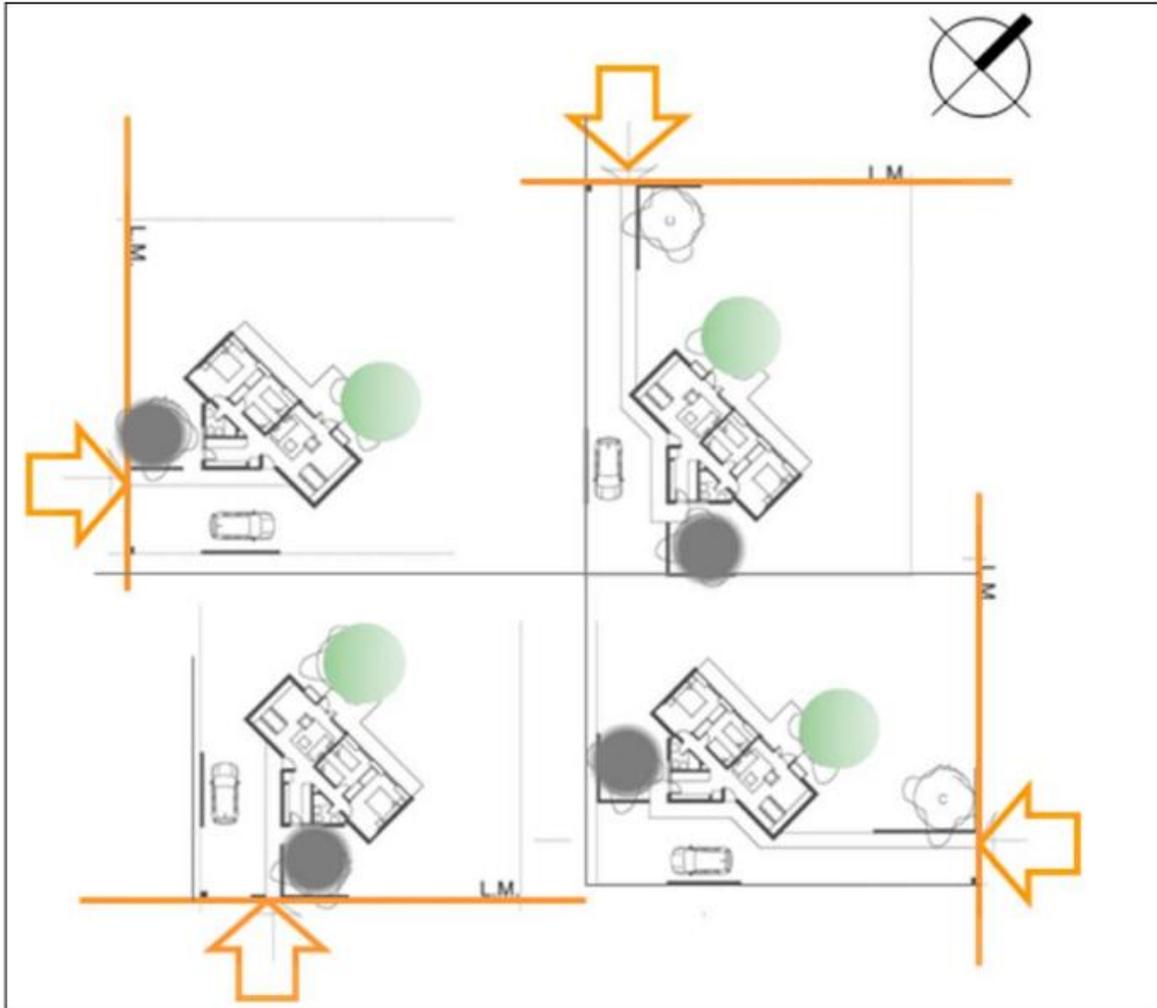
Partido de Tapalqué

Ciudad Tapalqué



2.2.2. Conjunto

El estudio a nivel de conjunto tiene mucha importancia destacando en este proyecto el emplazamiento de las viviendas según la disposición de la manzana, por lo tanto las unidades habitacionales tendrán cuatro orientaciones de manzana: dos de 1 dormitorio de 50m², una de dos dormitorios de 63m², y una de 3 dormitorios 77m², en lotes que tiene un dimensiones mínimas de 17m x 17m.



Cada disposición significa cambios adecuados según la orientación que presenta la vivienda con respecto a la calle de acceso, esto conlleva cambios en las dimensiones y ubicación de ventanas, también la ubicación de los ambientes están sujetos a cambios.

Para garantizar el asoleamiento se determina que el ancho mínimo, en relación a la superficie expuesta al sol, que no debía ser inferior a los 17m, se trabajó con lotes de proporciones cuadradas, siendo preferibles a lo de proporciones rectangulares, proponiendo la situación de lote suburbano con actividades productivas, como huerta urbana.

2.2.3. Zonificación

La organización y distribución de los ambientes se basan en tres zonas: privada, común y servicio. Dentro de la zona privada se encuentran los dormitorios y ss. La zona común alberga los ambientes Sala, comedor y terraza, mientras tanto en la zona de servicio está la cocina, área de lavado y planchado.



El edificio está dispuesto en dos volúmenes uno de ellos se encarga de la colección de la radiación solar por lo tanto este debe estar perpendicular a la orientación norte este volumen contempla la zona común y el otro volumen rota sobre la línea municipal o derecho de vía, tomándose del eje medianero y es el área de servicios.

La ampliación de los dormitorios es siguiendo la linealidad de los mismos. El patio sobre la vereda puede ser flexible y conformar un local que se relacione con la vereda.

El emplazamiento de las zonas se da también de esa manera para ser permeable al viento y lograr ventilación cruzada en la mayoría de los ambientes.

2.2.4. Análisis formal

En planta se presenta una configuración lineal conformada por dos volúmenes orientados en un ángulo de 45 ° con respecto al norte para permitir la captación de energía solar y ventilación de los ambientes.

En las fachadas de la vivienda presenta una configuración lineal, creado por formas perpendiculares entre sí, predominio de la horizontalidad y verticalidad.



Imagen 25 Fachada noreste

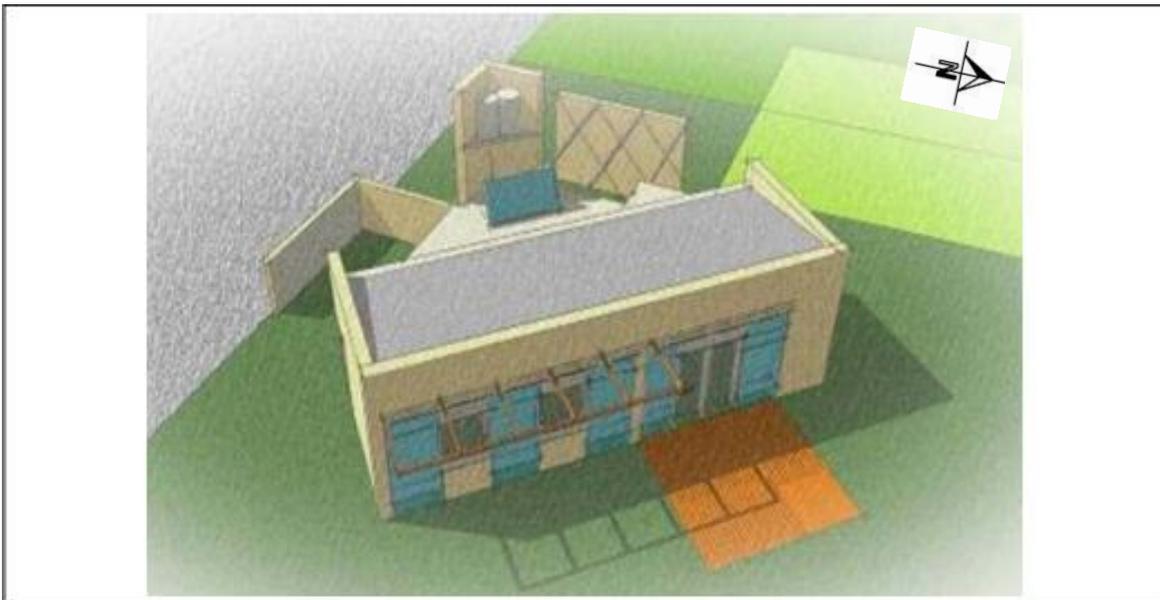


Imagen 24 volumetría vivienda

2.2.5. Análisis constructivo

La construcción de la vivienda es de mampostería con estructura de vigas y columna de concreto.

Se utilizan bloques de hormigón de 20cm x 19 cm x 39 cm, esto poseen una cámara de aire ventilada, posteriormente ese le aplican 4 capas de repellos para contribuir a la aislación térmica.

Para los muros trombe se utilizan bloques solidos de concreto. En la imagen de la fachada y el corte por fachada se aprecia cómo están dispuestos los bloques y cómo funciona el muro.

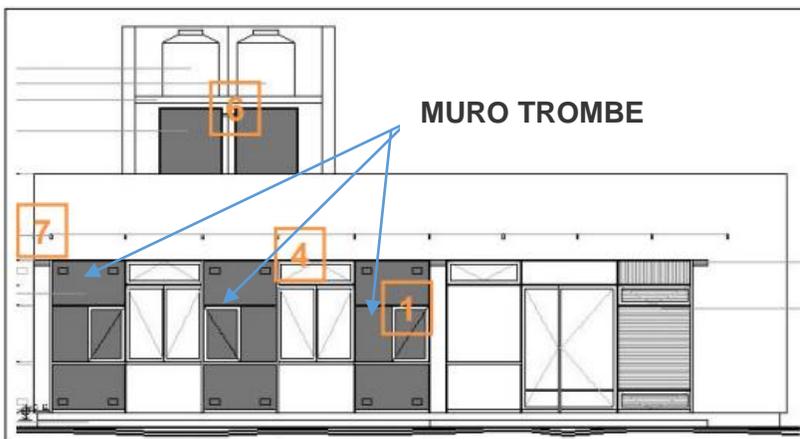


Imagen 27 Elevación arquitectónica

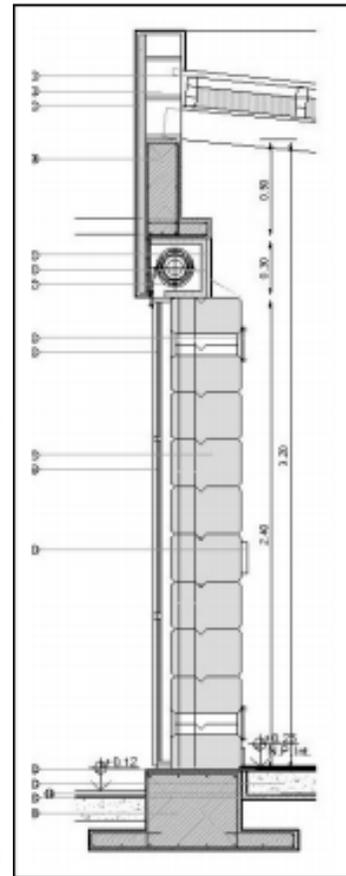
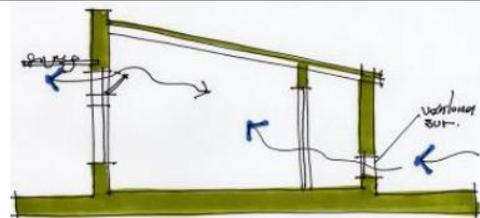


Imagen 26 Corte por fachada

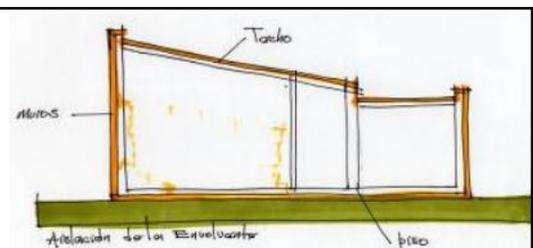
2.2.6. Análisis bioclimático

Para el diseño de las viviendas se establecieron pautas de diseño para el mejor funcionamiento y ahorro energético.

Ventilación cruzada: Refrescamiento en verano, tomando las direcciones predominantes de las brisas frescas.

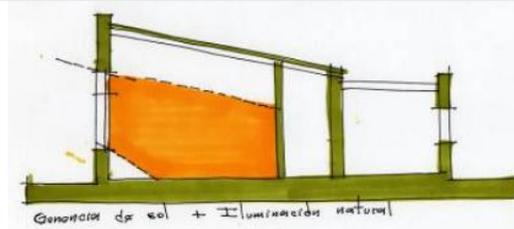


Aislación térmica de la envolvente. Disminuye las pérdidas de calor en invierno y las ganancias de calor exterior en verano.



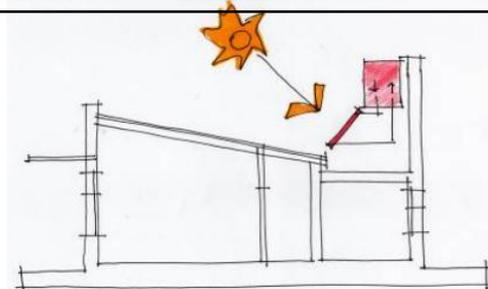
Captación de la radiación solar directa
producción de calor-ganancia directa

Iluminación natural, por la correcta ubicación de las ventanas.



Colector solar plano para calentamiento de agua (CSP)

Sistema fotovoltaico para iluminación eléctrica.



Control de la radiación solar- En verano
Galería con forestación caduca

Expansión y pérgola con sombreado y forestación de hoja caduca, para permitir el paso del sol en invierno

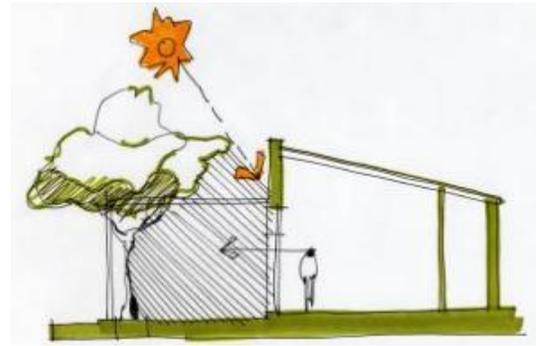


Tabla síntesis de criterios a retomar

Modelo análogo	Estrategia	Observación
Viviendas Bioclimáticas en Buenos Aires	Ventilación cruzada	Esta estrategia es de las más importantes a utilizar por lo tanto hay que lograr la ventilación cruzada en la medida de lo posible
	Aislación térmica	Para disminuir las ganancias de calor en los ambientes es necesario utilizar materiales con capacidad de retardo térmico.
	Iluminación natural	Este criterio va dirigido a obtener una iluminación natural sana y limpia durante el día enfocado al ahorro energético.
	Captación de energía solar	La utilización de energías renovables es indispensable en este tipo de proyectos.
	Forestación	Este criterio es de mucha importancia en todo proyecto arquitectónico, sin embargo se tiene que analizar la disposición, ubicación y tamaño de los árboles en el proyecto.

3. Análisis de sitio

3.1. Generalidades

Es importante destacar que la vivienda ya está construida y forma parte del residencial Villas Lindora de la ciudad de Managua. Por lo tanto el estudio de sitio servirá de referencia para conocer las condiciones físico naturales del sitio, potencialidades y limitantes que incidieron en el emplazamiento de la vivienda.

Localización

El departamento de Managua se encuentra ubicado al suroeste del país entre los 11° 45' y 12° 40' de latitud norte y los 85° 50' a 86° 35' de longitud oeste, el pueblo creció en importancia a partir de 1811 cuando fue elevada a la categoría de villa con el nombre Leal Villa Santiago y luego en 1846 cuando paso a ser nombrada ciudad, fue elevada al rango de ciudad Capital en 1852 Limita al Norte con el departamento de Matagalpa, al Sur con el Océano Pacífico y Carazo, al Este con Boaco, Granada y Masaya y al Este con el departamento de León.



La Ciudad de Managua, cuenta con una extensión de 273,00 km² (289,00 km² oficialmente) del territorio Nacional, su población es de 1 314 362 hab.²³ Históricamente ha enfrentado desastres naturales: terremotos, inundaciones, huracanes; por lo que es considerada como la ciudad más vulnerable del país. A esto, se le suman las fuertes restricciones físico-naturales, entre las cuales, se encuentra el alto riesgo sísmico (fallas rojas activas). Se contabilizan un total de 10 fallas geológicas

LOS SIETE DISTRITOS

En junio pasado, la administración municipal de la capital decidió ampliar de cinco a siete los distritos. La idea, de acuerdo con las autoridades, es mejorar la prestación de servicios.

Con los nuevos distritos, el Uno y el Siete, la población estará

distribuida de manera más

equitativa, supuestamente.

Los habitantes por distrito

estarán entre los 200 mil y

250 mil.



Fuente: Sitio web Alcaldía de Managua.

²³ Censo del 2005, Instituto Nacional de Estadísticas y Censos (INEC)

que han estado activas en los últimos 50 000 años, ocasionando fuertes sismos. Considerado el más trágico el ocurrido el 23 de diciembre de 1972.²⁴

Ubicación Residencial Villas Lindora

El área de estudio se encuentra en el distrito 5 de la Capital y dentro de los planes parciales de la ciudad de Managua se encuentra en el sector 1 (pista Jean Paul Jenie-Carretera a Masaya).

El sitio de estudio se encuentra en las periferias de la ciudad de Managua, tomando la entrada en el km13 carretera a Masaya, entrando por farmacia veterinaria animal, 700 mts al este.



Ilustración 10 Ubicación Villas Lindora Fuente: Google

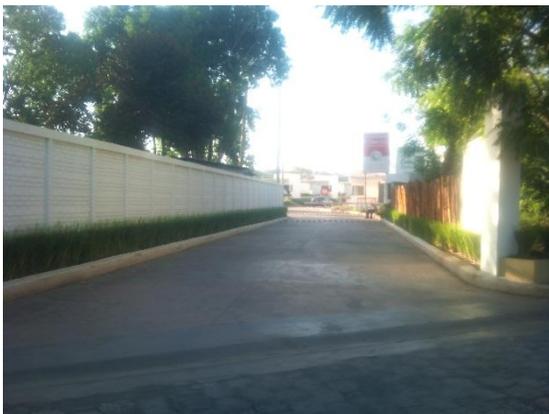


Imagen 28 Vista acceso al residencial Villas Lindora



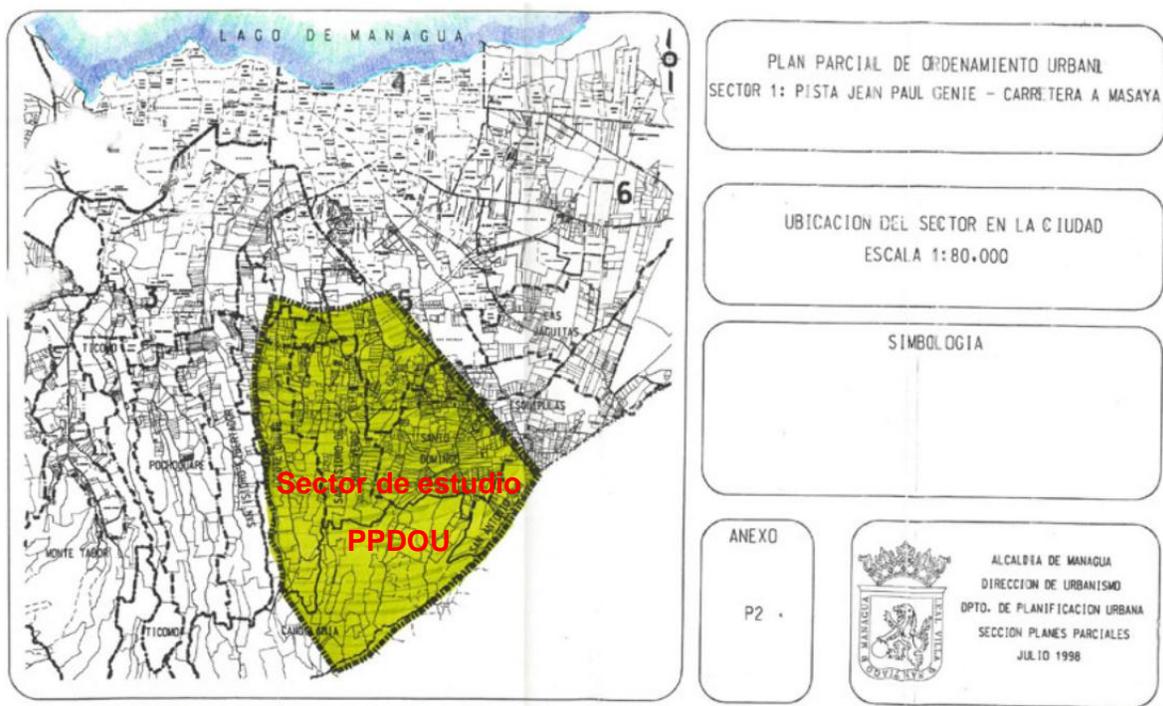
Imagen 29 Farmacia Veterinaria Animal

²⁴ Plan parcial de ordenamiento urbano Managua, sector Jean Paul Jenie

Aspectos físicos – naturales²⁵

Generalidades

Actualmente, la ciudad se extiende, dentro del límite urbano establecido, sobre una superficie urbanizada de 9,965 has. (18 % del área municipal) con una densidad promedio de 132 hab./ha. El resto del territorio, hacia el sur, corresponde al área de comarcas caracterizadas por desarrollos lineales a lo largo de caminos principales, los que generalmente adquieren mayor importancia sobre las carreteras de acceso, en las zonas inmediatas a la Ciudad.



Sin embargo, el crecimiento físico de la Ciudad, ha trascendido el límite urbano establecido por el Plan Regulador vigente, alcanzando áreas sub-urbanas, llegando hasta el límite municipal.

Este crecimiento abarca fuertemente al sector sureste de la Ciudad (Sector I), caracterizándose principalmente por el desarrollo de urbanizaciones con viviendas del tipo residencial.

El Sector es atravesado por fallas sísmicas inferidas en la parte sur-este sobre la Carretera a Masaya cerca del límite municipal con extensiones hacia ambos lados de la misma. Una pequeña parte del territorio, cerca del límite municipal (sobre la Carretera a Masaya) está ubicado dentro del área de protección del acuífero.

²⁵ Plan parcial de ordenamiento urbano Managua, sector Jean Paul Genie

3.2.2. Vialidad

Uno de las principales vías de circulación vehicular en este Sector lo constituye la Carretera a Masaya (sistema distribuidor primario) que es un eje vial (norte-sur) de mucha importancia dado que es el único acceso en buen estado para las zonas ubicadas en la periferia sur de la ciudad y es la vía más rápida para transportarse hacia el sur del país.

Por el sitio pasa una calle vehicular (única vía de acceso al residencial) que pertenece a la categoría de Sistema de calles con un derecho de vía de 10 metros. Esta calle conecta directamente con las cuatro esquinas de Ticuantepe y el km13 carretera a Masaya. Esta vía se encuentra revestida de adoquines de concreto.

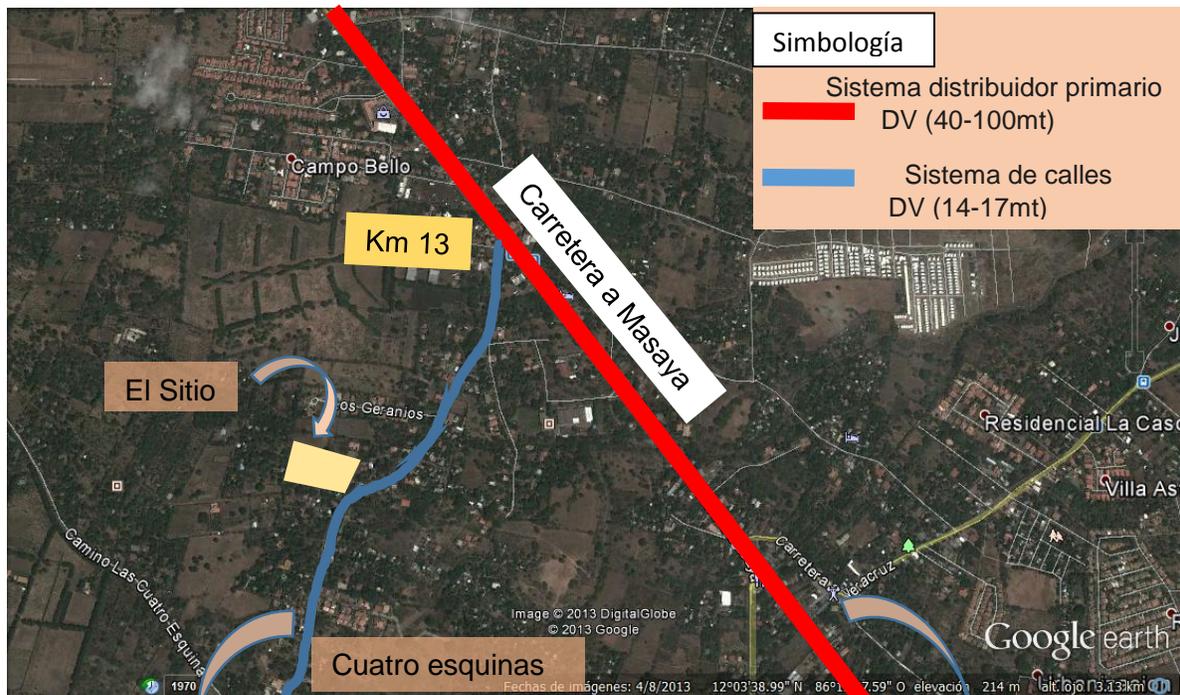


Imagen 30 Localización Residencial Villas Lindora



Imagen 32 Calle de Acceso a Urbanización



Imagen 31 Trafico Carretera a Masaya

3.2.3. Uso de suelo

Dentro del estudio de uso de suelo se pueden identificar distintos tipologías que forman parte del área en estudio. Entre las tipologías tenemos zona de protección de la erosión hídrica, zona de corredor de acceso al área metropolitana, zona de quintas de densidad media, zona de quintas de densidad alta y zona de poblados concentrados. Cada uno de estos antes mencionado forma parte del conjunto de usos cercanos al sitio.

El uso predominante es zona de protección de la erosión hídrica (PC-1). Seguido de zona de quintas de densidad alta

En la clasificación de zona de quintas de densidad media y alta cabrían las nuevas urbanizaciones que se han desarrollado lo largo de la Carretera a Masaya y de los caminos vecinales a las comarcas, ya sea fuera o dentro del límite urbano.

3.2.4. Equipamiento

El sector de estudio se encuentra fuera del límite urbano de la ciudad de Managua, sin embargo, cuenta con los equipamientos necesarios a corta distancia, debido a que este sector ha venido desarrollándose. Se pueden encontrar equipamiento tales como: recreación, comercio, salud, educación, etc. En este sector se encuentra equipamientos importantes tales como: Zona Deportiva Claro, Galerías Santo Domingo, hospital Vivian Pellas, Colegio Centro América, bancos etc.

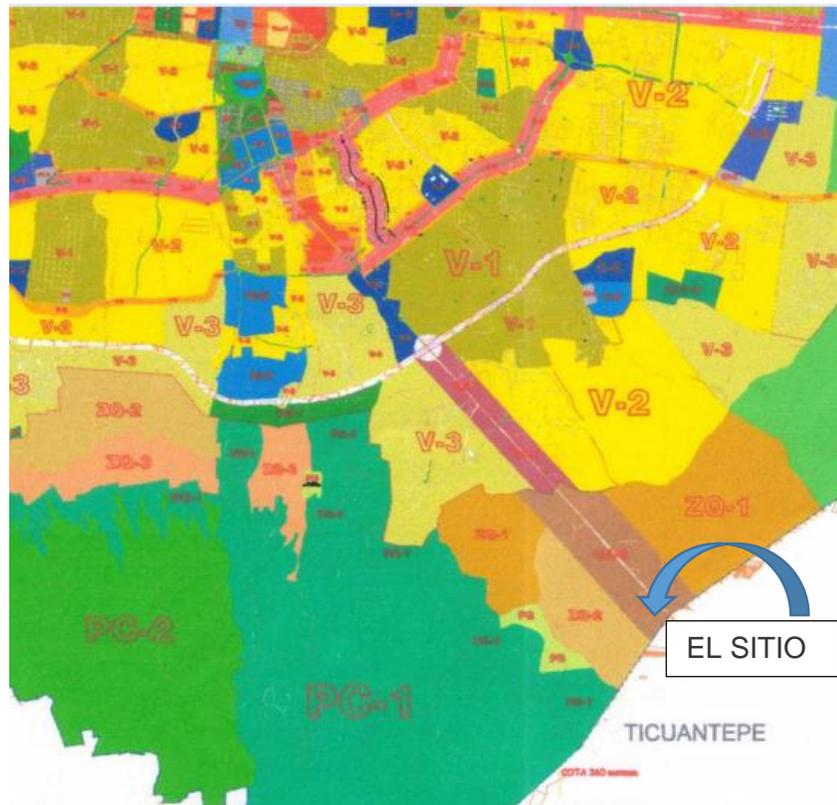


Gráfico 2 Uso de suelo Alcaldía de Managua

Simbología uso de suelo	
	zona de poblados concentrados
	zona de quintas de densidad alta
	zona de quintas de densidad media
	zona rural de protección de la erosión hídrica
	zona de corredor de acceso al área metropolitana



Imagen 35 Plaza Comercial Veracruz



Imagen 34 Colegio Centro América

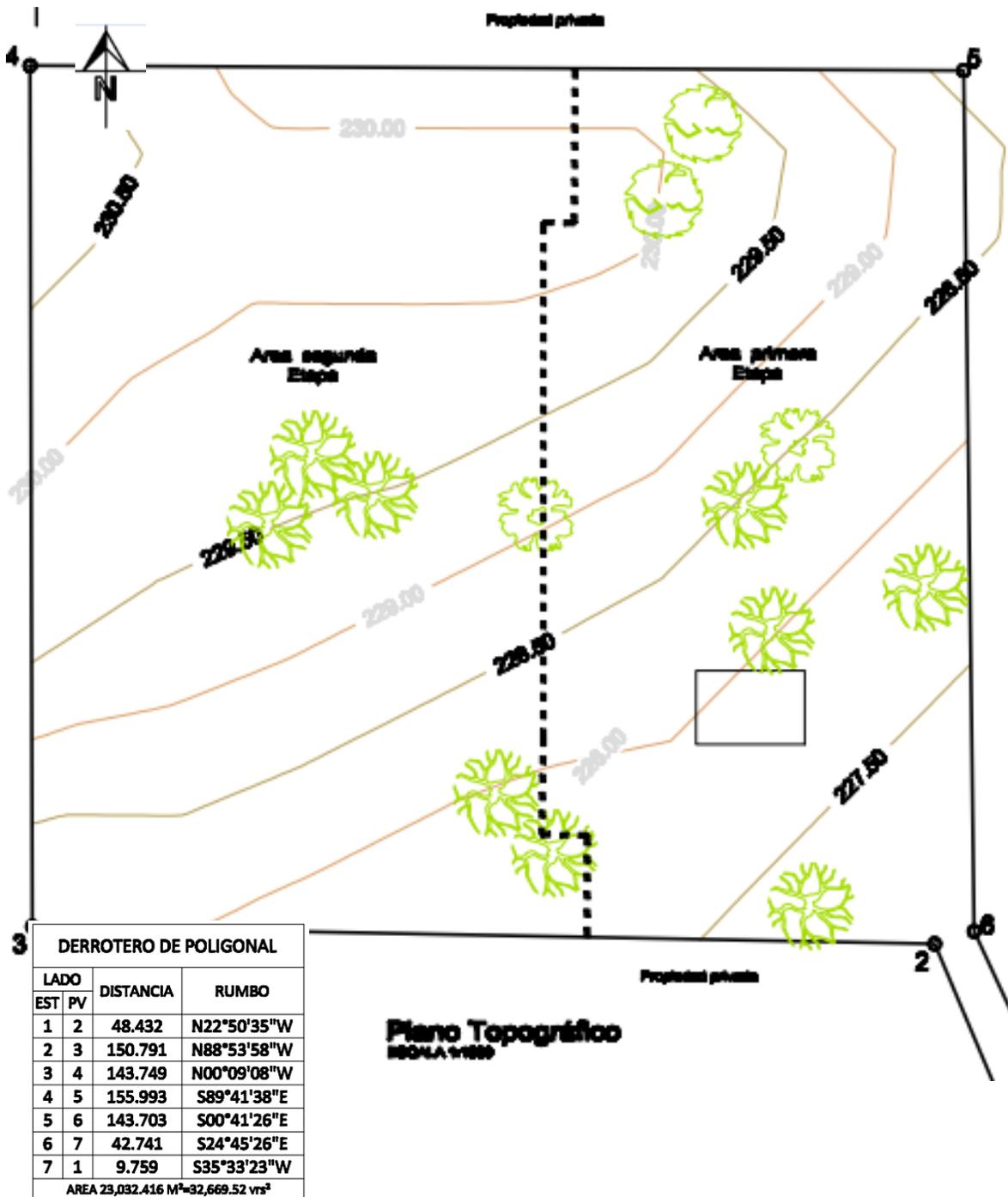


Imagen 33 Galerías Santo Domingo

3.2.5. Topografía

El sitio se encuentra en un área relativamente plana con pendientes no mayores al 5% con dirección sur norte de menor a mayor. El lote de terreno tiene la característica de ser relativamente plano, apropiado para urbanizar.

El sitio se encuentra en una área de 32, 669.52 vrs², de ahí se realiza crear una propuesta de urbanización dividida en dos etapas, en las cuales abarca la totalidad del terreno. El lote se encuentra delimitado por un muro perimetral de losetas, por el aspecto seguridad.



3.2.6. Flora

El entorno del sitio presenta grandes áreas verdes no urbanizadas debido a que este sitio está fuera de los límites urbanos de la ciudad de Managua.

Con respecto a este aspecto se puede decir que inicialmente existían algunos árboles pero con la construcción del residencial Villas Lindora fueron eliminados casi en su totalidad a excepción de unos que quedaron en las áreas verdes comunales que están cerca del acceso, actualmente el residencial implemento la colocación de grama en todos los patios de las viviendas que están construidas.



Imagen 37 vista área verde + arboles existentes



Imagen 36 Vista Áreas verdes de las viviendas del residencial

3.2.7. Paisaje

Con respecto al paisaje es importante destacar que se trata de una urbanización de tipología aislada y no tienen conexión directa con el resto de la localidad, a nivel macro se pueden observar fincas del lado norte de la urbanización y del lado sur algunas comunidades, mientras tanto el paisaje interno de la urbanización es muy claro y libre de contaminación visual debido al orden y la repetición de los elementos que conforman el paisaje interno de la urbanización.

En los alrededores al sitio se encuentran viviendas en regular estado, sin un determinado estilo debido a que son viviendas tradicionales que los propietarios han venido construyendo paulatinamente. Por otra parte se encuentran una serie de urbanizaciones aledañas al sitio que son del tipo aislado con muro perimetrales y vigilancia continua.



Imagen 38 Vista de conjunto del residencial

3.3. Aspecto climático

3.3.1. Generalidades

Los datos climáticos que a continuación se presentan están basados en los estudios realizados por el Instituto Nicaragüense de Estudios Territoriales (**INETER**). Estos datos están comprendidos entre los años 1958-2007. Además la información se apoya de las tablas Mahoney. Otra parte de la información es suministrada por el software **ecotect**.

3.3.2. Temperatura

La temperatura media anual es de 26.9 °C. Las temperaturas más altas han sido registradas entre los meses de Abril y Mayo (**30.5°C**), mientras que las temperaturas más bajas se registran entre los meses de diciembre y enero (**23.8°C**).

Año	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Media
Media	26.0	26.8	28.0	29.0	28.7	27.0	26.6	26.7	26.4	26.3	26.0	25.8	26.9
Máximo	27.5	28.0	29.7	30.5	30.3	28.5	27.7	28.0	27.7	27.2	27.3	27.6	334.4
Mínimo	24.5	25.3	26.5	27.6	27.1	24.8	24.6	25.5	25.0	25.1	24.6	23.8	295.2

Tabla 1 Temperaturas medias y máximas de la ciudad de Managua

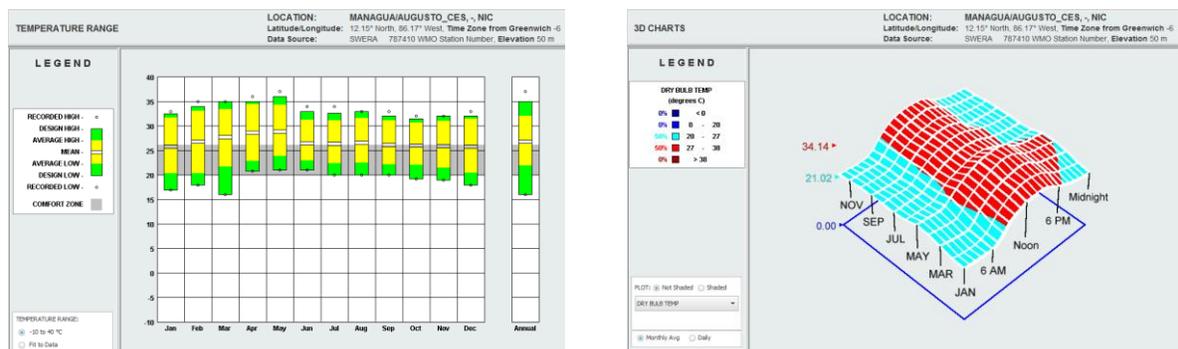


Gráfico 3 Rangos de temperatura de la ciudad de Managua

3.3.3. Humedad

La humedad del aire es un factor importante que sirve para evaluar la comodidad térmica del individuo.

Los porcentajes de humedad son altos por lo tanto es muy fácil empezar a sentir calor y transpirar. Los porcentajes de humedad máximas medias anuales son de 84.83%, la humedad mínima media anual es de 64.98 %. Los valores más altos se presentan en los meses de septiembre y octubre, mientras tanto los valores más bajos se presentan en los meses de febrero y marzo.

		E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	
HUMEDAD (PORCENTAJE)	MÁXIMAS MEDIAS MENSUALES	80.4	75.3	72.5	74.1	87.8	91.6	90	89.6	91.7	92	89.3	83.7	84.83
	MÍNIMAS MEDIAS MENSUALES	58.8	55.6	55.3	54.8	58.3	71	71.3	71.5	75.3	74.5	70.7	62.7	64.98
	PROMEDIO	69.60	65.45	63.90	64.45	73.05	81.30	80.65	80.55	83.50	83.25	80.00	73.20	74.91

Tabla 2 Datos de Humedad Relativa

3.3.4. Viento

La ventilación natural tiene la función refrescar los ambientes aprovechando las brisas frescas.

Los vientos predominantes tienen dirección este-oeste con velocidades medias máximas de 8.4 m/s. también se aprecia en la imagen una importante afluencia de vientos provenientes del noreste. Los meses que presentan mayor velocidad del viento son **Enero, Febrero y Marzo**.

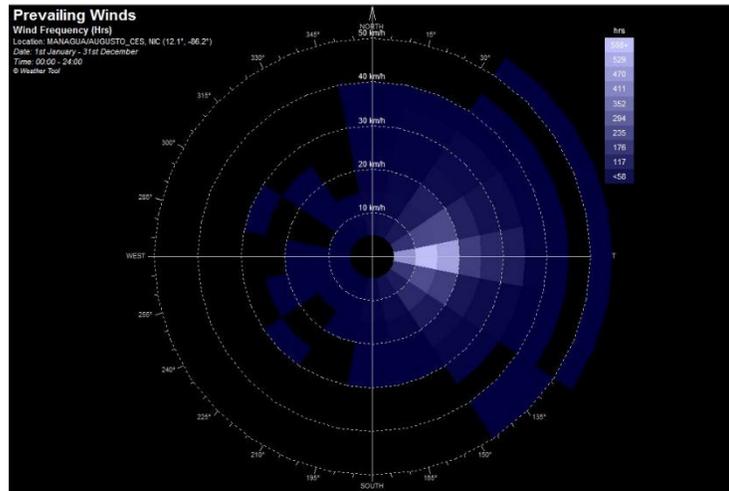


Gráfico 4 Rosa de los vientos para la ciudad de Managua

Año	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Maximo
Media	9.2	9.1	9.0	8.6	8.5	8.3	8.7	8.7	8.4	7.4	7.5	8.3	8.4
Máximo	18.0	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0	14.0	18.0	15.0	12.0	18.0	12.9	168.8
Mínimo	3.9	3.7	3.9	4.0	3.7	3.1	3.5	3.5	2.8	2.8	3.0	3.3	36.2

Tabla 3 Velocidades de viento para la ciudad de Managua

3.3.5. Radiación

La radiación solar es la cantidad de energía en watts que un metro cuadrado de superficie recibe en un periodo de una hora. Los valores más altos (520 Wh/m²) se registran en el mes de febrero y los más bajos (220 Wh/m²) se registran en el mes de junio.

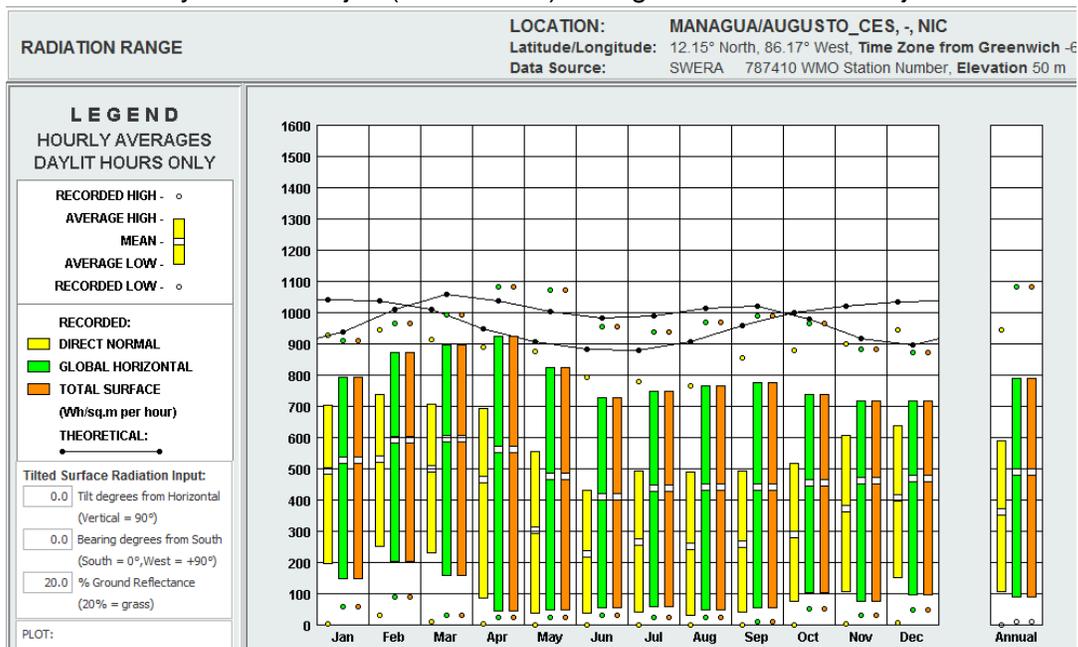


Gráfico 5 Rangos de radiación

3.3.6. Iluminación

En el siguiente grafico se presentan los rangos de iluminación durante todo el año, los cuales se miden en lux. Estos datos son importantes para el control lumínico en los diferentes ambientes, es importante que la iluminación sea controlada y distribuida de manera uniforme a cada ambiente.

Los mayores valores se registran en febrero (5000 lux), mientras que los valores menores se presentan en junio (2000lux). Los valores medios anuales son de 3200 lux.

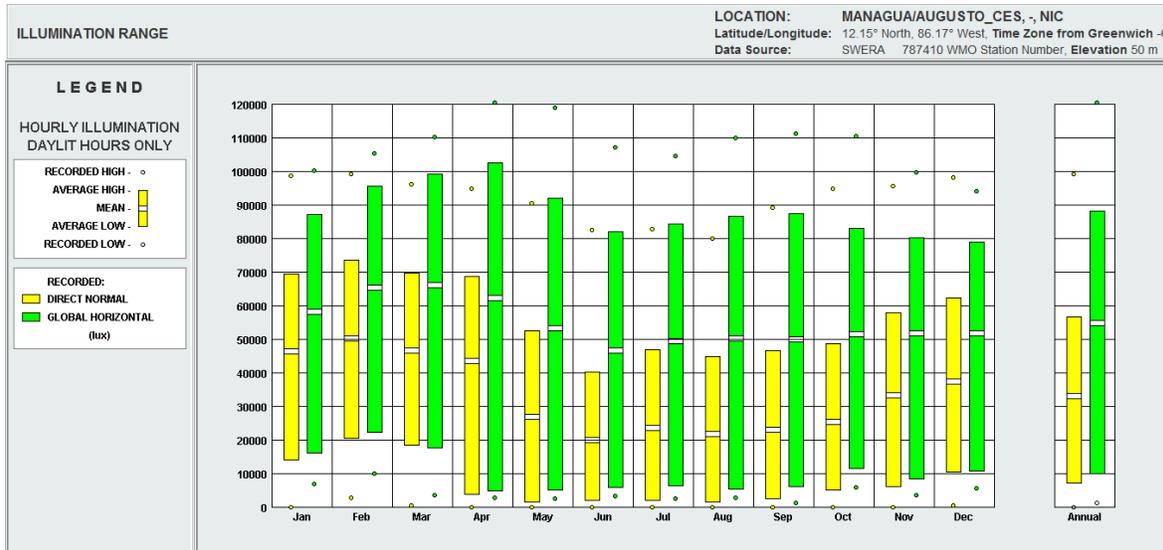


Gráfico 6 Rangos de Iluminación

3.3.7. Precipitación

Se presentan dos temporadas bien marcadas en el clima del país. La temporada seca entre los meses de septiembre y abril (verano), mientras que la temporada lluviosa se presentan entre los meses de mayo y octubre (invierno). La precipitación anual para la ciudad de Managua es de 1,118 mm, siendo Junio el mes más lluvioso y febrero el más seco.

Año	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Media
Media	2.5	2.2	2.9	11.4	51.5	49.5	34.5	37.3	57.8	51.6	21.7	5.1	27.3
Máximo	13.1	54.5	69.7	114.0	196.7	146.2	160.0	98.5	164.5	218.4	76.7	36.5	527.7
Mínimo	0.0	0.0	0.0	0.0	1.8	12.3	10.5	7.1	12.0	12.0	1.7	0.0	180.3

Tabla 4 Datos de Precipitación de la Ciudad de Managua

4. Diagnóstico

4.1. Descripción general

El análisis bioclimático de la vivienda modelo del residencial Villas Lindora se sustentara en las herramientas bioclimáticas y el conocimiento previo adquirido en el curso de titulación con el tema Diseño Arquitectónico con enfoque Bioclimático impartido por la facultad de arquitectura.

En los análisis comprenderá el estudio de ventilación natural por medio del software Autodesk Vasari, también se analiza la radiación solar, sombras e iluminación por medio del software Autodesk Ecotect.

Este estudio analiza el comportamiento bioclimático de la vivienda y posteriormente dar un diagnóstico para elaborar una propuesta de acondicionamiento acertada en la vivienda.

El residencial Villas Lindora está siendo desarrollado por InterAmerican. Se trata de un proyecto habitacional que consta en una primera etapa con 75 modernas residencias, y en una segunda etapa el número de residencias aumentara en 50 para un total de 125 viviendas.

El residencial tiene calles adoquinadas de hasta 8 metros de ancho, muros perimetrales, andenes y franjas verdes, 5 parques comunitarios, cuido continuo, tienda de conveniencia, tanques sépticos individuales, control de acceso y cuido continuo.

Este residencial contempla 105 residencias de 85 metros cuadrados de construcción, en terrenos típicos de hasta 320 varas cuadradas, con 3 dormitorios, 2 baños y closets incluidos.

Datos Relevantes

- Residencias de 85 m²
- Terrenos típicos de hasta 320 v²
- 3 Dormitorios / 2 Baños
- Gabinetes de Baños
- Closets en todos los cuartos
- Terraza espaciosa con puerta de vidrio corrediza
- Gabinetes de Cocina
- Área de Lavado
- Diseño moderno
- Paredes externas 100% de bloques de concreto
- Techos con Angulo
- Portón de Seguridad
- Muro perimetral
- 5 parques comunitarios
- Tienda
- Calles anchas de 8 m
- Cunetas de concreto
- Andenes de concreto
- Tanque propio de Agua potable

Desarrolla

- InterAmerican Developments



Imagen 39 Plano Residencial

Las paredes externas están construidas con bloques de concreto y mampostería reforzada. Adicionalmente, todas las residencias tienen el mismo diseño con una fachada con características de arquitectura moderna, cielos rasos, luces empotradas, área de lavado propio, terraza, cocina con gabinetes, mueble de baño y ventanas modernas.



Imagen 40 Planta Esquemática de la Vivienda



Imagen 41 Vista de terraza Vivienda modelo

4.2. Conjunto

Es importante el análisis de conjunto del residencial para conocer cómo se comporta la ventilación natural a través de todas las viviendas, el emplazamiento de las viviendas, la ubicación de las áreas verdes comunales, circulación vehicular y peatonal.



Imagen 42 Plano de Conjunto

4.3. Zonificación

La organización y distribución de los ambientes se basan en tres zonas: privada, común y servicio. Dentro de la zona privada se encuentran los dormitorios y ss. La zona común alberga los ambientes Sala, comedor, cocina y terraza, mientras tanto en la zona de servicio está el ambiente área de lavado y planchado.

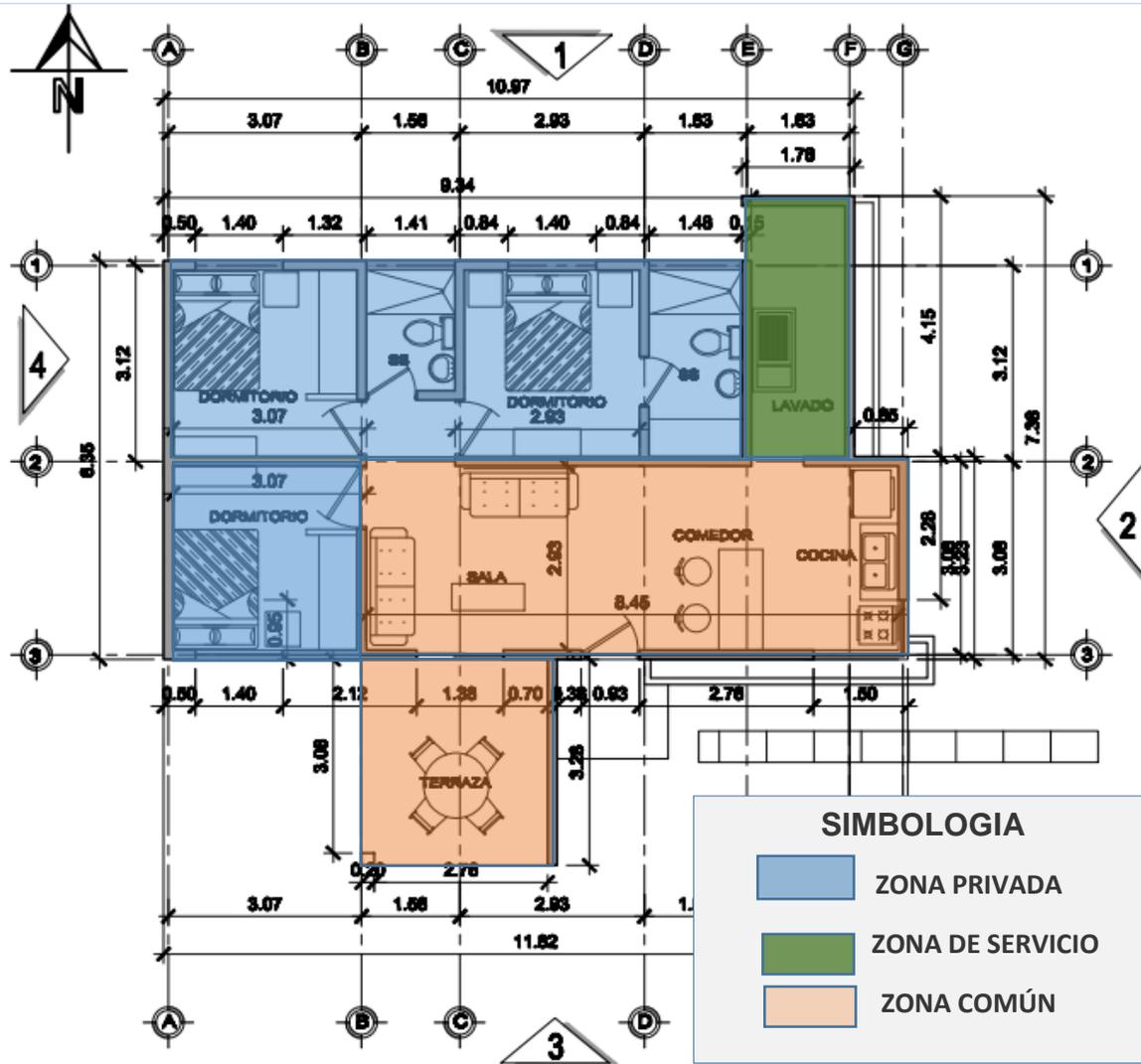


Gráfico 8 zonificación Vivienda modelo

En el gráfico se puede apreciar que la zonificación es compacta y los ambientes comunes se encuentran conectados y concentrados, identificando fácilmente la relación entre los ambientes. En el área de la sala se genera un conflicto de circulación ya que para el ingreso y egreso hacia los dormitorios se tiene que estar circulando por la sala, además para dirigirse a la terraza también se tiene que pasar por la sala. Por lo tanto se tiene que pensar en una solución a este problema con el fin de evitar el conflicto que se genera en la sala.

4.4. Análisis formal

Consiste en describir los atributos estéticos que destacan al edificio y su correlación con la estructura y la funcionalidad.

La configuración de los ambientes en planta demuestra formas simples siguiendo la funcionalidad del espacio.

Analizando la perspectiva de la siguiente imagen muestra dos de las fachadas principales de la vivienda, en las cuales hay una intención de indicar un estilo moderno, **con líneas rectas, horizontalidad, verticalidad**, la ventana en esquina, colores claros y despojada de elementos sobrantes.

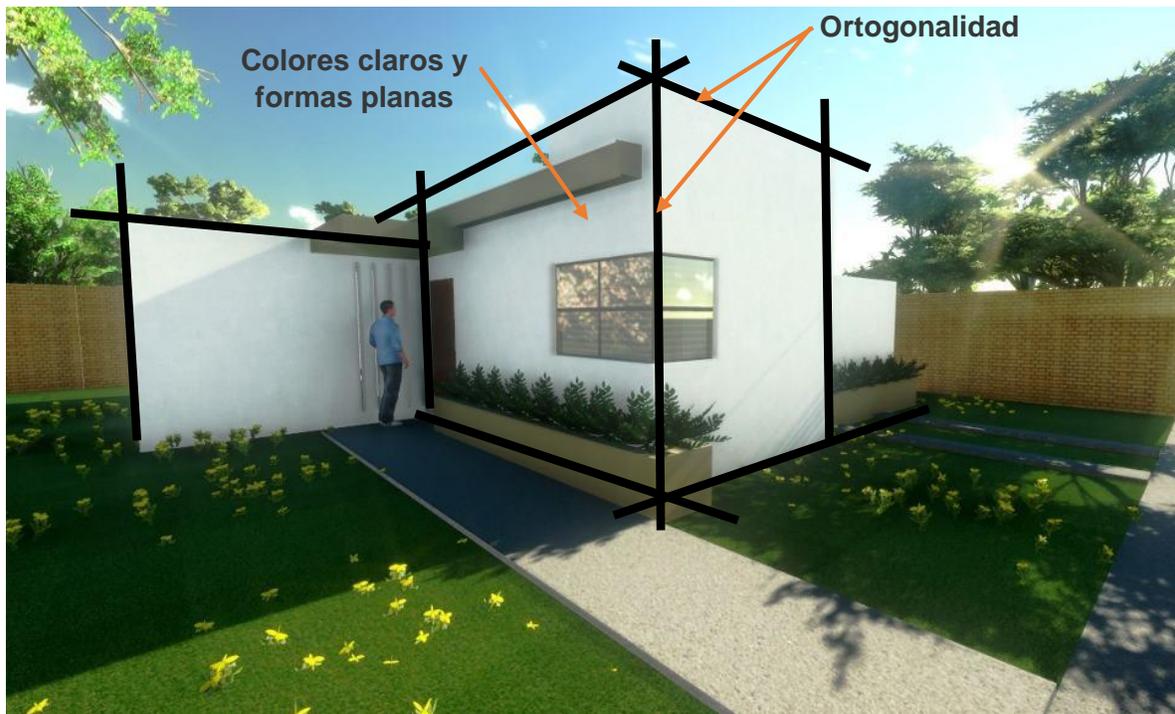


Imagen 43 Perspectiva Vivienda

4.5. Análisis funcional

Este aspecto es de mucha importancia porque en él se pueden encontrar problemas de relación entre los ambientes entre sí y con el exterior. La vivienda tiene un flujo de circulación sencillo y lineal en donde se presenta un conflicto en la sala debido a que constantemente sucede un choque de circulación por las personas que se dirigen hacia los dormitorios 1 y 2, además se interrumpe la actividad de la sala cuando se necesita ir a la terraza.

Por otra parte el comedor no cumple con las dimensiones mínimas para realizar la actividad de comer por lo que es un mueble fijo con asientos butacas sin respaldar. Por otra parte las dimensiones y ubicación del closet del dormitorio principal están muy ajustado generando espacios incómodos.

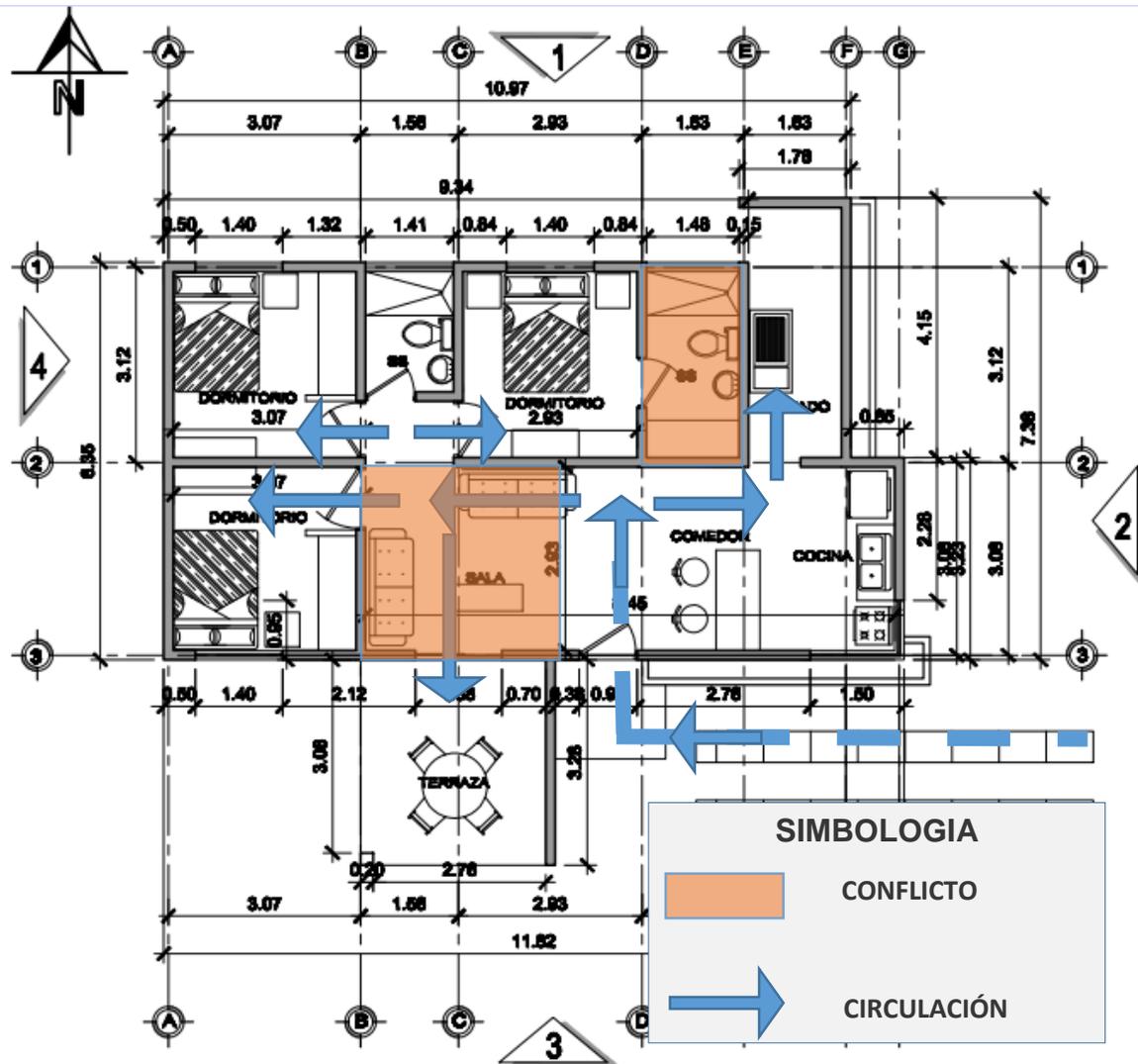


Imagen 44 Análisis funcional Vivienda Modelo

4.6. Análisis constructivo

El sistema constructivo de la vivienda es de mampostería reforzada con bloques de concreto. Las paredes tienen por acabado repello texturizado. Por otra parte las paredes internas son de gypsum para disminuir costos y darle ligereza a la vivienda. El piso lo conforma un cascote de 7cm con cerámicas de 30cm x 30 cm de color blanco.

Las ventanas son de aluminio y vidrio, abatibles y corredizas.

La cubierta de techo es de láminas de zinc ondulado con estructura metálica compuestas por cajas y perlines, este sistema es muy utilizado en el país por su fácil instalación y los costos pueden ser relativamente bajos en comparación con otros.



Imagen 45 Etapa constructiva vivienda modelo



Imagen 47 Perlines Metálicos

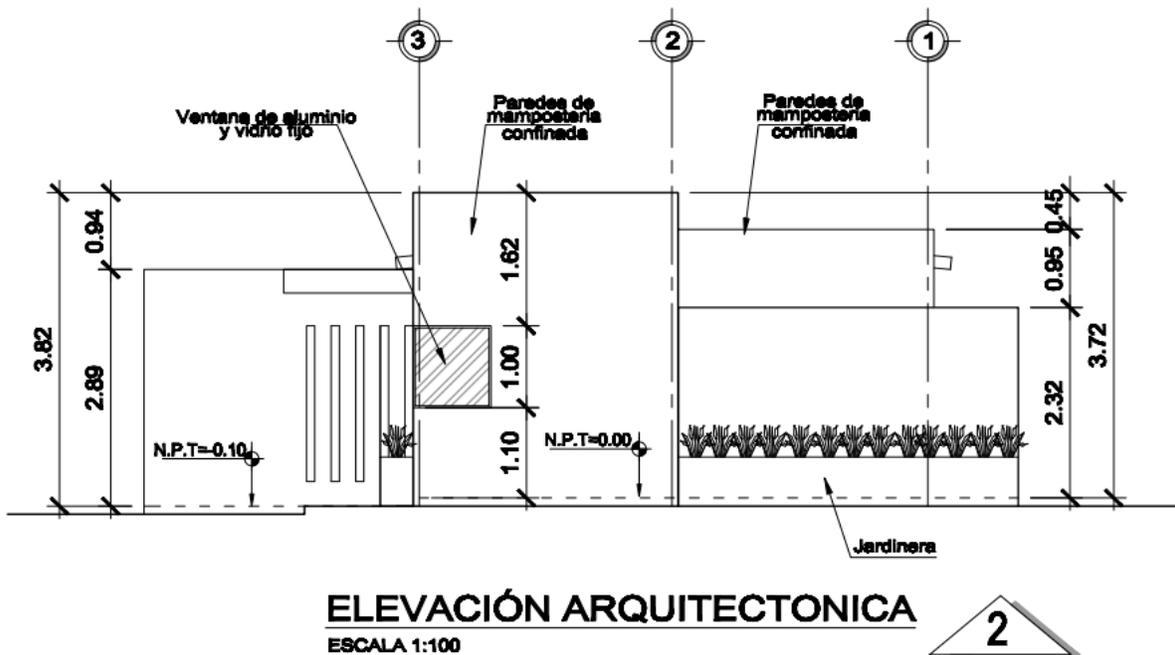


Imagen 46 Elevación Arquitectónica

4.7. Análisis bioclimático

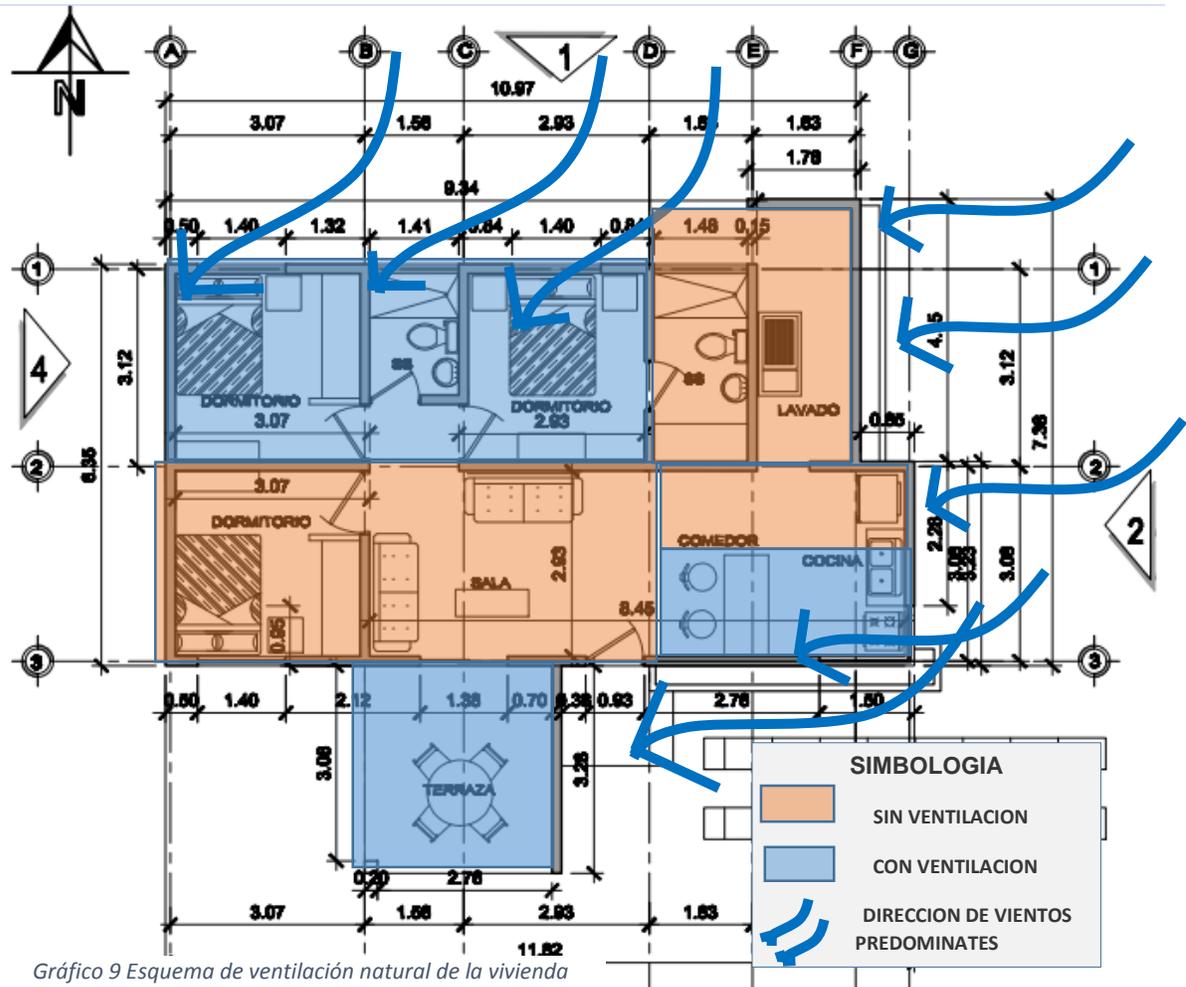
4.7.1 Generalidades

Este análisis consiste en evaluar la vivienda a través de los software de análisis bioclimático (Vasari, Ecotect), por otra parte se realizan esquemas empíricos del comportamiento de la ventilación, además se analiza la iluminación natural de la vivienda

4.7.2. Ventilación

El estudio de ventilación tiene mucha importancia debido a que su función principal es refrescar los ambientes internos, evacuando el aire caliente y renovándolo con corrientes de aire frescas.

En el siguiente grafico se analizan las corrientes de aire que puedan incidir en la vivienda, sabiendo que los vientos predominantes y secundarios son del este y noreste respectivamente según datos de INETER.



El grafico indica cómo funciona la vivienda con respecto a los vientos predominantes, identificando que en la parte norte esta ventilada de manera unilateral, esto quiere decir que el viento fluye por una de las ventanas pero no tiene salida. Los ambientes que tienen ventilación media del lado norte son dos dormitorios y el servicio sanitario compartido. Por otra parte los ambientes sala, comedor, cocina y un dormitorio carecen de ventilación natural debido a que no existe ningún vano o ventana por donde el aire pueda ingresar por los ambientes. A excepción de la cocina que posee una ventana muy estética en la esquina pero poco funcional.

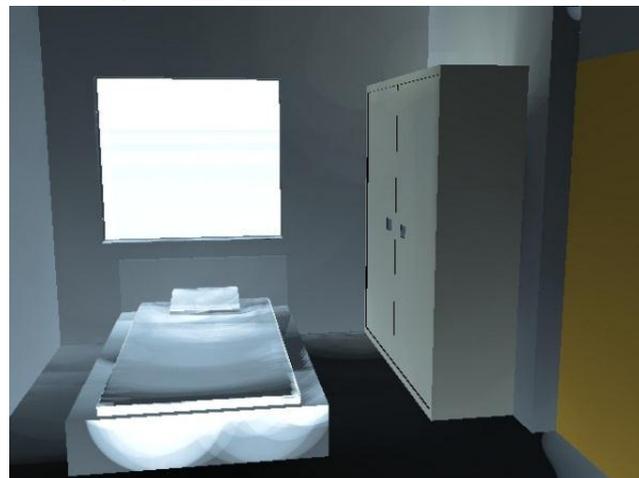
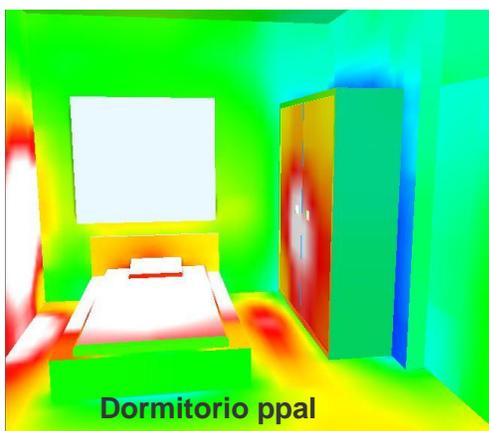
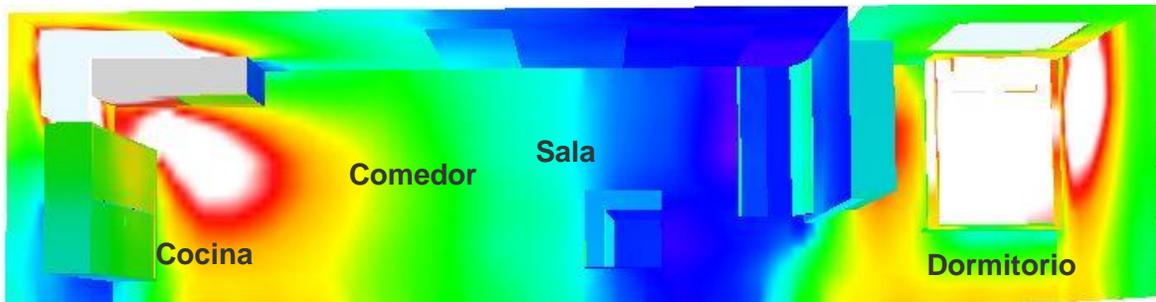
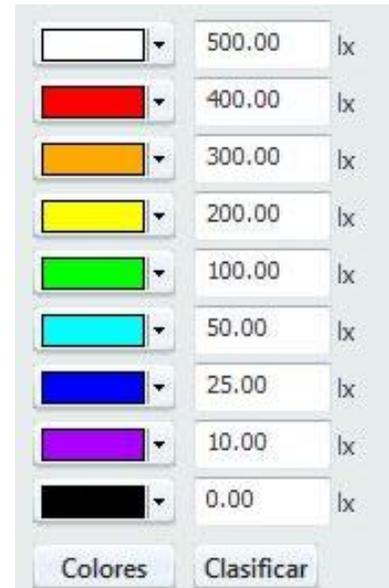
4.7.3. Iluminación

Este inciso está dirigido a analizar el confort lumínico en la vivienda, es de gran importancia tanto para el acondicionamiento de viviendas como para el diseño. El confort lumínico depende fundamentalmente del ojo humano, el cual es considerado en gran medida como el medio de comunicación más importante del hombre para el desempeño de cualquier actividad.

El análisis de iluminación natural se realizó por medio del software Dialux,

Se analizaron los ambientes sala, comedor, cocina y dos dormitorios. Los ambientes más críticos con valores bajos de iluminación es la sala, comedor y cocina debido a que la entrada de luz por los vanos es insuficiente. Y en el caso de la sala y el comedor no posee ningún vano por el cual pueda entrar la iluminación natural. Por lo tanto es importante crear aberturas en sala, comedor y cocina para permitir la incidencia de luz y lograr confort lumínico.

En los dormitorios existen niveles de 500 lux en ciertas áreas pero es insuficiente. Por lo tanto se tiene que proponer nuevas ventanas o vanos más grandes para permitir el confort lumínico de la vivienda.

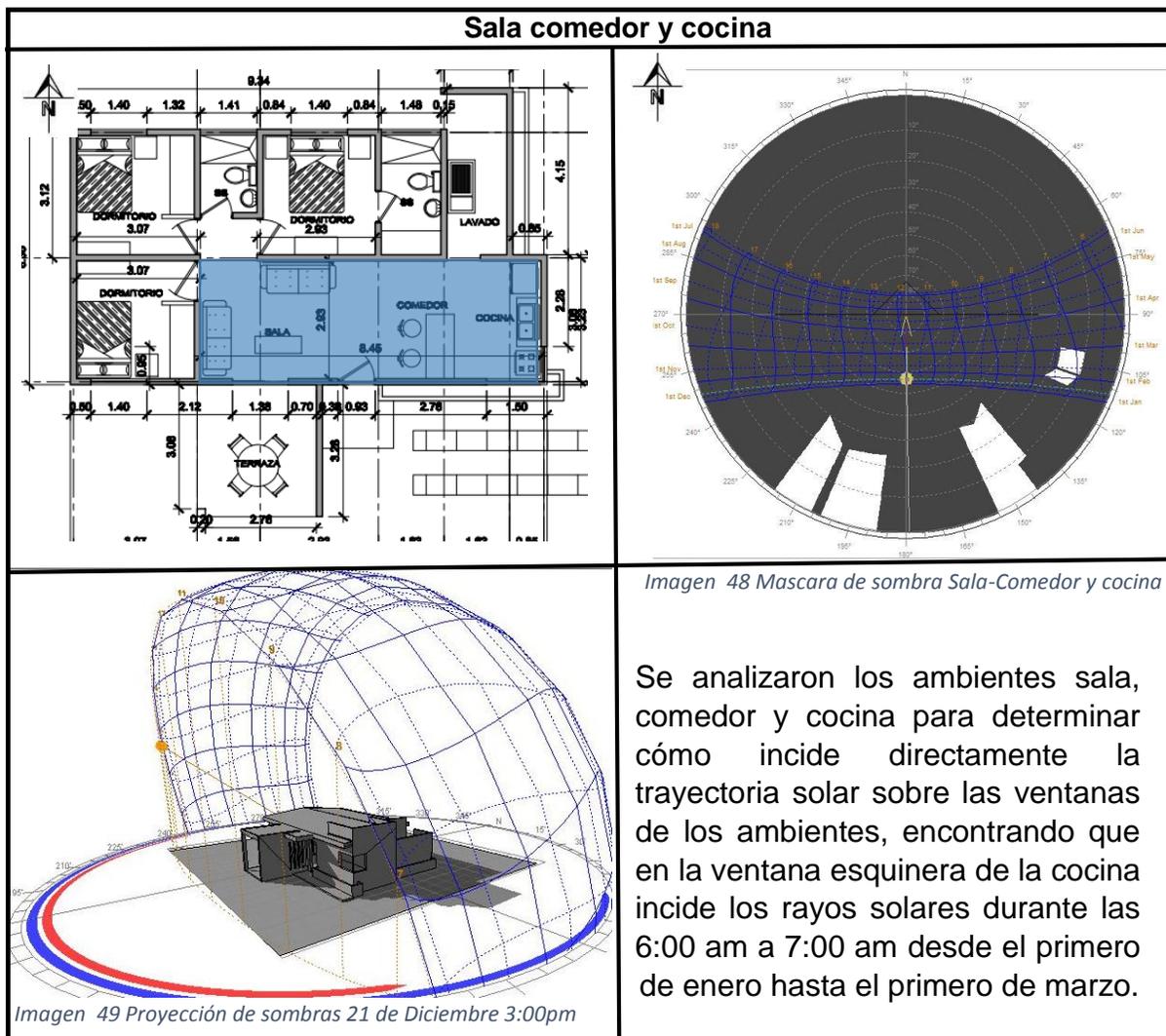


4.7.4. Mascaras de sombra

El análisis de la incidencia solar en la vivienda es de suma importancia, debido a que mucha incidencia de luz solar puede ser perjudicial causando discomfort en los usuarios, uno de los efectos negativos de la luz es el deslumbramiento; este impide la adecuada percepción del campo visual debido a un elevado contraste entre la luminosidad de una superficie y su contorno.

Por otra parte puede haber discomfort cuando la iluminación natural es insuficiente para desarrollar las actividades satisfactoriamente. Con este análisis se logra determinar cuáles son las ventanas que logran dejar pasar cantidades de lux, además se puede determinar las dimensiones y tipo de elemento de protector solar (EPS).

Estos estudios se realizaron mediante el software ecotect en las fechas y horas críticas para esta región en este caso se realizan en los solsticios y equinoccios.



Dormitorio 2

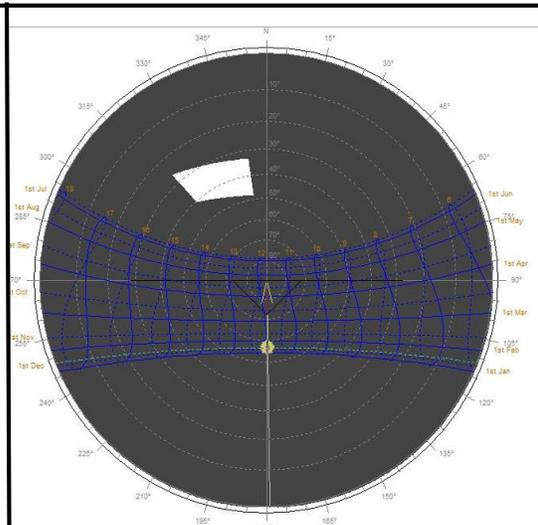
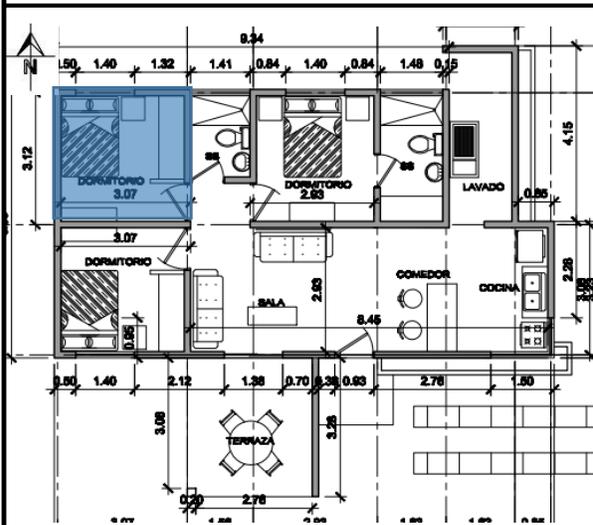


Imagen 50 Mascara de Sombra Dormitorio 2

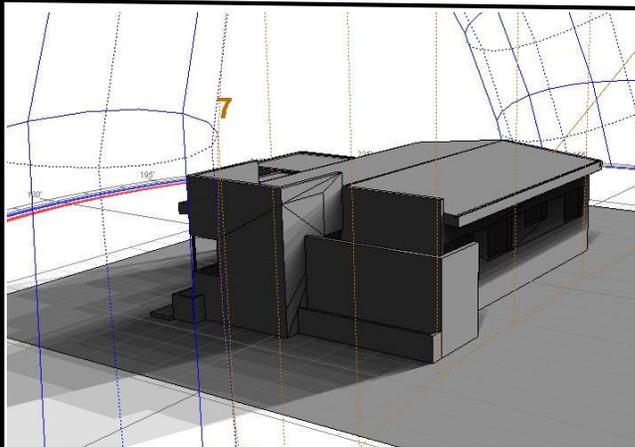


Imagen 51 Proyección de sombras fachada norte

Se analizó el ambiente **dormitorio 2** este ambiente solo posee una ventana orientada hacia el norte y es por esto que no está siendo afectada directamente por la trayectoria aparente solar.

En la imagen 49 se aprecia la protección del alero para las ventanas de la fachada norte.

Terraza

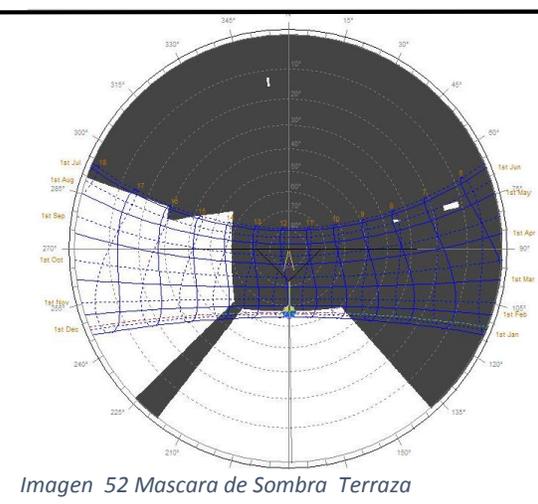
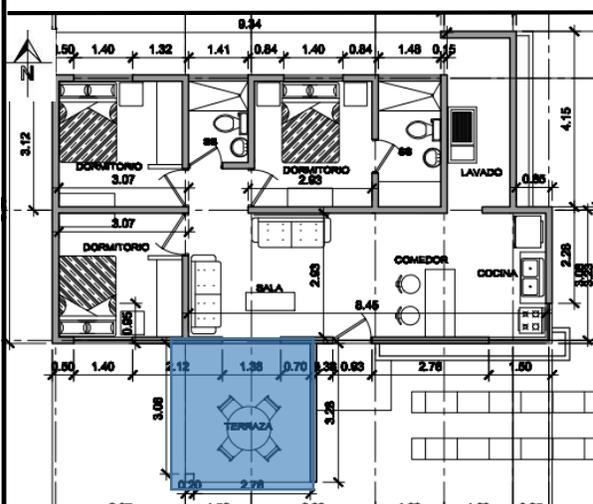


Imagen 52 Mascara de Sombra Terraza

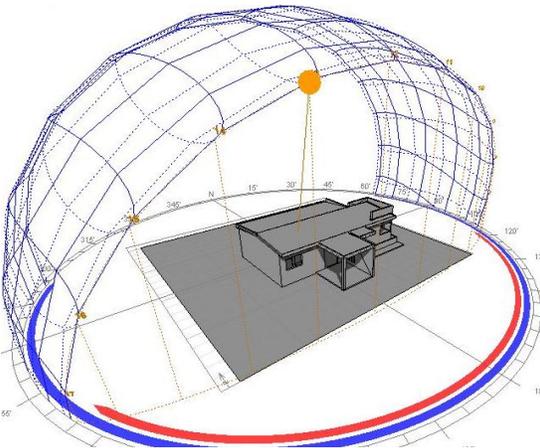


Imagen 53 Proyección de Sombras Área de terraza

La terraza se analizó para determinar las fechas y horas en las que es afectada directamente por la trayectoria solar, determinando que se ve afectado desde las 3:00pm hasta las 6:00 pm desde Julio hasta Diciembre, es decir que por las tardes este ambiente se vuelve inconfortable a menos que se instale un elemento protector vertical. En este caso se propone colocar arboles como elemento de protección natural.

Dormitorio principal

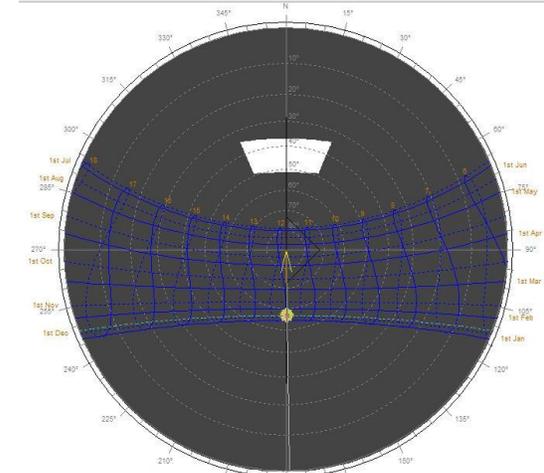
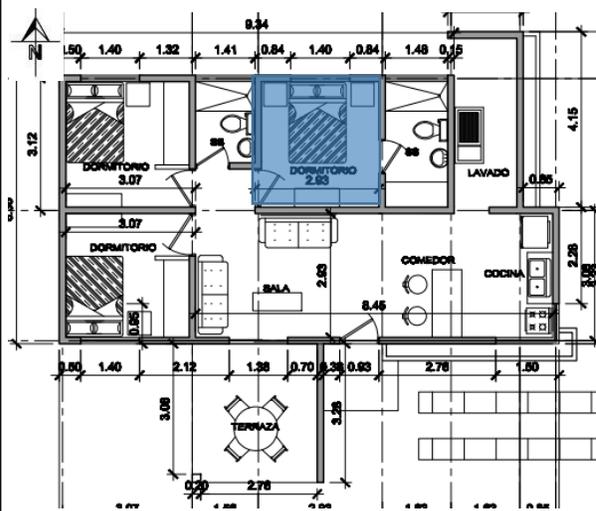


Imagen 54 Mascara de sombra dormitorio principal

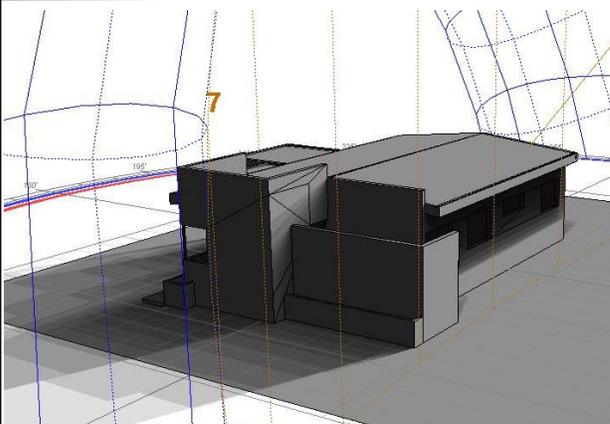


Imagen 55 sombras Fachada Norte

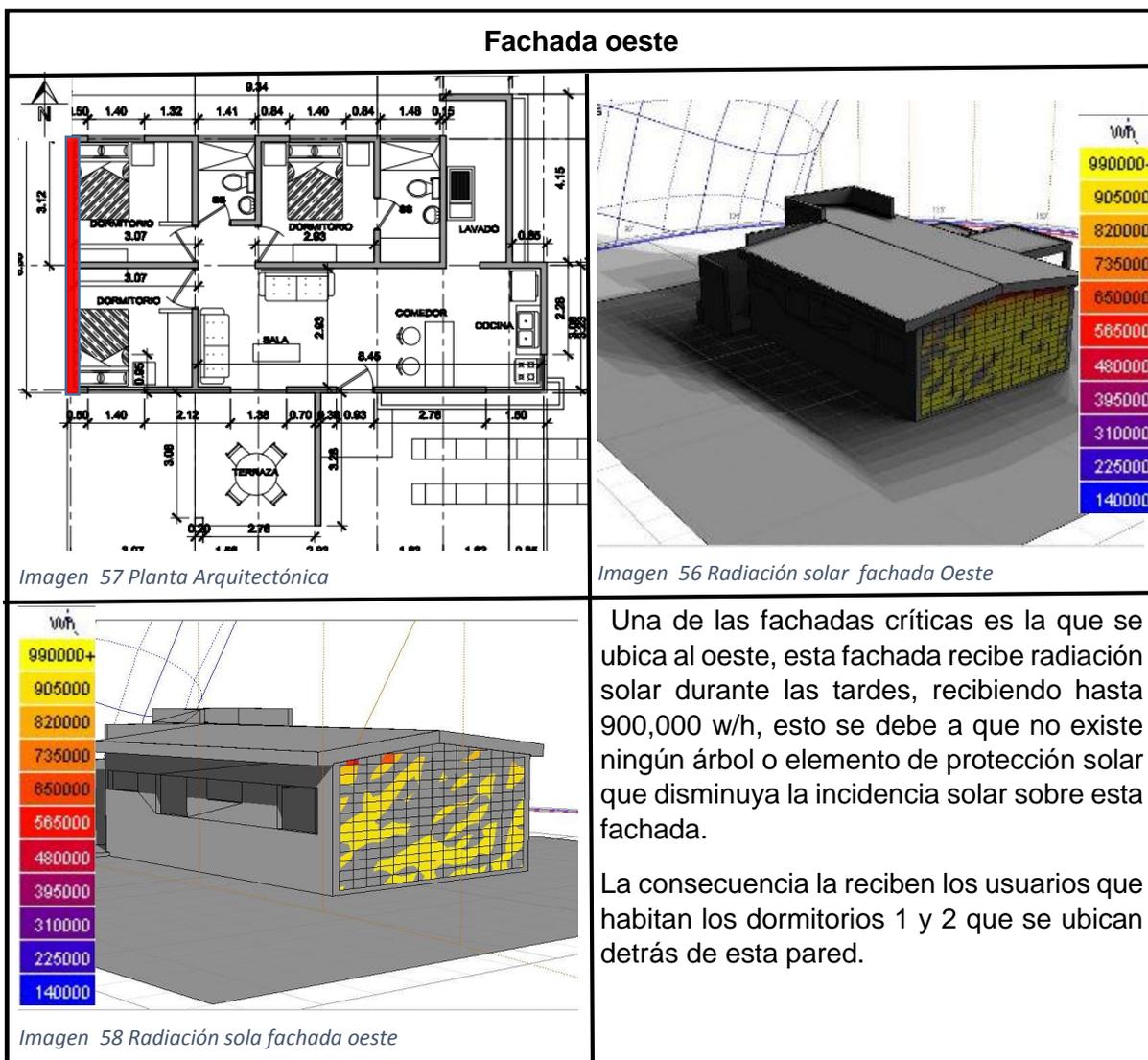
El dormitorio principal solo posee una ventana ubicada hacia el norte, y por esta ubicación no se ve afectada por la trayectoria solar, es decir por esta ventana solo se introduce la luz natural de la bóveda celeste local BCL. Además se puede aprovechar esta orientación para ventilar los ambientes por los vientos secundarios.

4.7.5. Análisis térmico

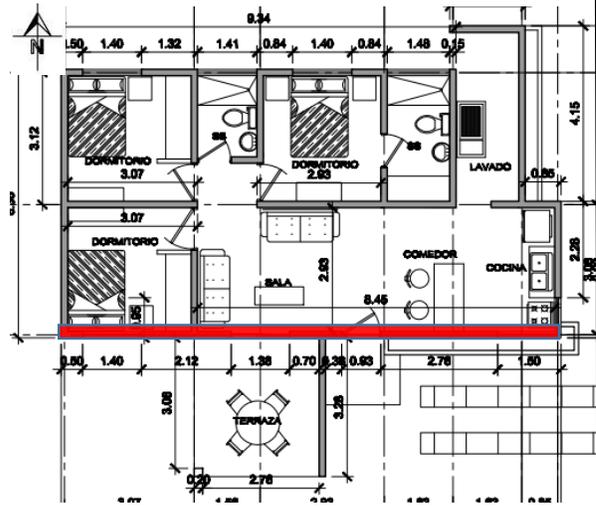
Esta variable se refiere básicamente a las condiciones de bienestar en el individuo, pero desde el punto de vista de su relación de equilibrio con las condiciones de temperatura y humedad de un lugar determinado.

El análisis en el software Ecotect consiste en analizar las fachadas críticas, cuantificando las cantidades de radiación solar que reciben los cerramientos de la vivienda, en base a los resultados de este análisis se determinará una estrategia que minimice la cantidad de ganancia térmica que reciben las envolventes de la vivienda.

Se analizaron las fachadas críticas sur y oeste, por ser las que están expuestas a la mayor cantidad de radiación.



Fachada sur



La fachada sur es una de las que recibe radiación solar por las tardes en las que la mejor manera de proteger las ventanas se resuelve con aleros, esta fachada recibe hasta un 50% de la radiación total ejercida por el sol. Los ambientes que podrían ser afectados por la radiación serían: sala, comedor, cocina y dormitorio 1, sin embargo con la protección de los aleros y el uso de vegetación se pueden disminuir las ganancias de calor.



Imagen 59 Radiación solar Fachada Sur

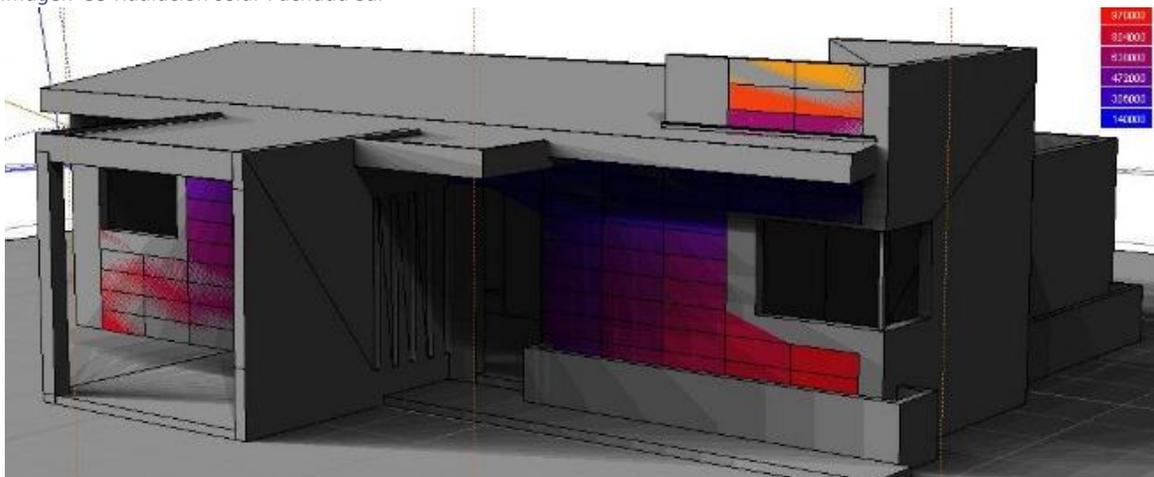


Imagen 60 Radiación solar Fachada Sur

5. Propuesta de adecuación bioclimática

5.1. Generalidades

La propuesta de acondicionamiento está encaminada a mejorar las condiciones de confort de los habitantes del residencial Villas Lindora, ya sea que remodelen las viviendas construidas o que la segunda etapa del residencial pueda construirse con esta propuesta innovadora.

Esta propuesta está basada en el conocimiento adquirido en el curso de titulación y en los resultados del diagnóstico de la vivienda modelo, todo esto procesado con las herramientas y software de análisis bioclimático. Además se tomó en cuenta criterios bioclimáticos de los modelos análogos.



Imagen 61 Render Propuesta Vivienda Bioclimática

5.2. Lineamientos y criterios de diseño bioclimático

- Realizar el acondicionamiento bioclimático sin modificar bruscamente la propuesta inicial. Esto con el fin de respetar la propuesta original.
- Realizar solamente los cambios que se estimen conveniente.
- El emplazamiento de la vivienda en el conjunto debe favorecer la incidencia de los vientos predominantes.
- Garantizar la ventilación natural en la mayoría de los ambientes. Colocando ventanas en posiciones estratégicas para permitir el paso libre del viento, también el correcto dimensionamiento de estas permitirá un mejor flujo de este.
- En caso de que la ventilación natural no pueda incidir en algún ambiente se puede utilizar el sistema de ventilación subterránea.

- Disminuir las ganancias de calor en las fachadas críticas (sur y oeste), aplicando estrategias bioclimáticas o ecotecnias. La implementación de muros y techos verdes pueden ser muy útiles para estas fachadas.
- Utilizar la vegetación como medio de protección solar, la colocación de árboles en las diferentes orientaciones pueden disminuir en gran medida la incidencia solar directa sobre la edificación y así mismo se disminuye las ganancias de calor.
- Utilizar aleros para proteger las ventanas sobre todo del lado sur.
- Utilizar sistemas de captación de energía solar. Garantizar la iluminación por las noches por medio de paneles fotovoltaicos.
- Utilizar el sistema de captación de agua pluvial.

5.3. Programa arquitectónico

Programa arquitectónico				
ZONA	AMBIENTES	Actual	Propuesta	OBSERVACIONES
		Área M ²		
PRIVADA	Dormitorio ppal	8.257	9.84	Se realizó la ampliación del dormitorio principal para tener más espacio y comodidad
	Dormitorio 2	8.67	8.8	Existen variaciones mínimas de las áreas para ambos dormitorios debido al ajuste de los ambientes.
	Dormitorio 3	8.56	8.55	
	Servicio sanitario 1	2.7	3.75	El área del servicio sanitario compartido era muy ajustada impidiendo que se realizaran las actividades cómodamente.
	Servicio sanitario 2	4.4	3.75	En el caso del servicio sanitario del dormitorio principal el área era muy grande debido a que el closet estaba dentro del mismo.
SOCIAL	Sala	11.82	11.82	Los ambientes de la zona social quedaron con la misma área.
	Comedor	4.26	4.26	
	Cocina	8.67	8.67	
	Terraza	9.7	9.7	
SERVICIO	Área de lavado	6	4.84	El área de lavado disminuyo debido a que actualmente es muy grande.
Total		73.037	73.98	El área total representa diferencias mínimas.

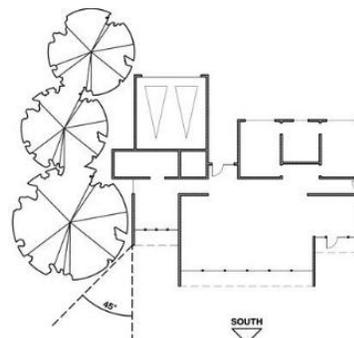
5.4. Herramientas para el análisis bioclimático.

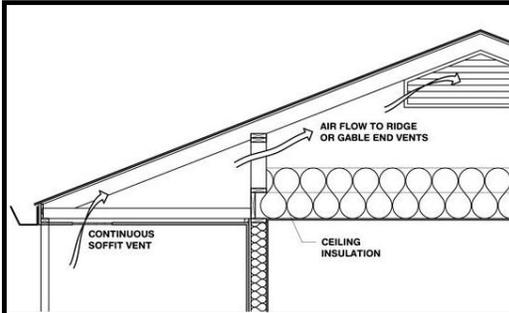
5.4.1. Climate consultant

Este es una herramienta que nos brinda recomendaciones de diseño para mejorar las condiciones de confort de la vivienda a sus usuarios. Ésta basa sus resultados en la interpretación de los parámetros climáticos de Managua.

Dentro de las recomendaciones

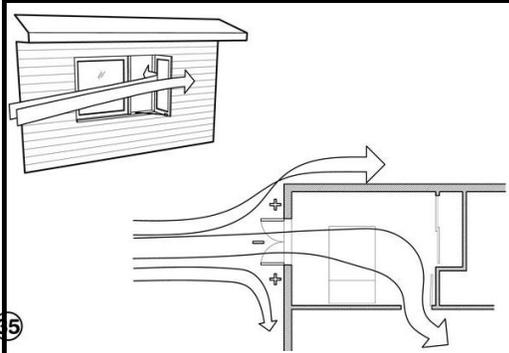
- Utilizar árboles, arbustos o hiedra especialmente al oeste de la edificación.





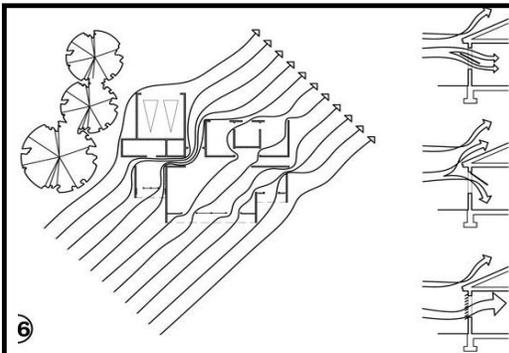
- En climas húmedos se recomienda utilizar techos inclinados para la recolección de aguas pluviales.

Se adopta esta estrategia en la propuesta por ser un sistema fácil y económico, propicio para la recolección de agua pluvial.



- Garantizar una buena ventilación natural, que las ventanas estén sombreadas y orientadas a las brisas predominantes.

Esta estrategia se da con el fin de lograr una buena ventilación y que la temperatura del viento se dé con brisas frescas.



- Localizar aberturas de puertas y ventanas en lados opuestos del edificio para facilitar la ventilación cruzada.

Esta estrategia busca que la vivienda sea permeable al viento, con la ubicación estratégica de puertas y ventanas, además del correcto dimensionamiento de estos.

5.4.2. Tablas Mahoney

Las tablas Mahoney es un método de diseño bioclimático elaborado por Carl Mahoney para el diseño del hábitat. Tiene la finalidad de comparar datos climáticos con un límite de confort establecido para un lugar específico, permitiendo evaluar las condiciones climáticas para tener referencia del tipo de recurso bioclimático a utilizar.

- ▶ Distribución= Orientación norte sur (eje largo)
- ▶ Espaciamiento= configuración extendida para ventilar pero con protección de vientos
- ▶ Ventilación= habitaciones de una galería- ventilación constante.
- ▶ Tamaño de las aberturas= Medianas 30 – 50%
- ▶ Posición de las aberturas= En muros norte y sur a la altura de los ocupantes en barlovento.
- ▶ Protección de las aberturas= Protección contra la lluvia.
- ▶ Muros y pisos= Masivos- arriba de 8 h de retardo térmico.
- ▶ Techumbre= Ligeros, Bien aislados.
- ▶ Espacios nocturnos exteriores= Grandes drenajes pluviales.

5.5. Emplazamiento de conjunto

Es importante analizar el emplazamiento que puede tener la vivienda respecto a la calle. Se presentan cuatro situaciones de frente de manzana, que responde a las posibilidades de orientación de las viviendas. Con cada situación se generan cambios; ubicación de nuevas ventanas, reubicación de ventanas, reubicación de ambientes y nuevas estrategias bioclimáticas todo esto para lograr que la vivienda funcione bioclimáticamente brindando condiciones de confort a sus usuarios.

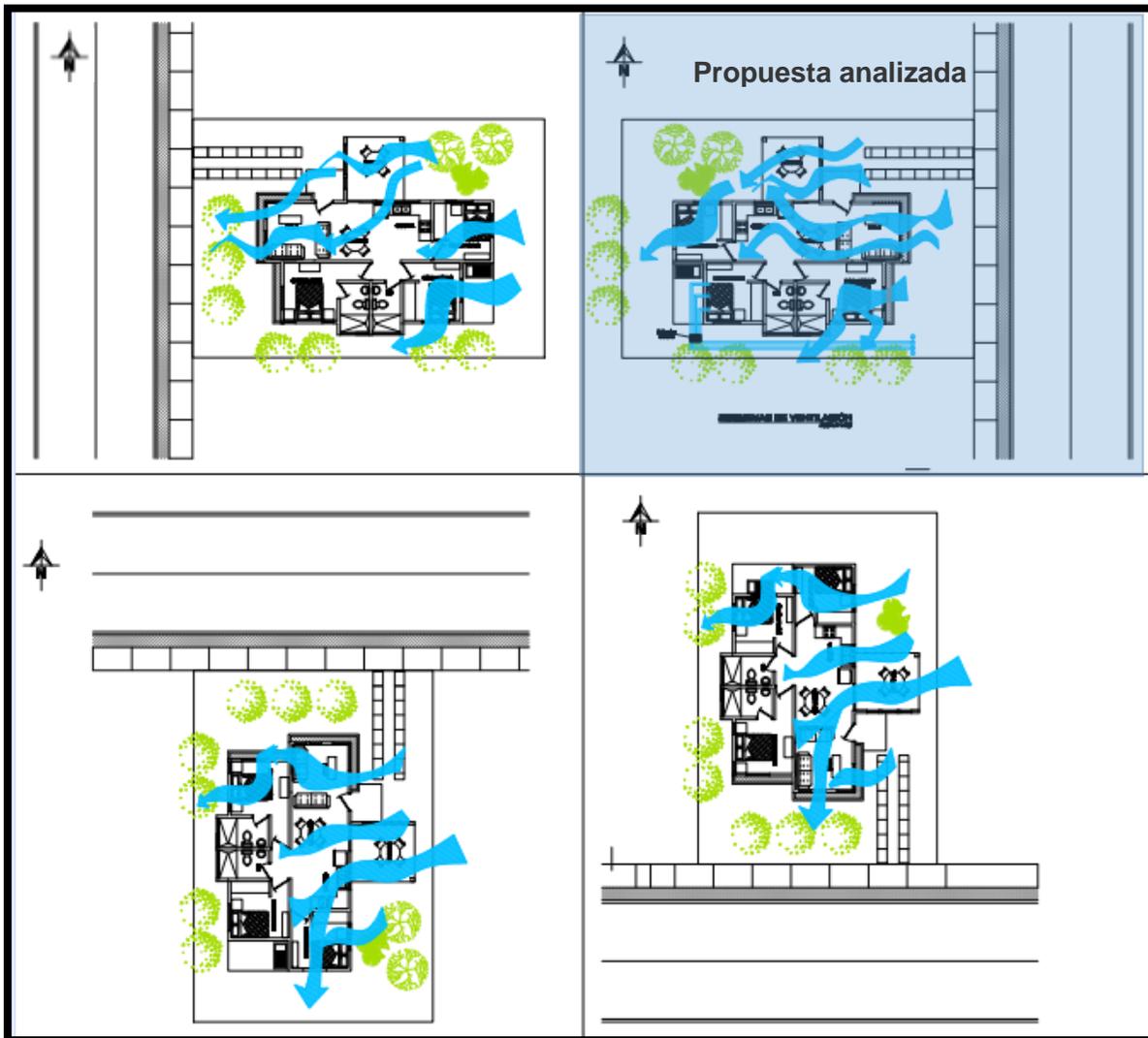


Imagen 62 Disposición de las viviendas según la calle

Para poder analizar en tiempo y forma se tomó una de las opciones y es la que tiene la calle hacia el este, en esta se procederán a analizar bioclimáticamente para que la vivienda sea confortable con ahorro en el consumo energético y de agua potable a través de la captación de agua pluvial y de energía solar.

Se determina que para un mejor funcionamiento en cuanto a la ventilación natural los lotes tendrán que tener mayores dimensiones con ancho y largo mínimo de 16m x 20m.

5.6. Zonificación

Se realizó la propuesta de zonificación de acuerdo a los resultados del diagnóstico, procurando resolver los problemas de circulación y funcionalidad que tenía la vivienda, además se tomó en cuenta la parte bioclimática, es decir ubicar los ambientes según la dirección de los vientos predominantes y trayectoria aparente solar.

Todo esto con el fin de lograr que la vivienda se adapte al clima y las condiciones del entorno respetando al medio ambiente.

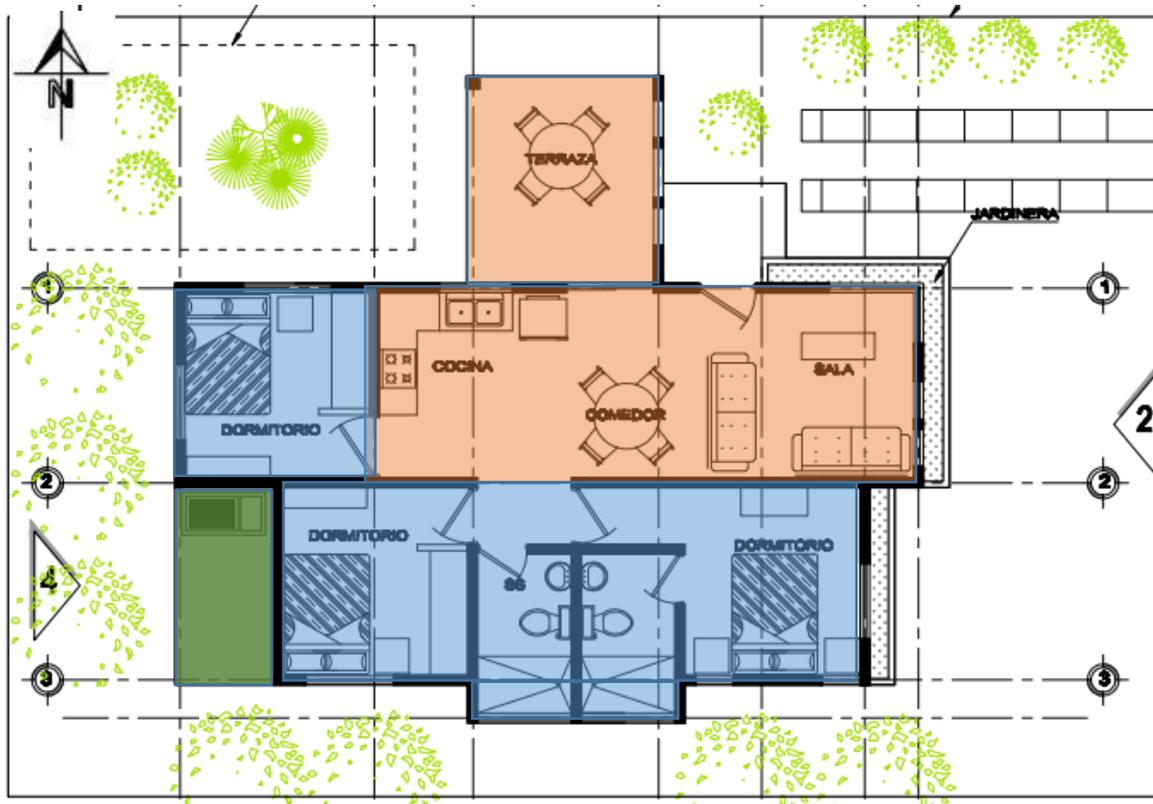


Gráfico 10 Propuesta de Zonificación

En la propuesta podemos encontrar tres zonas: privada, servicio y social. En la cual la zona privada la conforman los ambientes de servicios sanitarios y dormitorios, la zona social la conforman los ambientes sala, comedor, cocina y terraza, y la zona de servicio la compone únicamente el área de lavado y planchado. Se logra una mejor privacidad con los dormitorios.

SIMBOLOGIA

- ZONA PRIVADA
- ZONA DE SERVICIO
- ZONA SOCIAL

5.7. Análisis formal

En la propuesta se utiliza la geometría elemental de las formas, el rectángulo es la base de la composición, seguido de la concepción ortogonal de las líneas, carece de elementos decorativos sobrantes, en cambio sobresalen las transparencias, las texturas, la luz, el entorno, y la relación de funcionalidad y espacialidad.

Las fachadas de la vivienda nos muestran la seriedad de las formas, continuidad en las líneas, la relación de los materiales entre sí, y sobre todo la integración formal de las estrategias bioclimáticas con la arquitectura de la vivienda. Se destaca la utilización de pérgolas, vegetación muros y techos verdes todos estas soluciones mostrando la armonía con los demás elementos de la vivienda.

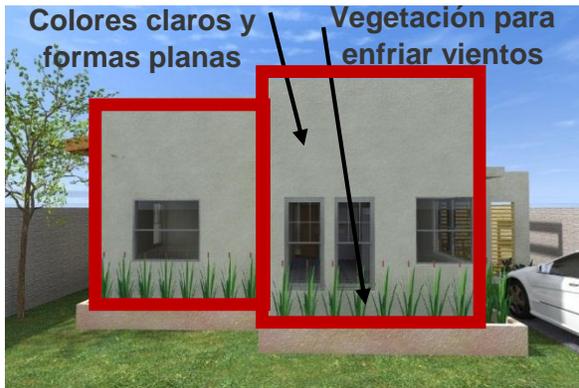


Imagen 68 Vista fachada frontal



Imagen 63 Vista acceso a la vivienda



Imagen 66 vista fachada principal de acceso



Imagen 67 Vista de fachada oeste



Imagen 64 Vista fachada sur y este

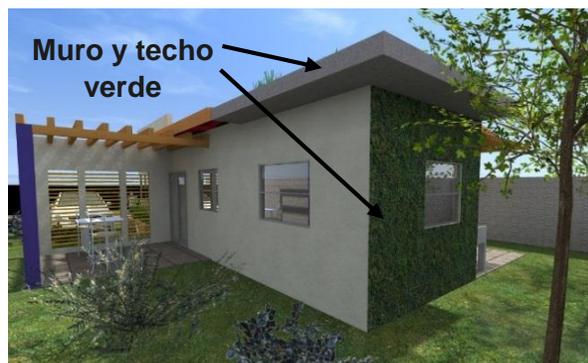


Imagen 65 Vista terraza y muro verde

5.8. Análisis constructivo y materiales propuestos

La propuesta constructiva es muy similar a la vivienda inicial, donde prevalecen el uso de mampostería reforzada para las paredes exteriores y gypsum para las paredes internas. La estructura y cubierta de techo tiene unas variaciones para mejorar el confort térmico de los ambientes por lo que se inserta en la vivienda techos verdes, pérgolas de madera con enredaderas y láminas de zinc onduladas, la estructura de techo la conforman losas de concreto armado y estructura metálica de cajas y perlines.

Se implementa en la fachada oeste la utilización de la ecotecnia muro verde con el fin de disminuir las ganancias de calor que recibe la pared y consecuentemente disminuir la cantidad de radiación solar transmitida al interior.

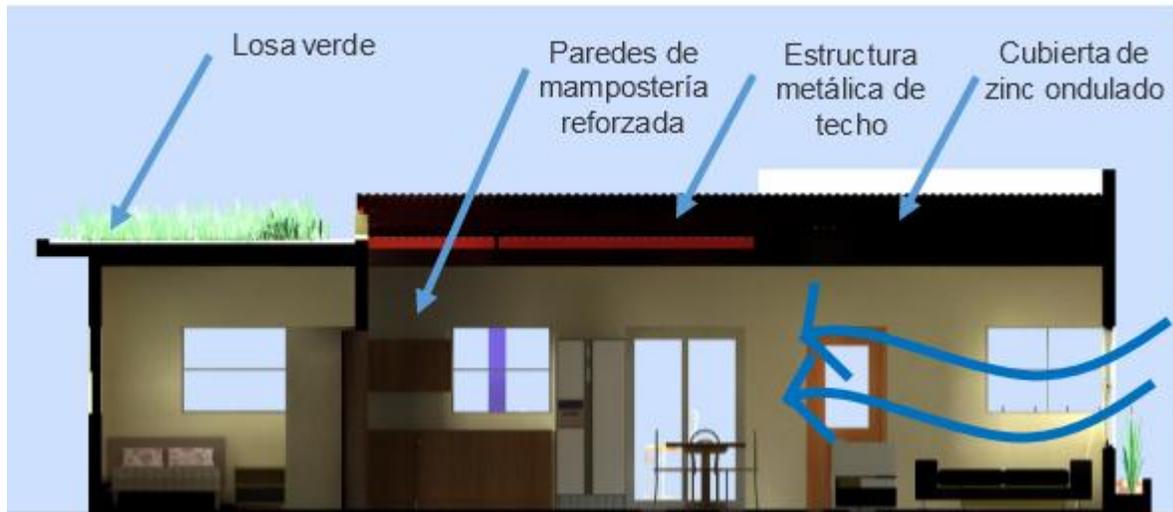


Imagen 70 Sección longitudinal

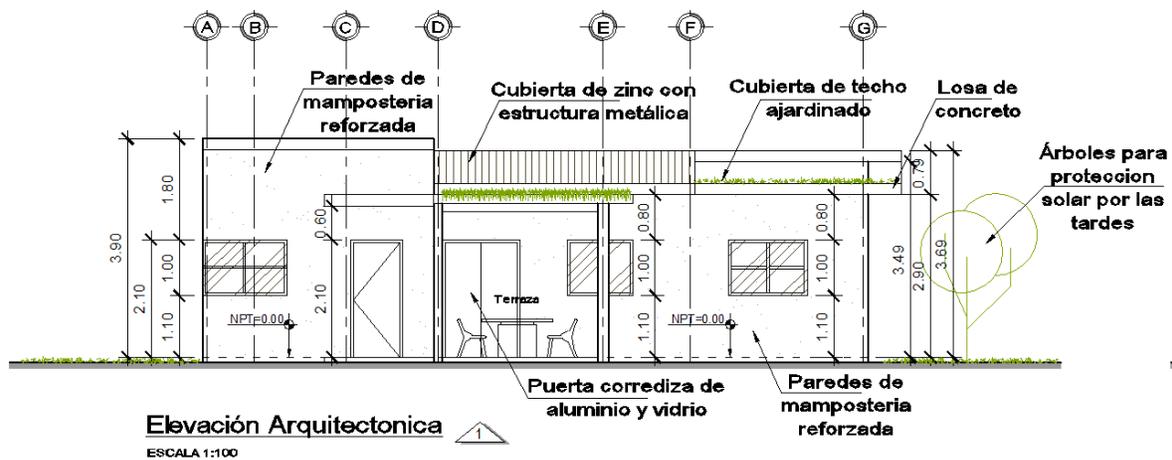


Imagen 69 Elevación Arquitectónica

5.9. Análisis bioclimático

5.9.1 Generalidades

La propuesta bioclimática mejora las condiciones de confort para los usuarios de las viviendas y se lograra un ahorro significativo en la factura energética y de agua potable debido a que se utilizara la obtención de energías renovables como es la energía solar.

Para comprobar las estrategias bioclimáticas y los cambios en la vivienda se utilizaran el software de análisis **Ecotect de Autodesk y Dialux**. Estos software nos brindan datos que tienen que ver con las condiciones geográficas y el clima. Mediante estos software se puede obtener mascararas de sombra, radiación solar de fachadas y terrazas, iluminación natural y artificial,

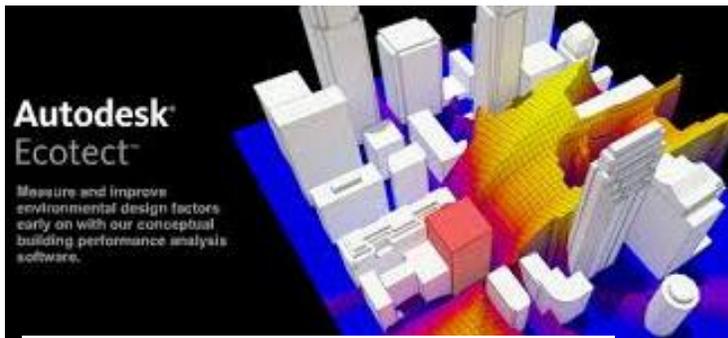


Imagen 71 Presentación Ecotect



Imagen 72 Logo Dialux



Imagen 74 Perspectiva vivienda propuesta

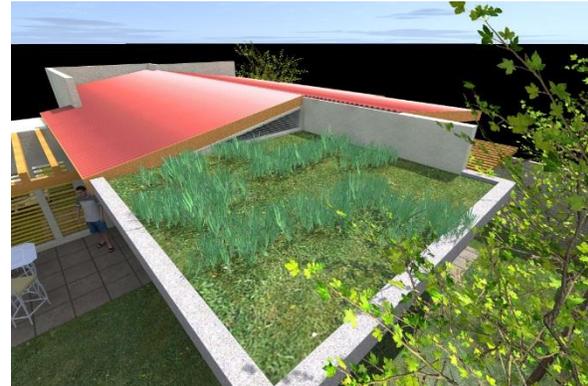
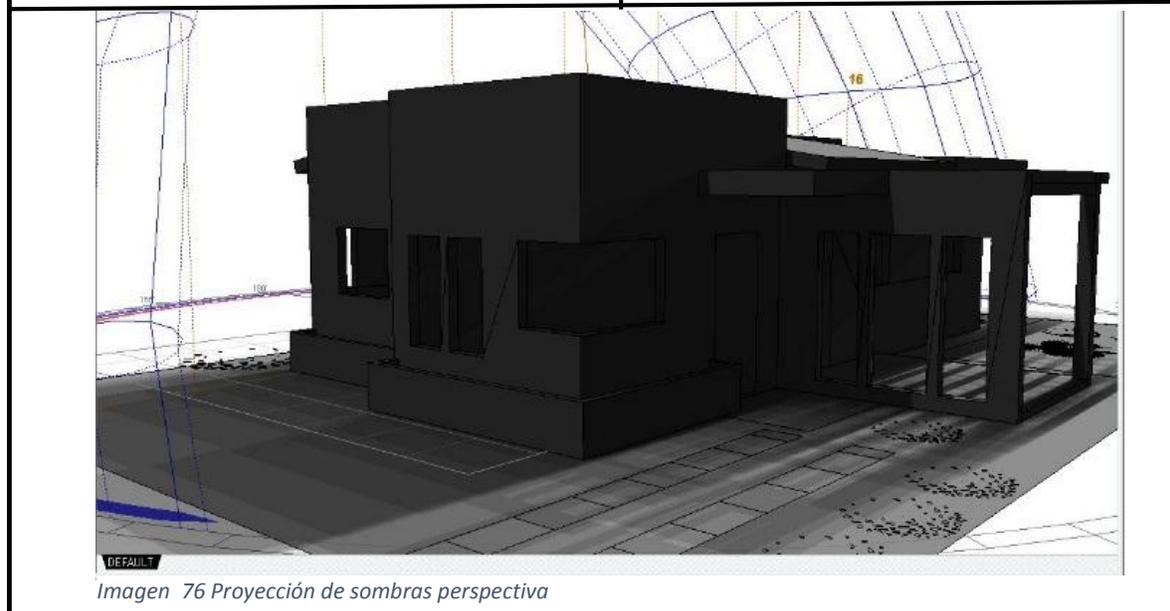
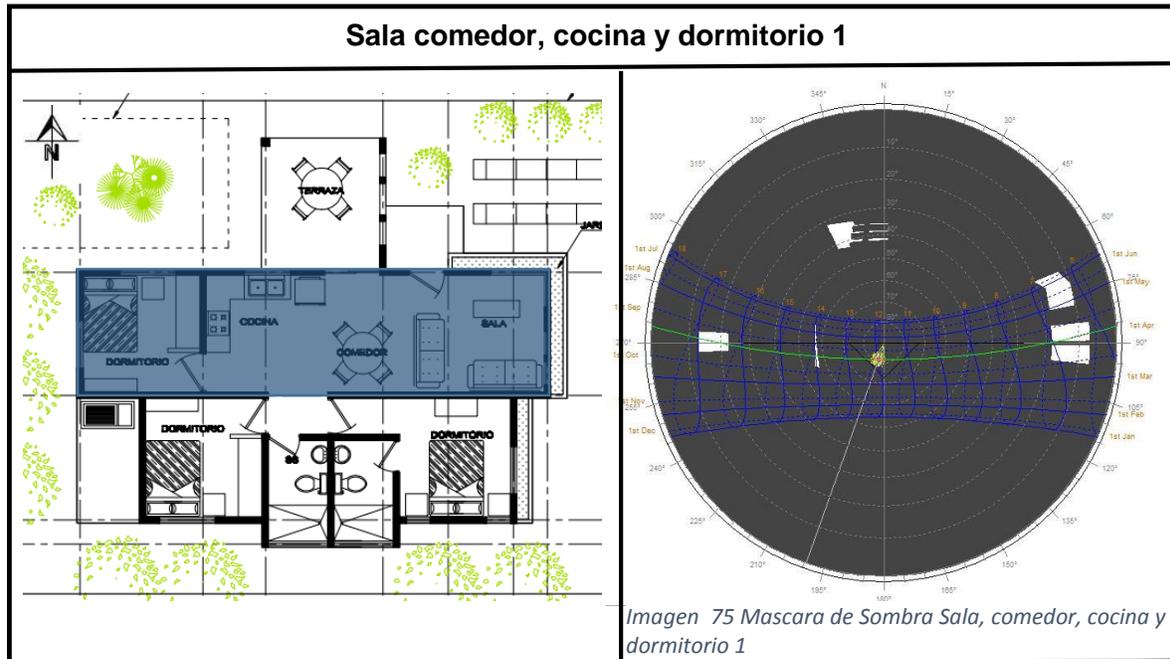


Imagen 73 Perspectiva vivienda (techos verdes)

La utilización de vegetación es muy importante para obtener un mejor microclima, se utilizan las ecotecnias de muros y techos verdes en la vivienda que además de mejorar estéticamente la edificación se disminuirán las ganancias de calor.

5.9.2. Control solar

Este análisis tiene la finalidad de analizar los ambientes de la vivienda en cuanto a la incidencia solar, mediante este estudio se puede determinar las horas y los meses en que las ventanas son afectadas directamente por la trayectoria aparente del sol. Según los resultados de este análisis se puede determinar qué tipo de elementos de protección solar se utilizaran para mejorar las condiciones de confort en la vivienda.



El análisis de los ambientes sala, comedor, cocina y dormitorio 1 nos refleja que las ventanas de la sala están siendo afectadas por horas de la mañana desde Marzo a Junio. Por otra parte la ventana ubicada al oeste del dormitorio 1 se ve afectada por horas de la tarde durante los meses de septiembre y octubre.

Terraza

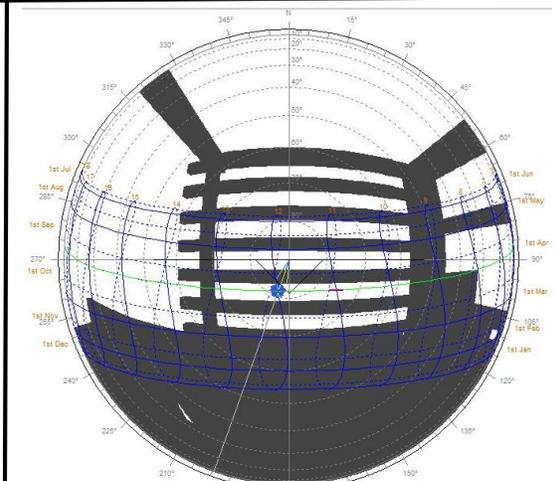
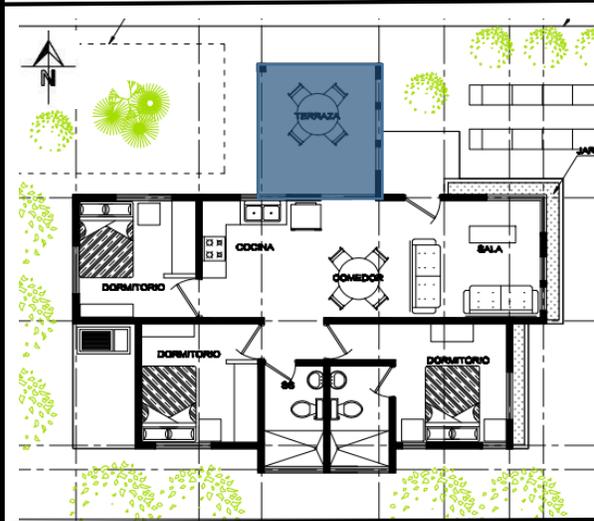


Imagen 77 Mascara de sombra terraza

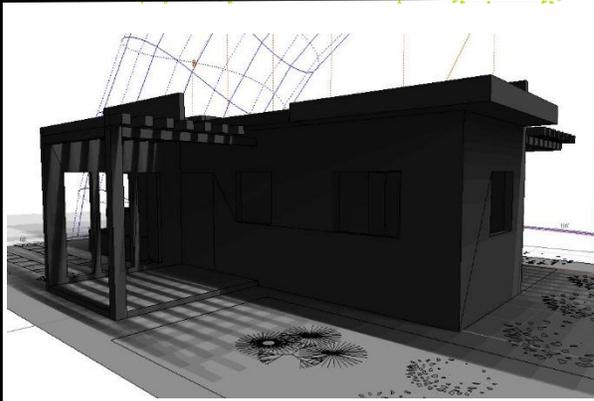
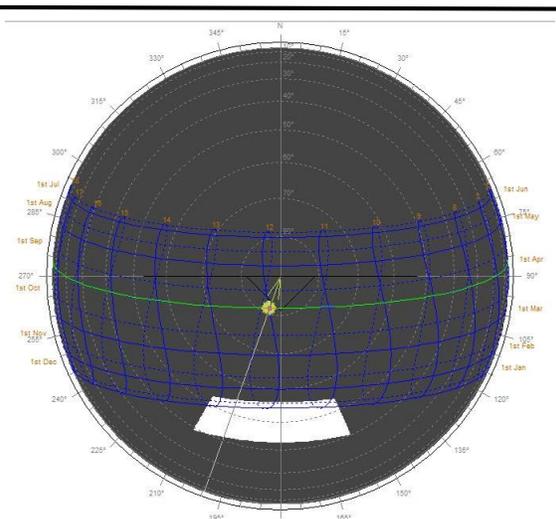
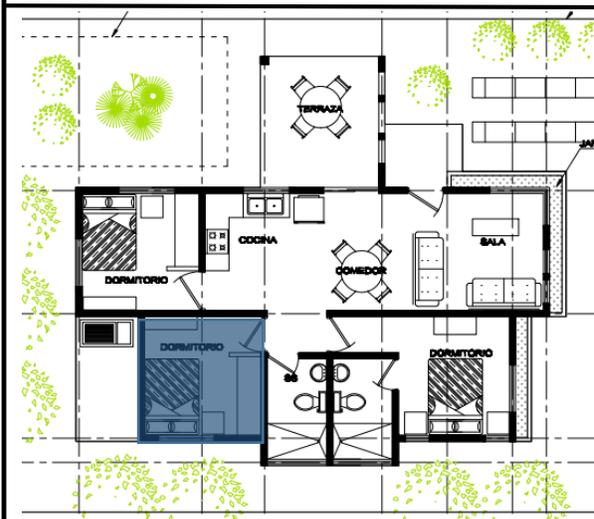


Imagen 78 Proyección de sombras terraza

El análisis de la terraza se realiza porque es un espacio abierto, en el cual recibe mayor cantidad de radiación solar por las tardes pero se soluciona con una sábana retráctil de bambú, también se ve en la máscara de sombra que por la mañana es afectado por la trayectoria solar, y la solución será colocar láminas de bambú para dejar pasar el aire y disminuyendo la entrada directa de los rayos solares.

Dormitorio



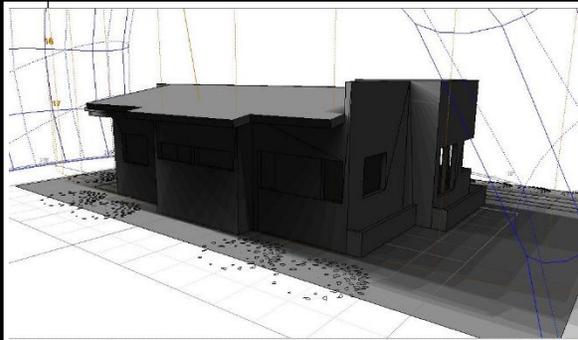


Imagen 80 Proyección de sombras fachada sur

El análisis en el dormitorio muestra como la ventana que se ubica al sur está siendo afectada directamente por los rayos solares desde las 11:00am a 1:00 pm, durante los meses de Enero y Diciembre. La mejor estrategia para proteger las ventanas es extender los aleros de la cubierta.

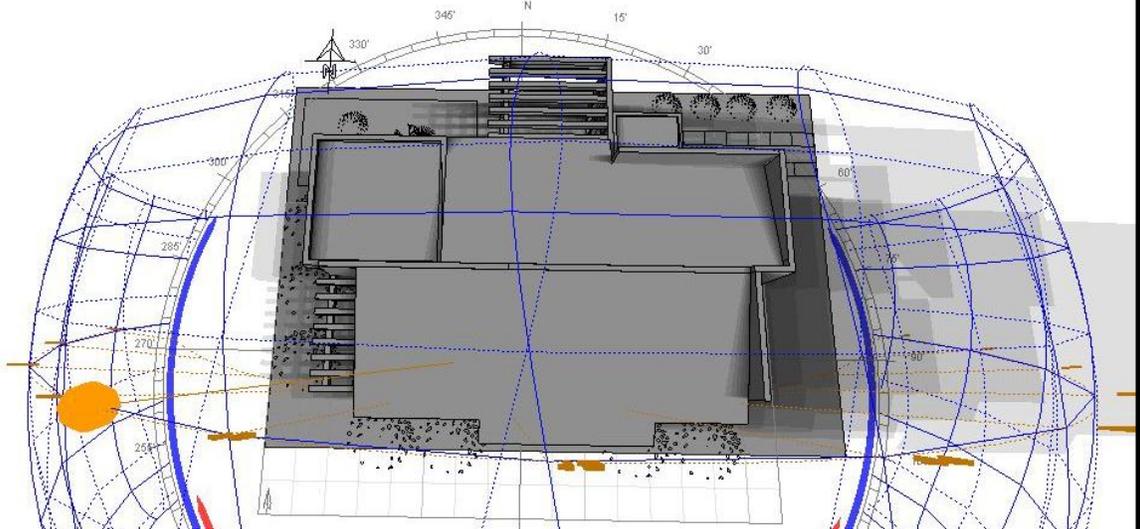


Imagen 81 Proyección de sombras anual

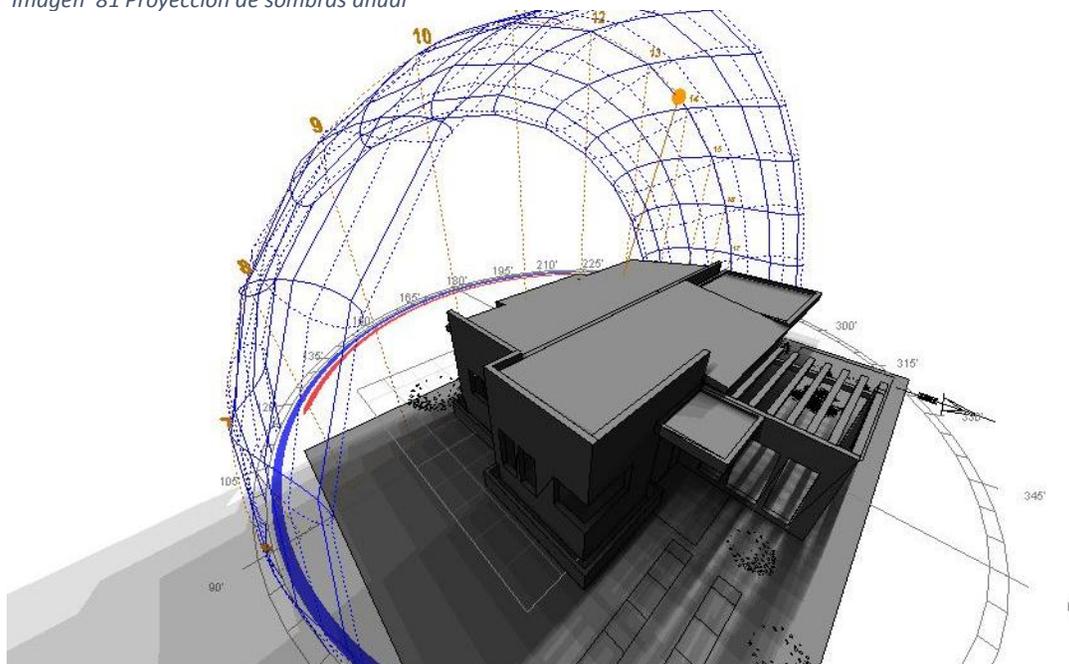


Imagen 82 Proyección de sombras fachada norte y este

5.9.3 Ventilación Natural

El viento es uno de los parámetros ambientales más importantes a manejar en la arquitectura, ya sea para captarlo, para evitarlo o controlarlo. La ventilación natural es la principal estrategia de climatización en climas cálidos como la ciudad de Managua.

Los vientos predominantes en Managua tienen dirección este-oeste y los vientos secundarios inciden del noreste, en base a estos datos se emplaza la vivienda para que esta sea permeable a los vientos naturales, generando que los ambientes se mantengan frescos y brinden condiciones de confort a sus usuarios.

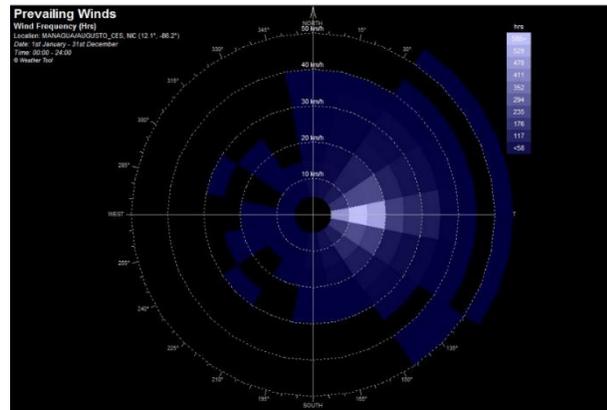


Imagen 83 Rosa de los vientos Managua

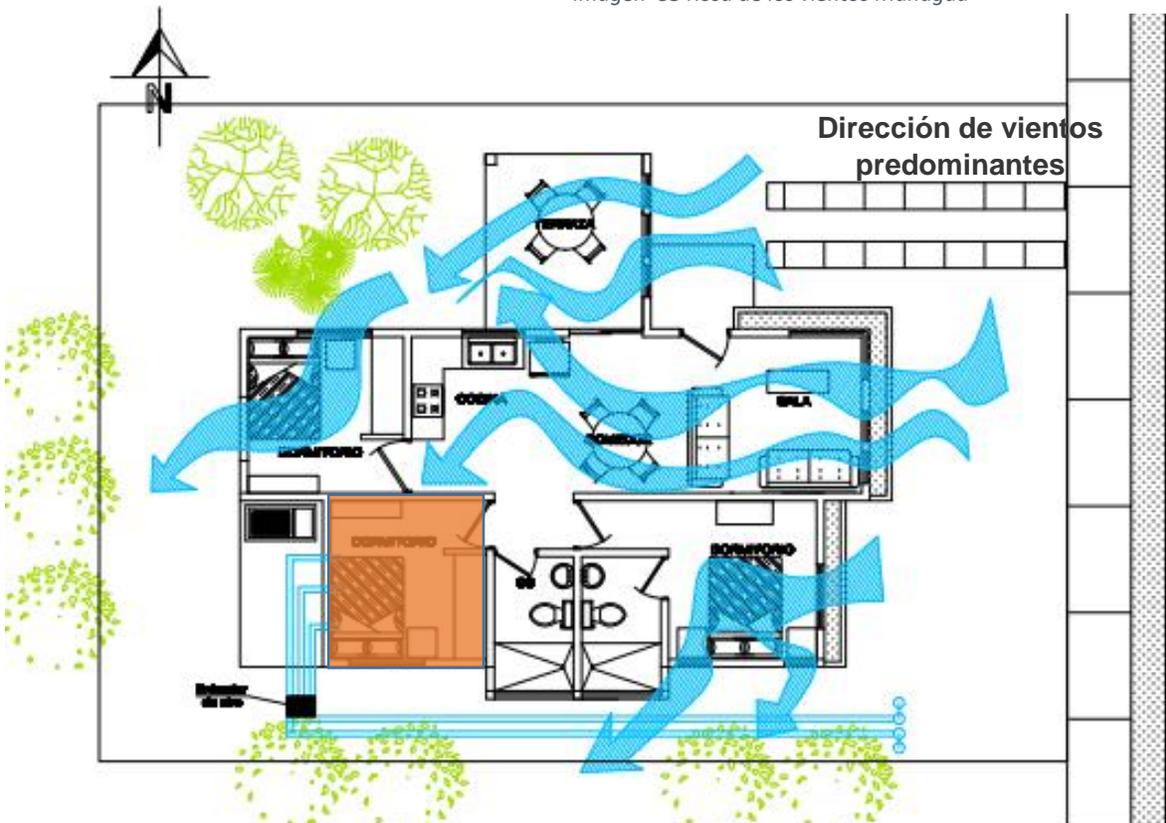


Imagen 84 Esquema de ventilación natural

Con esta propuesta se logra ventilar naturalmente un 90% de la vivienda a través de criterios de ubicación y tamaño de ventanas para permitir que la vivienda sea permeable al viento. Por otra parte uno de los ambientes (dormitorio 2) se encuentra desfavorecido por la ventilación natural, por lo tanto hay que aplicar la estrategia de ventilación subterránea para ventilar al 100% la vivienda.



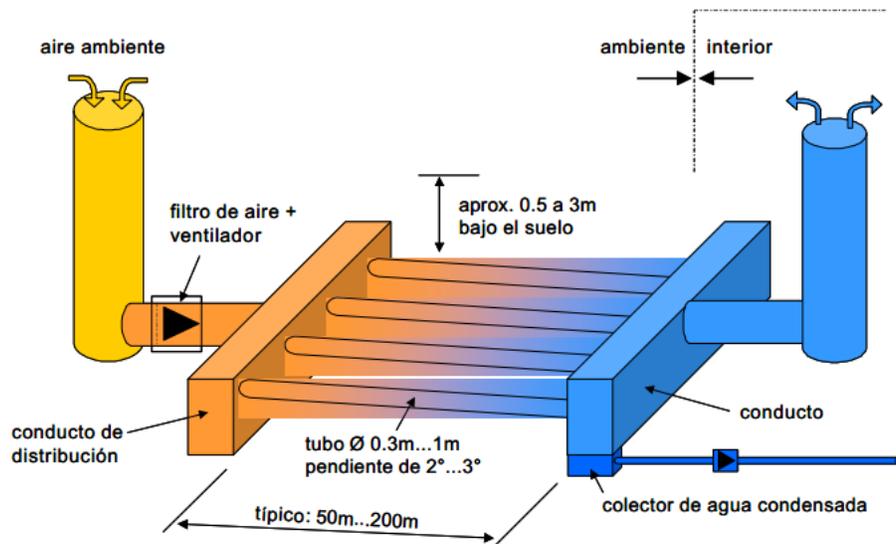
Imagen 85 Sección longitudinal

En el corte longitudinal se aprecia como evacua el aire que entrada por las ventanas de la sala, refrescando el comedor y la cocina y por último el aire caliente es expulsado por efecto chimenea a través de una abertura en la parte superior del techo.

Ventilación subterránea

Como se aprecia en el esquema de ventilación uno de los dormitorios se encuentra desfavorecido por la ventilación natural, sin embargo para lograr su ventilación se propone la utilización de la estrategia de ventilación subterránea.

Esta estrategia consiste en proveer aire fresco para un determinado ambiente después de haberlo hecho circular por un conducto subterráneo que, puede enfriar el ambiente utilizando la inercia térmica de la tierra.



Principio funcional de un intercambiador de calor aire-tierra (se muestra el uso en verano, para pre-refrigeración del aire).

Imagen 86 Ejemplo del Sistema de Ventilación subterránea

5.9.4. Iluminación natural

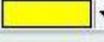
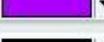
Generalidades

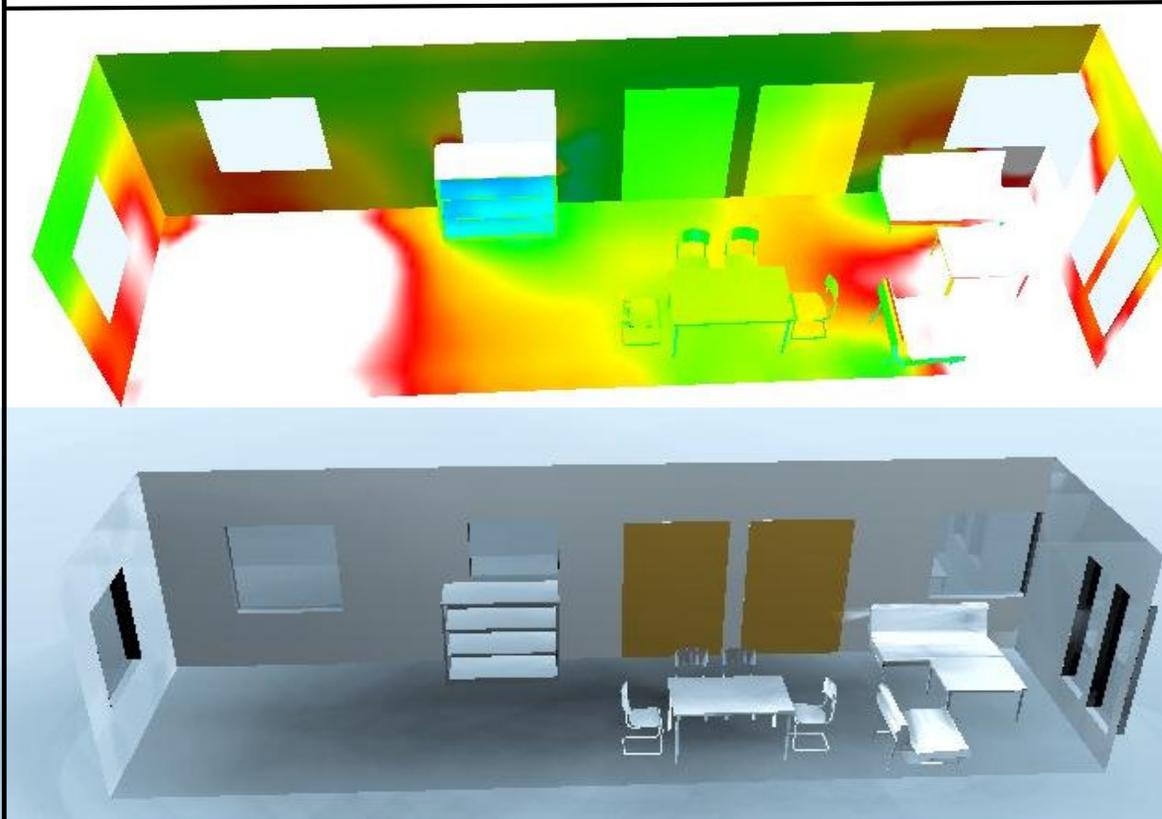
El estudio del confort lumínico es uno de los objetivos de la arquitectura bioclimática pero desde un punto de vista pasivo, es decir iluminar la vivienda de manera natural durante el día, controlando las cantidades de lux provenientes del sol por sistemas de protección solar, colores y texturas.

El análisis se realizó por medio del software Dialux, que se encarga de medir las cantidades de luz que inciden sobre los ambientes.

Iluminación sala, comedor, cocina y dormitorio 1

En el siguiente grafico se presentan los resultados del estudio de iluminación natural de los ambientes sala, comedor, cocina y dormitorio. Encontrando que estos ambientes reciben cantidades de 500 lux promedio, a excepción del comedor, pero gracias a este estudio se propone utilizar una puerta de vidrio y madera en la terraza con el fin de permitir el paso de la iluminación del exterior hacia el área del comedor.

	500.00	lx
	400.00	lx
	300.00	lx
	200.00	lx
	100.00	lx
	50.00	lx
	25.00	lx
	10.00	lx
	0.00	lx



Iluminación dormitorio principal

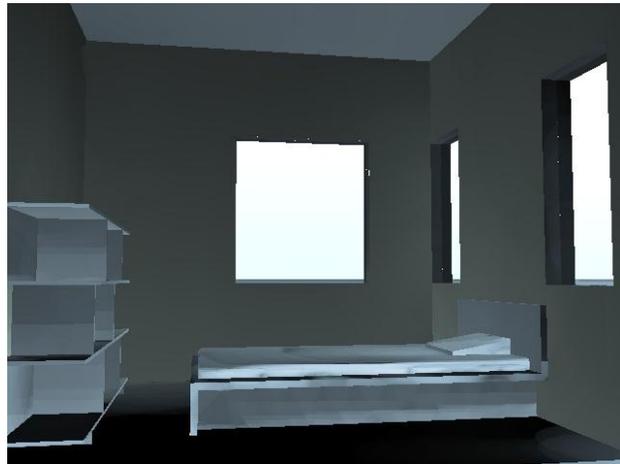
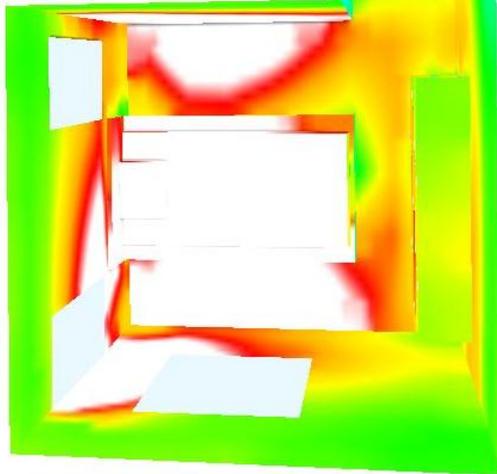
El dormitorio principal se encuentra iluminado por medio de tres ventanas una de ellas se ubica al este y las otras dos al sur, por medio de estas es que recibe la iluminación durante el día.



Los valores obtenidos para el dormitorio principal son de 500 lux en el área de la cama, sin embargo en el área del acceso se encuentran valores menores debido a que no hay ninguna ventana que ilumine. Pero solo es un área de paso y no es irrelevante que este iluminado

Se logra determinar que este ambiente está muy bien iluminado de manera natural durante el día.

En la imagen se pueden apreciar la ubicación de las ventanas de la habitación y la incidencia de la luz



Se pueden apreciar en los ambientes analizados que la iluminación natural está resuelta evitando que se tenga que utilizar iluminación artificial durante el día y que se generen altos costos en la factura energética.

Para controlar las cantidades de lux que inciden en los ambientes se propuso la utilización de colores claros y oscuros para crear contrastes y dar una sensación de confort para sus usuarios.

5.9.5. Análisis térmico

Este análisis comprende conocer las cantidades de radiación solar que reciben las fachadas de la vivienda durante el día. De acuerdo a los datos que ofrecen se pueden definir las estrategias bioclimáticas y los materiales adecuados que protejan los ambientes de la radiación exterior.

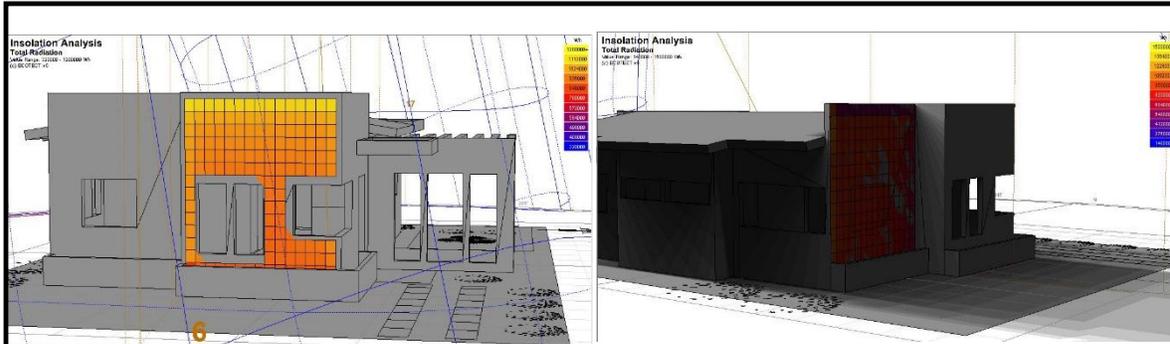


Imagen 88 fachada este

Imagen 87 fachada este

La radiación de la fachada este de la vivienda es afectada durante la mañana con rangos intermedios de radiación solar. Una de las paredes pertenece a la sala y la otra pared al dormitorio principal.

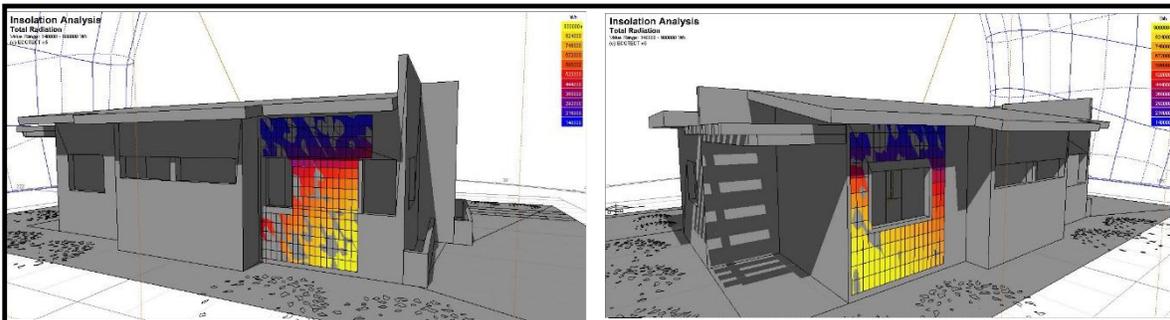


Imagen 90 fachada sur

Imagen 89 fachada sur

El análisis de radiación de la fachada sur nos muestra que recibe grandes cantidades de radiación solar, además muestra la protección del alero generando un área de color azul que significa menos cantidad de radiación, con la utilización de árboles se disminuirá la cantidad de radiación que recibe esta fachada.

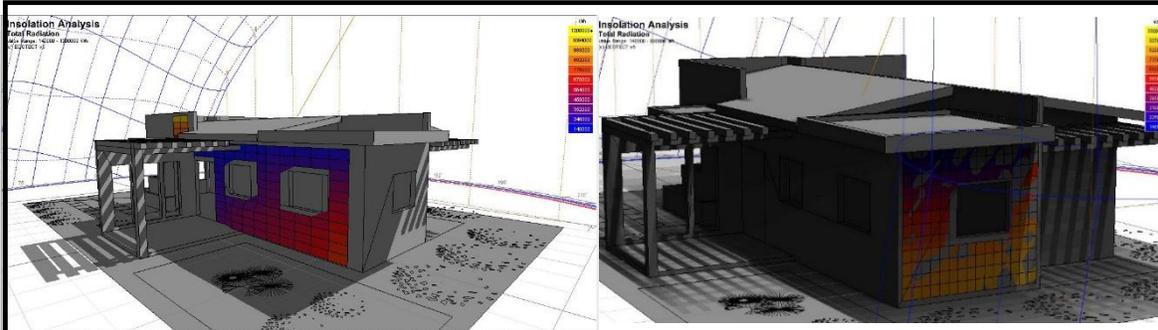


Imagen 91 fachada norte

Imagen 92 fachada oeste

En la fachada norte se puede observar que recibe poca cantidad de radiación considerándola como la fachada más fresca. Por otra parte la fachada oeste recibe grandes cantidades de radiación por las tardes y para disminuir la ganancia térmica se propone la utilización de muro verde.

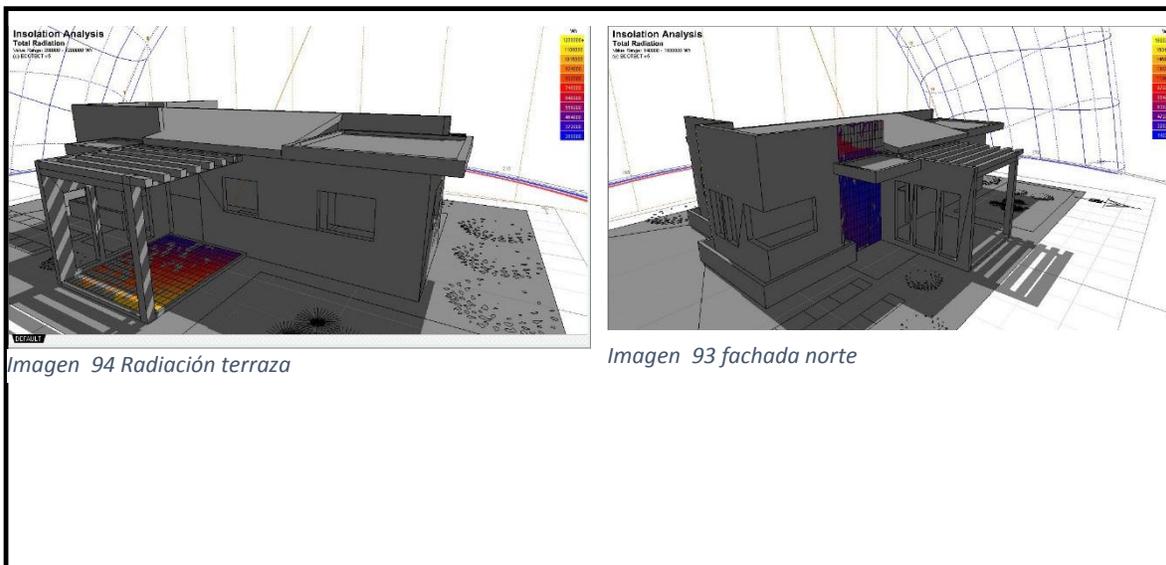


Imagen 94 Radiación terraza

Imagen 93 fachada norte

Con este análisis se puede determinar cuáles son las fachadas que reciben mayor cantidad de radiación, la fachada sur y oeste son las que reciben mayores cantidades. En base a los resultados de este análisis se pueden definir estrategias para disminuir las ganancias de calor que transmiten las paredes de la vivienda.

5.9.6. Muro verde

Los muros verdes tienen la función principal de disminuir las ganancias de calor, por otra parte su aporte ambiental es muy significativo y mejora la parte estética de la edificación.

En la propuesta bioclimática de la vivienda se estableció según los análisis de radiación que la fachada oeste es una de las que recibe mayor cantidad de radiación y es por esto que se decide en aplicar esta ecotecnia, el área que cubre es de 7.71m².



Imagen 96 Propuesta Muro verde



Imagen 95 Propuesta de muro verde en fachada oeste

5.9.7. Techo verde

El crecimiento urbano moderno ha afectado muchos de los procesos naturales del planeta. En las ciudades, la mayoría de la superficie está cubierta por asfalto, concreto o el caso de Managua grandes cantidades de zinc por ser la primera y más factible opción para cubrir sus viviendas, esto ha causado que se altere los ciclos del agua y del aire, además de un aumento en la temperatura por reflexión e irradiación. Para establecer un balance se presenta esta tipo de propuestas **techos ajardinados**. Se incluye en la propuesta un área de 12.16 m² de vegetación que la compone estructuralmente una losa de concreto armado.



Imagen 98 Propuesta de techo verde

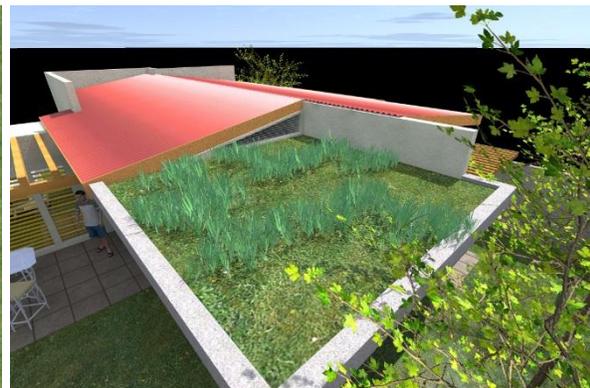


Imagen 97 Propuesta de techos

5.9.8. Captación de agua pluvial

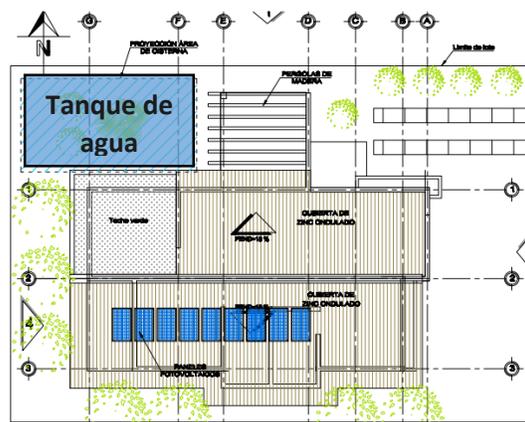
La captación de agua de lluvia corresponde a la recolección transporte y almacenamiento del agua de lluvia que cae sobre la cubierta de techo que a su vez es trasladada hacia un tanque de almacenamiento a través de canales. El agua almacenada puede usarse para riego, para labores de limpieza de ropa y pisos.

Otro aspecto importante es que en periodo de verano el tanque puede almacenar agua potable y suplir en caso de cortes del servicio municipal por un periodo de tiempo.

Dentro de las ventajas que ofrece este sistema está en el ahorro, a pesar de que el agua potable en nuestro país es de bajo costo en comparación con otros países, a veces se generan problemas de corte del servicio. Es en estos momentos que se puede sacar mayor provecho a este sistema.

Es un recurso gratuito y ecológico, generando un aporte a la protección medio ambiental.

En la propuesta bioclimática de la vivienda se incluye la construcción de un tanque de almacenamiento del agua de lluvia con dimensiones de 6m x 4m x 2.80m con una capacidad de 67 m³ ubicado al costado noroeste del lote.



Volumen de agua para cubrir demanda

Uso	Consumo litros/persona/año	Usuarios	Total (litros)
Servicios sanitarios	8800	5	44000
Limpieza General	1000	5	5000
Consumo	54750	5	273750
Áreas verdes	450	132.83	59773.5
		Total	382523.5

La capacidad del tanque es de 66,968.08 lts, con un volumen de aproximadamente de 67 m³, para cubrir un 17% de la demanda.

Volumen de agua a captar

Pluviometría anual mm	Área Techada (m ²)	Factor de aprovechamiento	Total (litros/año)
1255.6	86.756	0.9	98037.7502
1255.6	13.23	0.5	8305.794
			0
		Total	106343.544

Calculo para tanque de agua

Agua captada en litros al año	total demanda captada lts	tiempo reserva en días	total litros
106343.5442	382523.5	100	66968.0883

5.9.9. Captación de energía solar

La energía solar es uno de los recursos de energía inagotable que posee nuestro planeta y por lo tanto debemos sacar provecho al máximo uso. Dentro de las necesidades que podemos alcanzar con este proyecto es el de iluminar toda la vivienda de manera pasiva, es decir con energía solar. Para eso se tomó en cuenta la cantidad de luces que tiene la vivienda y las horas de uso que se le asigna.

Beneficios de esta instalación

Ahorrar dinero: Con las alzas en el costo de la energía convencional en un futuro no será muy fiable económicamente para sus usuarios, en este caso hablamos de una instalación mixta (solar y convencional).

Libertad: cuando decimos libertad nos referimos a la sensación única de poder iluminar la casa en la noche, aunque el suministro de energía convencional sea suspendido por diversos motivos.

Seguridad: Una vivienda bien iluminada nos brinda seguridad y por lo tanto con este sistema se puede asegurar todo el tiempo la iluminación de la vivienda.

Sin cortes: porcentualmente la vivienda no será afectada por los cortes de energía repentinos o programados por planes de restricción energética.

Ecológico: Un gran beneficio ecológico ya que estamos utilizando energías totalmente limpia y sin riesgos. Colaborando con el cuidado del medio ambiente desde estas viviendas.

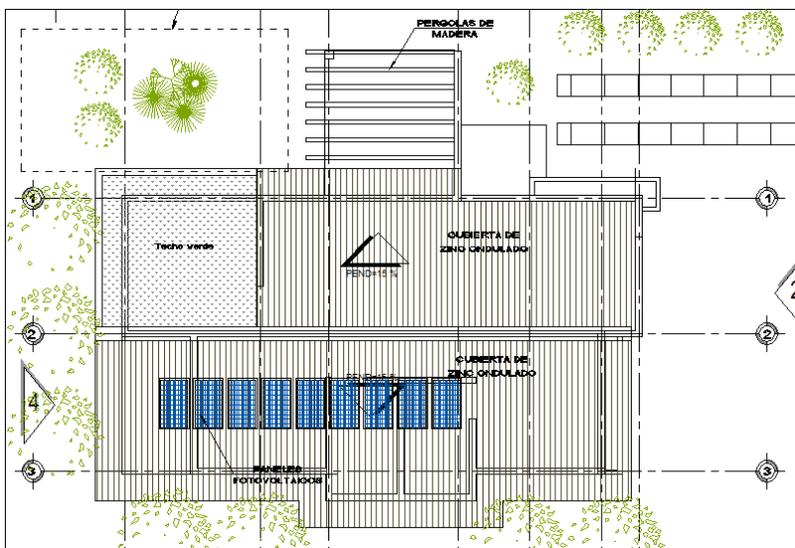


Imagen 100 Ubicación de Paneles fotovoltaicos en la vivienda



Imagen 99 Modulo solar policristalino

Se utiliza un panel fotovoltaico policristalino con potencia máxima de 100 watt, y las horas hábiles máximas de captación de energía solar son 6 horas, se logran obtener **600 w** por cada panel, el censo de carga de la vivienda es de **26762.86 watt x día**.

El costo de cada módulo solar es de 1000 dólares, por lo tanto se estima una inversión de 5 módulos fotovoltaicos con un valor aproximado de 5,000 dólares. Estos módulos solares cubrirán un **12%** de la demanda total. Fácilmente se puede cubrir la demanda total de iluminación de la vivienda.

Censo de Carga									
Ambiente	Cantidad	Descripción	Días Uso	Tipo	Potencia Watts	Horas Uso	Tiempo de uso	kWh/d	W
Sala	4	Lampara fluoresecente 1 x	7	ac	40	6	50%	0.48	480
	1	Televisor 24 "	7	ac	120	12	100%	1.44	1440
	1	Equipo de sonido	7	ac	75	5	100%	0.38	375
	1	DVD	7	ac	25	2	100%	0.05	50
	2	Celulares	4	ac	10	2	50%	0.01	11.428571
	1	Abanico	7	ac	65	4	100%	0.26	260
				ac					0
Comedor	3	Lampara fluoresecente 1 x	7	ac	40	6	50%	0.36	360
	2	Luminaria ojo de buey 40 v	7	ac	40	10	50%	0.40	400
									0
Cocina	2	Lampara fluoresecente 1 x	7	ac	40	6	50%	0.24	240
	1	Refrigerador 22 pies cubic	7	ac	375	24	100%	9.00	9000
	1	Licuada	7	ac	500	1	100%	0.50	500
	1	Tostador	7	ac	1000	1	100%	1.00	1000
	1	cafetera	7	ac	800	1	100%	0.80	800
	1	Horno Microondas	7	ac	1200	4	100%	4.80	4800
									0
Dormitorio ppal	2	Lampara fluoresecente 1 x	7	ac	40	6	50%	0.24	240
	1	TV plasma 24 "	7	ac	120	7	100%	0.84	840
	1	computadora portatil	7	ac	300	4	75%	0.90	900
	1	DVD	7	ac	25	2	100%	0.05	50
SS 1	1	Lampara fluoresecente 1 x	7	ac	40	5	50%	0.10	100
	1	secadora de cabello	7	ac	120	2	100%	0.24	240
	1	Maquina de rasurar	3	ac	40	1	100%	0.02	17.142857
									0
Dormitorio 1	2	Lampara fluoresecente 1 x	7	ac	40	6	50%	0.24	240
	1	TV plasma 24 "	7	ac	120	7	100%	0.84	840
	1	computadora portatil	7	ac	300	4	75%	0.90	900
	1	DVD	7	ac	25	2	100%	0.05	50
									0
SS 2	1	Lampara fluoresecente 1 x	7	ac	40	5	50%	0.10	100
	1	secadora de cabello	7	ac	120	2	100%	0.24	240
	1	Maquina de rasurar	3	ac	40	1	100%	0.02	17.142857
	1	DVD	7	ac	25	2	100%	0.05	50
									0
Dormitorio 2	2	Lampara fluoresecente 1 x	7	ac	40	6	50%	0.24	240
	1	TV plasma 24 "	7	ac	120	7	100%	0.84	840
	1	computadora portatil	7	ac	300	4	75%	0.90	900
	1	DVD	7	ac	25	2	100%	0.05	50
									0
Terraza	2	Lampara fluorescente 1x4	7	ac	40	4	50%	0.16	160
	1	Equipo de sonido	3	ac	75	1	100%	0.03	32.142857
				ac					
						Total		26.76	26762.86

Tabla 5 Tabla de Censo de Carga de la vivienda

5.9.10. Tabla síntesis de estrategias bioclimáticas utilizadas

Criterio	Estrategia	Descripción
Ventilación	Ventilación natural	La ventilación natural es una de las principales estrategias a utilizar en climas cálidos, sin embargo hay que tomar en consideración la dirección de vientos predominantes, la ubicación y tamaño de las aberturas.
	Ventilación subterránea	Cuando la ventilación natural no se pueda dar por medio de las ventanas, entonces esta estrategia funciona de manera alterna al utilizar la estabilidad térmica de la tierra para refrescar el aire e introducirlo al ambiente por medio de tuberías y ventiladores.
Iluminación	Iluminación natural	Esta estrategia es muy importante porque está orientada al ahorro energético y al confort visual. Para lograr una buena ventilación natural se debe ubicar estratégicamente las ventanas, además se deben dimensionar correctamente las ventanas.
	Control solar	Además de aprovechar la iluminación natural, es necesario protegernos de la radiación solar directa, la incidencia de los rayos solares por las tardes y en las orientaciones sur y oeste pueden ser incómodas, es por eso que se plantean elementos de protección solar. (Naturales y artificiales).
Ecotecnias	Muro verde	Tiene como función principal disminuir las ganancias de calor, por otra parte su aporte ambiental es muy significativo y mejora la parte estética de la edificación.
	Techo verde	Esta estrategia es muy similar a la de muros verdes, el objetivo es disminuir las ganancias de calor, generando un aporte ambiental al crear áreas verdes y disminuir las superficies asfálticas.
Captación de energía solar y agua pluvial	Energía fotovoltaica	La energía solar es uno de los recursos de energía inagotable que posee nuestro planeta y por lo tanto debemos sacar provecho al máximo uso. Esto significaría un ahorro en el consumo de energía convencional.
	Captación y almacenamiento de agua pluvial	La captación de agua pluvial forma parte de los recursos gratuitos que nos da la naturaleza, por lo tanto debemos sacarle provecho, utilizándola para riego y labores de limpieza.

6.1. Recomendaciones

- Se debe incorporar en el análisis de sitio, además de los parámetros ambientales del sitio, el aspecto bioclimático y el uso de herramientas (software) y sus estrategias pasivas como activas.
- Retomar en los diseños arquitectónicos soluciones bioclimáticas, sabiendo que se pueden mejorar significativamente las condiciones de confort de sus usuarios, además de un ahorro significativo de los recursos no renovables que posee nuestro planeta a través de la aplicación de sistemas pasivos de captación de energías renovables.
- A las facultades de arquitectura que incluyan soluciones pasivas para cada uno de los diseños arquitectónicos que elaboran los estudiantes, para que puedan formarse con una filosofía de respeto a los recursos naturales.
- Se recomienda a las alcaldías del país y a los urbanizadores en general, que en los diseños arquitectónicos de viviendas unifamiliares se apliquen soluciones bioclimáticas, tomando en cuenta las orientaciones de las fachadas de la vivienda y las condicionantes del entorno sabiendo que se pueden mejorar significativamente las condiciones de confort de los ambientes que la componen.
- A las instituciones y empresas encargadas de la construcción de viviendas residenciales que trabajen de forma conjunta con las universidades para crear proyectos que contemplen criterios bioclimáticos en su concepción y ejecución.

6.2. Conclusiones

- A partir del diagnóstico y adecuación del anteproyecto arquitectónico de vivienda se observa como las estrategias de climatización pasivas propuestas, no incrementan en el costo del proyecto, son estrategias pasivas tales como una correcta orientación de la vivienda, disposición y tamaño de las aberturas de acuerdo a esa orientación, el uso de elementos de protección solar de acuerdo a la orientación de la fachada, y el aprovechamiento de las aguas pluviales y de la energía solar. Cabe recalcar la importancia de tomar en cuenta las condiciones del entorno, utilizando los elementos favorables del mismo en favor del proyecto.
- El ahorro de las energías no renovables (sistema de suministro de energía eléctrica convencional) se debe tomar muy en cuenta en cualquier proyecto arquitectónico y es por esto que este trabajo incluye la utilización de energía solar para la iluminación de la vivienda, significando un ahorro en la factura energética e independizándose parcialmente del suministro eléctrico convencional.
- La arquitectura bioclimática ha existido desde siempre, sin embargo hemos olvidado la importancia y el significado de diseñar con criterios bioclimáticos. Con la inclusión de la nueva tecnología para climatizar artificialmente los ambientes, se ha desplazado a la arquitectura bioclimática. Por lo tanto el deber del arquitecto es reestablecer la esencia de la arquitectura.

6.3. Bibliografía

Referencias bibliográficas

- Alcaldía de Managua, dirección de urbanismo. **Plan Parcial de Ordenamiento Urbano sector 1: Pista Jean Paul Genie – carretera a Masaya.** 18 paginas, Julio 1998.
-

Referencias monográficas

- Br. García Traña, José Leonarth, et al. **Anteproyecto de adecuación bioclimática del hotel playa hermosa en san Juan del sur, Rivas, Nicaragua.** 150 paginas, Marzo 2013
- Br. Martinez Sanchez, Gisell, et al. **Optimización bioclimática de un modelo multifamiliar. Estudio de caso: Bo. San Sebastián, Managua.** 118 paginas, Marzo 2013.
- Br. Gutiérrez Baltodano, Ramón Antonio. **Anteproyecto de vivienda unifamiliar con enfoque bioclimático para el municipio de Diriamba-Carazo.** 115 paginas, marzo 2013.
- Br. Norori Roque, Julián. **Anteproyecto arquitectónico de vivienda unifamiliar con énfasis en criterios bioclimáticos pasivos en el barrio Monseñor Lezcano de la ciudad de Managua.**
- Br. Vania V. Arvizu et al . **Anteproyecto arquitectónico con enfoque bioclimático de la biblioteca municipal de Somotillo, departamento de Chinandega, Nicaragua.** 118 paginas., Marzo 2013

Referencias web

- <http://www.plataformaarquitectura.cl/2008/11/18/casa-mc1-juan-robles>
- <http://www.cubasolar.cu/biblioteca/energia/Energia22/HTML/articulo07.htm>
- http://www.eoi.es/wiki/index.php/Arquitectura_Bioclim%C3%A1tica:_Introducci%C3%B3n_y_antecedentes_en_Ecomateriales_y_construcci%C3%B3n_sostenible
- www.tdx.cat/bitstream/10803/61113/4/02PARTE1.pdf
- <http://repositorio.bib.upct.es:8080/jspui/bitstream/10317/153/4/Cap%C3%ADtulo%202.pdf>
- www.agenbur.com/docftp/ARQUITECTURA%20BIOCLIMATICA.pps
-