



UNIVERSIDAD VILLA RICA

**ESTUDIOS INCORPORADOS A LA
UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO**

FACULTAD DE INGENIERÍA

**“ESTRATEGIAS Y MATERIALES
PARA LA CONSTRUCCIÓN DE
VIVIENDAS BIOCLIMÁTICAS EN
LA ZONA CONURBADA
VERACRUZ/BOCA DEL RÍO.”**

TESIS

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

INGENIERO CIVIL

PRESENTA:

GUILLERMO GROS MARQUÉS

Director de Tesis

ING. GILBERTO NICOLAS GARCÍA TORRES

Revisor de Tesis

ING. JUAN SISQUELLA MORANTE

BOCA DEL RÍO, VER.

OCTUBRE 2013



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

DEDICATORIAS

A mi familia y amigos por el apoyo incondicional durante toda mi vida, por sus lecciones, enseñanzas y vivencias.

ÍNDICE

INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO I.....	3
1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	3
1.2 JUSTIFICACIÓN.....	6
1.3 OBJETIVOS.....	7
1.4 ALCANCE.....	8

CAPÍTULO II MARCO TEÓRICO

2.1 EVOLUCIÓN DE LAS ESPECIES.....	9
2.1.1 Evolución y selección natural.....	9
2.2 EVOLUCIÓN Y CONSTRUCCIÓN DE LAS VIVIENDAS A LO LARGO DE LA HISTORIA.....	11
2.2.1 Vivienda prehistórica.....	12
2.2.2 Vivienda del mundo antiguo.....	14
2.2.3 Vivienda en la edad media.....	16
2.2.4 Vivienda del renacimiento al S. XIX.....	17
2.2.5 Vivienda del S. XX.....	18
2.2.6 La vivienda en el S. XXI con proyección ecológica.....	19
2.3 CONSTRUCCIÓN BIOCLIMÁTICA.....	20
2.3.1 Ingeniería civil.....	20
2.3.2 Término “bioclimática”.....	21
2.3.3 Ingeniería bioclimática.....	23
2.3.4 Vivienda bioclimática.....	26

2.4 ASPECTOS GENERALES DEL CONFORT	28
2.4.1 Factores cuantificables	29
2.4.1.1 Confort térmico	29
2.4.1.2 Confort higrométrico	30
2.4.1.3 Confort lumínico y visual.....	31
2.4.1.4 Confort acústico.....	33
2.4.1.5 Confort olfativo	34
2.4.2 Factor no cuantificable	34
2.4.2.1 Confort psicológico	34
2.5 FACTORES FÍSICOS Y GEOGRÁFICOS DEL MEDIO NATURAL.....	35
2.5.1 Topografía.....	36
2.5.2 Edafología.....	37
2.5.2.1 Regiones sísmicas en México	38
2.5.3 Geología	39
2.5.4 Hidrología.....	41
2.6 ANÁLISIS DE MATERIALES PARA VIVIENDA BIOCLIMÁTICA	42
2.6.1 Materiales estructurales	43
2.6.1.1 Adobe	44
2.6.1.2 Ladrillo rojo	44
2.6.1.3 Block de concreto	45
2.6.1.4 Block térmico vulcano.....	45
2.6.1.5 Block de concreto celular.....	46
2.6.1.6 Block de barro poroton	46
2.6.1.7 Cemento portland gris	47
2.6.1.8 Acero	48
2.6.2 Impermeabilizantes	49
2.6.2.1 Asfálticos	49
2.6.2.2 Acrílicos	50
2.6.2.3 Prefabricados	50
2.6.2.4 Ecológico	51
2.6.3 Aislantes	52
2.6.3.1 Poliestireno (nieve seca)	52
2.6.3.2 Poliuretano	53
2.6.3.3 Placas de polisiocianurato	54
2.6.3.4 Corcho	54
2.6.3.5 Arlita	55
2.6.3.6 Fibra de coco.....	56
2.6.3.7 Lana de fibra de vidrio	57
2.6.4 Prefabricados.....	57
2.6.4.1 Tabla yeso	58
2.6.4.2 tabla cemento	58
2.6.4.3 Muros pretensados.....	59

2.7 SISTEMAS DE CONSTRUCCIÓN BIOCLIMÁTICA PARA UNA MAYOR EFICIENCIA ENERGÉTICA	61
2.7.1 Ventilación natural	61
2.7.1.1 Ventilación cruzada	61
2.7.1.1.1 Papel del tamaño y ubicación de las aberturas en la eficiencia de la ventilación cruzada	64
2.7.1.2 Ventilación vertical.....	66
2.7.1.2.1 Torres captadoras	68
2.7.1.2.2 Torres de extracción	69
2.7.1.2.3 Atrios ventilados efecto chimenea.....	70
2.7.1.3 Ventilación con recursos adicionales.....	71
2.7.1.3.1 Enfriamiento evaporativo.	71
2.7.1.3.2 Enfriamiento masa térmica.....	73
2.7.1.3.3 Radiación solar	73
2.7.1.3.4 Sistema de enfriamiento mediante la cisterna	74
2.7.2 Sistema de reutilización agua	75
2.7.2.1 Sistema de desagüe doble	75
2.7.2.2 Tratamiento de aguas residuales	76
2.7.2.3 Sistema de recuperación de agua pluvial.....	77
2.7.3 Techos y muros	80
2.7.3.1 Aislamiento de techos y muros con placas de poliestireno expandido o extruido y placas de poliisocianurato	80
2.7.3.1 Aislamiento de techos y muros con poliuretano esparado.....	82
2.7.3.3 Sistema de vigueta y bovedilla.	83
2.7.3.4 Azoteas verdes.....	85
2.7.8 Ventanas.....	87
2.7.9 Energía renovables.....	88
2.7.9.1 Energía eólica.....	89
2.7.9.2 Energía solar	90
2.8 CERTIFICACIONES AMBIENTALES.....	93
2.8.1 Programas de certificación mundiales	94
2.8.2 Programas de certificación en México	95
2.8.2.1 Hipoteca verde	95
2.8.1.2 Programas de certificación de Edificios Sustentables (GDF) ...	96
2.8.1.3 DUIS.....	96
2.8.3 Programas de financiamiento	97
2.8.3.1 FIDE	97
2.8.3.2 Hipoteca verde	98
2.8.4 Leyes y normativas en materia de sustentabilidad en mexico	102
2.8.4.1 Ley general de equilibrio ecológico y protección al medio ambiente	102
2.8.4.2 Normatividad mexicana	104
2.8.4.3 Evaluacion de impacto ambiental en mexico.....	106

3.1 ANÁLISIS DE SITIO	111
3.1.1 Ubicación	111
3.1.2 Territorio.....	112
3.1.3 Población	113
3.1.4 Características de geomorfológicas.....	113
3.1.4.1 Características geotécnicas.....	114
3.1.5 Factores climáticos	117
3.1.5.1 Temperatura	118
3.1.5.2 Humedad	119
3.1.5.3 Precipitación pluvial.....	120
3.1.5.4 Radiación solar.....	123
3.1.5.5 Vientos.....	124
3.1.6 Flora y fauna	125
3.1.7 Vivienda	125
3.2 PROCESO CONSTRUCTIVO DE UNA VIVIENDA BIOCLIMÁTICA EN LA ZONA CONURBADA VERACRUZ- BOCA DEL RÍO	127
CAPÍTULO IV. CONCLUSIONES.....	143
CAPÍTULO V. GLOSARIO DE TERMINOS.....	148
CAPÍTULO VI. BIBLIOGRAFIA.....	149

LISTA DE FIGURAS

Fig. 1 Vivienda Prehistórica.....	13
Fig. 2 Vivienda prehistórica mesolítica	13
Fig. 3 Vivienda romana insulae	15
Fig. 4 Residencia medieval	16
Fig. 5 Vivienda del siglo xx.....	18
Fig. 6 Vivienda siglo XI.....	19
Fig. 7 Composición en volumen aproximado de una capa superficial del suelo. ..	37
Fig. 8 Regionalización sísmica de la República mexicana	39
Fig. 9 Ciclo del agua.....	42
Fig. 10 Ladrillo de Adobe	44
Fig. 11 Ladrillo de Arcilla	44
Fig. 12 Block de concreto.....	45
Fig. 13 Block vulcano	45
Fig. 14 Blocks de concreto celular.....	46
Fig. 15 Block de barro poroton	46
Fig. 16 Cemento gris	47
Fig. 17 Presentaciones comunes del acero	48
Fig. 18 Varilla de acero	48
Fig. 19 Impermeabilización asfáltica	49
Fig. 20 Impermeabilización acrílica	50
Fig. 21 Impermeabilizante prefabricado	50

Fig. 22 Llanta triturada	51
Fig. 23 Placa de poliestireno	53
Fig. 24 Poliuretano	53
Fig. 25 Placas de poliisocianurato.....	54
Fig. 26 Rollo de corcho	55
Fig. 27 Arlita	56
Fig. 28 Rollo de fibra de coco.....	56
Fig. 29 Lana de fibra de vidrio	57
Fig. 30 Placa de tabla de yeso	58
Fig. 31 Placa de DUROK.....	59
Fig. 32 Barda prefabricada.....	60
Fig. 33 Efecto del viento al impactar un volumen de manera frontal. Análisis CDF (Design builder)	62
Fig. 34 Efecto del viento al impactar un volumen de manera sesgada. Análisis CDF (Design builder)	63
Fig. 35 Efecto frontal con abertura	64
Fig. 36 Efecto frontal con doble abertura	65
Fig. 37 Efecto frontal con doble abertura invertida.....	65
Fig. 38 Ventilación cruzada	66
Fig. 39 Ventilación obstruida	67
Fig. 40 Torre de captación.....	68
Fig. 41 Diagrama de flujo de aire	69
Fig. 42 Efecto Venturi.....	70
Fig. 43 Pulverizadores de agua.....	72
Fig. 44 Chimenea solar	74

Fig. 45 Esquema de reutilización de aguas grises	76
Fig. 46 Planta domestica de tratamiento de aguas residuales.	77
Fig. 47 Esquema básico de recuperación de agua pluvial	79
Fig. 48 Aplicación de firme de concreto y arlita	81
Fig. 49 Aplicación de placas de poliestireno	81
Fig. 50 Aplicación de placa de poliestireno en muros	81
Fig. 51 Colocación de malla reforzada	81
Fig. 52 Colocación de poliuretano esreado	82
Fig. 53 Azotea con aislante de poliuretano	82
Fig. 54 Diseño de viguetas.....	83
Fig. 55 Tipos de bovedillas.....	84
Fig. 56 Aplicación de vigueta y bovedilla.....	84
Fig. 57 Capas de sistema de azoteas verdes.....	86
Fig. 58 Comparativa de cálculo de cargas entre sistema tradicional y sistema pavidren	86
Fig. 59 Ventana con doble acristalamiento	88
Fig. 60 Energy ball	90
Fig. 61 Certificación LEED	93
Fig. 62 Ponderación e indicadores para calificar a subsidio verde.....	101
Fig. 63 Evolución de la legislación en México	107
Fig. 64 Consideraciones ambientales contenidas en diversos ordenamientos legales de observancia obligatoria en la EIA.....	109
Fig. 65 Ubicación.....	111
Fig. 66 Zonificación Geológica-Geotécnica de la Zona Conurbada Veracruz (ZONA CONURBADA VERACRUZ), izq. (Miranda 1979) y 2001 der. (Páez et al. 2000)	115

Fig. 67 Grafica de temperatura para la ciudad de Veracruz. 1962-2003 (CNA)..	118
Fig. 68 Grafica de humedad relativa de la ciudad de Veracruz. 1963 - 2003. (CNA)	120
Fig. 69 Grafica de precipitación mensual de la ciudad de Veracruz. 1962 - 2003 (CNA)	122
Fig. 70 Montea solar de la ciudad de Veracruz.	123
Fig. 71 Proyecto virtual de casa bioclimática.....	127
Fig. 72 Diagrama de incidencia de vientos y sol	128
Fig. 73 Colocación de depósito de reutilización en casa bioclimática	129
Fig. 74 Ejemplo de excavación para casa bioclimática	130
Fig. 75 Construcción de semisótano	131
Fig. 76 Ejemplificación de sistema vigueta bovedilla.....	131
Fig. 77 Ejemplificación de estructura finalizada.....	132
Fig. 78 Muros internos de vivienda bioclimática	133
Fig. 79 Colocación de block de termoarcilla	134
Fig. 80 Diagrama de colocación de sistemas de muro.....	134
Fig. 81 Puentes térmicos.....	135
Fig. 82 Placas de poliestireno	136
Fig. 83 Superficies ajardinadas	137
Fig. 84 Placas de corcho	137
Fig. 85 Fino de mortero	138
Fig. 86 Azotea verde	139
Fig. 87 Diagrama de utilización de aguas	140
Fig. 88 Persianas exteriores de aluminio	141
Fig. 89 Diagrama domótico	142

LISTA DE TABLAS

Tabla 1 Límites térmicos del ser humano. <i>Auliciems, 1997.</i>	30
Tabla 2 Condiciones higrométricas de confort. Reglamento de instalaciones térmicas de los edificios, RITE.	31
Tabla 3 Niveles lumínicos para la vivienda. Steegmann, 1989	32
Tabla 4 Rango de confort o bienestar general. Organización Mundial de la Salud 1983	33
Tabla 5 Relación de velocidades y kilowatts por hora.....	89
Tabla 6 Objetivos de consumo	92
Tabla 7 Ahorro en consumo	92
Tabla 8 Valores mínimos a cumplir para ser objeto de subsidio federal	101
Tabla 9 Resumen de temperatura para la ciudad de Veracruz .1962-2003 (CNA)	118
Tabla 10 Tabla de humedad relativa de la ciudad de Veracruz. 1963 - 2003. (CNA)	119
Tabla 11 Tabla de precipitación mensual de la ciudad de Veracruz. 1962 - 2003 (CNA)	121
Tabla 12 Tabla de vientos promedios mensuales de la ciudad de Veracruz. 1962 - 2003 (CNA)	124

INTRODUCCIÓN

A lo largo del tiempo la ingeniería siempre se ha enfocado en cubrir las necesidades del ser humano de tener una vivienda que lo proteja de las condiciones del medio ambiente. Pero es hasta el siglo XX que se empieza a preocupar por crear espacios higiénicos y cómodos, lo que da lugar al nacimiento de la construcción de edificios y hogares bioclimáticos.

El acondicionamiento de las viviendas al clima se ha intentado desde nuestros antepasados, en cuyas construcciones se advierte el conocimiento empírico para este fin y el logro de cierto confort térmico. Sin embargo, se han venido ignorando tales criterios, en pro de de la supuesta modernidad.

El avance de los nuevos métodos de acondicionamiento ambiental genera una ingeniería particular repetitiva para cualquier situación climática. Este tipo de ingeniería se caracteriza por la alta dependencia de los medios mecánicos, como el aire acondicionado, los ventiladores, la calefacción, entre otros; debido a que no se toma en cuenta el entorno donde se ubicará la cimentación.

Por las diversas condiciones climáticas presentes y la estandarización de estilos en construcción, la zona conurbada Veracruz/Boca del Río enfrenta diversos problemas, además de altos costos para lograr la habitabilidad en algunas zonas cuando no se realiza una adecuación al ambiente particular de cada región. En este contexto, alcanza un nivel de confort que depende únicamente de los equipos de climatización, con el consiguiente desperdicio energético que lleva su uso.

Las condiciones climáticas prevalecientes en la zona conurbada Veracruz/Boca del Río son cálido y húmedo, y a eso se le suma que el verano en este lugar dura entre 8 y 9 meses y el invierno máximo 3 meses, ante dicho escenario, el problema a resolver en la zona es el calor.

El diseño bioclimático es el manejo adecuado de la energía solar, de los materiales y sistemas constructivos como elementos básicos de climatización natural. (Fuentes, 1991).

La ingeniería bioclimática integra estos conceptos ambientalistas para lograr una situación de confort en los habitantes de las construcciones. Es decir, es la aplicación y el desarrollo integral de la ingeniería desde la perspectiva ambiental, donde prevalece la eficiencia energética en las edificaciones y los procesos industriales.

Esta investigación no pretende ser un manual de diseño bioclimático como tal, servirá para analizar los factores que integran el entorno natural de la zona conurbada Veracruz/Boca del Río, con la finalidad de obtener estrategias, técnicas y materiales para la construcción de viviendas bioclimáticas, y así, servir como base en el medio universitario, para que conozcan las nuevas tendencias de la ingeniería hacia la integración con el medio ambiente y la reducción del consumo energético.

CAPÍTULO I

METODOLOGÍA

1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

El petróleo es la principal fuente de energía más importante de la sociedad actual, de una u otra de sus muchas formas se usa cada día en la vida diaria. Por ejemplo, proporciona fuerza, calor y luz; lubrica maquinarias, produce alquitrán para asfaltar la superficie de las carreteras y de él se fabrica una gran variedad de productos químicos, entre otros.

Pensar en qué pasaría si el petróleo se acabara repentinamente hace llegar a la conclusión de que se trataría de una verdadera catástrofe, es decir, los aviones, los automóviles, autobuses, gran parte de los ferrocarriles, los barcos, centrales térmicas, calefacciones, etc., dejarían de funcionar.

Actualmente, el agotamiento de las reservas de petróleo constituye un grave problema, pues con el ritmo actual de consumo que se tiene de las reservas mundiales conocidas, se agotarían en menos de 40 años. Por ello, los países desarrollados buscan un progreso sustentable con nuevas formas de energía más barata y renovable, como lo son la energía solar, eólica, e hidroeléctrica; mientras que los países productores de petróleo presionan para que éste se siga utilizando, pues si no sus economías se hundirían.

El desarrollo sustentable, que es definido por la Comisión Brundtland en 1988 como “un desarrollo que satisface las necesidades del presente sin comprometer la capacidad de las generaciones futuras para satisfacer las propias” (Velásquez, Hernandez y Domínguez, 2002); la ingeniería inicia su parte a través de la ingeniería bioclimática, que busca un equilibrio entre lo existente y lo nuevo; un crecimiento que agote lo menos posible los recursos de cada lugar y que genere mejores situaciones ambientales.

De acuerdo con la Comisión Nacional de Fomento a la Vivienda (CONAFOVI), una vivienda sustentable, hace uso eficiente de la infraestructura existente, de la energía, el agua, los materiales, el suelo y en general de todos los recursos que el medio ambiente le ofrece. (CONAFOVI, 2006).

La Comisión Nacional de la Vivienda (CONAVI), de acuerdo al índice de crecimiento poblacional, estima que en los próximos 30 años el número de viviendas tendrá que haber aumentado en más de 20 millones; la vivienda crecerá 88.5%. (García, 1999).

Sin embargo, gran parte de las viviendas, surgen como prototipo que se utiliza para cualquier clima del país, con condiciones que no responden a las características del clima en que se sitúa, lo cual repercute en el confort, salud y economía de quienes las habitan.

Los factores climáticos delimitan las condiciones diseño y construcción ubicados dentro de una zona. De esta manera la solución hacia la sustentabilidad desde el punto de vista de la ingeniería se lleva a cabo con el análisis de los factores físicos de la zona de ubicación de las residencias y edificaciones proyectados, como la temperatura, humedad, asoleamiento, vientos, precipitaciones, etc.

El resultado de este análisis será la aplicación de estrategias y materiales de construcción para crear viviendas utilizando medios pasivos e híbridos para alcanzar los diferentes tipos de confort; obteniendo con esto la reducción de consumo energético en la operación de los edificios.

La construcción es una de las actividades con mayor impacto sobre el lugar donde vivimos, muestra de ello se refleja en la construcción masiva de casas, desarrollos de viviendas y grandes edificios en la expansión de la ciudad, que no responden ambientalmente a las características del lugar haciendo mal uso de los materiales de construcción.

Alavéz (2003) menciona que son pocas las edificaciones que consideran las propiedades termo físicas de los materiales que las constituyen, generando así una ingeniería poco funcional; si a esto se le suma una mala orientación, lo que se obtiene es un gran consumo de energía al hacer uso de medios mecánicos para climatizar los espacios interiores, así como se afecta considerablemente la salud y la productividad de los ocupantes.

En la ciudad de Veracruz y sus alrededores ya existen algunos intentos de casas ecológicas y aunque todavía no son autosuficientes, es un avance importante en esta dirección pues son ahorradoras de energía. Sin embargo, la ingeniería de la zona conurbada Veracruz/Boca del Río se resume en la falta de integración con el usuario y su entorno natural.

En la ciudad de Veracruz la mitad de la energía que se usa en las viviendas se gasta en refrigeración, ventilación e iluminación. Existe un clima tropical cálido con una temperatura media anual de 26 grados y se observa la falta de integración con el usuario y su entorno natural.

Esta integración es de gran importancia cuando existe sobre todo el requerimiento de enfriamiento para los meses más calurosos para brindar condiciones de confort a los habitantes; con la ingeniería bioclimática se logra

disminuir el consumo energético por gastos de operación y mantenimiento en sistemas mecánicos de aire acondicionado.

Según Greenpeace la mitad de la energía que se usa en los edificios se gasta en calefacción, refrigeración, ventilación e iluminación (Greenpeace, 2004).

Por lo tanto el alto consumo energético que conlleva a la contaminación ambiental y la falta de confort en el interior de las viviendas que produce afectaciones a la comodidad del usuario es el principal problema que enfrentan los habitantes de las viviendas en la ciudad de Veracruz.

1.2 JUSTIFICACIÓN

El clima define a una región por el comportamiento de sus elementos (temperatura, humedad relativa, precipitación pluvial, viento, etc.) y sus variables atmosféricas. Por lo que debería ser uno de los factores más importantes dentro de la ingeniería, ya que determina el tipo de construcción a realizar en determinada zona geográfica.

Tradicionalmente en los hogares no se incluye el análisis a detalle de todas las variables que influirán en el estado de confort de sus habitantes, por lo tanto se recurre al uso de aire acondicionado. Ante este panorama, conseguir un nivel de comodidad depende únicamente de los equipos de climatización y por lo consiguiente un despilfarro energético que acarrea su uso.

Para satisfacer las nuevas necesidades que demanda la construcción de viviendas bioclimáticas en la zona conurbada Veracruz/Boca del Río, se requiere aplicar estrategias específicas y utilizar materiales propios para la ubicación

geográfica, y con esto obtener las mejores condiciones para los usuarios y cooperar con el mejoramiento ambiental.

Hoy en día con el avance de la ingeniería y la tecnología, las personas buscan hogares que les brinden comodidad en todos los aspectos. Es posible beneficiar al medio ambiente y ahorrar en gastos de energía y climatización, hechos que se verían reflejados a mediano y largo plazo, pudiendo reducir entre 40 y 60%, y en algunos casos hasta el 100% haciendo de su vivienda, totalmente sustentable.

Partiendo de que una vivienda bioclimática reduce la energía consumida y apoya de forma importante en la disminución de los problemas ecológicos que se derivan de ellos, la ingeniería bioclimática se vuelve una solución al problema de sustentabilidad.

Por esta razón, es de suma importancia realizar investigaciones sobre la materia para obtener estrategias de diseño bioclimático para ser aplicadas a las construcciones de viviendas y contribuir a la ingeniería, pero sobre todo, a obtener mejores condiciones para los usuarios y de esta forma participar de los principios de ahorro de recursos y protección del medio ambiente que demanda las tendencias hacia el desarrollo sustentable.

1.3 OBJETIVOS

GENERAL

- Determinar cuáles son las estrategias y materiales adecuados para la construcción de viviendas bioclimáticas en la Zona Conurbada Veracruz/Boca del Río a través de un análisis climatológico.

ESPECÍFICOS

- Definir y entender el concepto de ingeniería bioclimática.
- Analizar los aspectos físicos y climáticos de la zona Conurbada Veracruz/Boca del Río.
- Analizar al usuario de la zona Conurbada Veracruz/Boca del Río para conocer sus necesidades y tomarlas en cuenta.
- Comparar el gasto energético de una casa bioclimática y una común.
- Disminuir el consumo energético por gastos de operación y mantenimiento en sistemas mecánicos de aire acondicionado.
- Brindar comodidad a las personas en sus viviendas.

1.4 ALCANCE

Esta investigación pretende analizar y conocer los aspectos físicos y climáticos de la zona Conurbada Veracruz/Boca del Río, para así proponer estrategias y materiales para la construcción de viviendas bioclimática, que servirán para en la mejora de las condiciones de confort de los usuarios, y en la disminución de problemas ecológicos.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1 EVOLUCIÓN DE LAS ESPECIES

La selección natural es la idea central de la teoría de la evolución biológica y es posiblemente el concepto más revolucionario de la historia del pensamiento humano, expuesta por el naturalista británico Charles Darwin en 1859.

Charles Darwin (1809-1882) expone científicamente en su libro “El origen de las especies” la evolución de las especies a lo largo del tiempo. Explica que las especies cambian como resultado de una necesidad nueva, que la lucha por la supervivencia elimina las variaciones desfavorables y sobreviven las más aptas, que el número de individuos de cada especie permanece más o menos constante y manifiesta por medio de descripciones detalladas, cómo van cambiando según el medio las distintas especies.

2.1.1 EVOLUCIÓN Y SELECCIÓN NATURAL

Darwin introdujo dos conceptos principalmente, la evolución biológica y la selección natural.

Las especies que hoy habitan en la tierra provienen de otras distintas que existieron en el pasado, a través de un proceso hereditario pero con modificación.

La evolución biológica es ese proceso histórico de transformación de unas especies en otras especies, cada generación va presentando diferencias hereditarias sin explicación aparente, las de mayor adaptación al medio se multiplican, mientras que el resto, se encamina hacia su desaparición. Está comprobado a través de los restos fósiles, que muchas especies de la antigüedad se han extinguido, y otras fueron adoptando nuevas formas.

Hace 4 mil millones de años surgieron las primeras manifestaciones de vida, los peces y los primeros vertebrados nacieron hace 450 millones de años y la flora hace 150 millones de años. Así, los peces tuvieron que adaptarse a la vida acuática, los animales terrestres a la vida en ese medio, y lo mismo hicieron los que vuelan.

Pero el ambiente cambia, y estos seres vivos debieron adaptarse a esas mutaciones. Los recursos limitados y la competencia permitieron la supervivencia de los más aptos.

Una de las ideas contenidas en la evolución de la vida es que dos organismos vivos cualesquiera, por diferentes que sean, comparten un antecesor común en algún momento del pasado. Según esta teoría el grupo de los Homo Sapiens (el hombre) surgió del grupo de los homínidos, que a su vez derivó de los primates. El cromosoma 6 humano es idéntico al del gorila, el chimpancé y el orangután, por lo que se deduce que los cuatro tuvieron un antepasado común.

Sin embargo, la idea de evolución por si sola es un concepto abierto, es una descripción mecánica de cambio que no dice nada acerca del motor de la transformación. Por ejemplo, la habilidad que muestran las arañas cuando tejen su tela, la conducta rígidamente jerarquizada de una sociedad de hormigas, el camuflaje en forma y color de muchas especies con su medio, la delicada complejidad de un ojo, órganos, estructuras, y conductas ¿cómo se producen? Darwin introdujo precisamente el mecanismo de la selección natural para explicar las adaptaciones complejas y características de los seres vivos.

En el tiempo de Darwin las especies se consideraban entidades fijas e inmutables. Las diferencias en la forma, en la conducta, o en la fisiología de los organismos de una especie no eran más que imperfecciones. En contraste con esta visión, la variación individual, era para Darwin la piedra angular de la evolución.

La variación en el seno de las poblaciones de las especies es lo único real, es la materia prima de la evolución, a partir de la que se va a crear toda la diversidad biológica. Son las diferencias existentes entre los organismos de una especie las que, al amplificarse en el espacio y en el tiempo, producirán nuevas poblaciones, nuevas especies, y por extensión, toda la diversidad biológica.

2.2 EVOLUCIÓN Y CONSTRUCCIÓN DE LAS VIVIENDAS A LO LARGO DE LA HISTORIA.

Existen tres términos asociados al concepto de vivienda, estos son casa, hogar y residencia. De acuerdo al Diccionario de la Real Academia Española, la palabra “vivienda” viene del latín vivienda, cuya raíz es la palabra vivere y que quiere decir vivir. Al mismo tiempo la define como una morada o habitación, como género de vida o modo de vivir.

Los seres humanos siempre han tenido la necesidad de protegerse para mejorar las condiciones adversas de vivir en el exterior. En tiempos antiguos solía protegerse de las fieras ocultándose en cuevas, con el fin de proteger a sus familias. Se puede decir, que la primera función de la vivienda es proporcionar un espacio seguro y comfortable para resguardarse.

La vivienda tanto a nivel espacial como constructivo, ha evolucionado con el paso de los años resultado de la aparición de nuevas actividades, de cambios en el cómo se relacionan los miembros de la familia y de los avances tecnológicos.

El hombre ha pasado de un período en el cual la necesidad principal era resguardarse de las agresiones del medio ambiente, animales o de otras personas, pero conservando un equilibrio con su medio, de total integración con su contexto, a una segunda etapa en la que con el desarrollo de las primeras ideas y herramientas constructivas le permitieron edificar las primeras viviendas. Estas edificaciones empleadas en ese momento mantenían todavía el equilibrio con el medio, ya que se trataba de formas pasivas de acondicionamiento y de técnicas no agresivas con el medio natural.

Sin embargo, con los avances industriales, las personas cambiamos la manera de diseñar y de construir sus viviendas, dejando de lado las técnicas tradicionales para ocupar la construcción masiva y la implementación de sistemas mecánicos de acondicionamiento ambiental.

A continuación se presenta una breve descripción de la evolución de la vivienda:

2.2.1 VIVIENDA PREHISTÓRICA

En realidad se sabe muy poco sobre las viviendas prehistóricas, esto debido a que los materiales que se utilizaban eran biodegradables. Las más antiguas de las que se tienen restos son las del Homo Erectus.

En Tanzania se encontraron huellas que insinúan que las personas se refugiaban bajo estructuras hechas de ramas y madera, sostenidas por grandes piedras. En cambio en los países calizos, se documentan desde el paleolítico hasta el neolítico que las cuevas ofrecían refugio a los seres humanos.

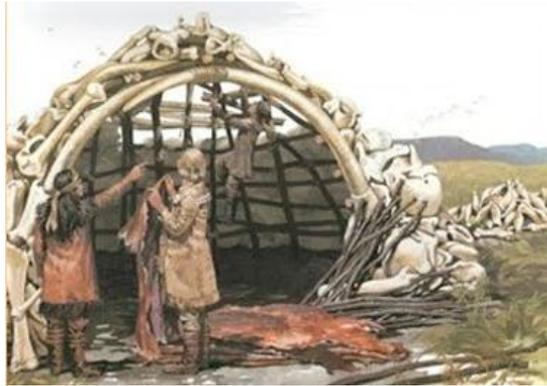


Fig. 1 Vivienda Prehistórica

Los neandertales que llegaron hasta Siberia y a regiones esteparias, donde existían pocos árboles, utilizaban los huesos de mamut recubiertos por pieles delimitados con tierra compacta, ya que los pueblos nómadas debían tener viviendas ligeras que pudiesen transportar. Fig.1

Ya en el mesolítico se han encontrado colocaciones de piedra que claramente pertenecen a viviendas como tal, con chimeneas y pavimento; lo que insinúa que el resto estaba hecho de elementos orgánicos. En este período se documenta la casa sobre **palafitos** en poblados construidos cerca de las orillas de los ríos y lagos Fig.2

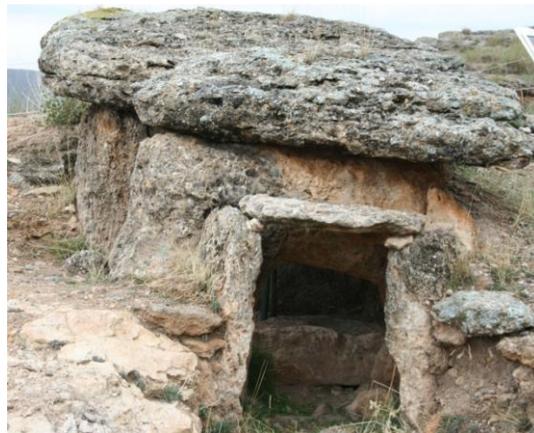


Fig. 2 Vivienda prehistórica mesolítica

Para el neolítico se generaliza la vivienda artificial y se ubica en lugares fácilmente defendibles. Las viviendas solían ser de una o dos estancias, de planta circular, elíptica o cuadrada, y el muro de cierre solía ser de piedra; mientras que el techo era de elementos orgánicos, ramas, paja, etc. Además de existir viviendas, existieron edificios específicos para guardar el grano y la cosecha.

2.2.2 VIVIENDA DEL MUNDO ANTIGUO

Desde las primeras civilizaciones del mundo antiguo se brindó especial atención al tipo, ubicación y a la construcción de la vivienda. Las primeras normas sobre su construcción se encuentran en el Código de Hammurabi, una compilación de leyes para regir Babilonia en el siglo XVIII a.C.

Los habitantes del antiguo Egipto vivían en casas bajas construidas con ladrillos sobre una planta rectangular. Las investigaciones realizadas muestran que las casas de los esclavos solían tener entre dos y cuatro habitaciones.

En el Oriente las viviendas se adecuaban a las posibilidades productivas, es decir, donde había barro eran usuales las casas de una sola habitación en forma de colmena, y en donde no existía madera, sino sólo piedras, hasta las cubiertas se realizaban mediante bandas de este material.

Durante los imperios griego y romano la organización de las ciudades se concentró únicamente en la localización de espacios adecuados para establecer hogares, teniendo en cuenta su situación defensiva y su abastecimiento de agua.

En Grecia la vivienda permaneció como una casa sencilla y de pequeño tamaño durante siglos. Un pasadizo conducía desde la calle a un patio al que se abrían tres o cuatro habitaciones.

De acuerdo a Carrasco (2009) los romanos construyeron sus viviendas siguiendo tres tipologías, *domus*, *insulae* y *villa*. En Pompeya se han conservado muchas *domus*, que son viviendas urbanas o suburbanas unifamiliares, las más representativas de la cultura clásica. Estas solían estar situadas junto a la calle que les servía de acceso, y después de atravesar el vestíbulo se llegaba a un espacio semicubierto llamado atrio, que es una mezcla de sala de estar y patio, en cuyo centro se encontraba un pequeño estanque para recoger el agua de las lluvias.

Las **insulae** Fig.3 eran lo equivalente a los bloques de departamentos, viviendas plurifamiliares urbanas habitadas por las clases más humildes. Y las villas se pueden entender como casas solariegas de las familias más poderosas, y en ocasiones se convirtieron en auténticos complejos residenciales que ocupaban varias hectáreas entre jardines, pabellones y residencias.



Fig. 3 Vivienda romana insulae

2.2.3 VIVIENDA EN LA EDAD MEDIA

En el medioevo mucha gente vivía bajo la protección de los feudos y los castillos, otros muchos se aglomeraban en pequeños habitáculos insanos situados dentro de las murallas de las pequeñas ciudades. Las familias enteras comían, dormían y pasaban su tiempo libre juntas en sus hogares de uno o dos cuartos, y en cambio las casas de los ricos eran mucho más complicadas.

Según Carrasco (2009) hacia el siglo XIII algunos nobles tenían un recinto privado para su familia, el aposento, además recubrían sus habitaciones con baldosas adornadas y colgaban tapices en sus muros. De hecho resultaba posible juzgar la categoría social de una casa viendo sus ventanas, los pobres sólo tenían huecos cubiertos de postigos de madera que se cerraban de noche o cuando hacía frío, y la gente acomodada disponía de ventanas traslúcidas, de varillas cruzadas cubiertas de tela empapada en resina y sebo.

Hacia el final del medioevo las casas señoriales evolucionaron hasta convertirse en palacios; estas nuevas construcciones consistían en sofisticadas viviendas para la nobleza eclesiástica y mercantil, o para las familias gobernantes, que ocupaban un edificio entero y contenían estancias ceremoniales, aposentos para los señores y habitaciones para un gran número de sirvientes y cortesanos de todo tipo. Fig.4



Fig. 4 Residencia medieval

2.2.4 VIVIENDA DEL RENACIMIENTO AL S. XIX

El palacio fue una de las tipologías residenciales que más evolucionó durante esta época, convirtiéndose en un elemento urbano de gran escala, que se fue repitiendo más adelante. En Francia se mezcló con el castillo medieval para originar el château (castillo), una residencia rural que se convirtió en el centro de la vida aristocrática desde el siglo XVI. Se trataba así de obtener una nueva ciudad barroca, caracterizada por la amplitud de sus perspectivas y por la homogeneidad de sus fachadas.

El confort, en sentido material, no llegó sino hasta la aparición del rococó con el avance de las tecnologías primordialmente para abastecer de agua y calefacción a las viviendas. Se puede decir, que es durante esta etapa cuando la casa deja de ser un refugio para protegerse del clima o de los intrusos para llegar a ser el espacio vital de la familia.

Las ciudades empezaron a crecer a gran velocidad con la revolución industrial debido al desarrollo de la industria, la mecanización y la combustión interna.

Y es en el siglo XIX cuando el confort empieza a ser considerado como un ideal, resultado de la evolución de la vivienda, de sus espacios y de su mobiliario. Para finales del siglo nació una ciencia que se ocupaba del planeamiento urbanístico, alertada por la expansión descontrolada de los núcleos urbanos. Además apareció la invención del ascensor en Estados Unidos, lo que propició a que los edificios y departamentos fueran cada vez más altos.

Es necesario aclarar que los esfuerzos realizados por ingenieros y arquitectos, se toparon en un principio con la falta de energía que hasta ese instante necesitaban la fuerza motriz.

2.2.5 VIVIENDA DEL S. XX

Las grandes conquistas en este siglo fueron la eliminación de la basura, la construcción de cloacas y la conducción del agua mediante instalaciones hidráulicas, la introducción de gas y la invención y aplicación de la electricidad, así como la introducción de los electrodomésticos.

A nivel constructivo, se proponía el uso de materiales de menor grosor, de estructura ligera y escasa inercia térmica, lo que conllevó otros problemas como el ruido, las elevadas oscilaciones térmicas dentro de la edificación, los sobrecalentamientos, etc.

Durante el siglo XX la vivienda en las ciudades se densifica, y el número de casas decrece, mientras aumenta el número de pisos o viviendas en altura. También son frecuentes segundas viviendas para vacaciones o fines de semana



Fig. 5 Vivienda del siglo xx

2.2.6 LA VIVIENDA EN EL S. XXI CON PROYECCIÓN ECOLÓGICA.

Con el avance tecnológico e industrial se deja en el olvido los conocimientos y las técnicas aprendidas, es con la aparición de las nuevas energías no renovables y con el uso de las nuevas tecnologías de acondicionamiento artificial, que el hombre se olvida del contexto para construir edificaciones aisladas, viviendas herméticas, donde ya no importan los factores ambientales, pues todo se puede resolver con la técnica.

Sin embargo, vemos como hoy en día se están retomando esas técnicas olvidadas, la función original de la vivienda fue proporcionar protección, seguridad y privacidad, pero hoy debe ofrecer otras ventajas adicionales como tener un entorno saludable y un ambiente digno.

Hoy en día más de 20 millones de americanos trabajan desde sus hogares. Los hogares deben ser cómodos y saludables, las personas pasan más tiempo en casa, la gente quiere des estresarse en sus viviendas. Además, es preciso disponer de tipos de vivienda adaptados a las necesidades de las personas discapacitadas y de la tercera edad.



Fig. 6 Vivienda siglo XI

El enfoque medioambiental en proyectos de viviendas es una tendencia incipiente en la ingeniería contemporánea. Los ingenieros han tenido que investigar y aplicar nuevas tecnologías según las prioridades de clientes cada vez más deseosos de habitar casas innovadoras, además de respetuosas con el medio ambiente.

2.3 CONSTRUCCION BIOCLIMATICA

2.3.1 INGENIERÍA CIVIL

La ingeniería civil se encarga del manejo y control de los materiales y procesos, principalmente naturales, a nivel macroscópico con el propósito de proveer infraestructura a los medios de producción. Para ello, lleva a cabo la concepción, el diseño, la construcción, la operación y el mantenimiento de obras civiles (como por ejemplo edificaciones), las cuales deben satisfacer las necesidades humanas de salud, producción de alimentos, transporte, energía, habitación y recreación (González, 1975).

Por su ubicación dentro del proceso general de producción de la sociedad, la ingeniería civil nació con la civilización y posteriormente, dado su carácter predominantemente constructivo, se le denominó como ingeniería civil. Y a medida que el proceso productivo se volvió más complejo, se diversificó dando origen a varias disciplinas.

La ingeniería civil es una disciplina cimentada en el conocimiento de las ciencias matemáticas, naturales y sociales que permite diseñar y construir obras para beneficio del hombre mediante la transformación racional, creativa y económica de los recursos y las fuerzas de la naturaleza ,además esta última definición muestra de una manera precisa la infinidad de aplicaciones y de variables que implica el accionar del ingeniero civil, y de las aptitudes y actitudes que debe poseer para lograr buenos resultados en su aplicación.

Entre las principales funciones se encuentran la capacidad para conseguir información acerca de los proyectos que maneja, realizar investigaciones, evaluar y ofrecer alternativas de solución, recomendar soluciones técnicamente factibles y económicamente viables, determinar métodos, procesos y materiales para la construcción, así como aplicar normas de calidad, entre otros.

Los ingenieros del siglo XXI son personas con un argumento diferente sobre el tema del medio ambiente y las energías renovables, están conscientes del papel que juegan en la evolución del calentamiento global, sin embargo, el ingeniero debe desarrollar habilidades que den soluciones para atender las necesidades de la sociedad, con capacidades para emplear los avances de la tecnología en procura de obtener un manejo eficiente, con alto sentido de actitud profesional y conciencia ambiental.

Entonces, se puede decir, que la ingeniería civil tiene como objetivo aprovechar los recursos y fuerzas naturales para lograr el bienestar de las personas. Y en éste propósito el ingeniero simultáneamente a su empeño de crear la infraestructura, tiene una responsabilidad con el medio ambiente, evaluando, previniendo y minimizando los impactos ambientales que sus obras producen.

2.3.2 TÉRMINO “BIOCLIMÁTICA”

El concepto “bioclima” lo utiliza el climatólogo alemán Wladimir Köppen en el año 1906, quien presentó una clasificación de las distintas zonas climáticas del mundo basándose en los diversos tipos de vegetación que existen. Más tarde, los hermanos Olgay desarrollan el término “bioclimática” en asociación al desarrollo espacial en las edificaciones, y han sido cronológicamente los primeros en profundizar sobre la noción del confort térmico y en intentar establecer relaciones con los ambientes interiores de los edificios.

Por razones fisiológicas el hombre siempre se ha visto obligado a buscar la protección que da el espacio. Las personas mantenemos nuestra temperatura corporal en un rango muy estrecho a pesar de los factores ambientales, esto es, que aunque nuestro cuerpo se vea sometido a muy bajas temperaturas o a un calor despiadado, la temperatura de nuestra piel es cercana a los 37 grados, caso contrario de los animales, los cuales su temperatura corporal va en relación al ambiente.

Por esta razón el hombre requiere la protección de la vivienda, y en ese sentido se ha visto cómo desde hace mucho tiempo se ha buscado regular las condiciones de confort en los espacios habitables.

Sin embargo, pareciera que la construcción ingresó en un periodo de olvido al entrar la tecnología en el habitat del hombre. Los equipos para climatizar espacios suplieron los sistemas racionales de construir, ya no importo el sol, ni el viento, ni mucho menos la temperatura.

Pero vino la crisis de energía y el cambio climático, y así, resurgieron los viejos modelos, y a la vez se sistematizaron con una teoría que da forma a la sabiduría ancestral de los constructores.

La concepción bioclimática consiste en algo tan sencillo como utilizar con acierto los recursos de la naturaleza: el sol, el viento, la vegetación y la temperatura ambiental. (Moreno, 2004)

Olgay (1963) menciona que el proceso lógico es trabajar con las fuerzas de la naturaleza y no en contra de ellas, aprovechando sus potencialidades para crear condiciones de vida adecuadas.

La postura bioclimática se basa primordialmente en la búsqueda del confort, y se relaciona directamente con la sensación de bienestar. Los aspectos que reúne el termino bioclimática se desarrollan a partir de una búsqueda del confort físico, psicológico, y cultural.

El confort físico se busca a través de la consideración de aspectos biofísicos y constructivos, el confort psicológico y cultural se introduce a partir de la consideración de aspectos antropológicos, culturales y constructivos. (López, 2003).

2.3.3 INGENIERÍA BIOCLIMÁTICA

La acción de la construcción es una de las principales causas que provocan el resentimiento del medio. Según datos del Worldwatch Institute (organización que se dedica a la investigación del impacto de las acciones del hombre sobre el medio ambiente con rigurosidad científica), los edificios consumen el 60% de los materiales extraídos de la tierra, y su utilización junto a la actividad constructiva, genera la mitad de las emisiones de dióxido de carbono que se lanzan a la atmósfera.

Otro dato a tener en cuenta, es que la construcción también produce la mitad del total de residuos y contaminación con los que se daña al planeta. A esto, se añade que el 30% de las viviendas nuevas o rehabilitadas padecen el síndrome del edificio enfermo, un conjunto de enfermedades originadas o estimuladas por la contaminación del aire en espacios cerrados.

Muchas personas consideran que los coches y la industria son los principales contaminantes del medio ambiente. Según investigaciones del Instituto Norteamericano de Arquitectos (AIA), las casas y los edificios emiten un 48% de los gases de efecto invernadero, lo que supera con creces las emisiones del sector de transportes (27%) o de la industria (25%). Del mismo modo, las edificaciones consumen el 76% de la energía producida por las plantas energéticas.

Hablar de ingeniería bioclimática ya no resulta un ejercicio sólo al alcance de unas cuantas personas. Se trata de un desarrollo no casual, resultado de muchos años de investigación y aplicaciones prácticas, que han corrido desde una lógica de conservación ambiental y desarrollo sostenible. Es un progreso marcado por las innovaciones tecnológicas que, en el campo de la construcción, posibilitaron el acceso a una vivienda saludable.

La ingeniería bioclimática es la aplicación y el desarrollo integral de la ingeniería desde la perspectiva ambiental. Una de sus principales aplicaciones es climatizar con el clima, es decir, aprovechar las condiciones del entorno con el fin de lograr confort térmico. Además, se basa en energías renovables y prioriza la eficiencia energética en edificaciones y procesos industriales.

De acuerdo a De los Mozos (2009) la ingeniería bioclimática fija ocho objetivos para la consecución de las premisas que marca:

- Menor demanda energética del edificio.
- Maximizar ganancias de calor y reducir pérdidas de energía del edificio en invierno.
- Minimizar ganancias de calor y maximizar pérdidas de energía del edificio en verano.
- Lograr la calidad del ambiente interior, es decir, unas condiciones adecuadas de temperatura, humedad, movimiento y calidad de aire.
- Contribuir a economizar en el consumo de combustibles (entre un 50-70% de reducción sobre el consumo normal).
- Disminuir la emisión de gases contaminantes a la atmósfera (entre un 50-70%)
- Disminuir el gaste de agua e iluminación (entre un 30%-20% respectivamente)

Hay que aclarar que cuando se habla de ingeniería bioclimática no sólo entran en juego problemas ambientales, la ingeniería aparece como una atadura que busca equilibrio entre lo existente y lo nuevo; un crecimiento que agote lo menos posible los recursos de cada lugar y que genere mejores situaciones ambientales.

La ingeniería bioclimática tiene una visión global y pluridisciplinar, que permite la aportación de ideas para que la sostenibilidad y el confort sean la punta de flecha a la hora de realizar un proyecto de construcción.

Beneficios de la ingeniería bioclimática

De acuerdo a Fuentes (2004) este tipo de ingeniería ofrece muchos beneficios entre los que se encuentran:

1.- Beneficios económicos.

Generalmente cuando se considera el costo-beneficio de una edificación no se toma en cuenta el costo de operación de la construcción, ni el mantenimiento durante su vida útil; no se consideran los gastos que genera utilizar medios mecánicos de climatización, resultando enormes pagos de consumo de energía eléctrica.

Utilizar ingeniería bioclimática no debe redundar en el aumento de costos de construcción ya que sólo utiliza conceptos de diseño adecuados y por el contrario se logra reducir en gran medida los costos de operación y mantenimiento a través de un uso eficiente de la energía y los recursos.

2.- Beneficios de salud y confort.

Este tipo de ingeniería busca alcanzar el confort para los usuarios y al lograrlo crea un ambiente saludable en los espacios habitables. Pero no sólo se refleja en estos puntos, también tiene repercusiones directas en la eficiencia del

desarrollo de actividades, que resultan en mayor productividad y evidentemente en beneficios económicos y sociales.

3.- Beneficios ecológicos.

Los beneficios ecológicos son igual de importantes que los anteriores, diseñar y construir adecuadamente los espacios tanto abiertos como cerrados, utilizar sistemas pasivos de climatización y lograr la integración de la obra con su medio, provoca menos impacto al ecosistema.

2.3.4 VIVIENDA BIOCLIMÁTICA

Después de explicar el concepto de ingeniería bioclimática, se puede decir que una vivienda bioclimática consiste en el diseño y construcción tomando en cuenta las condiciones climáticas y aprovechando los recursos disponibles para reducir el impacto ambiental y el consumo de energía, lo cual no significa escasez de energía, sino un uso más responsable.

En México existe una problemática generalizada, se utiliza el mismo prototipo de casa en gran parte de las viviendas para cualquier tipo de clima del país, con condiciones que no responden a las características específicas del clima en que se sitúa, lo cual repercute en el confort, salud y economía de quienes las habitan.

La vivienda bioclimática aprovecha las condiciones ambientales del medio para que a lo largo del año las diferencias térmicas en el interior de la casa sean mínimas, independientemente de que en el exterior sean muy diferentes.

De acuerdo a la CONAVI (2008) las condiciones climáticas y ambientales deben estar integradas a un entorno urbano que permita una vida comunitaria armoniosa y que eleve el nivel de la calidad de vida de los habitantes contando con la infraestructura y equipamiento urbano adecuados.

Una casa bioclimática puede obtener un gran ahorro, inclusive llegar a ser sostenible en su totalidad. Aunque el costo de construcción pueda ser mayor, el incremento se compensa con la disminución de los recibos de energía.

De acuerdo a la Asociación de Bancos de México (ABM) el costo de construir una casa sustentable contra el de una casa convencional es de entre un 15 y 20% adicional debido a la importación de ciertos materiales; sin embargo si consideran los ahorros a largo plazo, la inversión es una buena decisión que reditúa en unos cuantos años.

Beneficios a largo plazo			
Tipo de vivienda	Tradicional	Sustentable	Ahorro sostenido
Valor del inmueble	\$500,000	\$625,000	
Financiamiento	\$450,000	\$562,000	
Mensualidad	\$5,698	\$7,122	
Gastos de la vivienda anual (Total)	\$10,230	\$7,456	27%
Luz	\$2,460	\$1,722	30%
Gas LP	\$2,890	\$1,734	40%
Agua	\$2,880	\$2,400	17%
Mantenimiento	\$2,000	\$1,600	20%

Tabla 1. El ejercicio toma en cuenta una tasa de 11.75%, un plazo a 15 años y un financiamiento del 90%. Simulación para una vivienda de 100 m2. *Asociación de Bancos de México (ABM).*

Para construir adecuadamente una vivienda bioclimática se debe hacer el análisis de cinco puntos principalmente:

1. *Estudio climatológico.*
2. *Importancia de la orientación.*
3. *Aislamientos e impermeabilidad.*
4. *Sistemas de consumo energético.*
5. *Materiales.*

Además, se deben tomar en cuenta otros elementos, como por ejemplo la forma del edificio y la disposición de sus elementos, así como los colores empleados, entre otros.

A grandes rasgos, se podría definir la vivienda bioclimática como una forma de edificación responsable, con una construcción capaz de aprovechar los recursos naturales con la intención de satisfacer las necesidades climatológicas de las personas que residen en ellas, evitando así, gastos innecesarios.

2.4 ASPECTOS GENERALES DEL CONFORT

La palabra confort representa el estado ideal del hombre que supone una situación de bienestar, salud y comodidad, en la que no hay ninguna distracción o molestia del ambiente que perturbe física o mentalmente a las personas.

Actualmente el termino confort es concebido por muchos como una invención verbal, un artificio cultural y una experiencia objetiva que se experimenta personalmente y que incluye ideas de comodidad, eficiencia, domesticidad e intimidad (Parsons, 1993).

Para la construcción bioclimática es fundamental que los usuarios alcancen un nivel de confort, ya que es indudable que la existencia de un espacio confortable es necesaria para una vida saludable y productiva.

Sánchez (1997) establece que 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 frío, el calor, la humedad, el viento, el ruido o la luz, usando los mecanismos propios de su cuerpo ya que se encuentra en completo equilibrio con el entorno.

El confort depende de diferentes factores que pueden ser cuantificables y no cuantificables. A continuación se describen brevemente los principales parámetros de confort:

2.4.1 FACTORES CUANTIFICABLES

2.4.1.1 CONFORT TÉRMICO

El confort térmico depende del calor producido por el cuerpo y de los intercambios entre éste y el medio ambiente. Es una de las variables más importantes a tomar en cuenta en el acondicionamiento bioclimático de viviendas, ya que hace referencia a un estado de bienestar en los aspectos físico y mental de las personas, y a través del diseño de espacios, orientaciones y sistemas pasivos de climatización es posible conseguir condiciones térmicas confortables.

Los límites térmicos extremos pueden resultar nocivos, e incluso llegar a ser mortales para las personas, debido a que deben mantener ciertas partes vitales a temperatura aproximadamente constante.

Temperatura de la piel	Temperatura interna	Zona regulatoria
Dolor: 45° C	42° C	Muerte
	40° C	Hipertermia
		Zona evaporativa
		Vasodilatación
31° C – 34° C	37° C	Confort
		Vasoconstrucción
		Termogénesis
	35° C	Hipotermia
Dolor: 10 °C	25° C	Muerte

Tabla 1 Límites térmicos del ser humano. *Auliciems, 1997.*

Existen dos influencias sobre el confort térmico que deben tomarse en cuenta, el ambiente exterior, que es todo lo relacionado con la climatología del entorno próximo a la persona, como por ejemplo, la temperatura, valores de radiación, la humedad del aire, velocidad del aire, etc. Y el factor humano, en donde entra la actividad de la persona y su vestimenta.

En conclusión, el confort térmico se refiere a las condiciones de bienestar en el ser humano, desde el punto de vista de su relación de equilibrio con las condiciones de temperatura y humedad de un lugar determinado.

2.4.1.2 CONFORT HIGROMÉTRICO

La palabra higrométrico se refiere a las condiciones de un cuerpo que varía sensiblemente con el cambio de humedad de la atmósfera. Y la humedad desempeña un papel muy importante en el mecanismo de intercambio térmico en el cuerpo humano que se da a través de la sudoración y la respiración.

Las personas pasan la mayor parte de la vida en ambientes cerrados, ya sea en la escuela, el trabajo, o en los hogares, y por lo tanto, tener una correcta calidad del aire en el interior de los edificios influirá, reduciendo el absentismo y

aumentando la productividad. Por esa razón, se recurre a sistemas de acondicionamiento de aire para que las condiciones higrométricas del ambiente y las de confort coincidan.

El rango para el confort higrométrico es bastante amplio, sin embargo, cuando se rebasa puede causar impactos en el sistema respiratorio y epidérmico. A continuación se mencionan las condiciones higrométricas de confort:

Estación	Temperatura operativa °C	Velocidad media del aire m/s	Humedad relativa %
Verano	23 a 25	0,18 a 0,24	40 a 60
Invierno	20 a 23	0,15 a 0,20	40 a 60

Tabla 2 Condiciones higrométricas de confort. Reglamento de instalaciones térmicas de los edificios, RITE.

2.4.1.3 CONFORT LUMÍNICO Y VISUAL

El confort lumínico y visual depende fundamentalmente del ojo humano, el cual es considerado en gran medida como el medio de comunicación más importante del ser humano para el desempeño de cualquier actividad.

Se considera que alrededor del 80% de la información sensorial que recibe un ser humano es de características visuales, y “un adecuado ambiente visual incide en el resultado productivo con el logro de una mayor precisión y seguridad mediante una buena visibilidad y vigilancia, además de evitar fatiga del órgano a la visión”. (Gil Fernández, 2005).

Para que la luz sea apreciada por una persona es necesario estimular el ojo por la luz que reflejan los objetos. El confort lumínico otorga los niveles de iluminación necesarios para realizar diferentes actividades en un espacio cerrado determinado, y para alcanzarlo se debe tomar en cuenta la función que tendrá el espacio diseñado y así, concederle las condiciones más favorables posibles, ya sea a través de la luz natural o con un sistema mixto.

La necesidad de tomar en consideración estos niveles viene del efecto que pueden tener en la capacidad de visualización de los objetos, superficies, personas y otros elementos que se encuentren dentro del campo visual. Capacidad que depende de la acomodación, fatiga visual y agudez visual, el contraste y el tiempo de percepción.

Espacio	Mínima	Recomendable	Optima
Habitación	150	200	600
Cocina	200	300	1000
Comedor	100	200	400
Estar	150	400	600
Baño	150	200	400
Lavadero	150	300	600
Pasillos	100	150	200

Tabla 3 Niveles lumínicos para la vivienda. Stegmann, 1989

2.4.1.4 CONFORT ACÚSTICO

La acústica es un factor al que no se le ha dado una gran importancia en los diseños de viviendas y espacios, ya que el sonido no se considera un factor muy significativo, aunque se ha demostrado que el ruido es uno de los agentes contaminantes más frecuentes en las oficinas y los hogares. Además con la utilización de materiales constructivos cada vez más ligeros, no se puede proteger óptimamente los interiores de los ruidos del exterior o de otras habitaciones de la misma vivienda.

Si bien, el ruido rara vez presenta daños físicos sobre el oído, pero puede dar lugar a otros efectos como alteraciones fisiológicas, distracciones, interferencias en la comunicación o alteraciones psicológicas.

El nivel de confort acústico es el nivel de ruido, a partir del cual, el sonido provocado por las actividades humanas e infraestructuras o industrias, resulta dañino para el descanso, la comunicación y la salud de las personas. Y su control depende de una combinación de absorción acústica que permite la disminución del ruido emitido en un mismo local y el aislamiento acústico, que controla la transmisión de ruido entre dos locales.

Rango de intensidad
Muy silencioso de 0 a 25 dBa
Silencioso de 25 a 35 dBa
Moderado de 35 a 45 dBa
Ruidoso de 45 a 55 dBa
Muy ruidoso más de 55 dBa
Límite de la OMS 90 dBa
Umbral de dolor 130 dBa

Tabla 4 Rango de confort o bienestar general. Organización Mundial de la Salud 1983

2.4.1.5 CONFORT OLFATIVO

Se refiere a la percepción a través del sentido del olfato y para conseguirlo se debe cuidar la elección de los materiales de construcción, ya que éstos no deben ser fuentes de malos olores, o que para su mantenimiento necesiten productos que los produzcan. Además, se debe asegurar una ventilación suficiente, de forma que la calidad de aire suministrado sea la adecuada para su renovación.

Este tipo de confort tiene dos puntos de análisis, el primero concerniente a la utilización de olores agradables con el objeto de producir una cierta sensación psicológica en las personas. Y el segundo, el manejo que se debe dar a los olores desagradables, aspecto directamente relacionado con la contaminación ambiental.

Aunque el confort olfativo se refiere únicamente al manejo de los olores, se debe tomar en cuenta que a través de la nariz se introducen también muchas sustancias y partículas no aromáticas que no son percibidas por el sentido del olfato, pero que sí lo afectan, disminuyendo así su capacidad perceptiva, perjudicando el sistema respiratorio, alterando la salud y consecuentemente el confort del individuo.

2.4.2 FACTOR NO CUANTIFICABLE

2.4.2.1 CONFORT PSICOLÓGICO

El confort psicológico es la percepción global que tiene el cerebro de la información que recibe de su medio. Y aunque este tipo de confort es subjetivo, existen algunos parámetros que pueden ser válidos para la mayoría de las personas y de alguna forma son utilizados en el diseño arquitectónico como por ejemplo el color, texturas, formas, espacios y hasta el Feng-Shui.

Los aspectos antropológico-culturales son especialmente determinantes del confort psicológico en el usuario de cualquier edificación.

Y evidentemente los aspectos psicológicos están involucrados en todos los tipos de confort descritos anteriormente, además de muchos otros factores determinantes del comportamiento humano.

2.5 FACTORES FÍSICOS Y GEOGRÁFICOS DEL MEDIO NATURAL.

De acuerdo con Ferreiro (1991) “en la integración del hombre con su medio, el clima constituye un factor ambiental determinante que influye en su forma de vida, en donde el medio físico natural es aquel formado por montañas, ríos, lagos, mares, valles, la vegetación, el clima, etc., todo lo natural sin la intervención del ser hombre”

Con el estudio del medio físico se logra determinar la capacidad de éste para soportar los distintos usos del suelo, se trata de encontrar la aptitud de cada espacio territorial en función de sus características intrínsecas, a fin de determinar el nivel aceptable de su uso.

Su análisis permite establecer cuáles de aquellos elementos pueden ser utilizados en su calidad de recursos disponibles, cuáles entran dentro de la categoría de protección y deben ser resguardados y los que constituyen situaciones de riesgo o restricción para las construcciones.

Para caracterizar el medio físico natural de una construcción, se debe analizar sus particularidades mediante el estudio de su topografía, edafología, geología e hidrología.

2.5.1 TOPOGRAFÍA

De acuerdo a Hernández (2003) es la ciencia que estudia el conjunto de procedimientos para determinar las posiciones de puntos sobre la superficie de la tierra y es un elemento fundamental que condiciona en gran medida la disposición del asentamiento, aportándole un carácter particular.

El uso de la topografía es muy necesario para llevar a cabo proyectos de ingeniería civil, los cuales se basan en la superficie de la tierra. La guía de cualquier ingeniero dependerá de las características que tenga el terreno de la obra, para así, darle la mejor distribución a los aspectos funcionales y ornamentales.

Al conjunto de procedimientos realizados en los trabajos topográficos para establecer las posiciones de puntos y posteriormente su representación en un plano, se le conoce como “levantamiento topográfico” y la mayor parte de los levantamientos tienen por objeto el cálculo de superficies y volúmenes. Estos pueden ser de dos tipos:

Topográficos

Los levantamientos topográficos son los más comunes, son aquellos que por abarcar superficies reducidas pueden hacerse despreciando la curvatura de la tierra, sin error apreciable.

Dentro de esta clasificación, se encuentran el levantamiento de terrenos en general, es decir de obras y construcciones, la topografía de vías de comunicación y de minas, y los levantamientos catastrales y aéreos.

Geodésicos

Son levantamientos en grandes extensiones que hacen necesario considerar la curvatura de la tierra, y por lo mismo, son motivo de estudio especial.

2.5.2 EDAFOLOGÍA

La palabra edafología significa el estudio del suelo, y el suelo se define como la capa superficial de la corteza terrestre en la que se encuentra el soporte de la capa vegetal natural y gran parte de las actividades humanas.

Para un buen manejo agrícola, pecuario, forestal, artesanal y de ingeniería civil es necesario conocer las características de los suelos (INEGI, 2004). Ya que el suelo no es solo la superficie que pisamos, es la zona en la que se produce la interacción entre el sustrato sólido, la atmósfera y los organismos, interacción que permite que este enriquezca su estructura.

La complejidad del suelo se deriva de sus múltiples componentes, en él rige un ambiente propio, donde hay flujos y dinámicas exclusivas, flora y fauna particulares, comportamientos de agua, etc. Se trata de un medio de dinámicas activas y continuas en el que se conjugan la acción y el transcurrir vital de la vegetación, el clima, la erosión, entre otros.

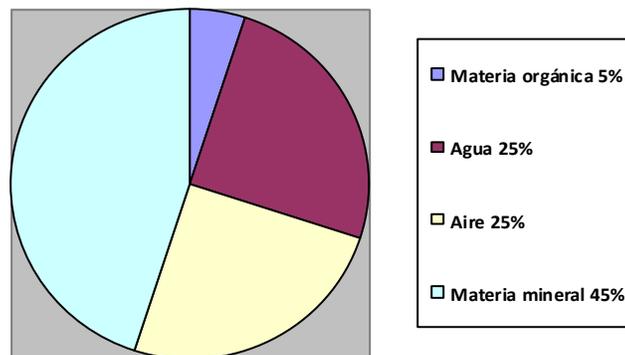


Fig. 7 Composición en volumen aproximado de una capa superficial del suelo.

Todas las obras de infraestructuras ocupan una importante superficie del suelo, por eso es fundamental, antes de llevar a cabo alguna construcción, realizar un análisis de las características edáficas del terreno.

Para una planificación adecuada de los usos del suelo se deben de tomar en cuenta los siguientes indispensables requisitos:

- a) Un reconocimiento completo de la morfología y propiedades de los suelos y
- b) Una correlación de estos con un comportamiento frente a determinadas formas de utilización.

2.5.2.1 REGIONES SÍSMICAS EN MÉXICO

La República Mexicana se encuentra dividida en cuatro zonas sísmicas. Esto se realizó con fines de diseño antisísmico. Para realizar esta división se utilizaron los catálogos de sismos de la República Mexicana desde inicios de siglo.

De acuerdo al Manual de Diseño de Obras (diseño por sismo) de la Comisión Federal de Electricidad (CFE), estas zonas son un reflejo de que tan frecuentes son los sismos en las diversas regiones y la máxima aceleración del suelo a esperar durante un siglo. La zona A es una zona donde no se tienen registros históricos de sismos, no se han reportado sismos en los últimos 80 años y no se esperan aceleraciones del suelo mayores a un 10% de la aceleración de la gravedad a causa de temblores.

La zona D es una zona donde se han reportado grandes sismos históricos, donde la ocurrencia de sismos es muy frecuente y las aceleraciones del suelo pueden sobrepasar el 70% de la aceleración de la gravedad. Las otras dos zonas (B y C) son zonas intermedias, donde se registran sismos no tan frecuentemente

o son zonas afectadas por altas aceleraciones pero que no sobrepasan el 70% de la aceleración del suelo. Aunque la Ciudad de México se encuentra ubicada en la zona B, debido a las condiciones del subsuelo del valle de México, pueden esperarse altas aceleraciones.

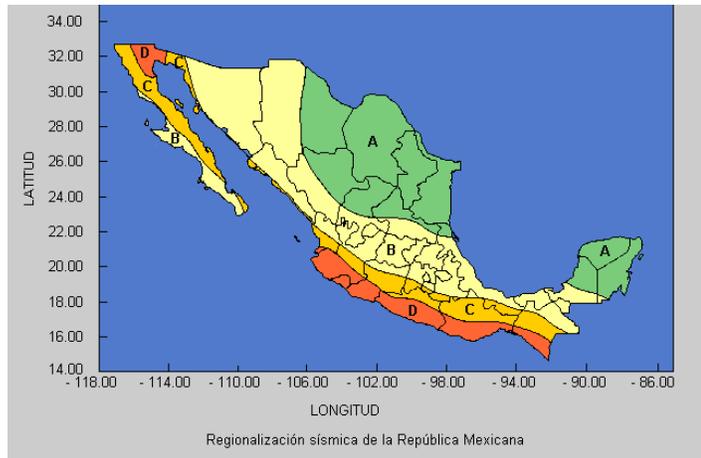


Fig. 8 Regionalización sísmica de la República mexicana
Manual de diseño de Obras Civiles (Diseño por Sismo)
de la Comisión Federal de Electricidad

2.5.3 GEOLOGÍA

Es la ciencia que estudia la forma interior del globo terrestre, de las materias que lo componen, de su formación y de los cambios o alteraciones que éstas han experimentado desde su formación.

A través del estudio geológico de un territorio se puede comprender ciertos aspectos de su historia, remontándose a millones años atrás, conociendo las condiciones que la geografía ha dispuesto a lo largo del tiempo, como cambios morfológicos, movimiento de placas, condiciones climatológicas, etc.

La geología en las edificaciones constituye la pieza en la cual se apoyan todas las construcciones existentes en la actualidad, pues se debe realizar siempre un estudio del suelo sobre el cual los ingenieros deben construir.

Además si no se realizan los estudios debidos, la mayoría de las edificaciones con el tiempo pueden tener problemas, los cuales son muy difíciles de reparar estando ya la construcción terminada.

Todas las estructuras de la ingeniería deben apoyarse en los materiales que forman la parte superior de la corteza terrestre. Existe así, una inevitable conexión entre las condiciones geológicas, el diseño de la cimentación y la construcción.

De acuerdo a Suayter (2006) la planificación de las cimentaciones en la construcción consiste en tres operaciones esenciales:

- 1. Determinar exactamente la naturaleza de los suelos que van actuar como apoyo en la cimentación.*
- 2. Calcular las cargas que serán transmitidas por la estructura de la cimentación a los suelos que la soportan.*
- 3. El proyecto de una estructura de la cimentación, adecuada a las condiciones que dieran orígenes a las operaciones 1 y 2.*

En conclusión todo proyecto de ingeniería debe tomarse debida cuenta de todos los detalles geológicos capaces de afectar tanto a la construcción como al buen desempeño de la cimentación, y lo que puede acontecer en el futuro.

2.5.4 HIDROLOGÍA

La hidrología es la ciencia que estudia el agua y sus manifestaciones en la atmósfera, sobre y debajo de la superficie terrestre; estudia asimismo sus propiedades y sus interrelaciones naturales. Asimismo, se puede subdividir en:

Hidrología superficial

La cual estudia las corrientes de agua que riegan la superficie de la tierra y su almacenamiento en depósitos naturales (lagos, lagunas, ciénagas).

Hidrología subterránea

En la que se incluyen los estudios del agua subterránea (acuíferos).

En la ingeniería la importancia de la hidrología radica en su aplicación directa en el diseño y operación de proyectos para el control y uso del agua, por ejemplo para la construcción de vías de comunicación y en la ingeniería sanitaria, estructural e hidráulica.

Su objetivo es obtener parámetros de diseño básicos para abordar diferentes estudios y obras relativos a la ingeniería civil, todo complejo, ya sea habitacional o industrial, así como cualquier obra civil requiere diseños por estudios hidrológicos. Conocer las posibilidades y el comportamiento de las precipitaciones meteóricas de la zona es sumamente necesario para evitar inundaciones y evaluar la necesidad de elementos de drenaje y de obras de protección o aprovechamiento hidráulico como presas o alcantarillas.

Los problemas hidrológicos de interés para el ingeniero, se pueden simplificar en cuatro etapas, la precipitación, la evaporación y evapotranspiración, el agua superficial y corrientes subterráneas.



Fig. 9 Ciclo del agua

2.6 ANÁLISIS DE MATERIALES PARA VIVIENDA BIOCLIMÁTICA

Los materiales ecológicos hacen que una vivienda tenga más calidad y contribuya al medio ambiente, muchos de los materiales de construcción de la actualidad son contaminantes en al menos alguna fase de su producción, pero tienen una gran eficiencia energética lo cual es muy necesario en el clima cálido húmedo.

La elección para los materiales ideales para la construcción de una vivienda bioclimática dependerá:

- Procedan de fuentes renovables y abundantes;
- No contaminen
- Consuman poca energía en su ciclo de vida;
- Sean duraderos
- Puedan estandarizarse
- Sean fácilmente valorizables
- Procedan de producción justa
- Tengan valor cultural en su entorno
- Tengan bajo coste económico.
- Sea fácil su instalación o aplicación
- Eficiencia térmica
- Resistencia al fuego

2.6.1 MATERIALES ESTRUCTURALES

A continuación se describirán los materiales estructurales más comunes para la construcción:

2.6.1.1 ADOBE

El adobe es un ladrillo de barro sin cocer secado al sol, se compone de arcilla y arena, a lo que se añade aditivos según el tipo de tierra, los más utilizados son paja y cal.

El adobe es **higroscópico**, tiene la capacidad de difusión y una buena capacidad de almacenar frío y calor, por lo que también es un buen aislante. Además se trata de un material abundante en casi cualquier lugar y de fácil extracción por lo que no genera un problema al medio ambiente.



Fig. 10 Ladrillo de Adobe

2.6.1.2 LADRILLO ROJO

Los ladrillos son elaborados de arcilla, un material sedimentario de partículas muy pequeñas de silicatos hidratados de alúmina, además se le incorporan otros minerales como el caolín, la montmorillonita y la illita.

Se considera el adobe como el precursor del ladrillo, aunque el adobe no experimenta los cambios físico-químicos de la cocción.

- ✓ Dimensiones: 25 x 12 x 5 cm.
- ✓ Peso por pieza: 2.25 kg
- ✓ Aislamiento térmico "R" (ft² h °F / Btu) : .1.3
- ✓ Costo por pieza: 2.5 pesos



Fig. 11 Ladrillo de Arcilla

2.6.1.3 BLOCK DE CONCRETO

Ideal para la construcción de toda clase de muros, sean estructurales o divisorios o fachada, bardas perimetrales de poca altura o para casas habitación.

Brinda distinción a sus fachadas lisas y permite combinar los diferentes modelos. Ahorra tiempo en construcción y cumple con los requerimientos de resistencia y durabilidad necesarios.

- ✓ Dimensiones: 12X20X40 cm
- ✓ Peso por pieza: 13 kg
- ✓ Aislamiento térmico "R" (ft² h °F / Btu : .72
- ✓ Costo por pieza: 7 pesos



Fig. 12 Block de concreto

2.6.1.4 BLOCK TÉRMICO VULCANO

Producto con propiedades únicas con una composición química muy similar a la de granito. Es un material ligero utilizado en su estado natural, requiriendo solo de una trituración y clasificación de tamaño para el producto terminado.

Es un excelente aislante térmico y acústico, reduciendo la trasmisión del calor y el frío un 95 %, además de ser muy ligero y económico.

- ✓ Dimensiones: 12x20x40 , VARIAS
- ✓ Peso por pieza: 8 kg
- ✓ Aislamiento térmico "R" (ft² h °F / Btu : 5
- ✓ Costo por pieza: 8 pesos



Fig. 13 Block vulcano

2.6.1.5 BLOCK DE CONCRETO CELULAR

El concreto celular es un material incombustible y resistente al fuego (hasta 4 hrs de exposición directa) que cubre todos los requerimientos de una construcción: blocks para muros de carga, dinteles para claros de puertas y ventanas, paneles para losa de azotea o entrepiso y paneles para muro.

Por sus celdas de aire el concreto celular posee excelentes propiedades de aislamiento, tanto al calor como al frío y debido a su estructura da una gran resistencia a la humedad, significando importantes ahorros de energía.

- ✓ Dimensiones: 62.5X20X15 cm varias
- ✓ Peso por pieza: 11.5 kg
- ✓ Costo por pieza: 44 pesos
- ✓ Aislamiento térmico "R" (ft² h °F / Btu) : 12



Fig. 14 Blocks de concreto celular

2.6.1.6 BLOCK DE BARRO POROTON

Está elaborado de barro 100% natural y no se le agrega químicos ni aditivos en su fabricación. Es un material de construcción aislante muy sólido, brindando la mayor seguridad estructural; además es limpio y sus características de sanidad las obtiene al igual que sus otras cualidades de modo natural en su proceso de fabricación, ya que se hornea a más de 1,000°C.

- ✓ Dimensiones: 13x20x40cm
- ✓ Peso por pieza: 8 kg
- ✓ Aislamiento térmico "R" (ft² h °F / Btu) : 1.45
- ✓ Costo por pieza:



Fig. 15 Block de barro poroton

2.6.1.7 CEMENTO PORTLAND GRIS

El cemento Portland es un conglomerante o cemento hidráulico que cuando se mezcla con áridos y agua tiene la propiedad de conformar una masa pétreo resistente y duradera denominada concreto. Es el más usual en la construcción, tiene la propiedad de fraguar y endurecer en presencia de agua, al reaccionar químicamente con ella para formar un material de buenas propiedades aglutinantes.

Este material una vez hecho concreto no se podrá reciclar y utilizarlo nuevamente como cemento, pero al triturarlo, los trozos más pequeños de concreto se usan como gravilla para nuevos proyectos de construcción.

El cemento portland se obtiene por la pulverización a altas temperaturas del Clinker, lo que produce grandes emisiones de dióxido de carbono que van directo a la atmosfera , por lo que ya existen en la actualidad un nuevo proceso de elaboración de cemento , donde se elimina hasta un 60 por ciento del Clinker con un material llamado metakaolin y piedra caliza sin quemar, reduciendo hasta un 32 por ciento las emisiones de gases.

- ✓ Presentaciones: 10 KG, 20 KG
- ✓ Peso volumétrico : 1170 kg/m³
- ✓ Costo por pieza: 120 pesos B/ 20 kg



Fig. 16 Cemento gris

2.6.1.8 ACERO

El acero está compuesto por hierro más metaloides (C, S, P, Si) y metales variables (Mn, Cr, Ni). Éstos últimos son los que le dan sus grandes propiedades. La cantidad de carbono debe ser superior al 0.03 %, pero menor de 2 %.

El acero estructural más usado en la construcción es la varilla, paneles para cubiertas, paneles para losa acero y los perfiles, estos últimos se dividen en dos: los conformados con calor y los conformados en frío.



Fig. 17 Presentaciones comunes del acero

El acero es un material reciclable en un 100%. El mayor volumen de desperdicio de material que se genera en una acería es la escoria y emplear en lugar de la grava para el asfaltado ya escoria siderúrgica tiene mejores propiedades mecánicas que la grava común

- ✓ Peso volumétrico : 7850 Kg/m³
- ✓ Costo : 35 pesos / kg



Fig. 18 Varilla de acero

2.6.2 IMPERMEABILIZANTES

A continuación se describirán los materiales de impermeabilización más comunes para la construcción:

2.6.2.1 ASFÁLTICOS

Con una amplia gama de opciones, integran sistemas de impermeabilización flexibles a diversos climas, estructuras y resistencias. Son 100% impermeables, con una excelente adherencia que los hacen aptos para cualquier superficie expuesta a la intemperie. Ofrecen una elevada durabilidad, además son fáciles de aplicar y prácticamente no requieren mantenimiento. Los hay ecológicos y no tóxicos. Son resistentes a los rayos UV. Pueden ser aplicados utilizando membranas de refuerzo de poliéster.

Ventajas : es resistente y durable.

Desventajas : es sucio y es difícil retirarlo para su cambio

- ✓ presentaciones: Litro, galón, cubeta 19 litros.
- ✓ Garantías: 5, , 10 y 12. años
- ✓ Costo por m2 instalado: 70 – 120 pesos



Fig. 19 Impermeabilización asfáltica

2.6.2.2 ACRÍLICOS

Son fabricados con base en resinas, pigmentos y microcomponentes cerámicos y se puede utilizar sin membrana de refuerzo. Se aplica sobre superficies de concreto, mortero, asbesto o lámina galvanizada. Es un impermeabilizante fácil de aplicar, por su elasticidad no se cuartea ni se fisura, es 100% impermeable.

Ventajas: Es más fácil de aplicar y menos sucio, pero menos eficiente y durable, Desventaja: Menos eficiente y durable.

- ✓ Presentaciones: Litro, galón, cubeta 19 litros.
- ✓ Garantías: 3, 5, 7, 10 y 12. Años
- ✓ Costo por m² instalado: 70 – 180 pesos



Fig. 20 Impermeabilización acrílica

2.6.2.3 PREFABRICADOS

Aplicables principalmente en cimentaciones y obras civiles. Empleados para el tratamiento de puntos críticos de la impermeabilización como bajadas de agua pluvial. Es usado como revestimiento impermeable en sistemas de aplicación en frío. Este tipo de impermeabilizante proporciona gran adherencia a cualquier tipo de sustrato, así como elasticidad y resistencia. Los sistemas prefabricados sirven para impermeabilizar áreas con mayor rapidez, espesor uniforme y alta durabilidad.

- ✓ Espesores: 3.0, 3.5, 4.0, 4.5, 5.0 mm
- ✓ Costo por m² instalado: 120 – 255 pesos



Fig. 21 Impermeabilizante prefabricado

2.6.2.4 ECOLÓGICO

Nueva tecnología en impermeabilizantes fabricados a base del recicle de llantas, su elasticidad permite soportar los movimientos estructurales de contracción y expansión normales de todas las construcciones. Posee excelente resistencia al intemperismo (cambios bruscos de temperatura, choque térmico, lluvia, ambientes salinos, etc.). Está formulado con base agua, no contiene plomo, solventes tóxicos, ni materiales contaminantes. Por cada cubeta se contribuye al reciclaje de una llanta, ayudando a reducir el desgaste de la capa de ozono y calentamiento global.

La vida útil estimada de los impermeabilizantes varía de acuerdo con el producto. Los hay con una duración de tres hasta 20 años, su permanencia depende de la dureza, textura y desgaste de la superficie, de la frecuencia de empleo y tipo de corrosivos al cual se está expuesto en donde se aplica.

✓ Costo por m² instalado: 120 – 190 pesos

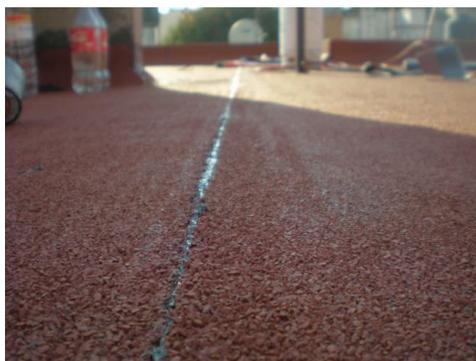


Fig. 22 Llanta triturada

2.6.3 AISLANTES

A continuación se describirán los materiales aislantes más comunes para la construcción:

2.6.3.1 POLIESTIRENO (NIEVE SECA)

Unas de las características reseñables del poliestireno expandido (EPS) son su ligereza, resistencia a la humedad y capacidad de absorción de los impactos, además su capacidad como aislante térmico en el sector de la construcción, utilizándose como tal en fachadas, cubiertas, suelos, etc. En este tipo de aplicaciones, el poliestireno expandido compite con la espuma rígida de poliuretano.

La fabricación del material se realiza partiendo de compuestos de poliestireno en forma de perlitas que contienen un agente expansor (habitualmente pentano), las perlitas se calientan y éstas aumentan su volumen, a la vez que el polímero se plastifica.

En construcción lo habitual es comercializarlo en planchas de distintos grosores y densidades que van desde ½ pulgada a 48 pulgadas. También es habitual el uso de bovedillas de poliestireno expandido para la realización de losas.

Para producir poliestireno se usan recursos naturales no renovables, ya que es un plástico derivado del petróleo. En lo que respecta al proceso de producción y su huella ecológica, se usaban químicos que liberaban gases que contribuyeron al agrandamiento del agujero de ozono.

Hoy en día, al crearse conciencia sobre este problema, se han implementado exitosamente en todo el mundo procesos alternativos de producción de estos productos similares, sustituyendo las sustancias dañinas a la atmósfera.

- ✓ Dimensiones: 1,22*2,44*1/2"
- ✓ Peso volumétrico: 20 kg /m³
- ✓ Peso por pieza: .750 kg
- ✓ Costo por pieza: 40 pesos
- ✓ Aislamiento térmico "R" (ft² h °F / Btu : 4.35



Fig. 23 Placa de poliestireno expandido

2.6.3.2 POLIURETANO

Uno de los mejores aislantes térmicos que cuenta con la ventaja de tener un factor de conductividad térmica muy bajo y la capacidad de adherirse tensamente a cualquier superficie, las cuales deberán estar limpias y secas a no menos de 10 grados centígrados, además cuenta con una alta resistencia al peso y a los productos químicos.

Una vez aplicado el poliuretano, se reducen considerablemente los fenómenos de expansión y contracción de las superficies por cambios de temperatura.

- ✓ Dimensiones: N/A
- ✓ Peso volumétrico: 30 kg /m³
- ✓ Peso por pieza: N/A
- ✓ Costo Por kg: 55 pesos
- ✓ Aislamiento térmico "R" para 1 in (ft² h °F / Btu : 6.25



Fig. 24 Poliuretano

2.6.3.3 PLACAS DE POLISIOCIANURATO

Es un tablero rígido para el aislamiento de techos compuesto por un núcleo de **poliisocianurato** de células cerradas, adherido en el proceso de espumaje a caras exteriores reforzadas con fibra de vidrio.

Utiliza un agente ambiental que contiene **pentano** y que incrementa el desempeño térmico de la espuma aislante, este hidrocarburo tiene cero potencial de daño a la capa de ozono. Ofrece un alto aislante térmico tanto para superficies de metal o de concreto.

- ✓ Dimensiones: 1.22 m x 1.22m hasta 6 m
- ✓ Espesor: 1 in hasta 2 ½ in
- ✓ Densidad: 32 kg / m³
- ✓ Aislamiento térmico "R" para 1 in (ft² h °F / Btu) :
7.15
- ✓ Costo placa 1.22m x6m x1 in: 556 pesos



Fig. 25 Placas de poliisocianurato

2.6.3.4 CORCHO

El corcho se obtiene de la corteza del alcornoque, una especie que crece sobre todo en áreas de clima mediterráneo. Está compuesto por células poliédricas muy unidas entre sí, prácticamente vacías en su interior y muy impermeables. Es muy resistente a las lluvias, las sequías y las altas temperaturas, por lo que se trata de un material óptimo para aislamiento térmico. Además, su estructura se compone de pequeñas celdas que absorben muy bien los ruidos, lo que garantiza un buen aislamiento acústico.

Por otro lado, el corcho se caracteriza por ser un producto natural que respeta el medio ambiente (incluso durante el proceso de extracción), resiste a los agentes químicos, es ligero, elástico y no huele, por lo que es ideal para su uso como aislamiento en la construcción en forma de placas o rollos.

- ✓ Dimensiones: 1.22 m x 1.22m hasta 6 m
- ✓ Espesor: 1 in hasta 2 ½ in
- ✓ Densidad: 32 kg / m³
- ✓ Aislamiento térmico "R" para 1 in (ft² h °F / Btu : 7.15
- ✓ Costo placa 1.22m x6m x1 in: 556 pesos



Fig. 26 Rollo de corcho

2.6.3.5 ARLITA

La arlita también conocida como ripiolita o arcilla expandida es un árido cerámico de gran ligereza. Se emplea en construcción como relleno para formar pendientes en cubiertas planas, recrecidos para soleras, y como aislante térmico.

La característica más notable de la arlita es su relación entre peso y capacidad resistente. Por estas cualidades, se emplea fundamentalmente como material de relleno de bajo peso en situaciones en las que es necesaria una cierta resistencia mecánica. El método de aplicación más usado es la mezcla de arlita con aproximadamente un 15-20% de cemento, creando el mortero de arlita. Con el mismo propósito se emplea como recrecido losas y soleras.

La arlita también se utiliza en hormigones ligeros, con densidades que pueden llegar a ser tan bajas como 500kg/m³ (cinco veces menores que el hormigón común). Algunas piezas prefabricadas también incorporan arlita: tal es el caso de algunas bovedillas, pantallas acústicas, o losetas.



Fig. 27 Arlita

2.6.3.6 FIBRA DE COCO

Es una fibra multicelular que tiene como principales componentes la celulosa y el leño, lo que confiere elevados índices de rigidez y dureza.

La baja conductividad al calor, la resistencia al impacto, a las bacterias y al agua, son algunas de sus características. La resistencia, durabilidad y resistencia, convierten a la fibra de coco en un material versátil y perfectamente indicado para los mercados del aislamiento (térmico y acústico).



Fig. 28 Rollo de fibra de coco

2.6.3.7 LANA DE FIBRA DE VIDRIO

La lana de vidrio es una fibra mineral fabricada con millones de filamentos de vidrio unidos con un aglutinante. El espacio libre con aire atrapado entre las fibras aumenta la resistencia a la transmisión de calor.

La lana de vidrio no es inflamable y no libera gases nocivos., limita la propagación de las llamas y retrasa el esparcimiento del fuego. Al ser inorgánica, no es atacada por bacterias u otros parásitos. Además que no absorbe el agua con facilidad.

La lana de vidrio ahorra mucha más energía durante su vida útil que la consumida durante su producción.

- ✓ Dimensiones: 1.20 m x 10m hasta 15 m
- ✓ Espesor: 5 cm in hasta 15 cm
- ✓ Densidad: 32 kg / m³
- ✓ Aislamiento térmico "R" para 15 cm (ft² h °F / Btu : 4.05



Fig. 29 Lana de fibra de vidrio

2.6.4 PREFABRICADOS

A continuación se describirán los materiales prefabricados más comunes para la construcción:

2.6.4.1 TABLA YESO

El sistema prefabricado de muros tabla de yeso es el más utilizado en la construcción debido a que se elimina el exceso de humedad que se presenta en el proceso constructivo, al no necesitarse agua adicional o preparar mezclas en el sitio de su instalación, además su bajo costo y su resistencia al agrietamiento o deformación debido a cambios, térmicos o higrométricos

Usos:

- Muros divisorios interiores rectos o curvos
- Plafones interiores corridos
- Arcos, nichos y cajillos
- Detalles decorativos



Fig. 30 Placa de tabla de yeso

- ✓ Dimensiones: 1.22 m x 2.44m
- ✓ Espesor: ½ pulg
- ✓ Densidad: 576 kg / m³
- ✓ Aislamiento térmico "R" para (ft² h °F / Btu) : .45
- ✓ Costo placa 1.22m x 2.44 : 105 pesos

2.6.4.2 TABLA CEMENTO

El tablero de cemento es fabricado con cemento Portland en su núcleo, y laminado con una malla de fibra de vidrio polimerizada en ambas caras.

Proporciona una base sólida para recibir azulejos y recubrimientos cerámicos, losetas y mosaicos de cerámica, mármol, cantera, piedra y ladrillo delgado, así como acabados en pintura o pasta

Es el producto ideal para instalar en muros, faldones y plafones interiores sujetos a contacto con el agua, o condiciones de humedad alta como baños, regaderas, cocinas o lavanderías. También se puede utilizar para armar bardas exteriores

- ✓ Dimensiones: 1.22 m x 2.44m
- ✓ Espesor: ½ pulg
- ✓ Densidad: 861 kg / m³
- ✓ Costo placa 1.22m x 2.44 : 400 pesos



Fig. 31 Placa de DUROK

2.6.4.3 MUROS PRETENSADOS

Los muros y bardas están fabricados con altos estándares y controles de calidad obteniendo un producto de gran resistencia, que soporten las inclemencias del tiempo y que puedan tener una larga duración brindando una eficaz protección.

Se pueden usar como muros divisorios, muros perimetrales o muros de mampostería, tienen una excelente resistencia del concreto y con varillas pretensadas que están diseñadas para resistir vientos de hasta 140 km/h.

Su Instalación rápida representa ahorro en costos de mano de obra y sus respectivos indirectos, además que no requieren refuerzo de cimentación, y vaciado de columnas, brindándole una instalación muy eficiente ,limpia y segura, ya que es mínima la necesidad de manejo de materiales como arena, cemento, cimbras, etc.

Para instalaciones temporales, los paneles y columnas pueden ser reutilizables si se manejan de forma adecuada.

- ✓ Dimensiones: 20 cm x 2.5 m
- ✓ Espesor: 5 cm
- ✓ Peso pieza 64 kg
- ✓ Resistencia concreto $f''c$: 200 kg



Fig. 32 Barda prefabricada

2.7 SISTEMAS DE CONSTRUCCIÓN BIOCLIMÁTICA PARA UNA MAYOR EFICIENCIA ENERGÉTICA

2.7.1 VENTILACIÓN NATURAL

Prácticamente todos los edificios intercambian aire con el exterior, aun cuando sus aberturas se encuentren cerradas. Esto es porque sus componentes constructivos tienen numerosos poros y fisuras, en ocasiones microscópicos, que permiten que el aire pase a través de ellos y de lugar a lo que se conoce como infiltración, es decir, ventilación no controlada (y en ocasiones no deseada).

Por otro lado, el concepto de ventilación natural se refiere a la que propiciamos por medio de aberturas diseñadas precisamente para ello. En términos estrictos, en el momento en que generamos una abertura practicable (es decir, que se pueda abrir) en la envolvente de un edificio estamos permitiendo la ventilación natural. Sin embargo, conseguir una ventilación eficiente, además de un adecuado conocimiento de las condiciones climáticas del sitio, exige un estudio cuidadoso de la orientación, tamaño y ubicación de las aberturas. En otras palabras, generar una abertura, incluso de gran tamaño, no garantiza que se tendrá una ventilación eficiente.

La estrategia más simple para lograr una adecuada ventilación natural, cuando las condiciones del entorno lo permiten, es la ventilación cruzada.

2.7.1.1 VENTILACIÓN CRUZADA

La ventilación cruzada consiste en generar aberturas estratégicamente ubicadas para facilitar el ingreso y salida del viento a través de los espacios interiores de los edificios, considerando de manera cuidadosa la dirección de los

vientos dominantes. Es decir, la ventilación cruzada implica generar aberturas en zonas de alta y baja presión de viento de la vivienda

Para comprender mejor cómo funciona la ventilación cruzada y los criterios de diseño que pueden hacerla más eficiente, se debe ver en primera instancia cómo interactúan el viento y un volumen construido simple:

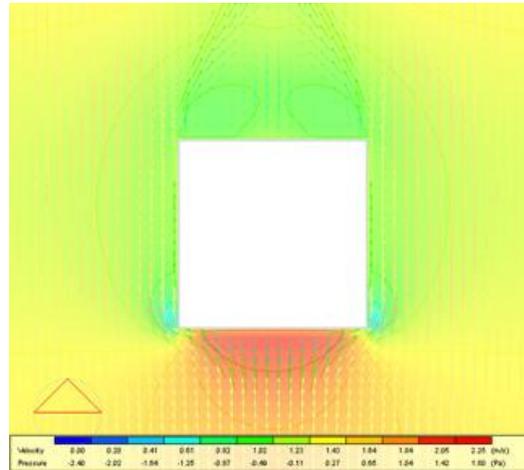


Fig. 33 Efecto del viento al impactar un volumen de manera frontal. Análisis CDF (Design builder)

Las imágenes muestran la dirección y velocidad del viento al impactar sobre un volumen simple así como las presiones resultantes en el entorno, la dirección del viento se expresan ambas mediante una flecha roja, mientras que las presiones se indican mediante líneas isobáricas y zonas con colores difuminados. La escala de colores incluida en la parte inferior de las imágenes permite identificar los valores correspondientes a la velocidad del viento (m/s) y la presión (Pa), donde el color azul indica los valores más bajos y el color rojo los más altos.

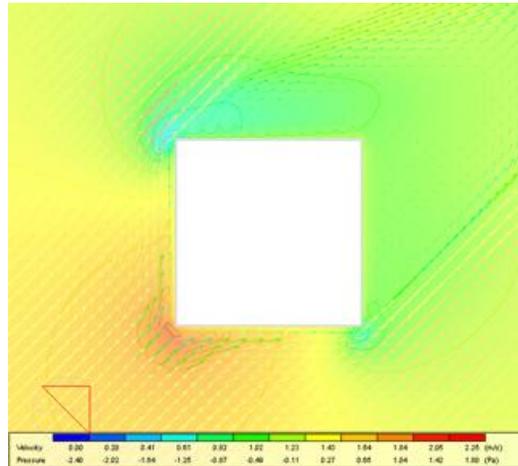


Fig. 34 Efecto del viento al impactar un volumen de manera sesgada. Análisis CDF (Design builder)

En el primer caso Fig.32 tenemos al viento incidiendo de manera perpendicular al volumen y se observa que la fachada sobre la que incide directamente el viento presenta presiones relativamente elevadas, mientras que las presiones disminuyen notablemente, e incluso alcanzan valores negativos (efecto de succión), en las fachadas laterales y posterior.

Así, en este caso la ventilación cruzada más eficiente se podría conseguir generando aberturas en las fachadas frontal y posterior, sobre todo si en ésta última los vanos se localizan hacia los bordes, donde las turbulencias generan presiones más bajas.

En el segundo caso Fig.33 al incidir en forma diagonal, el viento se reparte casi equitativamente en dos de las caras del volumen, generando en ellas presiones más reducidas que en el caso anterior. Se puede decir, que volumen es más “aerodinámico”, aunque la presencia simultánea de áreas de alta y baja presión sigue siendo significativa.

2.7.1.1.1 PAPEL DEL TAMAÑO Y UBICACIÓN DE LAS ABERTURAS EN LA EFICIENCIA DE LA VENTILACIÓN CRUZADA

El tamaño y la ubicación de las aberturas afectan el flujo de aire dentro de un espacio. El criterio más importante para hacer eficiente la ventilación cruzada es generar aberturas simultáneas en superficies con altas y bajas presiones de viento. Sin embargo las opciones de ubicación y dimensionamiento de las aberturas son muy variadas.

A continuación se analizarán seis configuraciones básicas de aberturas y su efecto en la ventilación natural, considerando siempre un impacto frontal del viento. En este caso sólo se indicará la velocidad del viento, el color azul indica los valores más bajos de velocidad y el color rojo los valores más altos.

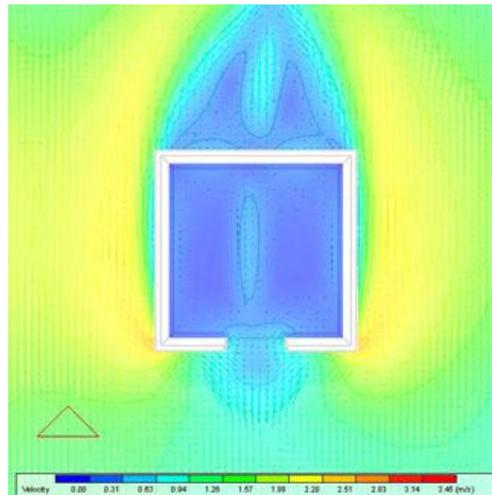


Fig. 35 Efecto frontal con abertura

En la imagen se muestra el volumen con una sola abertura expuesta al viento. Aunque ésta es de buen tamaño, la ventilación natural interior es deficiente. Esto se debe a que, al no existir otra abertura ubicada en alguna de las zonas de baja presión, el aire encuentra una elevada resistencia para ingresar al espacio.

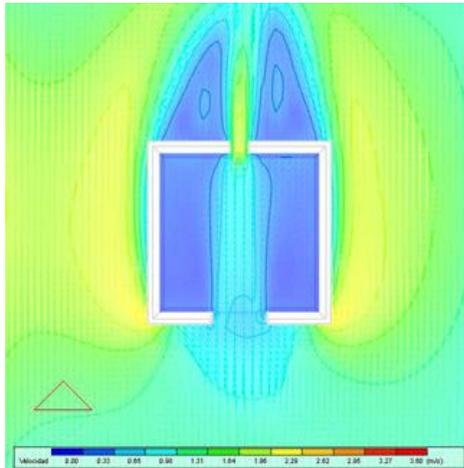


Fig. 36 Efecto frontal con doble abertura

En la imagen se muestra una situación en la cual se ha generado una abertura relativamente grande en la cara expuesta al viento y otra más pequeña en la cara contraria, ambas con posición central. El aire ahora ingresa con mayor facilidad mientras que las zonas laterales muestran una ventilación deficiente.

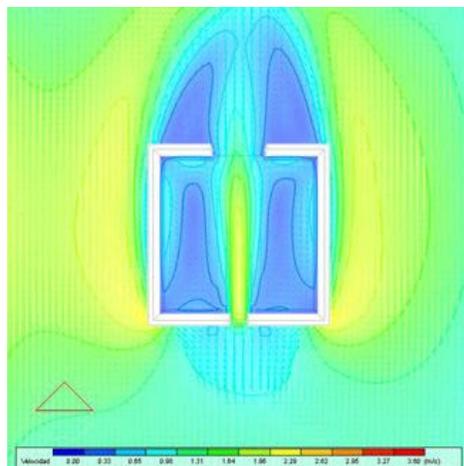


Fig. 37 Efecto frontal con doble abertura invertida

En la figura 36 se muestra una situación similar a la anterior, pero ahora la abertura frontal es la más pequeña. Este simple cambio genera dos efectos importantes, la franja ventilada muestra velocidades del aire bastante más altas,

mientras que las zonas laterales, debido a las turbulencias, presentan mayor movimiento del aire.

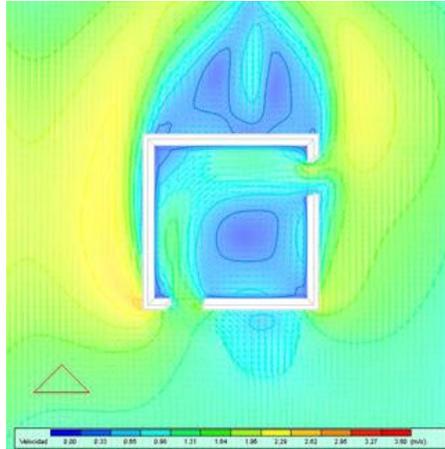


Fig. 38 Ventilación cruzada

La imagen muestra situaciones en las cuales las aberturas guardan una relación diagonal entre sí con la abertura de salida en la fachada lateral.

Los flujos de aire cubren una mayor superficie, dejando zonas pobremente ventiladas más reducidas. Eso demuestra que el concepto “ventilación cruzada” es más eficiente cuando los flujos de aire pueden cruzar el espacio de la manera más amplia posible.

2.7.1.2 VENTILACIÓN VERTICAL

Si bien la ventilación cruzada es la estrategia más simple y económica para lograr una ventilación natural eficiente, resulta bastante común, sobre todo en zonas urbanas densas, que las características del entorno la dificulten, las construcciones cercanas pueden hacer prácticamente imposible aprovechar los vientos locales a través de aberturas convencionales.

En esos casos es posible aplicar una serie de estrategias de diseño que se puede agrupar con el nombre genérico de ventilación vertical. Desde luego dichas

estrategias también pueden aplicarse cuando la ventilación cruzada es factible, simplemente para hacerla más eficiente.

La característica común de los sistemas de ventilación vertical es que involucran el uso de espacios de altura considerable, generalmente bastante mayor que la de los espacios anexos a los que sirven, que refuerzan los flujos verticales de aire en el interior de los edificios.

Se puede hablar de tres sistemas básicos, las torres captadoras, las torres de extracción y los atrios ventilados.

Para comprender el funcionamiento de las torres captadoras y de extracción se recurrirá nuevamente a la simulación CFD. La imagen de abajo corresponde a un modelo en el que las obstrucciones del entorno dificultan la ventilación cruzada normal.

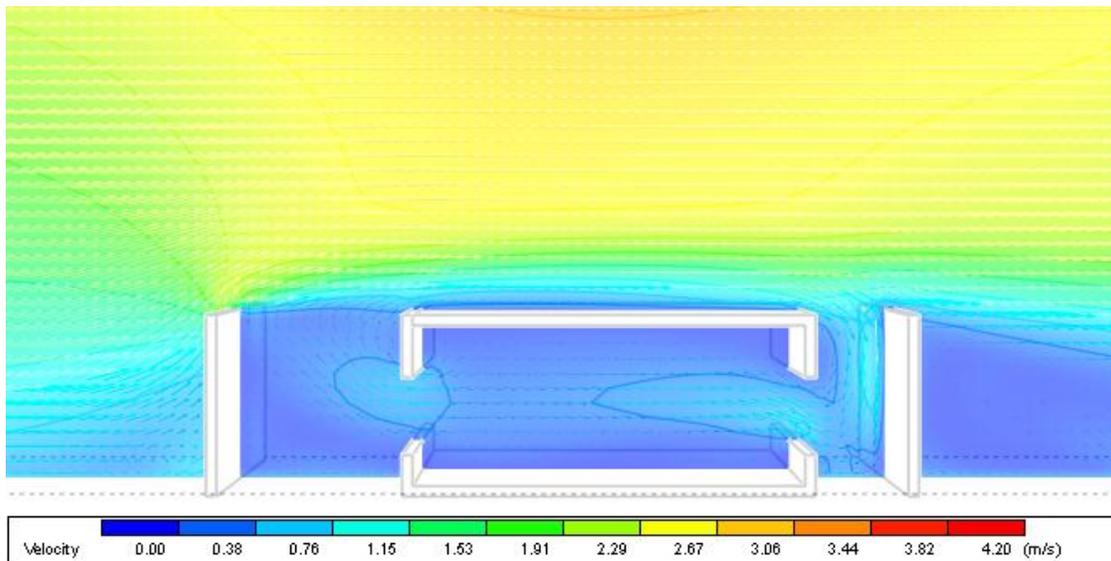


Fig. 39 Ventilación obstruida

Se trata de un volumen simple con aberturas tanto en la fachada orientada al viento, como en la fachada contraria. La peculiaridad es que se ha incluido un par de obstrucciones (baldas).

La simulación CFD permite apreciar que las obstrucciones dificultan en gran medida la ventilación cruzada. De hecho, debido a la configuración específica del modelo, en este caso la débil ventilación cruzada se invierte, es decir, el aire ingresa por la ventana de la fachada no expuesta a la dirección del viento y sale por la que si lo está, generando un circuito inverso.

Veamos ahora como las torres de captación y extracción pueden ayudar a revertir esta situación y mejorar la ventilación natural.

2.7.1.2.1 TORRES CAPTADORAS

Las torres captadoras reciben ese nombre porque su cometido principal es captar los flujos de aire y conducirlos al interior del edificio, la torre captadora consiste en un dispositivo que se eleva sobre las cubiertas del edificio generando en su parte superior una abertura orientada hacia la dirección de donde provienen los vientos dominantes.

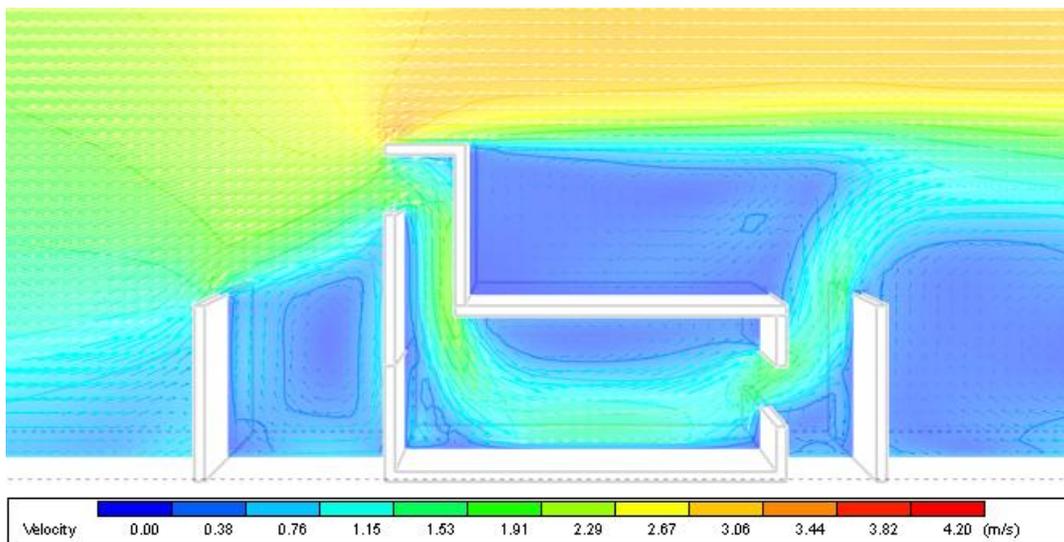


Fig. 40 Torre de captación

La imagen en esencia se trata del mismo modelo obstruido mostrado en el punto anterior por las bardas, sometido también a las mismas condiciones de viento. Sin embargo se ha cancelado la ventana orientada al viento y se ha agregado un dispositivo en forma de torre captadora sobre la misma fachada:

La abertura superior de la torre, que sobrepasa la altura de la obstrucción, se ve sometida a presiones de viento relativamente altas, mientras que la ventana en la fachada contraria presenta presiones mucho menores la torre captadora permite así eludir el problema de las obstrucciones y lograr una adecuada ventilación natural.

2.7.1.2.2 TORRES DE EXTRACCIÓN

Es frecuente que las torres de extracción, sean confundidas con las torres captadoras. Si bien tienen una configuración similar, su funcionamiento en realidad es el inverso, en lugar de captar y conducir los vientos hacia el interior de los edificios, como hacen las torres captadoras, las torres de extracción lo que hacen, es generar bajas presiones de viento para extraer el aire caliente del edificio y propiciar con ello el ingreso de aire fresco.

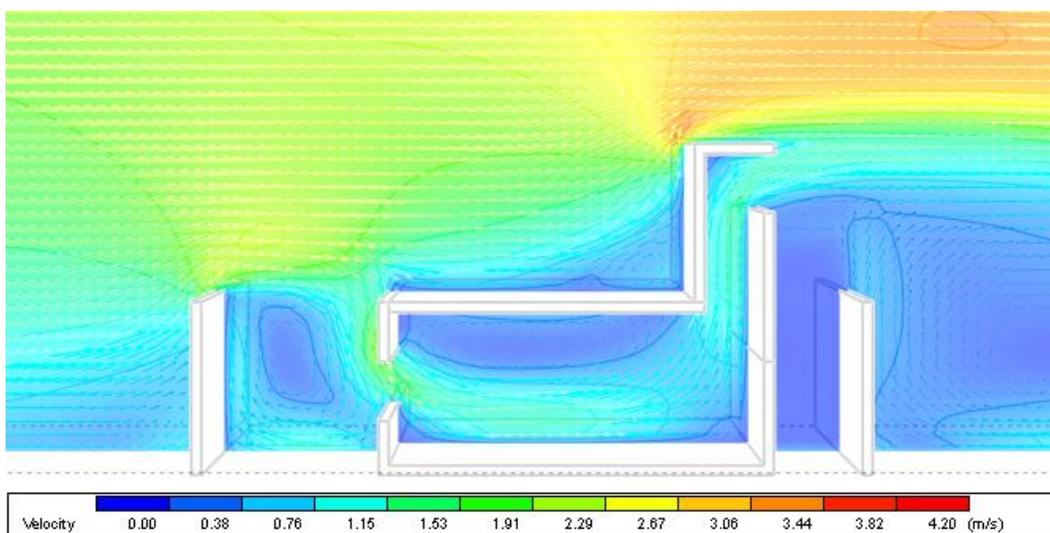


Fig. 41 Diagrama de flujo de aire

El modelo mostrado es similar al de la torre captadora, pero en este caso la torre se ubica en la fachada contraria.

En este caso la torre, al elevarse en altura, genera presiones de viento reducidas en su abertura superior y con ello un efecto de succión en dicho punto. Fig.41

El resultado final es que el aire ingresa por la ventana orientada al viento, atraviesa el espacio habitable y sale por la abertura de la torre, las torres de extracción permiten eludir el problema de las obstrucciones y lograr una mejor ventilación natural.

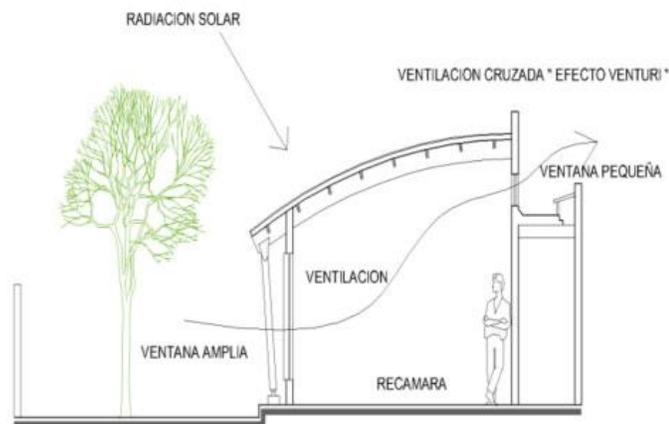


Fig. 42 Efecto Venturi

2.7.1.2.3 ATRIOS VENTILADOS EFECTO CHIMENEA

Llamado así porque ha sido asociado con el funcionamiento de las chimeneas industriales, se produce debido a la diferencia en las densidades del aire exterior y el aire interior de los edificios, diferencia que a su vez se deriva de la variación en la temperatura y el nivel de humedad del fluido: el aire caliente es menos denso que el aire frío, dado un mismo nivel de humedad, mientras que el aire húmedo es menos denso que el aire seco, dada una misma temperatura.

El resultado es que el aire en el interior de los edificios, cuando es más caliente y húmedo, subir y salir por aberturas en la parte superior. Al mismo tiempo se produce una depresión que propicia el ingreso de aire fresco a través de las aberturas inferiores para completar un ciclo continuo de ventilación. Mientras más elevado sea el espacio, y mayor la diferencia higrotérmica, más fuerte será este fenómeno.

2.7.1.3 VENTILACIÓN CON RECURSOS ADICIONALES

En ocasiones las estrategias de ventilación cruzada y vertical, descritas anteriormente, no son suficientes para lograr adecuadas tasas de flujo de aire exterior. Esto obedece principalmente a la presencia de vientos demasiado débiles y/o inconstantes. Además, es frecuente que el aire exterior presente condiciones poco favorables en lo que respecta a su temperatura, su humedad relativa e incluso su pureza. Se requiere entonces de estrategias adicionales para que la ventilación pueda realmente ser aprovechada como un medio de enfriamiento pasivo.

Analizaremos tres recursos adicionales ligados a la ventilación natural: enfriamiento evaporativo, masa térmica interna y radiación solar.

2.7.1.3.1 ENFRIAMIENTO EVAPORATIVO.

El enfriamiento evaporativo se refiere principalmente a la disminución de su temperatura, en determinadas circunstancias ofrece beneficios adicionales como la eliminación de impurezas y la humidificación ambiental.

Como su nombre lo indica, el enfriamiento evaporativo se produce cuando la energía calorífica del aire es absorbida por el vapor de agua hasta que vuelva a condensarse.

La cantidad de energía de enfriamiento generada dependerá de las tasas de evaporación, las cuales a su vez dependen, entre otras cosas, del nivel de humedad ambiental. Esa es la razón por la cual el enfriamiento evaporativo es más efectivo en los climas secos que en los húmedos.

Otra de las formas más antiguas y simples para propiciar el enfriamiento evaporativo, es la creación de patios húmedos. En esencia se trata de espacios abiertos que ocupan una posición más o menos central en los edificios (aunque también pueden ser patios frontales, laterales o posteriores) y que contienen vegetación profusa. En ocasiones también albergan cuerpos de agua, como fuentes, estanques o **acequias**.

Cuando el aire pasa por las superficies de los cuerpos de agua, o atraviesa zonas con rocío generadas por éstos, se genera el proceso de evaporación que provoca la disminución de su temperatura.

Otro mecanismo que ha sido empleado para generar y aprovechar el enfriamiento evaporativo es la pulverización de agua justo en la trayectoria de los flujos de aire. Para ello, se utilizan sistemas especiales (algunos de ellos derivados de las tecnologías de riego) como los micro aspersores y los nebulizadores. En esencia, se trata de aparatos que pulverizan el agua y la emiten en forma de partículas muy pequeñas.



Fig. 43 Pulverizadores de agua

Mientras mayor sea el efecto de pulverización mayor será potencial de enfriamiento evaporativo y menor el consumo de agua

2.7.1.3.2 ENFRIAMIENTO MASA TÉRMICA

Esta estrategia es especialmente efectiva en lugares con importantes oscilaciones diarias de temperatura diarias de alrededor de 15°C.

La estrategia de ventilación Durante la noche la ventilación natural es permitida y potenciada, en la medida de lo posible, en el interior del edificio. Los flujos de aire fresco contribuyen a enfriar los cerramientos de elevada masa térmica. Al día siguiente, ya descargados de buena parte de su energía calórica, los cerramientos con elevada masa térmica pueden funcionar como una especie de “esponja térmica. En resumen éste proceso genera un efecto de enfriamiento diurno, al contribuir a mantener unas temperaturas interiores relativamente bajas durante los periodos de temperaturas exteriores elevadas.

En algunas regiones esta estrategia no sólo es bastante efectiva, sino que es prácticamente la única viable,. Es el caso de las zonas desérticas en las cuales durante el día se alcanzan temperaturas cercanas a los 50°C. Con esas temperaturas resultaría contraproducente permitir la ventilación natural

2.7.1.3.3 RADIACIÓN SOLAR

Parecería un contrasentido, pero la radiación solar, el recurso de calefacción pasiva por excelencia, puede ser empleada para hacer más eficiente el uso de la ventilación natural como medio de enfriamiento. Es la estrategia implementada mediante dispositivos conocidos como chimeneas solares.

Las chimeneas solares son fundamentalmente una variación de las torres de extracción, y buena parte de los conceptos relacionados con estas últimas

aplican también para ellas. La principal diferencia radica en que las chimeneas solares emplean la radiación solar para hacer más eficiente su funcionamiento, La estrategia consiste en hacer que una parte de la torre, preferentemente la parte superior, tenga la capacidad de absorber importantes cantidades de radiación solar, como por ejemplo el uso de superficies vidriadas y/o láminas delgadas pintadas de color negro.

El aire se calienta aún más, reforzando sus movimientos convectivos por diferencia de presiones. El resultado final suele ser una extracción de aire más eficiente.



Fig. 44 Chimenea solar

2.7.1.3.4 SISTEMA DE ENFRIAMIENTO MEDIANTE LA CISTERNA

Este sistema funciona captando el aire del exterior y forzándolo a pasar por un serpentín que se encuentra en una cisterna de agua totalmente aislada, el aire pasa a través de todo el conducto y es inyectado en aéreas estratégicas de las habitaciones de la residencia

La temperatura normal del agua del pozo es de 10°C a 18°C, al ser almacenada en una cisterna perfectamente aislada, se logra mantener esta temperatura.

La instalación de un serpentín de tubería metálica pasada por esta agua, provocará que el aire que circula por el mismo intercambie su energía calorífica y por lo tanto se enfríe, posteriormente es inyectado a las habitaciones. Este sistema no requiere de equipo electrónico ni de partes mecánicas, gracias al succionador de aire en el techo, el cual se encarga en los días soleados de absorber el aire del interior de las habitaciones y provocar la circulación de aire en las tuberías, succionando el aire exterior caliente, pasándolo por el serpentín de la cisterna, inyectándolo a las habitaciones y expulsándolo al exterior por las salidas de aire. Al llevar a cabo esta circulación, los muros, piso y techumbre se mantendrán fríos, obteniendo temperaturas confortables.

2.7.2 SISTEMA DE REUTILIZACIÓN AGUA

El agua es uno de los bienes más preciados del planeta, cuidarla se ha convertido en un deber de todas las personas y una necesidad. El agua potable, proveniente de ríos, lagos o del agua subterránea, se encuentra repartida de forma desigual, estando la mitad de la población mundial sin acceso a ella. Mientras que en aquellos lugares donde se la tiene con facilidad, por lo general se malgasta, por lo que a continuación se verán diferentes técnicas para ahorrar agua dentro de una vivienda.

2.7.2.1 SISTEMA DE DESAGÜE DOBLE

El sistema de desagüe doble consiste en poder separar las aguas negras (W.C. y cocina) de las aguas grises (lavabos, ducha y lluvia). Las aguas negras irán a la red general de saneamiento municipal; mientras que las grises junto con las pluviales, serán acumuladas en un aljibe, para su posterior tratamiento y aprovechamiento en el riego del jardín.

Además, independientemente el agua del cuarto de lavado es reutilizada en inodoros. Con este sistema se reducirá considerablemente el consumo de agua en la vivienda, entre 200 y 300 litros semanales.

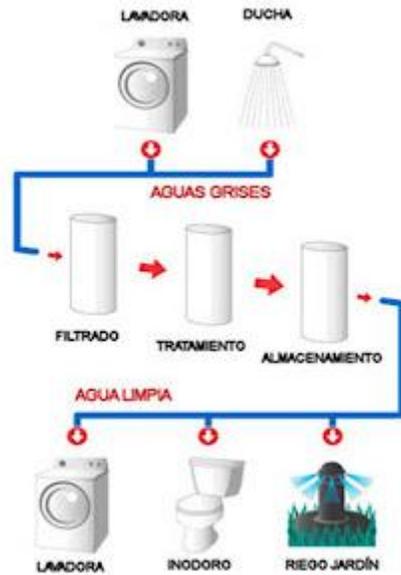


Fig. 45 Esquema de reutilización de aguas grises

2.7.2.2 TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES

Las plantas de tratamiento domesticas tienen como objetivo el manejar el afluente de agua usada en el interior de una casa habitación ya sea para integrarlo en el flujo del colector municipal eliminando todo residuo dañino para la salud y el ambiente o su aprovechamiento como riego.

Hoy en día existen varias empresas que fabrican estos tipos de biodigestores domésticos, la mayoría se basan en un bioreactor aerobio que consta tres etapas.

La primera etapa es la sedimentación, que consiste en dejar asentar la materia sólida y los estratos de lodos para su clasificación. Posteriormente se lleva a cabo la segunda etapa del proceso que es la aireación, la cual consiste en inyectar burbujas de aire muy pequeñas para generar alta transferencia de

oxígeno así poder alimentar a la bacterias aerobias y puedan depurar todos los contaminantes. Por último se lleva acabo la tercera etapa que es la clarificación, donde se deja asentar la bacteria muerta que posteriormente se ingresaran nuevamente a la etapa segunda, el resultado es un líquido claro y sin olores.

Además de ser necesario según el proyecto este líquido resultante se podrá ingresar a un filtro de rayos uv para su potabilización. Eliminando a un 99.9 todas las bacterias.

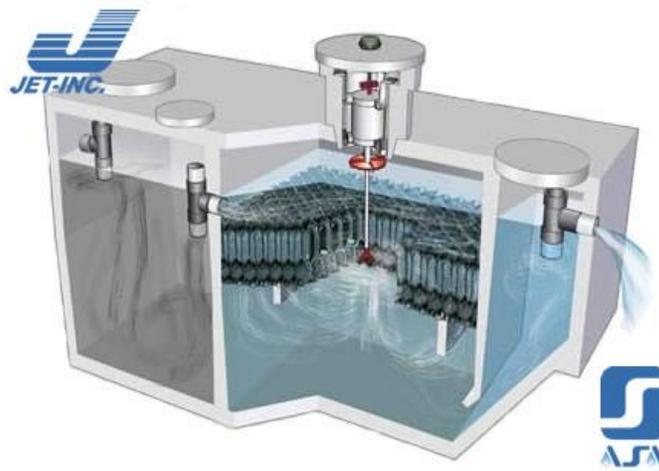


Fig. 46 Planta domestica de tratamiento de aguas residuales.

2.7.2.3 SISTEMA DE RECUPERACIÓN DE AGUA PLUVIAL

De acuerdo al Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente (2001) este modelo tiene un beneficio adicional y es que además de su ubicación minimiza la contaminación del agua. Adicionalmente, los excedentes de agua pueden ser empleados en pequeñas áreas verdes para la producción de algunos alimentos que puedan complementar su dieta.

La captación de agua de lluvia para consumo humano presenta las siguientes ventajas:

- ✓ Sistema independiente y por lo tanto ideal para comunidades dispersas y alejadas,
- ✓ Empleo de mano de obra y/o materiales locales,
- ✓ No requiere energía para la operación del sistema,
- ✓ Comodidad y ahorro de tiempo en la recolección del agua de lluvia.

El sistema de captación de agua de lluvia en techos está compuesto de los siguientes elementos:

a) Captación

La captación está conformada por el techo de la edificación, el mismo que debe tener la superficie y pendiente adecuadas para que facilite el escurrimiento del agua de lluvia hacia el sistema de recolección.

Los materiales de superficie de captación pueden ser concreto, tejas, láminas de acero y sintéticos.

b) Recolección y conducción

Este componente es una parte esencial ya que conducirá el agua recolectada por el techo directamente hasta el tanque de almacenamiento. Está conformado por las canaletas que van adosadas en los bordes más bajos del techo. Se pueden emplear materiales, como el bambú, madera, metal o PVC.

c) Interceptor

Conocido también como dispositivo de descarga de las primeras aguas provenientes del lavado del techo y que contiene todos los materiales que en él se encuentren en el momento del inicio de la lluvia.

d) Almacenamiento

Es la obra destinada a almacenar el volumen de agua de lluvia necesaria para el consumo diario de las personas beneficiadas con este sistema, en especial durante el período de sequía

Factores que se deben tomar en cuenta en un sistema de captación de aguas pluviales:

- ✓ Precipitación media por año.
- ✓ Precipitación mínima por año.
- ✓ Precipitación máxima por día.
- ✓ Consumo diario.
- ✓ Superficies recolectoras.
- ✓ Superficie de riego disponible.

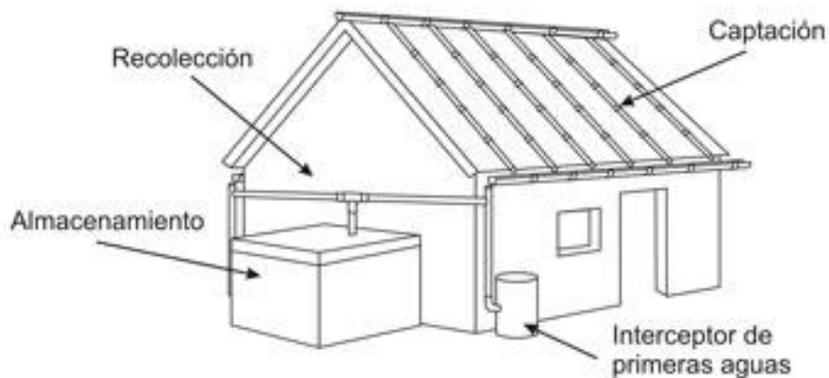


Fig. 47 Esquema básico de recuperación de agua pluvial

2.7.3 TECHOS Y MUROS

Estudios sobre la pérdida de energía en el hogar revelan que el aislamiento del techo y muros puede llegar a reducir un 35% los gastos en calefacción. Para asegurarnos de que el calor no se escapa por esta parte de la casa, hay que aislarlo con algún material indicado para tal fin

Anteriormente se analizaron los diferentes materiales aislantes a continuación se analizaran diferentes sistemas de aislamiento para techos y su correcta instalación

2.7.3.1 AISLAMIENTO DE TECHOS Y MUROS CON PLACAS DE POLIESTIRENO EXPANDIDO O EXTRUIDO Y PLACAS DE POLIUSIANURATO

Existen diferentes placas de aislante térmicos con las que se puede recubrir las superficies, en la construcción las más usadas son la placa de poliestireno expandido, la placa de poliestireno extruido y la placa de polisianurato

Para su instalación en losas las placas son colocadas y adheridas, posteriormente se coloca una malla reforzada de tela y sobre esta se coloca un firme de 4 cm de mezcla de cemento arena 1:4. Es necesaria la impermeabilización posterior de la superficie



Fig. 49 Aplicación de placas de poliestireno



Fig. 48 Aplicación de firme de concreto y arlita

Para protección de muros exteriores se fija las placas por medios mecánicos, se le coloca la malla de tela reforzada y se le coloca un repello cubremuro a base de perlita expandida



Fig. 50 Aplicación de placa de poliestireno en muros



Fig. 51 Colocación de malla reforzada

2.7.3.1 AISLAMIENTO DE TECHOS Y MUROS CON POLIURETANO

ESPREADO.

La espuma rígida de poliuretano producida "in situ" puede ser empleada para el aislamiento térmico en construcción dentro de un rango de temperaturas entre $-50\text{ }^{\circ}\text{C}$ y $+100\text{ }^{\circ}\text{C}$. Los principales campos de aplicación de la espuma rígida de poliuretano producida "in situ" son los siguientes:

Aislamiento térmico de superficies en la construcción (por ejemplo: suelos, paredes, techos, perfiles de acero, depósitos, etc.).

El procedimiento de proyección, es continuo con una pistola de presión por lo que no presenta juntas ni fisuras



Fig. 53 Azotea con aislante de poliuretano



Fig. 52 Colocación de poliuretano esreado

2.7.3.3 SISTEMA DE VIGUETA Y BOVEDILLA.

El sistema de vigueta y bovedilla está constituido por los elementos portantes que son las viguetas de concreto presforzado y las bovedillas como elementos aligerantes. Las viguetas se producen en diferentes tamaños (sección geométrica) y diferentes armados, así mismo las bovedillas tienen diferentes secciones tanto en longitud, ancho y peralte, de tal forma que se tiene una gran variedad de combinaciones que pueden satisfacer cualquier necesidad.

Las viguetas se fabrican por diferentes procesos que pueden ser: colado en moldes múltiples de metal y con máquinas extrusoras.

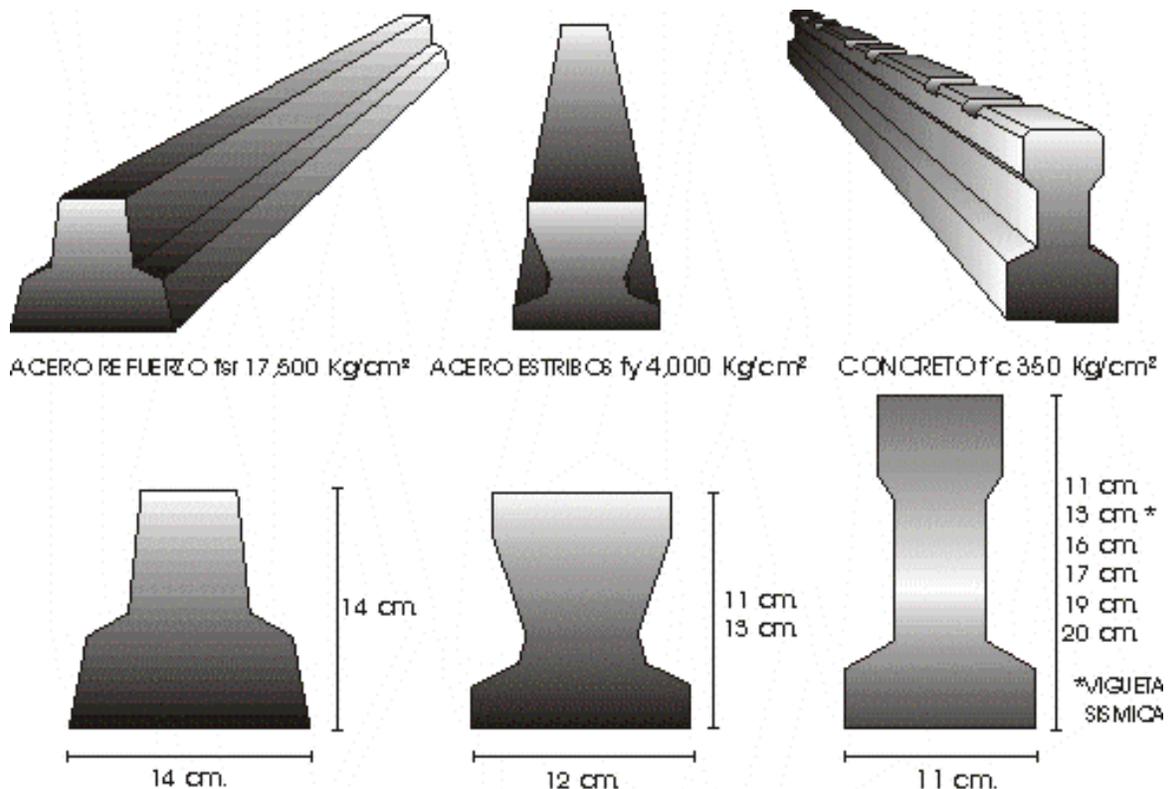


Fig. 54 Diseño de viguetas

Las bovedillas se producen usando máquinas vibrocompresoras en donde se intercambian los moldes para los diferentes tipos de secciones, usando por lo general materiales ligeros.

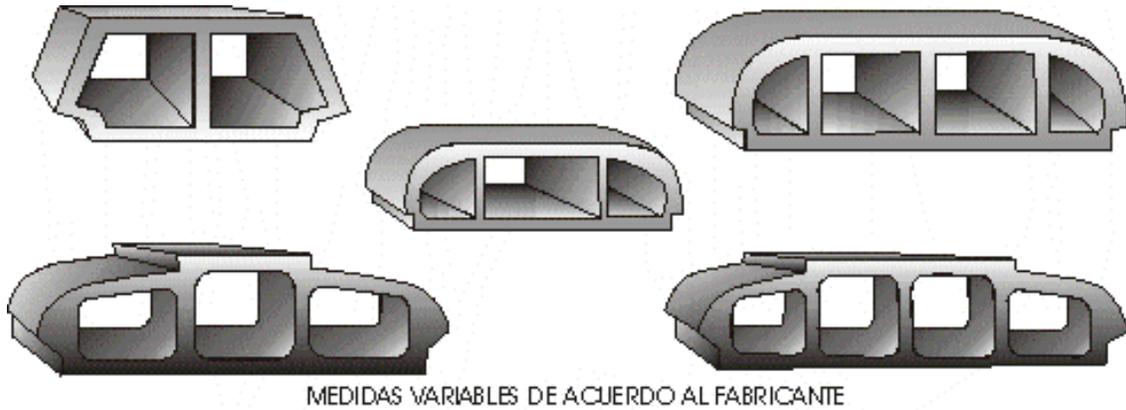


Fig. 55 Tipos de bovedillas

La relación máxima de claro a peralte de losa no sea mayor a $\text{luz/peralte}=25$ con bovedillas de cemento arena y usando bovedillas de poliestireno $\text{luz/peralte}=20$. Pero se deberá de analizar en cada caso que tipo de vigueta y bovedilla usar de acuerdo a las especificaciones de cada fabricante.



Fig. 56 Aplicación de vigueta y bovedilla

2.7.3.4 AZOTEAS VERDES

Una azotea verde es un espacio verde creado en el techo de una casa, departamento, oficina, centro comercial, etc., en el que se aprovecha el espacio con plantas. Hay distintos tipos de azoteas verdes. El concepto como tal, surgió en Alemania en los 80's.

El sistema de azotea verde está basado en el modelo tradicional (o directo) de naturación de azoteas diseñado y perfeccionado en Alemania desde los años sesenta, que garantiza que ni el agua de lluvia ni los rayos del sol alcanzarán la capa impermeabilizante. Además de ser muy liviano, de manera que no represente mucho para la carga de la losa. Es la manera más económica de convertir áreas no utilizadas en espacios verdes públicos y privados.

Las azoteas verdes permiten filtrar y captar el excedente de agua que no es utilizado por las plantas y conducirlo hasta una cisterna o tanque de almacenamiento. Se filtran los contaminantes del agua de lluvia (nitratos, amonios, fósforo, bacterias, residuos sólidos, etc.). El agua recuperada puede ser utilizada sin tratamiento adicional en sistemas sanitarios y de riego. Todas las instalaciones y ductos quedan contenidos en el sistema, no es necesario modificar su trayectoria original.

La superficie de la azotea verde sobre una losa horizontal queda perfectamente nivelada ya que cualquier variación en la altura, ya sea por la pendiente, una trabe, una viga o cualquier instalación sobre la superficie, es compensada por la cantidad de sustrato del sistema eliminando cualquier variación preexistente.

El sistema moderno pavidren consta de una geo membrana para impermeabilizar e impedir el paso del agua a la losa de concreto, posteriormente se coloca una malla dren que permite que el agua corra libremente hasta el desagüe y evitar el paso de raíces, después se coloca una geo textil para filtrar y

no permitir el paso del sustrato, por último se coloca una capa de tierra fértil o sustrato y la vegetación.

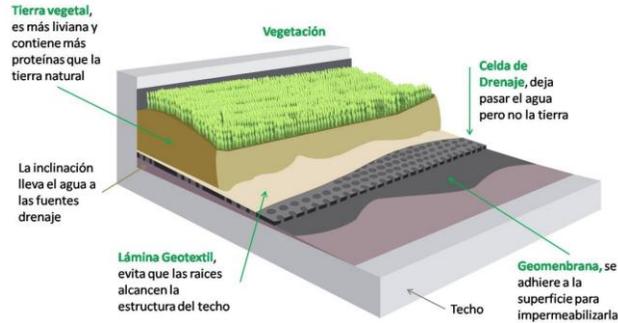
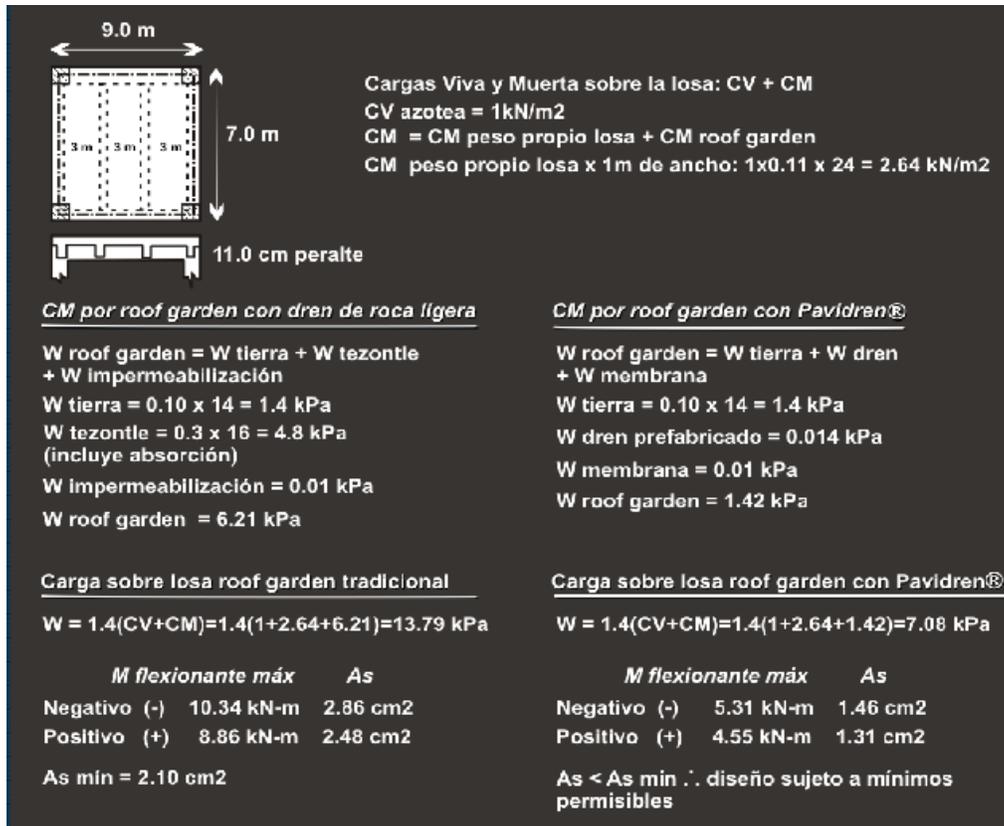


Fig. 57 Capas de sistema de azoteas verdes

Diferencia de deformaciones permisibles en losas de concreto, utilizando el sistema de roca ligera y el actual con geomembranas



2.7.8 VENTANAS

Las ventanas son uno de los elementos más importantes en las viviendas. Desde el punto de vista de la bioconstrucción, las ventanas se utilizan para aportar luz natural, calor en los días soleados de invierno y refrigeración en las noches de verano. Pero un exceso de superficie destinada a ventanas puede provocar altas pérdidas energéticas en invierno y excesivas ganancias en verano. Por lo tanto, se debe optar por ventanas de gran capacidad de aislamiento y con un tamaño moderado.

A través del vidrio, se producen los intercambios térmicos por conducción y convección de los que se hablaba con anterioridad, pero es el material de la ventana el que determina las infiltraciones de aire y los puentes térmicos creados en las uniones de los muros. Estos fenómenos son la causa principal de la fuga de recursos económicos y energéticos en la mayoría de los hogares.

-Cristal sencillo

Es el que tiene el coeficiente de transmisión más alto, es de casi un $6 \text{ W/m}^2 \text{ }^\circ\text{C}$ - irradiancia por grado centígrado, describe la potencia por unidad de superficie de radiación electromagnética-. Lo que produce un elevado dispendio energético.

- Dobles acristalamientos

Instalación de vidrios aislantes prefabricados con cámara de aire de 6 mm. e insertados en una carpintería muy específica. En este caso, el coeficiente de transmisión se reduce a $4 \text{ W/m}^2 \text{ }^\circ\text{C}$.

Incorporación de vidrios aislantes prefabricados con cámara de aire de 9 mm. y emplazados en una carpintería metálica o de PVC que se adapta al marco ya existente. En este otro caso, el coeficiente de transmisión se reduce a $3,8 \text{ W/m}^2 \text{ }^\circ\text{C}$. Y si además se le incorpora gas argón a la cámara de aire el coeficiente de transmisión se reduce a $2.8 \text{ W/m}^2 \text{ }^\circ\text{C}$.

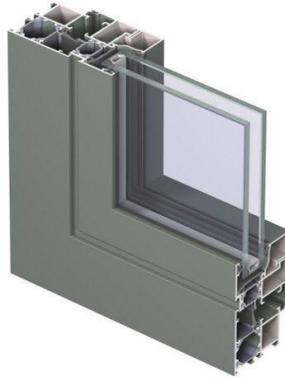


Fig. 59 Ventana con doble acristalamiento

2.7.9 ENERGÍA RENOVABLES

Se denomina energía renovable a la energía que se obtiene de fuentes naturales virtualmente inagotables, ya sea por la inmensa cantidad de energía que contienen, o porque son capaces de regenerarse por medios naturales.

Entre las energías renovables más usadas se encuentra la eólica, solar, mareomotriz, geotérmica, hidroeléctrica, y biocombustibles

Para el caso de la captación de energía alternativa en la construcción de vivienda y edificación solo se tomaran en cuenta la energía solar y la eólica.

La ventaja más importante hoy en día en México para estas energías alternativas son los medidores bidireccionales

Un medidor convencional indica cada uno de los kilowatt-hora que pasan por sus circuitos desde la red eléctrica urbana hasta los aparatos eléctricos del hogar. La medición bidireccional consiste en que si el sistema genera con la luz solar más energía que la que está tomando de la C.F.E., el medidor resta esa cantidad de la que el usuario tiene que pagar.

2.7.9.1 ENERGÍA EÓLICA

La energía eólica es la energía obtenida de la fuerza del viento, es decir, mediante la utilización de la energía cinética generada por las corrientes de aire. Se obtiene a través de una turbinas eólicas son las que convierten la energía cinética del viento en electricidad por medio de aspas o hélices que hacen girar un eje central conectado a un generador eléctrico.

Los aerogeneradores suelen medir unos 40-50 metros dependiendo de la orografía del lugar, pero pueden ser incluso más altos. Este es uno de los grandes problemas que afecta a las poblaciones desde el punto de vista estético.

Para su aplicación a pequeña escala en edificación, existen varias compañías que fabrican este tipo de generadores eólicos, pero la que tiene el producto más eficiente en el mercado en este momento es una empresa llamada home energy company, que ofrece una turbina llamada energy ball.

Velocidad media del viento		Salida / año
m / s	[Beaufort]	[KWh]
7,5	4 - 5	650
7	4 - 5	500
6	4	350
5	3 - 4	200
4,5	3	150
4	3	100

Tabla 5. Relación de velocidades y kilowatts por hora

El Energy Ball ® V100 puede producir una salida en la red eléctrica de entre 100 kWh y más de 500 kWh al año, con un régimen de vientos correspondiente en el lugar de instalación de entre 4,0 y 7 m / s. Esto ocurrirá siempre que la bola de energía ® V100 ha sido instalado libre de obstáculos alrededor y unido a un mástil que es de 12 m de altura o 4.5 m por encima del ultimo nivel de losa, su costo aproximado es de 70,000.00 pesos.



Fig. 60 Energy ball

2.7.9.2 ENERGÍA SOLAR

La energía solar es una fuente de vida y origen de la mayoría de las demás formas de energía en la Tierra. Cada año la radiación solar aporta a la Tierra la energía equivalente a varios miles de veces la cantidad de energía que consume la humanidad. Recogiendo de forma adecuada la radiación solar, esta puede transformarse en otras formas de energía como energía térmica o energía eléctrica utilizando paneles solares.

Hoy en día existen paneles solares en el mercado de 250 watts, se necesitan 4 módulos para generar 1 kwh. El día tiene 24 horas pero solamente entre 4 y 6 horas son las que los paneles producirán de acuerdo a sus especificaciones.

Las horas reales de captación de energía solares dependerán de diversos factores, ubicación, estación del año y temperatura promedio. Ya que todo esta relacionado a la trayectoria del sol durante el día además de que la energía solar tiene ventajas y desventajas las cuales mostraremos a continuación:

Ventajas:

- Puedes producir en una vivienda hasta 2700 kw al bimestre.
- A largo plazo representa un ahorro de hasta el valor de la propiedad.
- Contribuyes al medio ambiente.
- El exceso de producción de energía es vendido a CFE.
- Tienen garantía de 20 años

Desventajas:

- Su costo es muy alto.
- No es redituable cuando los valores de consumos son menores de 1500 kw al bimestre.
- Su producción es condicionada al clima del lugar.

El costo de producción de energía solar es de \$ 8, 000 pesos por módulo de 250 kWh, por lo que la tase de retorno solo es redituable cuando los consumos son superiores a 3000 kW al bimestre.

Análisis de vivienda DAC (Tarifa doméstica de alto consumo)

La siguiente vivienda presenta un consumo de 3, 200 kwh/bim , lo cual supera los 1700 kwh/bim promediados al año , lo que provoco que pasara de tarifa 1c la cual es la tarifa doméstica en Veracruz a la tarifa DAC.

Se pretende bajar el consumo aproximado a 1,183.79 ya que los primeros 900 kwh/bim son los más baratos.

El recibo de luz de esta vivienda sería de \$ 13,500 pesos aproximadamente ya que en tarifa dac el kwh cuesta 4.4 pesos sin subsidio del gobierno.

	kWh/mes	kWh/bim	
Consumo actual promedio	1,610.00	3,220.00	
Objetivo de Consumo promedio CFE	591.90	1183.79	36.76%
Objetivo de Consumo promedio Celdas Solares	1,018.10	2,036.21	63.24%

Tabla 6 Objetivos de consumo

Al producir los 2,036.21 kwh /bim mediante las celdas solares el recibo de luz de esta vivienda bajaría de 13 500 pesos a \$1,768 pesos en tarifa 1c

	\$/kWh	kWh	\$/Mes	\$/Bim	
Tarifa primeros 150 kWh/mes:	0.68	150	\$102	\$205	
Tarifa de 150 a 300 kWh/mes:	0.79	150	\$119	\$238	
Tarifa de 300 a 450 kWh/mes:	1.03	150	\$154	\$308	
Excedente :	2.73	141.90	\$387	\$774	
		591.90	\$762	\$1,524	Subtotal
			\$172	\$244	IVA 16%
			\$884	\$1,768	Total

Tabla 7. Ahorro en consumo

Para producir 2,036.21 kwh/bim se necesitan 33 paneles de 250 watts/h , un inversor de corriente y un medidor bidireccional , todo esto implica una inversión de 240,000 pesos .

Con un tiempo aproximado de recuperación de la inversión de 3 años.

2.8 CERTIFICACIONES AMBIENTALES

La certificación es una estrategia de evaluación utilizada para lograr el mejoramiento de la calidad de procesos, productos y/o servicios. Es el proceso al que voluntariamente se somete una empresa o grupo con el fin de que se evalúe la calidad de las actividades que realiza.

La Certificación Ambiental hace referencia a una calidad ambiental que garantice la conservación de los recursos naturales y logre el manejo sustentable en beneficio del entorno natural y social.

Se evalúa diferentes áreas como Agua Potable y Aguas Residuales, Suelo y Subsuelo, Emisiones Atmosféricas, Indicadores Ambientales, Residuos Sólidos y Residuos Peligrosos, Ruido, Riesgo Ambiental, y Sistemas de Gestión Ambiental.



Fig. 61 Certificación LEED

La Certificación Ambiental de Edificios es una herramienta que permite:

- ✓ En un primer paso: conocer el impacto que producirá un edificio sobre el medio ambiente.
- ✓ En un segundo paso: tomar medidas para reducir el impacto detectado en el paso anterior.
- ✓ En un tercer paso: certificar, por un organismo independiente al promotor y al proyectista, que efectivamente se ha conseguido la reducción anterior.

2.8.1 PROGRAMAS DE CERTIFICACIÓN MUNDIALES

La Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL) advierte que la construcción sustentable no es una moda y que en los próximos años las ciudades latinoamericanas enfrentarán serias exigencias ambientales para que incorporen energías limpias. En Estados Unidos y Japón la presión para que se construyan edificios amigables con el medio ambiente ha aumentado exponencialmente en los últimos cinco años.

De acuerdo con el Consejo Mundial de Edificación Verde (WGBC), a la fecha existen 5,000 edificios y 700 millones de metros cuadrados construidos en 16 países. Esto ha generado la aparición de diferentes certificaciones internacionales, entre ellas: la BREEAM, GBTOOL, CASBEE, Green Globes, y la más popular, la LEED (Leadership in Energy and Environmental Design). Esta certificación es la más difundida porque la parte medular de su sistema consiste en incorporar socios que ayuden a promoverlo por todo el mundo. Según el WGBC, los edificios certificados ahorran 40% de su consumo de agua, 30% de energía y de 50 a 75% en desechos de construcción, lo que es un incentivo para los constructores y promotores para seguir estos criterios así lo considera Jorge López de Obeso, arquitecto acreditado por LEED

Según cifras del WGBC, la recuperación de la inversión a partir del tercer año se maximiza, con una tasa de retorno anual de entre 25% y el 40%. Según la General Services Administration (GSA) de Estados Unidos, LEED es la más creíble de las certificaciones y su sistema de clasificación es el más adecuado porque: se aplica en todos los tipos de edificios de la GSA, sigue los aspectos cuantificables del diseño sostenible y la eficiencia de los edificios, existen profesionales especializados que verifican LEED y tiene un sistema bien definido para incorporar actualizaciones. Actualmente está llevando a cabo LEED 3.0

2.8.2 PROGRAMAS DE CERTIFICACIÓN EN MÉXICO

Aunque existe un programa de certificación de edificios de bajo impacto ambiental, de la Procuraduría Federal de Protección al Ambiente (PROFEPA), no es clara la metodología y solo tiene acreditado un edificio. Afortunadamente las iniciativas para el financiamiento, permiten ser sistemas de certificación de edificios sustentable, solo dos sistema surgieron para certificar, los de la CONAVI y el GDF, mucha la base en eficiencia energética se toma de lo elaborado por el Sello Fide, aunque este limitado a productos para la eficiencia energética.

2.8.2.1 HIPOTECA VERDE

Los criterios generales y específicos de la hipoteca verde son: Localización, Social, Calidad ambiental interior, Materiales, Energía, Agua y Diseño.

En el caso de energía considera: dos apartados, ahorro de energía eléctrica y ahorro de gas, para el primer caso se incluyen las lámparas fluorescentes, aislamiento en el techo y aire acondicionado eficiente, doble vidrio en las ventanas, refrigerador de alta eficiencia, sellado de puertas y ventanas para evitar filtraciones, panel fotovoltaico y bombeo por gravedad.

Además brinda los beneficios en ahorro de dinero, energía eléctrica, kilos de gas, metros cúbicos de agua y kilos de CO₂ que se mitigaran con la vivienda, dicho datos, se obtendrán mediante un software que en principio maneja solamente el INFONAVT, para otorgar los créditos, pero permitirá determinar qué tanto es sustentable con los elementos considerados y a comparación con las líneas base o consumos e impactos en cada rubro.

Criterios e indicadores para desarrollos habitacionales Sustentables Con los criterios e indicadores para la vivienda sustentable de la CONAVI, el cumplimiento de los mismos permitirá bajo valores mínimo (Tabla 27) la certificación a las

viviendas, pasa determinar que tanto son viviendas sustentables. Es necesario realizar una parametrización, para poder tener bases para las calificación, además de tener cuantificados los beneficios por dicha calificación, en cada lugar donde se construirá la vivienda.

2.8.1.2 PROGRAMAS DE CERTIFICACIÓN DE EDIFICIOS SUSTENTABLES

(GDF)

El Gobierno del Distrito Federal emite en el 2008 su Programa de Certificación de Edificios Sustentables, con base en la normatividad oficial mexicana, relacionada con el diseño, el manejo de la energía, las energías renovables, la eficiencia energética, lo mismo para el agua, los residuos y áreas verdes, tres son las partes del sistema: calificación de edificios, programa de incentivos y edificios por uso que son considerados, es de los programas de certificación que respeta la normatividad oficial y en consecuencia permite tener métodos públicos para cumplir, es algo complejo, por lo que será un comité especializado el que califique.

2.8.1.3 DUIS

Los criterios de elegibilidad, permitirán calificar cuando un desarrollo es o no sustentables, son los siguientes y están relacionados con: Condiciones geográficas, protección ambiental, condiciones de ordenamiento territorial, condiciones generales de infraestructura, servicios y equipamientos urbanos, estructura demográfica y socioeconómica, conceptos arquitectónicos y medidas de sustentabilidad, impacto urbano, ofertar suelo y vivienda para todos los extractos sociales, especialmente los de menores ingresos, con cuando menos el

40 % de la mezcla habitacional destinada a dicho sector, demanda suficiente de vivienda del estado y municipios, así como información respecto al compromiso de financiamiento del INFONAVIT para los próximos años, Oferta de empleo de generen autosuficiencia económica, participación de desarrolladores privados y/o entidades estatales o municipales como promotores de vivienda aportando tierra o construyendo vivienda de bajo costo, vías de acceso y transporte público suficiente y adecuados, proyecciones financieras del proyecto, capacidad probada de los desarrolladores potenciales.

En sus inicios fue enfocado a proyectos de la iniciativa privada, actualmente se abre a los intereses conjuntados de los gobiernos locales con la iniciativa privada, aunque nacieron con buena intención, hacer falta parametrizar los beneficios de los criterios, para no quedar en un Check List de buenas intenciones.

2.8.3 PROGRAMAS DE FINANCIAMIENTO

2.8.3.1 FIDE

Sigue con financiamiento para la eficiencia energética en el sector de los edificios comerciales y la vivienda, aunque surgió para la adecuación de edificios, se ha ampliado en el caso de la vivienda a la nueva, así como incluyendo los calentadores solares de agua, en sus inicios solo para trabajadores de CFE.

2.8.3.2 HIPOTECA VERDE

Con la participación de la iniciativa privada (constructoras o desarrolladoras de vivienda) en los proyectos, se identifica la necesidad de la hipoteca verde para financiar la tecnología, el diseño bioclimático, la innovación tecnológica, etc. de la vivienda de interés social, sector que ha crecido en los últimos 6 años en 3 millones y se pretende crecer con 6 millones de vivienda al 2012. Ello implica requerimientos de agua potable, electricidad, gas, etc. con el consecuente impacto ambiental que implica el uso de los recursos naturales, la iniciativa de la Hipoteca Verde permitirá mitigar dichos impactos y caminar a la vivienda sustentable.

Como la hipoteca tiene su base en recursos económicos, en una primera etapa se consideran solamente las condiciones de diseño y tecnologías para que permitan el ahorro de agua y de energía (gas y electricidad), siempre y cuando pueda ser cuantificado el beneficio en dinero ahorrado mensualmente por las mismas, esto es que se refleje en dinero no gastado por el usuario o habitante de la vivienda en los servicios, el ahorro será un aumento en el monto de crédito que será otorgado por la institución financiadora.

Además de cuantificar los beneficios ambientales como la conservación de los recursos naturales y el CO₂ no emitido o evitado, que permita definir el nivel de sustentabilidad de las nuevas viviendas. El aumento de crédito será el que pague las tecnologías y diseño que permita el camino a la sustentabilidad de la vivienda de interés social.

Las tecnologías para la primera etapa según se benefició de preservación de recursos naturales son:

- Ahorro de gas
- Calentador solar de agua
- Calentador de gas instantáneo
- Ahorro de electricidad
- Lámparas compactas fluorescentes
- Aislamiento en el techo
- Aire acondicionado eficiente
- Ahorro de agua
- Sistema dual para el WC
- Llaves ahorradoras de agua

Las tecnologías para la segunda etapa según su beneficio en conservación de los recursos naturales son:

- Ahorro de electricidad
- Panel fotovoltaico
- Protección solar en las ventanas: Aleros
- Ventilación natural
- Sistemas de descarga de calor
- Orientación
- Ahorro de agua
- Planta de tratamiento de aguas grises
- Planta tratamiento de agua negras

Se consideró, para el análisis y cuantificación de los beneficios, las características indicadas por los fabricantes, conforme a la normatividad vigente, la cual se debe de cumplir, para garantizar la calidad y seguridad de la tecnología, asimismo las tarifas actuales del gas, electricidad y agua en cada lugar y región.

Como herramientas para la hipoteca verde se tendrá dos catálogos sobre las tecnologías y sus beneficios para cada región y relacionada por ciudad, además de los formatos para poder cuantificar, los ahorros en dinero, agua, gas y electricidad, además del CO2 evitado en cada vivienda por el uso de dichas tecnologías. Así como un software que permite indicar las decisiones de diseño y las tecnologías utilizadas, para partir de ello cuantificar para cada ciudad, donde será construida la vivienda, el costo de los propuesto, los beneficios o ahorros en recursos naturales y las emisiones de CO2 que se mitigarían.

Criterios e indicadores para desarrollos habitacionales sustentables Los criterios e indicadores (Fig. 60) que se emiten para calificar si un proyecto o desarrollo habitacional es sustentable, tiene I atractivo que el gobierno entrega los subsidios al a la vivienda de interés social si se cumple con las especificaciones mínimas indicadas.

El puntaje y los criterios e indicadores considerados se presentan en la figura 60 y los valores mínimos para iniciar en el programa por tipo de vivienda se presentan en la tabla 6.

Con los criterios e indicadores para la vivienda sustentable de la CONAVI, el cumplimiento de los mismos permitirá otorgar subsidios por parte del gobierno Federal

Criterio	Regional/ General	Valor	
A. Ubicación, densificación del suelo, verticalidad y servicios			
I. Integralidad y proximidad a la mancha urbana	R	15	
II. Conectividad y movilidad	R	4	
III. Infraestructura	R	3	
VI. Uso del Suelo y densidad habitacional	R	8	
Suma			30
B. Uso eficiente de la energía			
I. Gas	R	2	
II. Energía eléctrica	R	4	
III. Envoltente térmica	R	4	
IV. Sistemas pasivos	—	—	
IV.a <i>Diseño Urbano</i>	R	5	
IV.b <i>Diseño Arquitectónico</i>	R	6	
Suma			21
C. Uso eficiente del agua			
I. Disponibilidad de agua en el conjunto	G	5	
II. Suministro de agua en la vivienda	G	3	
III. Agua residual	G	6	
IV. Agua pluvial	G	5	
V. Servicio post venta	G	1	
Suma			20
D. Manejo adecuado de residuos sólidos			
I. En el proceso de la construcción	—	3	
I.1 <i>Manejo de los residuos de la construcción:</i>	G		
II. En la vivienda	G	1	
III. Del conjunto	G	3	
IV. Áreas verdes	G	1	
V. Servicio post venta	G	1	
Suma			9
Total			80

Fig. 62 Ponderación e indicadores para calificar a subsidio verde

Criterio	Económica	Social	Media	Residencial
Ubicación, densificación del suelo, verticalidad y servicios	20	20	20	20
Uso eficiente de la energía	14	14	19	20
Uso eficiente del agua	8	8	9	9
Manejo adecuado de residuos sólidos	6.5	6.5	7	8.5
Total	48.5	48.5	55	57.5

Tabla 8. Valores mínimos a cumplir para ser objeto de subsidio federal

2.8.4 LEYES Y NORMATIVAS EN MATERIA DE SUSTENTABILIDAD EN MEXÍCO

A finales de la década de los ochentas, la sustentabilidad del desarrollo se convirtió de reclamo marginal o inexistente a exigencia emergente en la agenda de los movimientos y organizaciones sociales, del sector privado y de las políticas y acciones del gobierno. La sustentabilidad del desarrollo pasó a ser tema obligado tanto en el debate político como en cualquier programa de gobierno iniciando las bases para el desarrollo ambiental sustentable.

2.8.4.1 LEY GENERAL DE EQUILIBRIO ECOLÓGICO Y PROTECCIÓN AL MEDIO AMBIENTE

La Ley General de Equilibrio Ecológico y Protección al ambiente(LGEEPA) fue decretada en 1988 por el presidente Miguel de la Madrid con la intención de ser la ley marco para ordenar el medio ambiente. A partir de entonces, se le han hecho varias reformas..

La ley cuenta con seis títulos: de Disposiciones Generales, de Biodiversidad, de Aprovechamiento Sustentable de los Elementos Naturales, Protección al Medio Ambiente, Participación Social e Información Ambiental, Medidas de Control, Disposiciones y Seguridad.

A través de esta ley, se pretende lograr la descentralización de la materia ambiental mediante la participación de los Estados y Municipios, control de residuos, evaluación de impacto ambiental, control de acciones para protección, preservación y restauración en la zona federal marítima terrestre y cuerpos de aguas nacionales.

Esta Ley es de orden público e interés social y tiene por objeto propiciar el desarrollo sustentable y además:

- Garantizar el derecho de toda persona a vivir en un medio ambiente adecuado para su desarrollo, salud y bienestar;
- Definir los principios de la política ambiental y los instrumentos para su aplicación;
- La preservación, la restauración y el mejoramiento del ambiente
- La preservación y protección de la biodiversidad, así como el establecimiento y administración de las áreas naturales protegidas
- El aprovechamiento sustentable, la preservación y, en su caso, la restauración del suelo, el agua y los demás recursos naturales, de manera que sean compatibles la obtención de beneficios económicos y las actividades de la sociedad con la preservación de los ecosistemas
- La prevención y el control de la contaminación del aire, agua y suelo
- Garantizar la participación corresponsable de las personas, en forma individual o colectiva, en la preservación y restauración del equilibrio ecológico y la protección al ambiente
- El ejercicio de las atribuciones que en materia ambiental corresponde a la Federación, los Estados, el Distrito Federal y los Municipios, bajo el principio de concurrencia previsto en el artículo 73 fracción XXIX - G de la Constitución
- El establecimiento de los mecanismos de coordinación, inducción y concertación entre autoridades, entre éstas y los sectores social y privado, así como con personas y grupos sociales, en materia ambiental, y el establecimiento de medidas de control y de seguridad para garantizar el cumplimiento y la aplicación de esta Ley y de las disposiciones que de ella se deriven, así como para la imposición de las sanciones administrativas y penales que correspondan.

2.8.4.2 NORMATIVIDAD MEXICANA

Las Normas: son documentos que contienen especificaciones técnicas elaboradas por consenso de las partes interesadas: fabricantes, gobierno, usuarios y consumidores; centros de investigación y laboratorios; asociaciones y colegios profesionales; agentes sociales, etc.

Las normas oficiales mexicanas en materia ambiental son de cumplimiento obligatorio en el territorio nacional y señalarán su ámbito de validez, vigencia y gradualidad en su aplicación. Además cabe señalar que existe un sin número de Normas Oficiales Mexicanas a las cuales las podemos clasificar en:

- Agua, ruido, atmósfera (por industria o vehículos automotores)
- Recursos naturales, residuos peligrosos, materia fitosanitaria, materia zoosanitaria
- Salud ambiental, pesca, ordenamiento ecológico e impacto ambiental
- Normas de emergencia o emergentes, entre otras. .

Para una vivienda bioclimática las diferentes fuentes de ganancia de calor ya sea por conducción a través de los muros o techos, y por radiación solar que penetra a través de los vidrios de las ventanas y domos son las más significativas para poder controlar el diseño de la envolvente de eficiencia energética

Ante esto la CONUEE, órgano del Gobierno Federal, llevo a cabo la elaboración normas obligatorias para el ahorro de energía en los edificios, desde su diseño mismo. Las normas enfocadas a la edificación no tratan de aislamiento térmico solamente, sino de todos sistemas pasivos, tales como las protecciones solares en ventanas: aleros, parte soles y remetimientos, así como especificaciones de áreas mínimas para tragaluces, además de las características térmicas de los materiales de construcción, como referencia, necesarios para cada clima, por localidad y por último el impacto o efecto de la orientación de la vivienda.

Se tienen dos normas relacionadas con el comportamiento térmico de los edificios, con el objetivo de limitar la ganancia de calor de las edificaciones a través de su envolvente, para racionalizar el uso de la energía en los sistemas de enfriamiento:

- NOM-018-ENER-1997, para caracterizar los materiales aislantes para la construcción
- Varias Normas Oficiales Mexicanas para electrodomésticos: Aires acondicionados, lavadoras, refrigeradores, lámparas, etc.
- Normas para la eficiencia energética en iluminación interior y exterior de edificios (NOM-007-ENER-2005 y NOM-013-ENER-2004)
- La norma NOM-008-ENER-2001, Eficiencia energética en edificaciones, no residenciales, vigente en algunos reglamentos de construcción
- Anteproyecto de norma NOM-020-ENER: Eficiencia energética en edificaciones —Norma para la envolvente de edificios residenciales
- NOM de vidrios, en desarrollo
- NADF-008-AMBT-2005, Calentamiento de agua con energía solar, para el uso obligatorio de calentadores solares de agua en un porcentaje, aplica en edificios comerciales en la ciudad de México
- NADF-013-RNAT-2007, Sistemas de Naturación de azoteas en el DF
- Reciente mente la NOM de lámparas, para eliminar el uso de las lámparas incandescentes en pocos años Cumplir con la especificación de las normas para la eficiencia energética, implica buscar el confort, considerar elementos del diseño bioclimático y materiales adecuados a cada clima, en si una norma para el diseño del edificios, base para el edificio sustentable, se tiene que evaluar un presupuesto energético (método de prueba). El presupuesto energético de la envolvente del edificio o vivienda proyectada debe especificarse de tal manera que la ganancia de calor a través de su envolvente resulte menor o igual a la ganancia de calor que la que se presente en la envolvente del edificio o la vivienda de referencia.

Entre otras normas se tiene las especificaciones técnicas o normas voluntarias, conocidas como NMX (Normas mexicanas), entre ellas resaltamos las relacionadas con los materiales de construcción de vivienda y las que permiten contar con seguridad de los sistemas para calentamiento de agua con energía solar y actualmente se trabaja una para edificios turísticos:

- Proyecto de norma mexicana, relacionada con las R para los sistemas constructivos de la vivienda, promovida por la Asociación de Empresas para Ahorro de Energía en Edificios.
- Cuatro NMX para eficiencia, instalación, sistema, etc. de calentadores solares de agua
- NMX para edificaciones turísticas sustentables Actualmente se tienen las bases técnicas para las normas del manejo sustentable del agua en los edificios de la ciudad de México, proyecto realizado en el Instituto de Ingeniería de la UNAM para SEDUVI, del GDF, consiste en ahorro de agua potable, captación, tratamiento y aprovechamiento del agua pluvial y tratamiento y reusó de las aguas residuales

2.8.4.3 EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL EN MÉXICO

La Evaluación de Impacto Ambiental (EIA) en México ha tenido una evolución en su forma de desarrollo y cuantificación que ha estado asociada a la propia evolución de la Legislación Ambiental y de las Instituciones Ambientales Nacionales y locales encargadas de su instrumentación. Esta evolución ha estado orientada y motivada por la propia evolución de los Acuerdos Internacionales y los enfoques que se le daba, desde su origen, al ambiente en funcional desarrollo de la sociedad, partiendo de un enfoque higienista o de salud, pasando por un enfoque urbanista, hasta llegar a la perspectiva de Desarrollo Sustentable motivada por el Informe Brundtland (Nuestro Futuro Común) que acuña el término y que define de forma integral el enfoque ambiental en consideración no sólo de

los recursos naturales y la sociedad, sino, sobre todo, haciendo consideración de las generaciones futuras.

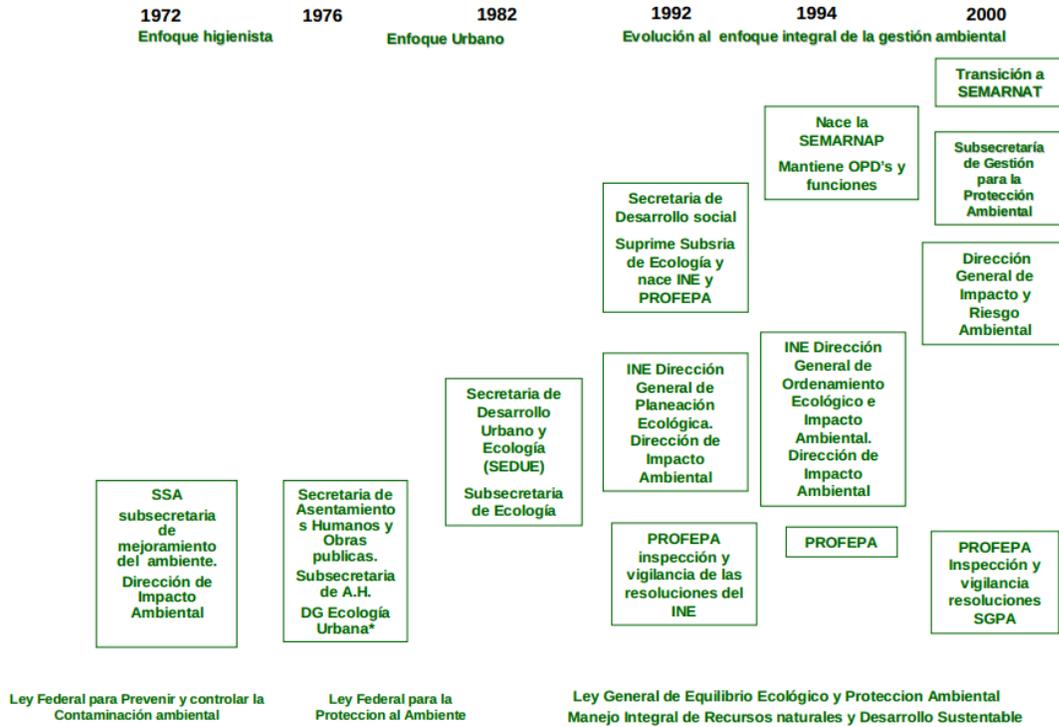


Fig. 63 Evolución de la legislación en México

El propósito de la Evaluación de Impacto Ambiental (EIA) está bien definido en la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente y en su Reglamento en la materia, se destaca en estos instrumentos jurídicos, que el enfoque que le asignan al procedimiento de EIA se orienta fundamentalmente a la protección de ecosistemas y de recursos naturales, como lo señala el Artículo 44 del Reglamento de la ley en materia de impacto ambiental (REIA) en las disposiciones que orientan a la autoridad para resolver los proyectos que se someten a su consideración.

Con base en lo anterior, el instrumento de EIA se concibe como el instrumento de la política ambiental de aplicación inmediata, que se orienta a la

prevención del deterioro y del desequilibrio ecológico que pudiera derivar del desarrollo económico del país.

La LGEEPA en su artículo 3º define el ambiente como “El conjunto de elementos naturales y artificiales o inducidos por el hombre que hacen posible la existencia y desarrollo de los seres humanos y demás organismos vivos que interactúan en un espacio y tiempo determinados”; de acuerdo con esta definición, y las consideraciones propias de la Ley, el Impacto Ambiental definido como la “Modificación del ambiente ocasionada por la acción del hombre o de la naturaleza”, es evaluado mediante la EIA, misma que se integra para dar paso al procedimiento administrativo de Evaluación por parte de la Autoridad en la Manifestación de Impacto Ambiental (MIA), la cual es definida en la propia LGEEPA como “El documento mediante el cual se da a conocer, con base en estudios, el impacto ambiental, significativo y potencial que generaría una obra o actividad, así como la forma de evitarlo o atenuarlo en caso de que sea negativo”. De esta forma, el proceso de elaboración de la EIA, está estrechamente vinculado al desarrollo de los proyectos de inversión, y de acuerdo con los elementos determinados en la Ley, el **Promovente**, por medio de un Consultor, o por sí mismo, desarrolla la EIA e integra la MIA, la cual es presentada a la autoridad para su valoración y resolución de procedencia.

Para el desarrollo de la EIA y la integración de la MIA, el Promovente debe observar en su elaboración diferentes ordenamientos jurídicos aplicables, los cuales inciden de forma directa en el enfoque de análisis y evaluación de las consideraciones para determinar el grado de afectación al ambiente y con ello determinar el tipo de medidas que deben de ser establecidas para favorecer el desarrollo sustentable.

Dependiendo del tipo de actividad de inversión , los recursos naturales en la zona, las condiciones sociales prevalecientes en el entorno, las condiciones económicas y de desarrollo de otras actividades ya existentes en la zona propuesta de ubicación del nuevo proyecto e incluso las condiciones culturales, la

EIA será desarrollada de tal forma que se identifiquen los posibles escenarios con y sin proyecto, que pudieran presentarse en función a los efectos y procesos evolutivos de los ecosistemas en su entorno. Estas consideraciones implican la consideración de una amplia gama de instrumentos y regulaciones jurídicas que inciden en los distintos tipos de proyectos de inversión.

CONCEPTO	LEY ^a	NOM ^b	REIA ^c
Impactos Físicos, Químicos y Biológicos	SÍ	SÍ	NO
Impactos Sociales, incluyendo el efecto en población indígena	SÍ	NO	NO
Impactos Económicos	SÍ	SÍ	NO
Efectos en la Salud Pública	SÍ	SÍ	NO
Efectos en recursos históricos y culturales	SÍ	SÍ	NO
Efectos en recursos del Paisaje	SÍ	SÍ	NO
Riesgos Ambientales	SÍ	SÍ	SÍ
Impactos Ambientales Inducidos e Indirectos	SÍ	SÍ	SÍ
Impactos Ambientales Acumulativos	SÍ	SÍ	SÍ
Impactos Ambientales Irreversibles	SÍ	SÍ	SÍ

Fig. 64 Consideraciones ambientales contenidas en diversos ordenamientos legales de observancia obligatoria en la EIA

- a. Se consideran, además de la LGEEPA, la LGVS, LGDFS, LGPAS, LAN, LS, LGPGIR y la LBOGM.
- b. Normas Oficiales Mexicanas y Normas Mexicanas particulares a cada tema.
- c. Además del REIA, el Reglamento Interno de la SEMARNAT, establece la forma y mecanismos de interacción entre sus unidades administrativas de acuerdo al tipo de actividad e impactos a atender en consideración a las leyes específicas aplicables.

CAPÍTULO III
CASO PRACTICO DE APLICACIÓN

3.1 ANÁLISIS DE SITIO

Se analizarán algunos factores climáticos que intervienen en la ciudad de Veracruz, con el fin de identificar las constantes para el diseño en esta ciudad.

También se analizarán elementos que intervienen en el clima como son humedad relativa, temperatura, vientos dominantes, radiación solar etc., con el fin de establecer los materiales y sistemas bioclimáticos para lograr una eficiencia energética idónea para la construcción de una vivienda bioclimática en el puerto de Veracruz.

3.1.1 UBICACIÓN

La ciudad de Veracruz Ignacio de la Llave se encuentra en el golfo de México. En el estado de Veracruz, en la región Sotavento.

Latitud norte: 19 12

Latitud oeste: 96 08

Altitud: 10 m



Fig. 65 Ubicación

3.1.2 TERRITORIO

El estado de Veracruz es una angosta franja de tierra ligeramente curvada, que se extiende de noroeste a sureste sobre la costa. El territorio veracruzano se conforma por grandes montañas, bosques serranos, bosques mesofilos, selvas tropicales, fértiles llanuras, caudalosos ríos, cascadas, lagunés y costas.

Con una superficie de 72 420 kilómetros cuadrados, Veracruz representa el 3.7 % de la superficie total del país.

El litoral de Veracruz representa el 29.3 % de la costa mexicana del golfo de México y el 4.7 del total de la cuenca.

El territorio es bajo y llano en la zona costera, y se eleva hacia el interior en la sierra madre oriental, hasta llegar a los cordones volcánicos que culminan en Orizaba a unos 3 mil metros sobre el nivel del mar.

Debido a la gran diferencia de altitudes, el estado cuenta con una variedad de climas, la mayor parte (84.4 % del territorio) posee un clima cálido, húmedo y subhúmedo.

El 35 % de las aguas superficiales mexicanas atraviesan el territorio veracruzano. Cuenta con más de 40 ríos integrados en 10 cuencas hidrológicas, entre las que destacan las de los ríos Panuco, Tuxpan, Cazones, Nautla, Jamapa, Papaloapan y Coatzacoalcos.

De los 16 volcanes activos que existen en México, dos se localizan en Veracruz: el volcán San Martín, ubicado en la Sierra de los Tuxtlas, y el Citlaltepetl o pico de Orizaba, que es el volcán más alto del país con 5610 metros sobre el nivel del mar.

3.1.3 POBLACIÓN

Veracruz hoy es el tercer estado más poblado del país, con 6.9 millones de habitantes, que representan el 7.1 % de la población nacional.

La distribución de la población continua siendo bipolar con una creciente concentración en los centros urbanos y una gran dispersión de la población rural en las localidades pequeñas y aisladas

Veracruz cuenta con 8 localidades de 100 mil o más habitantes que concentran alrededor de 24 % de la población total Poza Rica, Martínez de la Torre, Xalapa, Veracruz (Boca del Rio), Córdoba, Orizaba, Minatitlán y Coatzacoalcos.

3.1.4 CARACTERÍSTICAS DE GEOMORFOLÓGICAS

Las características geológicas de Veracruz así como su geomorfología son resultado de fenómenos que han ocurrido en esta zona desde la consolidación de la corteza hasta nuestros días; estas características son de suma importancia en los estudios de microzonificación sísmica, ya que dan indicios y explicación del comportamiento dinámico en las diferentes zonas, de esto la importancia de delimitar geológicamente el área de estudio en un mapa, con el cual se puedan comparar y corroborar los resultados obtenidos a partir de las mediciones de vibración ambiental.

La formación geológica histórica de la zona, tiene su origen en el cuaternario, no existiendo fenómenos tectónicos que hayan afectado su formación. Su estratigrafía tiene una gran uniformidad en sus materiales, ya que los sedimentos están constituidos principalmente por arenas, que se pueden considerar contemporáneos, ya que mientras por un lado el viento forma los

cordones de dunas litorales por el otro los ríos con sus inundaciones y el mar moldea la superficie topográfica del área.

El municipio del Puerto de Veracruz , se ubica dentro de la provincia de la llanura costera del golfo sur .Geomorfológicamente la forma del relieve se divide en tres zonas principalmente: la zona de depósitos de playa, que es una zona plana con una ligera pendiente hacia el mar, la zona de depósitos de médanos, que son formaciones con eje longitudinal en la dirección norte noreste y por último la de depósitos aluviales, la que se ubica en las partes bajas de la ciudad, por detrás del cordón de dunas.

3.1.4.1 CARACTERÍSTICAS GEOTÉCNICAS.

Los suelos de la zona conurbada de Veracruz están compuestos principalmente por arenas limosas, de origen eólico y marino, que presentan un nivel de aguas freáticas (NAF) cercano a la superficie. Dentro de la ciudad de Veracruz existen estratos de arcilla orgánica localizadas principalmente en las partes bajas de la ciudad, a profundidades de entre los 0 y 10 metros y con espesores de menos de 2 metros.

En las zonas sureste y suroeste de la ciudad de Veracruz, el subsuelo está constituido principalmente por depósitos aluviales recientes de arcillas limosas con arena y materia orgánica. Estos últimos depósitos se encuentran dentro de la zona de inundación del río Jamapa, a lo largo de su margen izquierda, y presentan espesores de entre 2 y 10 metros.

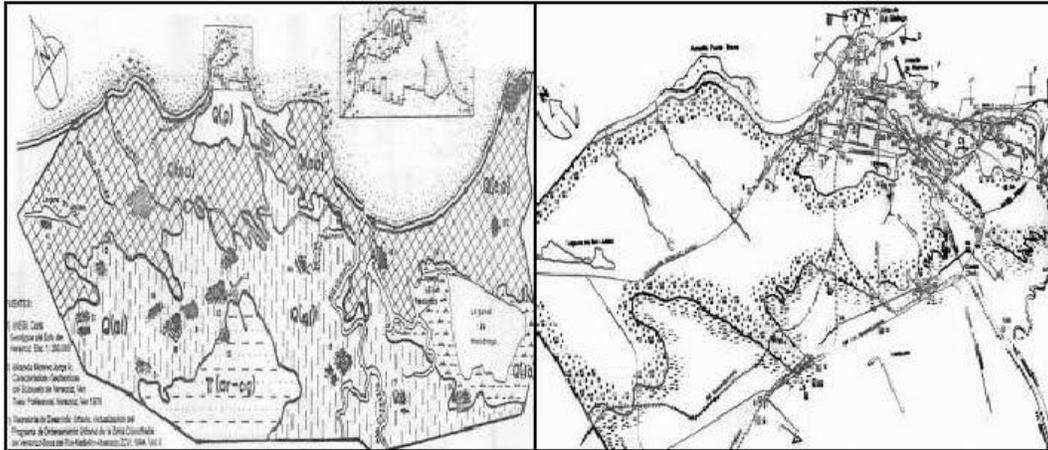


Fig. 66 Zonificación Geológica-Geotécnica de la Zona Conurbada Veracruz (ZONA CONURBADA VERACRUZ), izq. (Miranda 1979) y 2001 der. (Páez et al. 2000)

La resistencia de las arenas en la zona conurbada Veracruz estimada con base en el número de golpes de la prueba de penetración estándar, varía de suelta, cerca de la superficie del terreno, a media, entre los 2 y 15 metros; además, se puede encontrar mantos de compacidad densa a profundidades variables entre los 15 y 20 metros. Las características de los suelos de la ciudad y la profundidad de los estratos resistentes son una característica poco favorable para la construcción en Veracruz además de que los estratos suaves y de poca resistencia que conforman el suelo podrían generar amplificaciones dinámicas en caso de sismo.

Se podría dividir la zona en 4 diferentes tipos de terreno en la ciudad de Veracruz:

Zona de depósitos de médano o eólicos

Podemos encontrar arenas con una compacidad de suelta a media hasta aproximadamente una profundidad de 10 metros, Los minerales presentes en estos suelos son feldespatos, micas, fragmentos de roca, cuarzo y fragmentos de fósiles. En esta zona, generalmente el nivel de aguas freáticas, (NAF), se encuentra profundo, con excepción hecha en los médanos enrasados.

El contenido natural de agua, (w), es de aproximadamente el 10%; el contenido de finos, (Fi), varía entre 3% y 25%.

Depósitos de playa

Estos depósitos se encuentran entre las dunas y el mar, presentan una ligera pendiente hacia la costa y están constituidos por arenas limosas y poco limosas, de origen marino con restos de conchas y fósiles, depositadas por la acción de la alta marea en la zona de la laya y en las zonas planas. Son arenas ricas en feldespatos, micas, cuarzo y fragmentos de roca. Se encontró en general que la compacidad es de suelta a media a profundidades variables dependiendo de la zona de 7 metros a 25 metros. El NAF se encuentra cercano a la superficie; w es de aproximadamente 25%; Fi varía entre 15% y 35%.

Depósitos aluviales

Los afloramientos de estos materiales se localizan atrás y entre algunos cordones de dunas litorales y a lo largo del río Jamapa, originados por la acción fluvial; su textura y granulometría varía de una región a otra; hacia la porción occidental, son suelos poco consolidados de arena gruesa a ligeramente gravosos, compuestos por vidrio volcánico, feldespatos, micas y fragmentos de roca; hacia la planicie costera, los suelos son limo arenosos compuestos por cristales de cuarzo, feldespatos, micas, fragmentos de roca y gran contenido de limos escasamente consolidados. Se caracteriza por ser la zona de inundación en la que no existía, hasta hace algunos años, desarrollo urbano.

Debido al origen de estos sedimentos, éstos están constituidos por una alternancia de arenas, limos arcillosos y suelos orgánicos. El NAF se encuentra cercano a la superficie; w varía entre 25% y 335%. Los suelos son normalmente consolidados y de alta compresibilidad. La resistencia a la compresión simple, (q_u), varía entre 0.42 y 0.88 Kg/cm². En esta zona se han presentado problemas de cimentaciones, tanto durante la construcción como después de ella.

Es importante señalar que en esta zona se pueden localizar dos subzonas, la que se encuentra dentro y en las inmediaciones de la ciudad, donde los suelos son normalmente consolidados, de consistencia blanda a muy blanda, y el NAF, cercano a la superficie; la otra, localizada en las inmediaciones de la ciudad industrial y el aeropuerto, en la que los suelos se encuentran preconsolidados, de consistencia firme a dura, con el NAF profundo.

Conglomerado

Esta unidad corresponde a una secuencia continental de conglomerados polimícticos, el esqueleto lo forman clastos redondeados a subredondeados de basalto, andesita, caliza y travertino, en una matriz arenosa, escasamente cementada por carbonatos. Las areniscas son de grano medio a grueso, de color gris y pardo claro, con clastos de feldespato, plagioclasa y fragmentos de roca redondeados a subredondeados.

Esta unidad subyace a calizas, donde se presenta brechoide y subyace a basaltos, tobas básicos y conglomerados cuaternarios. La morfología que presenta es de extensas terrazas disectadas y acantiladas. Estos depósitos se localizan hacia el oeste en la porción central de la zona conurbada Veracruz

3.1.5 FACTORES CLIMÁTICOS

El puerto de Veracruz se caracteriza por tener un clima tropical. El clima tropical es propio de las regiones tropicales, la media anual es superior a los 20°C el régimen térmico varía entre 3 y 10 mayor en el interior y menor en áreas costeras.

Las características de las costas tropicales son: lluvias esporádicas, clima cálido húmedo, vientos dominantes N-S frescos SE.NW calidos. La estación seca se extiende desde mediados de abril y la lluviosa, de mayo a diciembre.

3.1.5.1 TEMPERATURA

Para la ciudad de Veracruz la temperatura mínima promedio es de 18.2 c en el mes de enero y la máxima promedio es 31.5 c en el mes de agosto.

PARÁMETRO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	PROMEDIO
PROMEDIO	21.4	21.7	23.5	25.8	27.6	27.9	27.6	27.8	27.5	26.4	24.3	22.5	25.3
MÍNIMA PROMEDIO	18.2	18.6	20.7	22.7	24.6	24.5	23.6	23.8	23.7	22.7	20.9	19.3	21.9
MÁXIMA PROMEDIO	24.6	25.4	27.4	29.4	31.0	31.2	31.1	31.5	31.0	29.6	27.9	25.9	28.8

Tabla 9. Resumen de temperatura para la ciudad de Veracruz .1962-2003 (CNA)

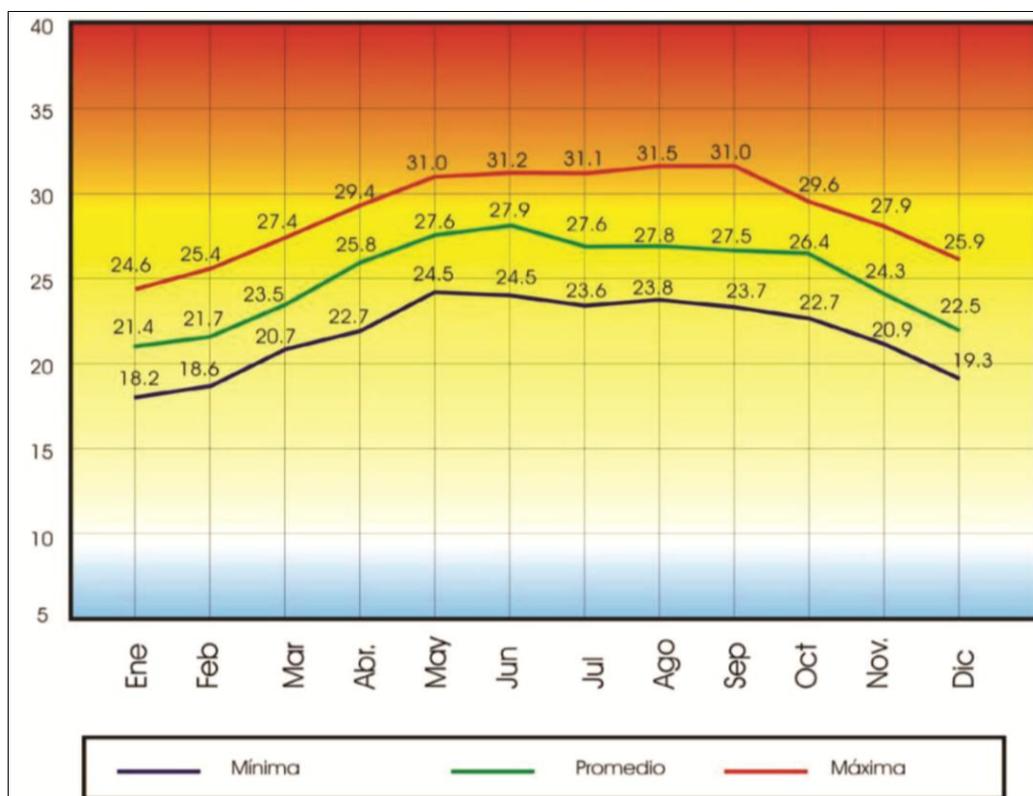


Fig. 67 Grafica de temperatura para la ciudad de Veracruz. 1962-2003 (CNA)

3.1.5.2 HUMEDAD

La humedad relativa en Veracruz es casi constante durante todo el año, teniendo una oscilación no mayor al 5 % en el promedio mensual, y no mayor de 25% entra la máxima y mínima, el promedio más bajo lo tiene el mes de noviembre con 80 % y el más alto se da en enero con 82.5 % la alta humedad en esta ciudad se debe principalmente a la cercanía con el mar, además de que los vientos dominantes llevan la brisa en la dirección de la ciudad.

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
1963	81.0	76.0	80.0	S/D	76.0	79.0	80.0	76.0	76.0	73.0	73.0	78.0
1964	79.0	80.0	82.0	81.0	79.0	79.0	79.0	78.0	78.0	72.0	78.0	80.0
1965	78.0	80.0	82.0	79.0	81.0	78.0	77.0	78.0	77.0	70.0	77.0	77.0
1966	75.0	81.0	81.0	80.0	80.0	S/D	75.0	77.0	76.0	78.0	71.0	74.0
1967	79.0	77.0	78.0	78.0	76.0	77.0	73.0	75.0	76.0	71.0	76.0	79.0
1968	77.0	73.0	76.0	80.0	79.0	77.0	77.0	75.0	77.0	75.0	76.0	79.0
1969	S/D	82.0	75.0	76.0	79.0							
1970	80.0	77.0	82.0	80.0	76.0	81.0	79.0	77.0	77.0	76.0	74.0	S/D
1971	83.0	79.0	81.0	76.0	83.0	80.0	84.0	80.0	80.0	78.0	78.0	81.0
1972	82.0	79.0	83.0	80.0	77.0	78.0	80.0	73.0	76.0	76.0	79.0	84.0
1973	84.0	86.0	81.0	81.0	81.0	84.0	84.0	83.0	85.0	81.0	83.0	89.0
1974	90.0	84.0	89.0	83.0	83.0	81.0	82.0	79.0	78.0	73.0	77.0	79.0
1975	85.0	84.0	83.0	82.0	78.0	79.0	77.0	80.0	80.0	77.0	79.0	82.0
1976	80.0	79.0	85.0	81.0	80.0	80.0	82.0	81.0	82.0	78.0	83.0	86.0
1977	85.0	82.0	82.0	77.0	81.0	80.0	79.0	78.0	78.0	78.0	80.0	81.0
1978	S/D	85.0	83.0	83.0	80.0	82.0	80.0	78.0	80.0	76.0	81.0	80.4
1979	81.8	83.0	83.0	80.8	78.0	77.4	77.1	82.0	77.0	75.3	77.3	83.0
1980	83.4	81.5	83.4	76.8	81.5	78.5	77.2	78.3	81.0	76.5	76.9	79.8
1981	82.5	81.8	79.5	81.0	78.9	82.0	79.0	79.4	80.0	77.9	74.2	80.1
1982	81.0	83.0	82.2	82.0	77.2	77.8	77.9	77.0	77.1	77.2	79.2	79.9
1983	81.5	81.8	77.1	79.9	82.8	77.0	80.5	78.1	78.1	76.4	80.7	80.3
1984	82.5	80.9	79.7	74.7	77.2	81.5	80.3	80.0	81.5	79.9	74.5	81.2
1985	78.9	83.3	83.6	79.6	76.9	79.5	80.2	78.5	77.6	76.7	77.2	78.5
1986	74.0	82.0	75.0	81.0	81.0	79.7	80.0	77.0	81.0	77.0	80.0	83.0
1987	78.0	80.0	81.0	80.0	81.0	80.2	80.2	77.0	78.0	67.0	75.0	81.2
1988	76.0	82.8	81.2	77.7	77.8	79.5	78.3	78.2	74.9	80.7	80.7	85.4
1989	87.0	86.1	84.9	86.1	85.5	85.7	86.1	84.1	81.4	82.0	87.3	87.3
1990	87.7	85.3	84.8	86.1	85.8	87.1	91.3	87.9	87.5	83.4	84.2	87.2
1991	90.1	90.8	82.7	84.0	83.4	83.5	84.3	81.5	81.9	82.0	82.6	85.7
1992	87.3	84.7	84.5	80.4	78.9	80.8	80.9	81.9	82.2	80.0	81.3	80.5
1993	79.0	84.1	80.8	79.6	79.3	84.0	81.9	83.0	82.0	77.0	81.3	79.9
1994	81.5	83.7	79.5	82.0	79.5	80.5	83.7	86.6	85.3	85.0	86.2	85.7
1995	85.8	84.2	80.7	80.4	81.6	78.4	81.8	82.8	81.3	75.5	82.7	85.0
1996	78.5	84.1	78.2	79.7	80.3	82.3	82.4	81.5	82.9	84.0	90.0	85.1
1997	88.2	86.1	85.8	80.8	82.0	81.6	83.3	82.4	82.6	81.8	86.2	85.8
1998	90.1	86.3	90.0	90.6	84.6	83.0	88.1	89.4	91.3	91.0	92.1	87.5
1999	88.5	89.6	88.2	88.2	85.4	87.6	88.7	83.2	83.3	80.6	83.4	86.4
2000	90.4	88.6	87.7	84.0	88.7	90.6	90.5	92.5	86.8	84.7	86.2	85.8
2001	85.3	84.0	80.0	82.0	80.1	79.4	80.7	84.0	81.0	78.8	78.3	79.8
2002	80.0	77.0	79.0	81.0	78.0	83.0	81.0	80.0	81.0	86.0	83.0	80.0
2003	79.0	80.0	77.0	78.0	78.0	81.0	82.0	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D
promedio	82.5	82.4	81.9	81.0	80.4	80.9	81.1	80.4	80.4	78.1	80.0	82.1
max.	90.4	90.8	90.0	90.6	88.7	90.6	90.5	92.5	91.3	91.0	92.1	87.5
min.	74.0	73.0	76.0	74.7	76.0	77.0	77.0	73.0	74.9	70.0	73.0	74.0

Tabla 10. Tabla de humedad relativa de la ciudad de Veracruz. 1963 - 2003. (CNA)

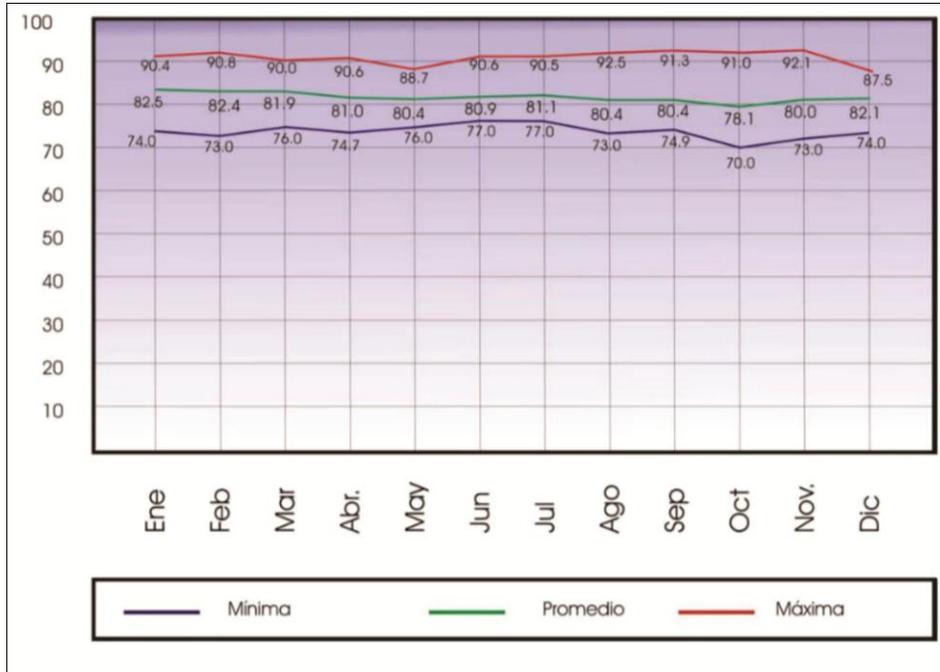


Fig. 68 Grafica de humedad relativa de la ciudad de Veracruz. 1963 - 2003. (CNA)

3.1.5.3 PRECIPITACIÓN PLUVIAL

Veracruz se encuentra en la costa del golfo de México que por su cercanía con el mar no cuenta con un régimen pluviométrico intenso, pero si tiene días en los que la precipitación es alta. Los meses con mayor precipitación son julio y agosto, durante los cuales llueve más del 50% de lo que llueve en todo el año.

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
1962	Inap.	0.4	1.8	88.5	94.1	143.5	497.5	193.8	329.7	287.4	90.7	21.4
1963	20.7	1.0	Inap.	15.8	44.9	346.9	514.3	279.9	305.3	19.3	11.8	50.2
1964	3.5	10.5	8.8	Inap.	144.5	377.8	236.5	118.8	250.3	143.9	34.4	16.0
1965	45.9	21.2	11.7	1.0	11.8	306.7	303.9	483.2	242.1	132.3	118.5	16.7
1966	20.2	37.9	28.0	26.0	57.5	505.1	208.2	170.5	275.5	195.3	42.9	0.9
1967	16.5	23.9	19.7	58.0	Inap.	131.4	305.3	436.4	364.8	93.4	115.4	53.9
1968	60.8	6.4	10.6	Inap.	94.8	148.6	263.3	324.2	264.1	205.7	120.9	25.0
1969	44.6	0.9	63.2	5.1	10.0	85.6	382.3	889.3	717.9	48.2	14.5	24.3
1970	8.0	17.3	6.4	Inap.	0.4	267.5	396.5	344.8	494.0	25.8	31.1	15.4
1971	66.0	0.0	Inap.	15.3	86.3	189.8	519.1	576.3	185.2	225.1	159.8	39.5
1972	5.5	77.0	50.0	44.2	128.0	356.4	785.8	317.9	305.4	154.5	49.0	9.8
1973	14.8	15.3	0.5	1.0	65.6	296.4	448.8	396.9	182.6	240.7	19.4	17.7
1974	51.4	14.5	8.0	2.3	4.4	404.4	443.0	180.7	424.0	62.6	103.1	5.5
1975	55.8	10.3	0.5	2.6	3.7	353.6	164.1	364.2	571.6	105.0	4.3	70.4
1976	17.5	6.3	1.9	20.3	37.0	404.6	172.7	231.8	184.5	83.8	42.4	1.7
1977	Inap.	5.1	5.5	12.8	1.3	279.8	226.3	219.5	304.0	144.1	113.7	52.8
1978	31.3	13.6	30.2	0.7	74.1	390.3	372.1	285.9	463.6	197.7	49.8	1.1
1979	1.7	3.3	7.0	69.6	14.5	329.0	256.2	533.7	349.4	30.8	34.6	44.6
1980	7.3	2.0	0.1	4.1	12.7	403.1	334.1	270.0	634.7	91.4	105.3	37.9
1981	21.2	5.5	6.1	101.4	4.7	569.4	607.2	560.0	445.6	175.0	24.3	20.5
1982	0.3	29.6	4.0	18.0	194.2	116.5	279.3	445.9	284.0	108.7	7.8	37.7
1983	17.2	7.1	7.6	4.1	18.8	42.6	519.9	330.0	185.1	237.7	51.3	26.3
1984	18.3	0.5	58.6	Inap.	194.2	352.7	362.7	421.3	514.4	83.4	46.8	100.6
1985	Inap.	3.3	3.2	8.7	24.3	368.0	610.3	427.9	290.1	140.6	64.8	5.6
1986	1.7	20.6	51.4	3.3	16.9	285.0	342.1	299.9	462.1	96.3	41.6	10.4
1987	0.3	3.2	16.1	11.6	49.8	356.9	911.8	242.6	186.5	38.5	20.5	12.6
1988	12.0	5.2	8.6	12.1	9.8	455.3	262.8	495.6	273.6	209.1	29.2	30.0
1989	0.1	110.8	Inap.	20.0	47.7	163.7	456.0	306.2	269.2	60.7	46.1	13.7
1990	25.3	16.7	8.5	29.4	8.7	322.4	311.8	214.6	527.2	107.1	22.6	1.1
1991	66.7	3.6	6.3	1.1	45.0	38.4	555.9	320.7	316.0	123.7	56.9	137.5
1992	31.3	14.8	8.6	29.0	239.1	157.0	398.1	724.6	669.4	194.5	33.0	54.3
1993	24.5	11.5	Inap.	4.9	48.4	608.5	226.8	490.6	327.4	45.3	8.1	4.0
1994	42.3	11.3	5.3	1.0	22.9	104.7	270.0	330.2	233.3	81.2	259.4	76.4
1995	30.3	58.6	17.9	4.4	46.8	89.6	424.5	422.6	396.5	72.7	54.0	19.5
1996	0.9	2.9	9.0	Inap.	20.3	373.3	256.9	605.5	251.7	55.8	81.0	16.6
1997	50.8	1.5	30.5	84.4	181.6	158.8	373.8	223.0	232.6	184.9	39.8	20.2
1998	21.7	4.3	73.5	135.3	Inap.	37.5	379.3	204.6	255.8	218.7	141.8	404.0
1999	8.3	24.2	61.2	Inap.	5.7	231.2	412.2	251.7	353.6	156.7	58.9	16.6
2000	212.3	9.5	0.2	2.6	280.1	111.0	301.7	436.3	290.9	100.2	25.6	13.2
2001	0.5	12.9	0.1	82.6	139.4	160.3	296.8	389.7	266.8	234.0	60.0	39.0
2002	Inap.	0.6	Inap.	58.2	0.3	199.8	351.1	271.7	182.2	164.8	79.0	10.1
2003	128.4	Inap.	Inap.	4.4	13.6	44.0	314.5	311.9	489.4	258.7	104.9	27.4
PROM	31.2	15.2	17.5	27.3	62.4	263.5	382.3	365.4	346.5	134.2	62.4	38.1
MINIMO	0.3	0.4	0.1	1.0	4.4	38.4	164.1	170.5	182.2	19.3	4.30	0.9
MAXIMO	212.3	110.8	63.2	101.4	239.1	608.5	607.2	889.3	669.4	287.4	259.4	404.0

INAP= PRECIPITACION MENOR A 0.1mm

Tabla 11. Tabla de precipitación mensual de la ciudad de Veracruz. 1962 - 2003 (CNA)

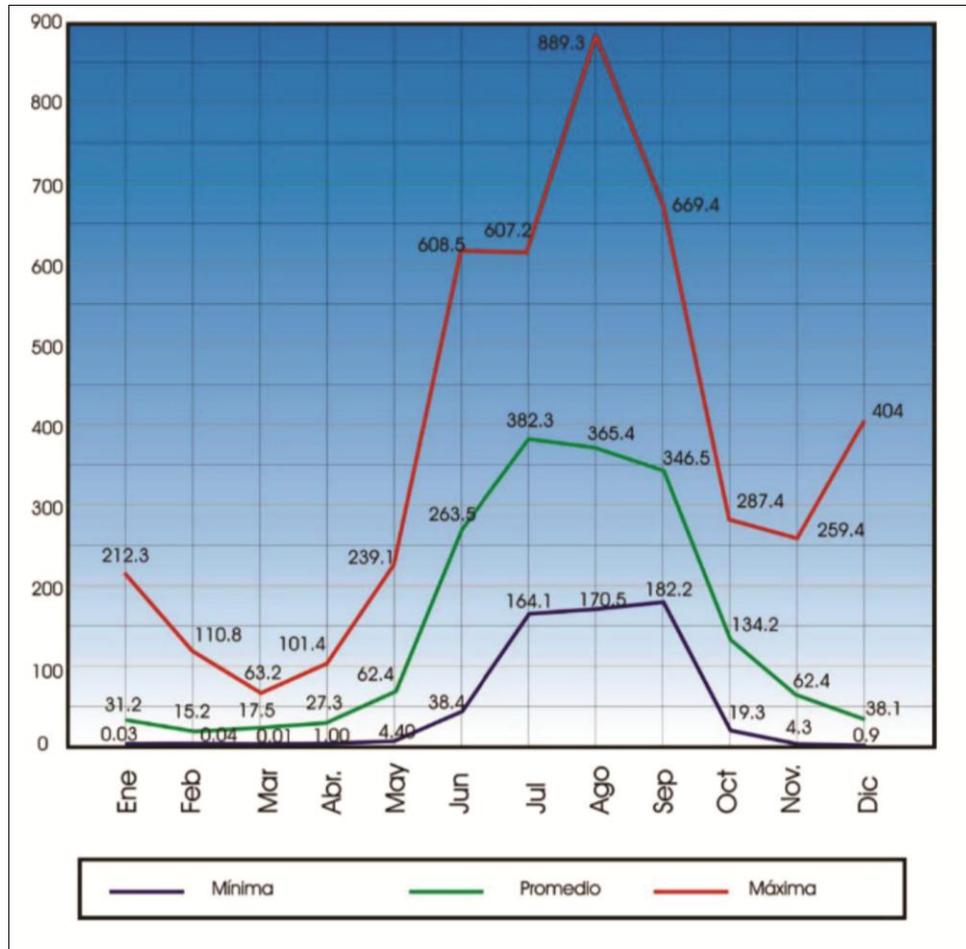


Fig. 69 Grafica de precipitación mensual de la ciudad de Veracruz. 1962 - 2003 (CNA)

3.1.5.4 RADIACIÓN SOLAR

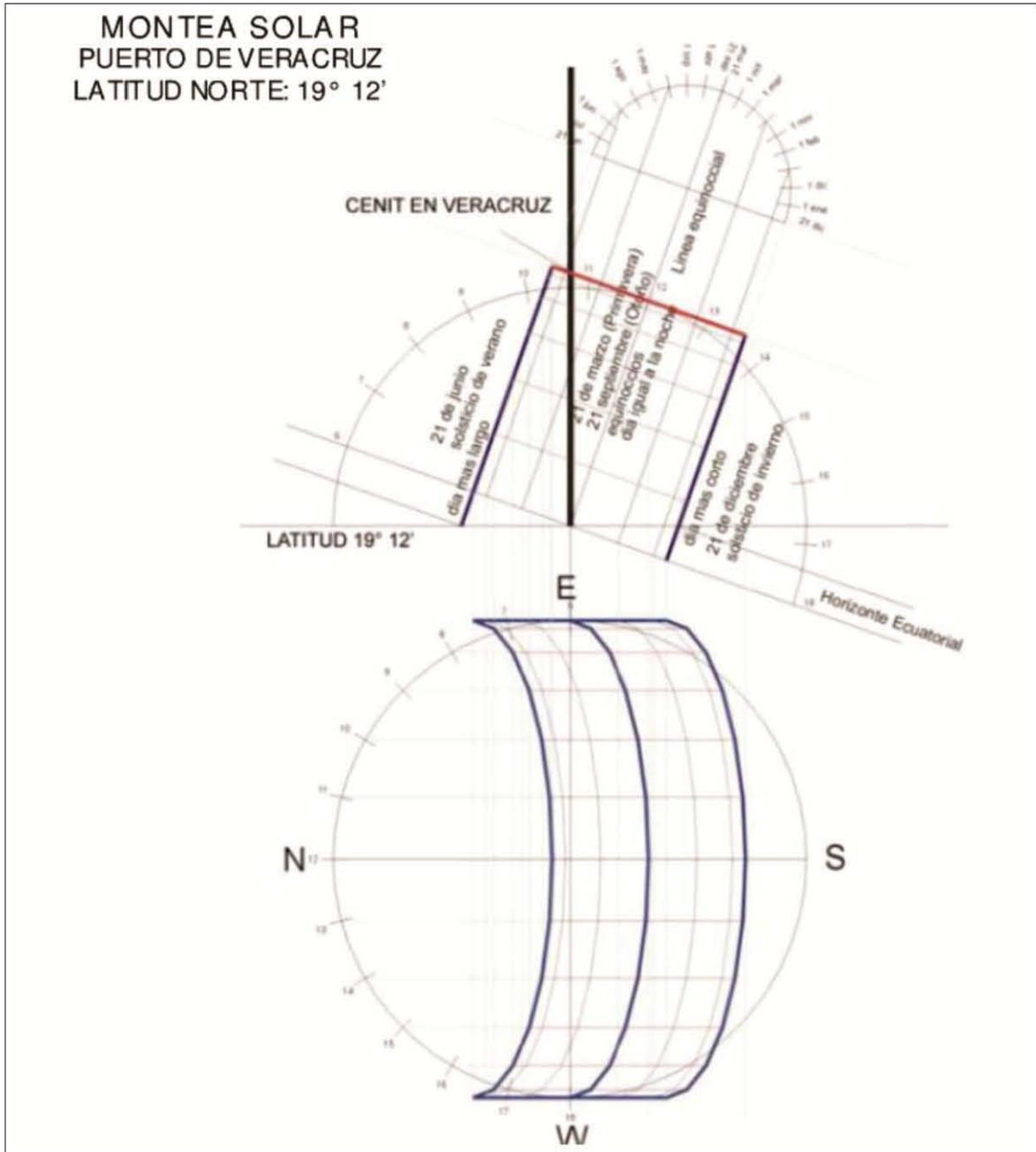


Fig. 70 Montea solar de la ciudad de Veracruz.

3.1.5.5 VIENTOS

Para la ciudad de Veracruz los vientos dominantes provienen principalmente del noroeste y están por encima de la velocidad deseada en casi todos los meses del año, por lo que se recomienda utilizar estrategias y diseños que lo atajen. Las velocidades oscilan entre los 4.0 m/s y los 9.0 m/s y los máximos han alcanzado incluso los 66 m/s, por lo que esta ciudad es propensa a recibir ventarrones y huracanes.

mes	V. dom.		V. max. Prom.		V. max.	
	Dir.	Vel.	Dir.	Vel.	Dir.	Vel.
ene	NNW	9.0	NNW	28.1	NNW	64.0
feb	N	8.8	N	26.9	NNW	53.0
mar	N	7.0	N	25.7	NNW	55.5
abr	NNE	5.5	NNE	21.9	NNW	48.0
may	ENE	4.7	ENE	19.3	NNE	33.1
jun	NE	4.4	NE	15.4	NNE	33.2
jul	NE	4.0	NE	16.7	SSE	31.4
ago	NE	4.1	NE	17.5	ENE	29.8
sep	NNE	5.8	NNE	18.4	SE	28.2
oct	NNW	8.0	NNW	23.0	NNW	46.9
nov	NNW	8.4	NNW	24.2	NNW	36.8
dic	NNW	8.6	NNW	28.9	NNW	66.0

Tabla 12. Tabla de vientos promedios mensuales de la ciudad de Veracruz. 1962 - 2003 (CNA)

3.1.6 FLORA Y FAUNA

La vegetación es de tipo selva baja caducifolia constituida por árboles que pierden sus hojas durante la época invernal y las especies más características son: nanche, cornizuelo, nopal, ceiba, mulato, higuera, coyol y el ocote.

Para proteger la riqueza natural de Veracruz, el gobierno del estado ha asumido el compromiso de impulsar un desarrollo económico que concilia las actividades productivas con el cuidado y preservación de los recursos naturales. De ahí que se haya reformado la legislación mediante la Ley de Protección Ambiental, aprobada por el Congreso del Estado en junio del año 2000.

Existen más de 3400 especies de fauna registradas, de las cuales 394 son vertebrados. El estado posee la mayor diversidad de especies de reptiles y anfibios del país.

En el municipio se encuentra una gran variedad de animales silvestres, entre los que se encuentran principalmente la garza, gaviota, conejo, ardilla y tuza entre otros además de una gran variedad de insectos

3.1.7 VIVIENDA

Durante la colonización española en el puerto y dadas las condiciones climáticas se desarrollaron 2 tipos de vivienda, una para la población española que ahí residía y otra para la gente que no era española, esto tuvo un efecto discriminatorio hacia la gente local.

Vivienda colonial española

Sus principales características fueron la altura de estas casas que puede superar los 5 metros así como los grandes ventanales y puertas , también se caracterizan por un alero arriba de la puerta y de las ventanas , así como una

cornisa un poco más arriba de esta , tienen un desnivel de nivel de piso de aproximadamente 30 cm .

De los materiales utilizados regularmente eran el coral así como otros elementos orgánicos marinos como las esponjas mezclados con mortero, así como el ladrillo. En cuanto a los marcos de las ventanas y puertas se utilizaba madera.

Vivienda colonial popular

Este tipo de casa consta de una sola pieza dividida en tres partes que son una sala, una recámara y la cocina, presentan una gran altura y en todas ellas hay tapancos en el lugar que ocupa la sala, es por esto que hay ventanas en la parte superior de la casa, los materiales de construcción son la madera de pino, teja de barro.

3.2 PROCESO CONSTRUCTIVO DE UNA VIVIENDA BIOCLIMÁTICA EN LA ZONA CONURBADA VERACRUZ- BOCA DEL RÍO



Fig. 71 Proyecto virtual de casa bioclimática

Ubicación de la casa

Las ubicación de la casa es ideal para el buen funcionamiento energético, de la misma dependerá los sistemas bioclimáticos que se deberán usar para optimizar la sustentabilidad de la casa.

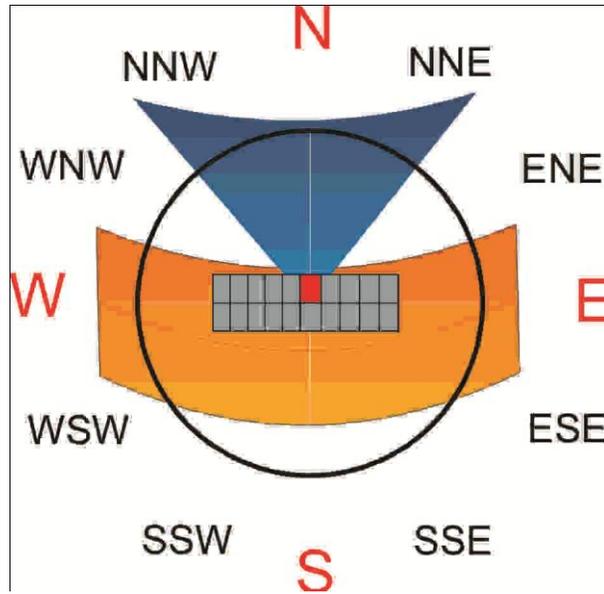


Fig. 72 Diagrama de incidencia de vientos y sol

Para el desarrollo de una vivienda bioclimática con eficiencia energética la localización más óptima en la zona conurbada Veracruz – Boca del río , es orientando la fachada principal al norte ,como se muestra en la figura 72, la vivienda será protegida por las casas circundantes evitando el sol del amanecer y del atardecer, además de que en los meses de invierno será protegida del sol por la vivienda posterior. En caso de ser esquina deberá ser la del este..

Además con esta orientación los vientos predominantes representados en azul en la figura 72, cruzaran la vivienda de norte a sur, por lo que se colocaran ventanas orientadas al norte por las que ingresara el aire, y ventanas en ambos extremos tanto el Este como el Oeste para generar una ventilación cruzada.

Además colocar un atrio o chimenea en el lado sur para generar efecto de succión y así poder ingresar aire de nuestras ventanas inferiores ya que con el paso por las plantas y cuerpos de agua es humedecido y enfriado.

Instalación del depósito de reutilización

La construcción de la casa bioclimática en Veracruz empezara con la excavación para el depósito de reutilización.

Este se situara bajo el suelo a una profundidad de un metro En el depósito se acumulará el agua de la lluvia, la ducha y el lavabos, para ser reutilizada en el riego del jardín.

Además se instalara posteriormente en el depósito el sistema de enfriamiento base cisterna, el cual inyectara aire frio a la vivienda en la temporada de calor.

El deposito tendrá que tener una capacidad mínima de 2 800 litros y deberá quedar protegido de la luz solar y aislado herméticamente, en este caso se utilizara una cisterna marca Rotoplas de 5000 mil litros. Cubierto con relleno limpio.



Fig. 73 Colocación de depósito de reutilización en casa bioclimática

Cimentación y Estructura

Al principio se planteamos diversas alternativas más sostenibles que las estructuras de hormigón. Entre estas alternativas cabe destacar el biohormigón (es hormigón aligerado con cascarillas de arroz o aserrín y cuyo aglomerante es la cal), estructura de madera y muros de tabla roca. Pero Veracruz se encuentra en la zona sísmica (B) la cual es zonas intermedia, donde se registran sismos no tan frecuentemente o son zonas afectadas por altas aceleraciones pero que no sobrepasan el 70% de la aceleración del suelo.

Por lo tanto la vivienda cuenta con riesgo sísmico y por ello se debe optar por una estructura tradicional de hormigón armado, ya que es el sistema constructivo que ofrece más garantías.



Fig. 74 Ejemplo de excavación para casa bioclimática

Sin embargo hemos intentado hacer la cimentación lo más sostenible posible, dentro del gran limitante de haber optado por el hormigón. Hemos disminuido la cantidad de hormigón usado, ya que algunos de los laterales del semisótano contactan con el exterior, pudiendo tener muros multicapa como el resto de la vivienda. Por otra parte, a la hora del cálculo de la estructura, es muy importante que el ingeniero estructural procure hacer los muros, columnas y demás elementos reduciéndolos al máximo siempre que sea posible.

Además se puede disminuir el número de muros del subsótano que soportan el peso de la tierra y sustituyendo en estas zonas el hormigón, por muros de bloques.



Fig. 75 Construcción de semisótano

La estructura es de hormigón, un sistema constructivo insostenible. Como se comentaba anteriormente, por lo que no es posible utilizar otros sistemas estructurales más sostenibles, Las estructuras de madera con muros de tabla roca la deseamos por su menor resistencia, el sistema de casetones de poli estireno es muy eficiente en materia de aislamiento y en su bajo peso, pero su producción es medianamente contaminante.



Fig. 76 Ejemplificación de sistema vigueta bovedilla

Una vez realizada la cimentación y las columnas de carga del semisótano se procede al inicio de la losa de entre piso. Que será un sistema de viguetas y bovedillas las cuales tienen un mejor funcionamiento energético como ya se había comentado anteriormente.

Una vez armado el sistema de losa se cuela con concreto de 300 f'c y se continúa con las columnas nuevamente, esto se repetirá hasta concluir los tres niveles. Cabe aclarar que los valores de concreto y acero varían de acuerdo al cálculo estructural de cada proyecto.



Fig. 77 Ejemplificación de estructura finalizada

Así se ha concluido con estructura de la vivienda la cual fue calculada para soportar todas las cargas que soporta un edificio ya sean muertas, vivas y accidentales (de viento y sísmica).

Las cargas muertas incluyen el peso del mismo edificio y de los elementos mayores del equipamiento fijo. Las cargas vivas se le agregaran posteriormente y son cargas no permanentes producidas por materiales o artículos, e inclusive gente en permanente movimiento, y las cargas accidentales solo son previstas por si suceden, son cargas inerciales causadas por movimientos sísmicos, y por la acción de la presión del viento sobre la estructura.

Cerramientos

Una vez concluida la estructura de la vivienda bioclimática se deberá empezar a levantar los muros. Donde ya se podrá materializar la distribución de la casa. Y se puede observar donde van las puertas, ventanas, etc.

La estructura del muro será realizada con muros multicapa de ladrillo rojo, aislante de poliestireno (nieve seca), cámara de aire y termo arcilla de 14 cm



Fig. 78 Muros internos de vivienda bioclimática

Como mortero utilizaremos uno a base de cemento y arena cal natural pura, ya que no se vende en México algún cemento ecológico o menos dañino al ambiente. Los muros serán construidos desde el interior hacia el exterior de la vivienda, de tal forma que la última parte a construir será la cara exterior de termo arcilla. Para ello se tendrán que instalar andamios alrededor de la vivienda, desde donde se pondrá el aislamiento y la termo arcilla.

Esto nos permitirá poner la cámara de aire hacia el exterior y el aislante hacia el interior, tal y como se observa en la imagen Fig.77. Esta estructura permite optimizar el funcionamiento de la cámara de aire y del aislamiento. La cámara de aire actúa tamponando las temperaturas extremas del exterior, si se instala pegando al muro interior, y el aislamiento en contacto con la parte exterior, la cámara de aire pierde gran parte de su utilidad, como pasa en la mayoría de las viviendas.



Fig. 79 Colocación de block de termoarcilla

Es muy importante que la cámara no tenga más de 3 o 4 cm, para que no se produzcan movimientos de convección en su interior, ya que también perdería su capacidad aislante.

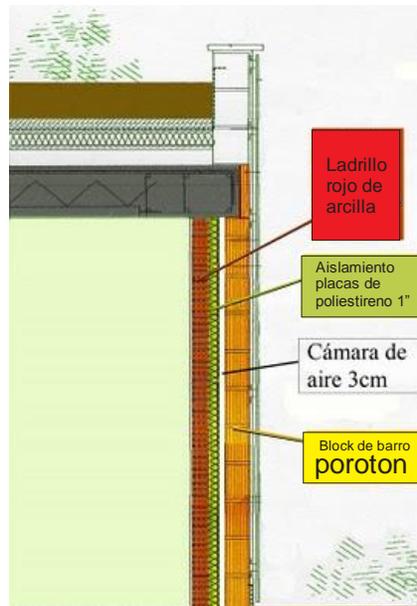


Fig. 80 Diagrama de colocación de sistemas de muro

Rotura de los puentes térmicos

Optimizar el aislamiento energético es fundamental para el correcto funcionamiento de las viviendas bioclimáticas, lo que implica la rotura de los puentes térmicos. Los puentes térmicos son zonas de los cerramientos donde se produce un cambio en la resistencia térmica, lo que conlleva pérdidas de calor en invierno y ganancias en verano. Además, en estas zonas se pueden producir condensaciones e incluso la proliferación de moho. Son numerosos los puentes térmicos que se pueden encontrar en las edificaciones: cajas de persianas, uniones de distintos cerramientos, encuentros de voladizos y fachadas, pilares, etc.

Uno de los más importantes son los producidos por los castillos y cadenas de cerramiento de la estructura, ya que, en conjunto, suman una gran superficie en contacto con el exterior.



Fig. 81 Puentes térmicos

Para evitar pérdidas y ganancias energéticas indeseadas se aislarán las cadenas y castillos, evitando que estén en contacto directo con el exterior. La termoarcilla se colocará de forma que sobresalga 5 cm. de la estructura. Así se puede colocar el material aislante en este espacio.

En primer lugar se colocará planchas de aislante de corcho de 2 cm o de placa de poliestireno del mismo grosor en las columnas y trabes del exterior. Después loseta de ladrillo de 2.5 cm. de grosor, utilizando un mortero de cal

natural pura. Finalmente se añadirá una malla para reforzar este sistema y evitar grietas. De esta forma se rompen los puentes térmicos, optimizando el comportamiento bioclimático de la casa.



Fig. 82 Placas de poliestireno

Aislamiento de las cubiertas

Las tres cubiertas de la vivienda son planas. Una terraza inferior en la parte frontal, una cubierta intermedia ajardinada con sistema de azotea verde y una última superior de recolección de agua pluvial. Ya que la tierra y las plantas tienen un excelente comportamiento térmico solo se deberá añadir algún material aislante bajo los suelos de las cubiertas que no sean ajardinadas,



Fig. 83 Superficies ajardinadas

Con este aislamiento extra se conseguiría optimizar el comportamiento bioclimático de la vivienda. Pero no nos serviría cualquier material, ya que además de cumplir con los criterios de una construcción sostenible, es necesario que se consiga en los alrededores de la zona conurbada. Dicho aislante ha de estar preparado para soportar el peso de las losetas y las pendientes, lo que nos hizo descartar la fibra de vidrio y poliestireno, por lo que el material más óptimo es las placas de corcho.



Fig. 84 Placas de corcho

El corcho tiene gran capacidad aislante, alta resistencia a la compresión y baja absorción de agua.

Primero se instalara en la terraza las planchas de corcho, al ser fáciles de cortar permite ajustarlas perfectamente a la superficie. Posteriormente se instalara un geo textil encima. Por último, se pondrá un fino de mortero cal arena y cal natural dándole las pendientes de desagüe para la recolección del agua pluvial

Sobre el fino se colocara loseta cerámica la cual será la última protección de la losa.



Fig. 85 Fino de mortero

En la azotea intermedia se utilizara un sistema de techo verde, se instalara una geo membrana para el sistema de recolección de agua pluvial posteriormente una malla dren con geo textil para el libre movimiento del agua y para impedir el paso de raíces. Encima de esta se colocara el sustrato nutriente para después colocar el pasto.



Fig. 86 Azotea verde

En la azotea superior se recubrirá con un impermeabilizante acrílico con llanta reciclada color blanco, y se deberá de colorarle su desagüe para posteriormente conectarlo al sistema de recolección de aguas pluviales.

Sistema de Fontanería

Una de las maneras de ahorrar agua para hacer la casa más ecológica y más rentable es reutilizar el agua de la lavadora y la pluvial en las cisternas de los inodoros.

Para ello se proyectó construir el área de en la parte superior de la vivienda. En dicho sitio se instalara la lavadora junto con un depósito de unos 200 litros Este depósito distribuirá el agua por gravedad a los inodoros. El depósito dispondrá de un sistema auxiliar que introducirá agua "normal" antes de vaciarse por completo, para no dejar la cisterna sin agua cuando el gasto de agua del inodoro sea superior al de la lavadora. Igualmente se instalará un sistema que permita la salida del agua del depósito hacia el desagüe antes de que éste se colme.

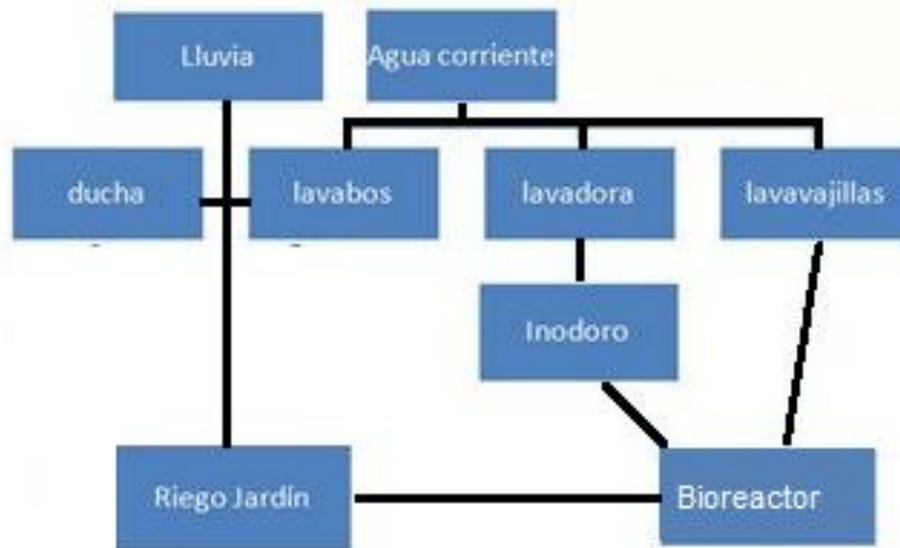


Fig. 87 Diagrama de utilización de aguas

Además se instalará un sistema de desagüe doble, gracias al doble sistema se podrán separar las aguas negras (W.C. y cocina) de las aguas grises (lavabos, ducha y lluvia). Las aguas negras irán a una planta de tratamiento de aguas doméstica .y posterior irán a un aljibe junto con las aguas grises y pluviales para su posterior aprovechamiento en el riego del jardín.

Finalmente se instalaran llaves con difusores para controlar el caudal y ahorrar agua. Se deberá optar por una lavadora y lavavajillas de bajo consumo de agua. También se pondrán inodoros de doble descarga y un filtro de agua en la encimera de la cocina, para evitar el consumo de agua embotellada.

Con este sistema se reducirá considerablemente el consumo de agua en la vivienda, entre 200 y 300 litros semanales.

Ventanas

El ahorro en aire acondicionado con las ventanas de PVC con doble vidrio y gas argón puede llegar hasta el 58% pero en esta ocasión se recomienda usar ventanas de aluminio con doble vidrio sin gas argón, ya que el costo de las de PVC es muy elevado en Veracruz.

Además se instalarán unas persianas de aluminio con ángulo de 30 grados sobre la vertical preferentemente en lado sur y 45 grados en lado este y oeste, para evitar la entrada de los rayos solares. Y proteger en temporada de nortes y huracanes



Fig. 88 Persianas exteriores de aluminio

La entrada de aire se controlará mediante un sistema domótico. Este sistema registrará la información de la temperatura del interior de la vivienda, el invernadero y el patio enterrado y en función de la temperatura deseada se activará la entrada de aire de uno u otro sitio.

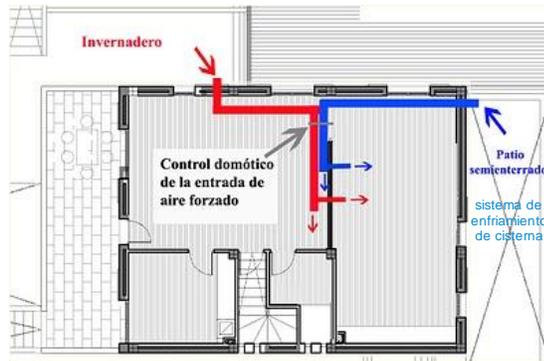


Fig. 89 Diagrama domótico

Electrificación

La casa tendrá un doble sistema eléctrico. Uno normal conectado a la red, para electrodomésticos de gran consumo, y otro aislado para electrodomésticos de gasto continuo y bajo.

Se colocará una torre de cuatro metros de altura sobre la losa más elevada en la que se instalará una turbina eólica energy ball, esta producirá la energía eléctrica suficiente tanto para los electrodomésticos de bajo consumo, como para la iluminación de la vivienda.

Se contratará un medidor de luz bidireccional, para en caso de producir más energía de la que se consume, el excedente introducirlo a la red eléctrica y venderse a comisión nacional de electricidad.

Además se deberán usar electrodomésticos de bajo consumo con certificado fide y focos ahorradores de 3 watts.

CONCLUSIÓN

La degradación del ambiente y la intervención humana son, hasta ahora, dos caras de la misma moneda. La interminable emisión de humos, los materiales no degradables y las sustancias nocivas, junto con el desperdicio de agua y energía, son, en diferentes proporciones, una práctica común en los desarrollos urbanos, sin importar su tamaño. Esta realidad parece encadenarse a las prácticas agrícolas, pecuarias, forestales, mineras, etc., que continúan modificando y alterando, casi sin límites ni frenos, el medio natural.

El ahorro de agua y energía, la existencia de áreas verdes sanas y funcionales, la reutilización y el reciclaje, el manejo de desechos, la prevención y la protección civil, entre otras ideas, deben dejar de ser una mera preocupación o una intención pocas veces manifiesta, e institucionalizarse como un lineamiento homologable y operativo para la planeación, el diseño y la construcción de viviendas y desarrollos habitacionales.

En México, la cultura de ahorro de energía se inició hace más de una década, pero los beneficios aún no son palpables. La sociedad mexicana, requiere de nuevos diseños de viviendas que se adapten a sus necesidades y que además modifiquen las tecnologías actuales, altamente consumidoras de energía, sin afectar el valor adquisitivo de la vivienda.

La energía es la capacidad que tiene la materia de producir trabajo en forma de movimiento, luz, calor, etc. La energía proporciona una serie de beneficios en la vivienda, tales como calor para cocinar alimentos y calentar el agua, iluminación, refrigeración, climatización (aire acondicionado o calefacción) y entretenimiento, entre otros. Para dotar de energía a las viviendas, debe producirse energía eléctrica y combustible, cuya producción tiene su origen en fuentes renovables y no renovables. Las no renovables, además de agotarse, generan contaminación y emisiones de gases (efecto invernadero), que contribuyen al calentamiento global y al cambio climático. En México, más del

75% de la energía que se consume proviene de la quema de hidrocarburos, correspondientes a energéticos no renovables. (SENER, 2004).

La energía es, al mismo tiempo, una solución y un problema para el desarrollo sustentable: indudablemente es útil, pero también es una de las principales fuentes de contaminación del aire y además provoca otros daños a la salud del hombre y al medio ambiente.

El problema no es si existen o no suficientes reservas de combustibles fósiles, la edad de piedra no término por falta de piedras y la edad del petróleo terminará mucho antes de que el mundo se quede sin petróleo.

Por el contrario, las preocupaciones acerca de los actuales sistemas energéticos se concentran en los efectos ambientales y la evidencia de que el suministro de energía no es accesible para todos los habitantes; lo cual tiene implicaciones morales, políticas y prácticas, en un mundo que cada día está más interconectado.

La cantidad y origen de la energía que se consume en las viviendas del país, contribuye significativamente al impacto ambiental de fenómenos tales como el efecto invernadero y el cambio climático. El consumo de combustibles fósiles (petróleo, gas natural, carbón) empleados para satisfacer las demandas de energía en los diversos sectores (incluida la vivienda) ha ocasionado el incremento de las concentraciones de gas carbónico o dióxido de carbono (CO₂) en la atmósfera y, a su vez, esto ha aumentado la retención de calor y la temperatura global del planeta.

El cambio climático global en el siglo XXI se hace cada vez más evidente y, frente al peligro que representa en el ámbito internacional, la opinión del sector público empieza a tomar conciencia de la necesidad de proteger el entorno natural. Ha surgido la propuesta de crear un urbanismo y una ingeniería que respeten el entorno.

La eficiencia energética consiste en buscar los medios para disminuir la energía consumida en la prestación de cada servicio. Esta condición requiere reconsiderar el urbanismo de las ciudades, así como de la promoción del concepto de desarrollo sustentable en todas las ramas de la actividad humana. Partiendo del diseño de una vivienda, al integrar todos los componentes energéticos y medioambientales, se puede reducir significativamente el consumo de energía y, por ende, las emisiones de CO₂ y obtener los siguientes beneficios:

- Creación de un medio ambiente interior sano y cómodo para los usuarios.
- Control de los impactos de la vivienda al exterior.
- Conservación de los recursos naturales (mediante su óptima utilización).

El buen uso de la energía también traería los siguientes beneficios al medio ambiente:

- Menos hidroeléctricas implican menos deforestación.
- La disminución en la generación de energía nuclear tiene como resultado menos radiaciones y menos riesgos.
- Menos termoeléctricas implican menos contaminación.

La ingeniería bioclimática no trata de promover un tipo más de diseño, intenta sentar las bases para que haya una toma de conciencia y un cambio de actitud respecto a la práctica proyectual, al medioambiente y al uso de la energía. Este cambio consiste en brindar herramientas para que el diseñador y el constructor consideren la interacción entre energía, ambiente y construcción, a fin de que ésta regule los intercambios de calor con el ambiente y propicie las condiciones de comodidad o confort que requiere el ser humano.

Una vivienda bioclimática es aquella que sólo mediante su configuración es capaz de satisfacer las necesidades climatológicas de sus habitantes, aprovechando los recursos naturales y evitando el consumo de energías convencionales. Una casa bioclimática permite estar frescos en verano y guardar el calor en invierno, aunque la temperatura exterior sea muy baja.

Entre las principales ventajas de una vivienda bioclimática destacan el ahorro energético (más de un 60% respecto a una vivienda convencional), el menor impacto ambiental y mayor confort de sus habitantes. Moradores de viviendas bioclimáticas coinciden en hacer un balance muy positivo de este tipo de construcciones. Así, entre las ventajas más destacadas se encuentra el ahorro energético, unido a la mayor iluminación natural.

Para el funcionamiento bioclimático de una casa, es necesario generar un sistema de calentamiento y otro de refresco y ventilación. En algunos sistemas conviene desarrollar estrategias dirigidas a la obtención, la acumulación y la transmisión del calor y del frío. Existen numerosas técnicas, que varían en función del tipo de vivienda (aislada, adosada o en bloque), la climatología del lugar, el diseño arquitectónico, el presupuesto, etc.

Factores que se deben tener en cuenta en la ingeniería bioclimática:

- Ubicación
- Sistema de ventilaciones cruzadas
- Efecto invernadero
- Refresco de aire
- Elección de los muros
- Otros sistemas de ahorro energético

La ciudad de Veracruz se ubica en un bioclima cálido húmedo. La temperatura media y máxima están por encima de los rangos de confort en verano. La humedad relativa permanece fuera de confort casi todo el año, con una precipitación pluvial de alrededor de 1500 mm anuales. Además de vientos huracanados, ciclones y nortes algunos meses del año.

La sensación más importante que tiene el ingeniero en este tipo de clima es la de contrarrestar el bochorno. Debe tomar en cuenta la humedad en el ambiente interior del espacio. En este bioclima se presenta principalmente el calor

húmedo, lo cual puede ocasionar serios problemas a la estructura de la vivienda, mobiliario y cosas almacenadas en él, como la ropa y los alimentos. El confort se presenta en mayor porcentaje en los meses de noviembre a marzo a partir desde las 9 de la mañana, aproximadamente, hasta las 22 horas. El frío aparece en los meses diciembre y enero con menor intensidad.

Algunos de los requerimientos de climatización son, meses con confort (diciembre a enero): cerrar ventanas en la noche; meses con calor (febrero a noviembre): deshumidificar y enfriar; evitar ganancias solares directa e indirectas todo el año; ventilación natural; no se recomienda vegetación en interior, materiales ligeros, espacios de uso diurno muy ventilados.

En conclusión, para la realización de una vivienda bioclimática se necesita tener en cuenta, factores influyente como la luz solar, el sentido de los vientos, el agua, lluvias, con el objetivo de realizar una vivienda confortable, integral y minimizar el consumo energético, con un diseño específico sin el uso de aire acondicionado o climas artificiales (lo que es común en Veracruz) y que cumpla con los requerimientos bioclimáticos; también usar materiales del lugar donde se encuentra o se va hacer la vivienda, esto generará un ambiente natural para las personas que la ocupen.

GLOSARIO DE TÉRMINOS

Promovente: Aquella persona que pide o solicita, mediante un escrito, algún permiso, licencia o tramite.

Palafitos: Los palafitos son viviendas apoyadas en pilares o simples estacas o casas en el agua construidas sobre cuerpos de aguas tranquilas como lagos y lagunas.

Insulae: Eran los bloques de casas que ocupaban una manzana completa.

Higroscópico: Se define higroscópico todo material que tiene las células que absorben el agua, causando una variación de sus dimensiones

Poliuretano: es un polímero que se obtiene mediante condensación química de bases hidroxílicas que combinadas con disocianatos.

Pentano: Pentano es un hidrocarburo saturado o alcano con fórmula química C_5H_{12} .

BIBLIOGRAFÍA

- AGI/AEG 1999 “Engineering Geology for Geologists”. Short Course. American Geological. Institute. Hershey, Pennsylvania.
- Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente División de Salud y Ambiente Enero 2001. “Guía de diseño de captación de agua pluvial”. Lima.
- Comisión Nacional de Fomento a la Vivienda (CONAFOVI, 2006). <http://www.gobierno.com.mx/conafovi.html>
- CONAVI (2008). <http://www.conavi.gob.mx/>
- Darwin, Charles.. “El origen de las especies”. (1859)
- De los Mozos, Pedro. (2009). “Desarrollo, proyecto y estudio de un edificio bioclimático”. Madrid. Universidad Pontificia Comillas Escuela Técnica Superior de Ingeniería (ICAI). Proyecto fin de carrera.
- Figueroa, J. (1968). “La sismicidad en el estado de Veracruz”, Macrosismo del 11 de marzo de 1967, UNAM, México, D.F
- Fuentes, FV. (2004). “Clima y arquitectura”. México: UAM-Azcapotzalco.
- Gil Fernandez, Fernando (2005). “Tratado de medicina del trabajo”. Editorial Masson. Barcelona, España.
- Givoni, B.: Man, 1981.”Climate & Architecture”, Van Nostrand, New York,
- Gomez Azpeitia, Luis Gabriel (1990). “Método para el diseño bioclimático”. Tesis para obtener el grado de Maestro en Diseño Bioclimático. Universidad de Colima.

- González, et al.: Proyecto Clima y Arquitectura, Universidad del Zulia, Venezuela, Editora Gili, México, 1986
- Gough, J. (1997): "Ecological alternatives in sanitation"
- Hernandez, B. X. (2003) "La imagen urbana de las ciudades con patrimonio histórico", 6to Taller de Imagen Urbana, INHA (Ponencia). México.
- INEGI (2004). <http://www.inegi.org.mx/default.aspx>.
- Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (2004) " Guía para la interpretación de cartografía, Edafología," México: INEGI.
- La Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente, 1988, 1996, 2001, 2011.
- Manual de diseño de Obras Civiles (Diseño por Sismo) de la Comisión Federal de Electricidad
- Miranda J. (1979) "Características Geotécnicas del Subsuelo de la Ciudad de Veracruz", Tesis Profesional, Veracruz
- Moch, Yves, "Impacto ambiental de los materiales de construcción" , Barcelona 1996
- Moreno, Jesús. (2004) "uso y edificación del suelo, vivienda" directivos construcción, no. 171, Editorial especial directivos.
- Olgyay, Victor (1998). "Arquitectura y clima". Barcelona, Editorial Gustavo Gili.
- Olgyay, Victor. (1985) "Manual de diseño bioclimático para arquitectura y urbanismo". España: Editorial Gustavo Gilli.
- Organización Mundial de la Salud, OMS. (1983). <http://www.who.int/es/>

- Peter Wathern, 1988. "Evaluación de Impacto Ambiental Teoría y Práctica" . Capítulo 14. La EIA en Latinoamérica Laura Verocai Moreira, México.
- Rivero, R.: Arquitectura y Clima, UNAM, México, 1988
- Serra, Rafael (1999). "Arquitectura y Energía". Barcelona, Ediciones UPC
- Suayter, Luis. (2006) "Cimentación de las Construcciones". Influencia de las Condiciones Geológicas.