

**INSTITUTO TECNOLÓGICO Y DE ESTUDIOS
SUPERIORES DE MONTERREY**

CAMPUS MONTERREY

**DIVISIÓN DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA
PROGRAMA DE GRADUADOS EN INGENIERIA**



**TECNOLOGICO
DE MONTERREY®**

**ANÁLISIS DE POSIBLES MATERIALES, ELEMENTOS
CONSTRUCTIVOS Y DE DISEÑO QUE FACILITEN EL AHORRO DE
ENERGIA EN UNA VIVIENDA DE INTERÉS SOCIAL**

TESIS

**PRESENTADA COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL
GRADO ACADÉMICO DE:**

**MAESTRO EN CIENCIAS CON ESPECIALIDAD EN INGENIERIA Y
ADMINISTRACIÓN DE LA CONSTRUCCIÓN**

ANABEL RÍOS GUTIÉRREZ

MONTERREY, NL.

DICIEMBRE 2008

**INSTITUTO TECNOLÓGICO Y DE ESTUDIOS
SUPERIORES DE MONTERREY**

CAMPUS MONTERREY

**DIVISIÓN DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA
PROGRAMA DE GRADUADOS EN INGENIERIA**



**TECNOLÓGICO
DE MONTERREY®**

**ANÁLISIS DE POSIBLES MATERIALES, ELEMENTOS
CONSTRUCTIVOS Y DE DISEÑO QUE FACILITEN EL AHORRO DE
ENERGIA EN UNA VIVIENDA DE INTERÉS SOCIAL**

TESIS

**PRESENTADA COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL GRADO
ACADÉMICO DE:**

**MAESTRO EN CIENCIAS CON ESPECIALIDAD EN INGENIERIA Y
ADMINISTRACIÓN DE LA CONSTRUCCIÓN**

ANABEL RÍOS GUTIÉRREZ

MONTERREY, NL.

DICIEMBRE 2008

**INSTITUTO TECNÓLOGICO Y DE ESTUDIOS SUPERIORES DE
MONTERREY**

CAMPUS MONTERREY

DIVISIÓN DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

PROGRAMA DE GRADUADOS EN INGENIERÍA

Los miembros del comité de tesis recomendamos que el presente proyecto de tesis presentado por la Arq. Anabel Ríos Gutiérrez sea aceptado como requisito parcial para obtener el grado académico de:

Maestro en Ciencias con especialidad en Administración de la Construcción

Comité de tesis:

Jorge Gómez Domínguez, Ph. D.

Asesor

M.C. Eduardo Castañares Márquez

Sinodal

M.C. Kevin Luna Villareal

Sinodal

Aprobado:

Dr. Joaquín Acevedo Mascarúa.

Director del Programa de Graduados en Ingeniería

Diciembre 2008

Agradecimientos

A ti Señor, por permitirme llegar hasta aquí...
A mis hijos Catalina y Daniel, por la hermosa alegría que cada día me dan..
A Alexander, por su apoyo, su amor y por compartir tantos momentos
desde hace 8 años...
A mis padres, por su confianza...

	Contenido
Agradecimientos	iii
Índice	1
Introducción	2
Objetivo, metas y justificación	4
Capítulo 1: La vivienda y sus cambios	
1.1 El significado de la vivienda	7
1.2 La vivienda social a través de los años	8
1.3 La vivienda y el clima en la Comarca Lagunera	11
1.4 ¿Por qué la vivienda de interés social?	14
Capítulo 2: La energía sustentable aplicada	
2.1 Antecedentes	16
2.2 La energía y la vivienda	22
2.3 La vivienda actual y las aplicaciones de energía sustentable	25
2.4 La vivienda de interés social y sus posibles bio-aplicaciones	28
2.5 Antecedentes de la energía solar en México	35
Capítulo 3: Metodología e información	
3.1 Metodología	39
3.2 Recorridos a los Fracc. existentes, levantamiento de campo	40
3.3 Análisis de materiales térmicos existentes en el mercado	44
3.4 Posibles soluciones bioclimáticas para la vivienda	51
3.5 Descripción del prototipo seleccionado y propuestas	59
Capítulo 4: Desarrollo del proyecto	
4.1 Análisis de costos	65
4.2 Comparaciones, indicadores y diagramas	67
4.3 Viabilidad de las aplicaciones en la vivienda de interés social	74
Capítulo 5: Conclusiones y recomendaciones	
5.1 Conclusiones de la investigación	75
5.2 Recomendaciones	76
Bibliografía	78
Índice de figuras	83
Índice de tablas	84
Anexos	85

*...” ¿Quién puede dudar que el que vivamos es un don de los dioses
inmortales y el que vivamos bien un don de la filosofía?”...*

Introducción

Dentro de nuestros nobles antepasados, el hombre prehistórico contaba con su vivienda “primitiva” regida principalmente por factores ecológicos. En todas sus construcciones estuvo siempre impulsado por el sentido de la grandeza. El hombre salvaje ha dado ejemplo de buen tipo de vivienda ya desde sus inicios. ⁽¹⁾

En la antigüedad las cuevas sirvieron al hombre de protección, algo similar a la vivienda actual, formando esta parte de la naturaleza, sin ser tomada de propiedad personal. El hombre a quien simplemente llamamos cavernícola (vulgarismo corriente por “hombre del paleolítico superior”) era en realidad un amante de la vida al aire libre. Llevando este una vida seminómada que solo ocasionalmente utilizara las cavernas como refugio, utilizando estas principalmente como cocina y tumbas. Pero no por esto pensemos que los habitantes de las cavernas eran infrahumanos, al contrario. La caverna atrajo con frecuencia a élites que rara vez se mostraban en la superficie.

Pero, ¿que proyecta una vivienda? ¿Qué significado tiene para el hombre? Podemos mencionar que es un resguardo, una sombra, un receptáculo de nuestros sueños y anhelos, recuerdos e ilusiones. Al menos debería de ser el instrumento de la transición del estar al bienestar.

La vivienda se ha ido transformando a través de los siglos. En un mundo globalizado donde la familia ya no es lo que solía ser, pues los roles de sus miembros han ido cambiando, se puede suponer que una nueva planeación para el diseño de vivienda sea necesario. Las relaciones en el sector urbano y de vivienda han cambiado. La tarea del arquitecto actualmente no es la misma que la de su colega hace 50 años.

Es posible resumir que el reto de la arquitectura contemporánea es el de realizar un hábitat para la gran masa, sin olvidar – como lo hicieron muchos arquitectos de la segunda mitad del siglo XX,- los aspectos individuales de los habitantes. La calidad de vida difundida y generalizada depende en gran medida del ambiente en el cual se desarrolla la vida diaria, por lo que quien proyecta los lugares que constituirán una habitación debe pensarlos en esta dimensión y sobre todo con esta finalidad. Aquí nos preguntaremos si realmente el tipo de vida que la vivienda actual propone a sus habitantes corresponde o no a las exigencias de una organización social globalizada. Si bien la familia es el lugar institucional de la primera socialización, así como la reproducción de los valores convencionales, la casa es el lugar físico donde tal actividad cotidiana se desarrolla.

Ahora adentrándonos en el tema del desarrollo sustentable, mencionaremos que el término de sustentabilidad lo encontramos hoy en día en muchos artículos, periódicos y noticias pero, ¿es un concepto ó una mera tecnología?.

En general el punto central de la sustentabilidad es abarcar tres áreas: La ambiental, la económica y la social, todas ellas de manera equilibrada. Las tres están enfocadas al ahorro, bienestar propio y claramente, al medio ambiente. El enfoque que se abarcará en la presente investigación será en base a estas áreas, ya que ellas se involucran plenamente con la vivienda.

Describiendo estos enfoques, será mencionado que la sustentabilidad ambiental abarca la optimización de los recursos naturales minimizando la afectación al entorno. Dentro de esta área podemos mencionar la eficiencia en los recursos de aguas, eficiencia en los depósitos de desperdicios y alcantarillados, así como una eficiencia energética.

La sustentabilidad económica reduce los gastos por remodelación y mantenimiento, en ella mencionaremos el ahorro de energía a través de la aplicación de sistemas pasivos, así como la instalación de aparatos con rangos de energía.

La sustentabilidad social identifica el diseño de viviendas para las personas considerando su ambiente natural y social circundante, respondiendo básicamente a las necesidades de las personas y a las condiciones ambientales de la zona. Incrementando así el confort, mejora el estándar de vida y genera un mayor deseo de estar en casa, dando como resultado una mejor relación familiar, incluyendo amigos y vecinos.

La nueva ley de la vivienda en su artículo 72, establece que la CONAVI debe promover que las autoridades competentes expidan, apliquen y mantengan en vigor disposiciones legales actualizadas que garanticen la seguridad estructural, habitabilidad y sustentabilidad de toda vivienda.

En México las tendencias a la construcción de vivienda se encaminan a la implementación del concepto de sustentabilidad, así como a las nuevas necesidades de la población, que en su desarrollo cambian con el tiempo.

Con fundamento a lo anterior se debe ya de exigir una mejor calidad de vida dentro y fuera de nuestros hogares, no sin olvidar también una completa planeación urbana. Lo que en su caso arrojará una mejora en las condiciones en las que se encuentran las edificaciones. Esto conlleva a la aplicación del desarrollo de las tecnologías, con el fin de optimizar el aprovechamiento de los recursos naturales y ambientales.

En la presente investigación se realiza un estudio de la vivienda actual, los cambios que esta ha sufrido como vivienda social, la relación y aplicación

de la vivienda y la energía, así como la selección del sistema constructivo que favorezcan a mejorar la calidad de vida de los usuarios reduciendo el gasto de energía.

Objetivo

El objetivo de esta investigación es analizar uno de los prototipos de vivienda actuales de la Comarca Lagunera, México, proponiendo diversas aplicaciones que generen ahorro de energía en la vivienda como sistemas constructivos aislantes, equipo solar, vegetación, ventanería aislante, dentro de los rangos económicos posibles para la vivienda de interés social. Esto dará como resultado un enfoque de los costos que estas implementaciones tendrían, así como su impacto en el sector de la vivienda, dentro de las características del clima de la Comarca Lagunera.

Metas

Demostrar la factibilidad de estas aplicaciones, sus beneficios a los habitantes de la vivienda y al medio ambiente. También se pretende exponer el impacto económico que tendría el constructor y las posibles alternativas que puedan manejarse en la vivienda, dando así al propietario varias opciones de complemento para mejorar su confort interior y ahorro de energía.

Justificación

Actualmente en México se está iniciando en la aplicación de las energías renovables, con una gran difusión en los medios de comunicación.

El actual presidente de la república, Felipe Calderón Hinojosa cita en su programa nacional de vivienda 2007-2012, hacia un desarrollo habitacional sustentable:

"... Habremos de impulsar el desarrollo habitacional sustentable junto con las autoridades de los tres órdenes de gobierno, a fin de que el crecimiento habitacional no ponga en riesgo el patrimonio natural de las futuras generaciones. Para ello, se estimulará la construcción de viviendas con criterios de respeto al medio ambiente, se instaurarán nuevas formas oficiales, se aprovechará la experiencia internacional en este tema y se promoverá la formación de servidores públicos con conocimientos técnicos sobre vivienda sustentable..."

Uno de los proyectos del gobierno de la república es difundir los proyectos denominados "hipotecas verdes" donde por un costo de 80 pesos mensuales más al pago de la hipoteca, se genera un ahorro de 275 pesos mensuales en el recibo de la luz. Esta hipoteca abarca un calentador solar de agua, focos ahorradores de energía, dispositivos para reducir el

consumo de agua y aislantes térmicos. ⁽²⁾

Básicamente esto se refiere a una inversión mínima en el ahorro de energía, dejando abierto el rango de la aplicación de la tecnología viable por aplicar. Esto marca la pauta para observar que paulatinamente el gobierno busca involucrar a los constructores con este tipo de construcción.

Desgraciadamente en comparación con otros países como por ejemplo Alemania, Suecia y Dinamarca, donde el estado es un promotor de las energías alternativas, en México este apoyo apenas comienza a darse. Por lo que es un amplio y nuevo nicho de mercado a desarrollar.

Indudablemente, los recursos no renovables están llegando a su fin, por lo que esto es un buen motivo para explotar y desarrollar las fuentes alternas de energía. Esto nos obliga a aprovechar la gran cantidad de energía hasta ahora desperdiciada, para mantener cubiertas las necesidades actuales.

Una de las principales fuentes alternativas es la energía solar, donde la gran mayoría de nuestro país, y en especial la Comarca Lagunera cuenta con alta incidencia de radiación solar durante todo el año. Frente a estas "ventajas" geográficas es muy poco comprensible el uso limitado de este tipo de energía limpia en esta región.

Actualmente vemos que es de uso común el tener encendido permanentemente el aire acondicionado o los sistemas de enfriamiento, que en la mayoría de las veces trabajan innecesariamente a marchas forzadas, pues los espacios interiores no cuentan con una buena orientación o existen fugas de energía.

También faltan frecuentemente aislantes en muros y azotea que nos ayudarían a mantener la energía que estos aparatos generan.

El calentar el agua permanentemente en el boiler de nuestra casa, sin saber el derroche de energía que para esta acción se requiere es también algo cotidiano que desperdicia recursos energéticos.

Las edificaciones y las viviendas tienen un gran impacto en el medio ambiente y en la salud de las personas. La calidad ambiental asocia el bienestar y el confort de los seres humanos con los conceptos que definen el desarrollo sustentable.

Hoy en día, la vivienda en México constituye una de las principales inversiones del Gobierno federal, estatal y municipal. Esto implica que en los próximos años, según el índice de crecimiento poblacional, la inversión tendrá que aumentar en más de 20 mil millones, por lo que la vivienda crecerá 88.5% según la Comisión Nacional de la vivienda ⁽²⁾.

Gran parte de la vivienda de interés social en todo el país se maneja

estandarizada de manera errónea, proponiendo prototipos similares para cualquier parte del país, sin tener en cuenta las diferentes condiciones climáticas (geográficas y geológicas) de las regiones.

Esto repercute de manera directa en el confort, economía y salud de los habitantes de estas viviendas así como en un negativo impacto ambiental.

El incorporar elementos y materiales a la vivienda que permitan disminuir el gasto de energía, dando con esto mayor confort a los habitantes de la vivienda y menos daño al medio ambiente, nos ayuda a formar una conciencia ecológica de beneficio hacia nosotros mismo y el planeta.

..."El artista, el arquitecto primero siente el efecto que quiere producir y entonces imagina el espacio que pretende crear. El efecto que quiere transmitir al espectador sea de reverencia en una Iglesia hasta de

comodidad en una vivienda –es evocado por el material y la forma”...
Adolf Loos (1870-1933)

Capítulo 1: La vivienda y sus cambios

1.1 El significado de la vivienda

La vivienda es el espacio en el que la familia se desarrolla, encuentra estabilidad, seguridad, consolidación y provee al habitante sentido de pertenencia, otorgando un hábitat donde se desarrolla el individuo, la pareja y los hijos, siendo uno de los indicadores del desarrollo humano de las naciones. Es el lugar donde la familia fomenta y decreta las bases que le otorga el pertenecer a la sociedad, fomentando los cimientos del desarrollo individual de las personas.

En el área de la construcción la vivienda es uno de los motores más importantes del crecimiento económico y fuente generadora de empleos a nivel nacional.

La vivienda es un elemento fundamental que caracteriza la calidad de vida, el entorno ambiental y el carácter único de una comunidad, contribuyendo a dar sentido al lugar. ⁽²⁾

En algunos lugares la vivienda esta apegada al uso exclusivo de materiales locales, ya que asegura la persistencia de antiguos métodos de construcción. Cuando se introducen materiales y métodos extraños la tradición local declina, la costumbre es desplazada por las tendencias y el estilo vernáculo perece. Y dentro de este espacio cabe preguntarse si la desaparición de especies arquitectónicas nativas de un suelo no desequilibra el balance de las civilizaciones igual que la de ciertos animales y plantas desequilibra el balance ecológico.

La presencia de la vivienda como parte fundamental del ser humano viene de tiempo atrás. El derecho a una vivienda aparece en forma de alianza entre las organizaciones obreras y el gobierno, dando un cambio posteriormente como solución al crecimiento de la población.

Ya establecido el derecho a la vivienda en el artículo 123 de la Constitución Política de 1917, el país se dedicó a construir la infraestructura de seguridad social para cubrir las necesidades de la población, y en el año de 1943 se creó el Instituto Mexicano del Seguro Social (IMSS), con el fin de que la parte trabajadora contara con seguridad social, buscando también que posteriormente se proporcionara una vivienda a sus derechohabientes. Según SEDOL, existen diferentes tipos de vivienda, con 6 categorías: básica, social, económica, media, media alta y residencial, las

cuales se diferencian entre sus dimensiones totales de metros cuadrados construidos así como en el rango de ingresos recibidos.

1. 2 La vivienda social a través de los años.

Vitruvio (s. I. d.C.) expone en su obra "Los diez libros de la arquitectura", en el libro II donde trata su teoría sobre los orígenes de la arquitectura, cita como el hombre busca la protección frente a las fuerzas de la naturaleza, donde la construcción de la vivienda es parte del origen de la arquitectura. Posteriormente en su libro VI, al mencionar la vivienda privada, hace recomendaciones sobre aspectos orográficos, climáticos incluso astrales para una mejor ubicación de la construcción; mientras que para su diseño y compartimiento recomienda ajustar los espacios dependiendo de la categoría del dueño. ⁽²⁵⁾

Quince siglos después es León Batista Alberti, quien recupera el legado de Vitruvio sobre los tratados de arquitectura, rememora la comparación platónica entre casa y cuerpo. Para Alberti todo el arte de construir requieren de seis elementos: hogar, solar, distribución, muros, cubiertas y vanos; cabe resaltar que en su texto también hace recomendaciones sobre la elección del lugar y las orientaciones dependiendo de los criterios climáticos.

Los tratados renacentistas están llenos de citas sobre las construcciones destinadas a vivienda, incluso para las amplias clases bajas urbanas y rurales. Junto con el desarrollo y las transformaciones sociales paralelas, las referencias sobre la vivienda están presentes en los tratados sobre la ciudad ideal del mundo renacentista.

Poco a poco algunos arquitectos irán sumándose a las voces de críticas sociales al proceso industrializador. Un primer e importante ejemplo lo tenemos en la cuna de la Revolución Industrial, en Inglaterra, en 1781, cuando John Wood hijo, publicó su obra sobre los *cottages*, en la cual criticó las condiciones de vida de los trabajadores urbanos y rurales en sus viviendas. También en esta obra realizó algunos diseños posibles de viviendas "sociales". Quizás la mas famosa realización de este tiempo y de este tipo de vivienda se encuentra en la obra de Robert Owen (1771-1858), donde en New Lanark, (Glasgow, 1815) existen ejemplos aislados de estas viviendas sociales. De aquí en adelante todo el siglo XIX principalmente en Europa, se irá nutriendo de pequeñas ciudades erigidas por empresarios y arquitectos con preocupaciones sociales. (Al igual que Owen, para muchos otros socialistas utópicos una vivienda digna e higiénica debía ir acompañada de un salario justo, de la misma manera que de medidas sociales y educativas).

Dentro de este contexto europeo es lógico pensar que en la Inglaterra Industrial del siglo XIX aconteciera la mayoría de los intentos por crear viviendas dignas para la creciente población obrera. Un ejemplo interesante es el que se presentó en Mulhouse, Francia en 1853, donde un grupo de industriales construyeron unas viviendas para obreros las cuales les fueron ofrecidas en propiedad. Aunque el último interés de los industriales era supuestamente ejercer una "influencia moral" sobre los obreros al convertirlos en propietarios, este fue el primer caso de construcción de vivienda con fines de venta a los mismos obreros. ⁽²⁴⁾

Surgen posteriores similitudes de promoción de propiedad privada, algunos en torno a un patio central iluminado, otras en forma de bloques residenciales, pero todas con la similitud de que se encuentran más cercanas a las fábricas que a las ciudades.

Cabe mencionar que las viviendas en Europa en estos tiempos presentan graves condiciones sanitarias, así como falta de luz y ventilación, acrecentándose el riesgo de mortalidad por la falta de higiene. Este problema se convirtió en algunos países en una cuestión política de primer orden, dando como resultado estudios y tratados a esta problemática, y por otra parte surgieron áreas en los gobiernos, así como departamentos de sanidad pública, que atender y resolver estos problemas.

Durante la segunda mitad del siglo XIX se obtuvieron respuestas aisladas, aunque cada vez más acercadas, al problema de la vivienda social obrera. Ya en la Gran Exposición de Londres de 1851, Henry Roberts diseñó el prototipo de casa para obreros, basado en un modelo repetitivo de vivienda con dos plantas y cuatro apartamentos en torno a una escalera común, siendo este un modelo de gran influencia en la vivienda obrera a lo largo del siglo. Esta exposición marcó la pauta para la exposición de viviendas, ya que en posteriores exposiciones, al igual que se presentaron los avances técnicos, aparecieron también los avances en la vivienda.

Lo anteriormente descrito es un proceso evolutivo en el cual la vivienda obrera se convierte en uno de los principales temas para la sociedad y la política del siglo XIX. Esto referido a las condiciones higiénicas que presentan las viviendas y al problema urbanístico que conlleva su ubicación dentro de un continente en pleno proceso industrial.

En el siglo XX existieron dos momentos trascendentales en la relación entre la vivienda social y la arquitectura contemporánea, siendo el primero las experiencias del periodo de entreguerras y el segundo al concluir la II Guerra Mundial.

La nueva sociedad se asentaba en las ciudades transformándolas en megalópolis, percibiéndose un cambio visual de las ciudades. Estos se percibían en la expansión de la vivienda y de las vías de comunicación. Si

se compararan los planos de nuestras ciudades entre 1900 y 2000 se pudiera observar que el área de crecimiento esta mayormente ocupado por viviendas. La vivienda –y por consecuencia las vías de comunicación que comunican al ser humano- es la gran transformadora del entorno urbano.

Pero surgieron dentro de este proceso evolutivo, partiendo de los ideales anti-industriales, personajes como John Ruskin con un gran compromiso social, teniendo presencia en la sociedad inglesa hasta su muerte en 1900, convirtiéndose en una de las voces más críticas de la sociedad industrial y el capitalismo. Así como también William Morris, arquitecto que se dedicó a la construcción artesana dentro del movimiento *Arts & Crafts*, el cual estuvo estrechamente ligado a la evolución del movimiento en la ciudad jardín. A este entorno pertenece también Ebenezer Howard, quien definió claramente el camino que la vivienda social recorrería a partir de ahora y hasta los años 30. Llegando así hasta C.R. Ashbee, autocalificado como socialista constructivo, quién tras su encuentro con Frank Lloyd Wright, reafirma su creencia de que la resolución del dilema cultural planteado por la industria moderna dependía del uso adecuado de la maquina, aboga al igual que Howard por la descentralización de las concentraciones urbanas existentes, dando con ello un apoyo importante al vínculo entre el movimiento *Arts & Crafts* y la idea de la ciudad jardín.

Pero poco a poco fueron percatando que tanto la artesanía como la ciudad jardín ofrecían mas atracción para la clase media que para los obreros. Es así como se observa que el camino elegido al entrar en el siglo XX por artistas y arquitectos, principalmente ingleses, no parecía ofrecer una solución realista alcanzable en las condiciones socioeconómicas de la Europa occidental.

En 1906 se produce un hecho clave en la evolución de este movimiento: La producción en serie. La *Deutsche Werkbund*, cuya idea consistía en obtener la conjunción perfecta entre arte e industria para proponer una vivienda moderna, lleva a cabo las primeras tentativas europeas de tipos de vivienda y de sistema de producción en serie en muebles.

Walter Gropius, fundador de la Bauhaus en Dessau, Alemania, fue con sus ideas un elemento catalizador de todo el proceso evolutivo que ya iniciara en Inglaterra a mediados del siglo XIX, al heredar la preocupación de la arquitectura por la vivienda obrera. El arquitecto alemán reinterpretó así el movimiento iniciado por *Arts & Crafts* de aplicar el diseño a la fabricación de la vivienda social, con las enormes posibilidades que ofrece la industria. Gropius, que publicó ensayos sobre la vivienda y proyectara *Siedlung*, (fraccionamientos) que surgieran en entornos rurales, montando sobre el terreno sistemas prefabricados, recurrió a aspectos funcionales, tipológicos, industriales y teóricos en la vivienda. ⁽²⁴⁾

La vivienda en serie y la prefabricación están presentes en todos los grandes textos de la arquitectura de los años 20. El proceso experimental que vive la vivienda social en estos tiempos, es de tal magnitud que se le configura un diseño habitacional, por lo que es un precursor del actual. Nuestras viviendas de hoy en día, son una herencia de las viviendas sociales del siglo XX, donde el diseño y la configuración actual están basados en los principios anunciados y construidos por la arquitectura de vanguardia. Nuestras cocinas y baños son de la misma manera los herederos de los "experimentos" que transformaron estos espacios en las construcciones.

Los principios de soleamiento, ventilación y orientación, irrenunciables en la vanguardia arquitectónica, avanzan los principios medioambientales y ecológicos de la vanguardia actual en busca de un desarrollo sostenible también en el campo de la vivienda. (24)

1. 3 La vivienda y el clima en la Comarca Lagunera.

El conocimiento del clima es fundamental para determinar la demanda energética que se necesita para obtener el confort en las viviendas. Para realizarlo son necesarias las mediciones en la zona de referencia de la ciudad, así como también la recolección y el procesamiento de datos climáticos como temperatura, humedad relativa, y la radiación solar incluyendo el viento en magnitud y dirección. Los grados-día son un primer indicativo de la demanda de energía que requiere para acondicionar viviendas en una región regida por su clima y las condiciones de esta.

Según las alteraciones que el viento produzca en sus espacios habitables, este influye de manera notable en las condiciones psicológicas de los habitantes. Estos temas han sido de gran importancia y fueron mencionados a través de la historia. Tratadistas como ANDREA PALLADIO hacían referencia a la importancia de los espacios habitables, la selección del lugar, la ubicación en relación al comportamiento del viento y resaltaba en la importancia de los efectos de este la salubridad del lugar. Ante cualquier condición climática la vivienda debe intentar conseguir el máximo nivel de confortabilidad, lo cual implica el estudio de un fenómeno complejo en el que intervienen muchos parámetros y factores: el clima, el cual se puede entender como el conjunto de condiciones atmosféricas que caracterizan a una región o como el efecto a largo plazo de la radiación solar sobre la superficie y la atmósfera de la tierra en rotación. El modo más fácil de interpretarlo es en términos de medias anuales o estaciones de temperatura, humedad relativa y precipitaciones.

(2).

Los estados más vulnerables a una sequía meteorológica, se aprecian en la siguiente figura no. 1.

Figura 1: Mapa del grado de susceptibilidad en caso de sequía meteorológica.

Mapa del grado de susceptibilidad en caso de sequía meteorológica

(Índice de la severidad de la sequía meteorológica)



Para conocer la interacción del clima, la fisiología humana y las formas de propagación del calor se necesita un estudio de bioclima, el cual consiste en determinar las condiciones o sensaciones térmicas para el ser humano, en cada zona ecológica del país.

Según la guía para el uso eficiente de energía de la CONAVI (2006) La ciudades de Torreón, Coah., y Gómez Palacio, Dgo., pertenecen al bioclima cálido-seco con la siguiente descripción: *" Su temperatura media y mínima se encuentran por debajo de los rangos de confort, excepto en verano, cuando los sobrepasa; la máxima sobrepasa los rangos, excepto en invierno. La oscilación diaria es entre 10 y 20ª C. La humedad relativa es baja en primavera y permanece dentro de los rangos de confort en periodo de lluvias, con una precipitación pluvial meno a 600 mm. Anuales. Los vientos dominantes son calientes en verano y fríos en invierno."*

En la descripción del bioclima cálido seco, según la CONAFOVI, los meses fríos son de diciembre a marzo, con los siguientes requerimientos:

- ✓ Calentamiento directo por la mañana e indirecto por las tardes
- ✓ Inercia térmica de la envolvente
- ✓ Mínimo contacto del edificio con el medio ambiente

- ✓ Evitar infiltraciones
 - ✓ Evitar vientos fríos de invierno
- Los meses en transición (abril, mayo y noviembre):
- ✓ Ventilación adecuada para el control higrométrico
 - ✓ Humidificación por las tardes
- Meses de calor (julio a octubre):
- ✓ Evitar ganancias solares, directas e indirectas
 - ✓ Espacios enterrados, semienterrados, taludes
 - ✓ Formas compactas y contiguas
 - ✓ Áreas exteriores protegidas (microclimas con patios)
 - ✓ Ventilación natural con tratamiento previo (enfriamiento y humidificación)

Figura 2: Descripción de las sensaciones térmicas en el bioclima calido seco, ejemplo ciudad de Mexicali, clima similar al de la Comarca Lagunera.

Condiciones o sensaciones térmicas en el bioclima cálido seco
(Ciudad de Mexicali)



1. 4 ¿Por qué la vivienda de interés social?

Una vez descrito en el capítulo anterior, el origen y evolución de la vivienda social, se profundizará a continuación en este tipo de vivienda.

Dentro de las necesidades básicas del ser humano se encuentra la de protegerse del medio exterior, esto encuentra respuesta en la delimitación de los espacios habitables, variando de acuerdo a la sociedad y forma de vida.

En México uno de los principales problemas es la demanda de vivienda, una respuesta a esta problemática es el surgimiento de la vivienda en serie, para satisfacer las necesidades de un grupo de personas con un prototipo de vivienda establecido. Siendo esta una de las principales razones por la que las ciudades se están densificando a través de modelos estandarizados que se repiten sin importar su ubicación, clima y materiales, sin prever o planear una adaptación al medio, bajo características mínimas de vivienda. Viéndose afectada la calidad de vida de los habitantes. Es entonces donde comienzan a involucrarse los aspectos tecnológicos para poder alcanzar las condiciones de bienestar. FONSECA* opina que el solo considerar las temperaturas para poder determinar la capacidad de aire acondicionado, el nivel exterior de iluminación para el polarizado de los vidrios, el tamaño de las ventanas para evitar la asfixia, son símbolo de la ruptura del hombre en su entorno natural.

Vale la pena mencionar que el producto de esta ruptura son las viviendas sembradas sin un análisis previo del medio, en el que posiblemente se utilicen materiales poco favorables, generando altos consumos de energía. Actualmente se ha introducido los conceptos arquitectónicos hacia el manejo positivo de las condiciones ambientales, enfocándose en el aspecto bioclimático por medios artificiales, contribuyendo en menor escala a favor al medio ambiente.

Las viviendas seriadas son prototipos que se construyen en cualquier sitio sin importar su entorno, por lo que este tipo de casas no responden favorablemente a las condiciones climáticas, dirigiéndose por el camino del uso de los sistemas artificiales para conseguir un clima interior agradable. La demanda creciente de vivienda y la respuesta por satisfacer esta necesidad, han convertido en esta problemática en un negocio altamente redituable, ya que los constructores se han dedicado a construir viviendas estandarizadas a bajo costo y en poco tiempo. El motivo de estas acciones es obviamente una venta rápida, dando oportunidad de recuperar la inversión, sin tomar ni siquiera en cuenta el confort que requiere el usuario. El mayor porcentaje de edificación es el de vivienda popular, la cual por sus características socio-económicas y constructivas resulta avasalladora para la naturaleza.

La vivienda popular es considerada aproximadamente el 70% de la producción en el ramo de la construcción en México, y con esto uno de los

mercados con mayor crecimiento, por lo que al carecer de atención tecnológica y técnica es uno de los mercados más devastadores ambientalmente.

Si bien es verdad que los costos son de suma importancia para el desarrollo y la compra-venta de la vivienda, también lo es el que no se debe seguir esta tendencia avasalladora medio-ambiental, social y cultural que vivimos en la actualidad, esto con referencia primordial a las viviendas de clases económicamente menos favorecidas.

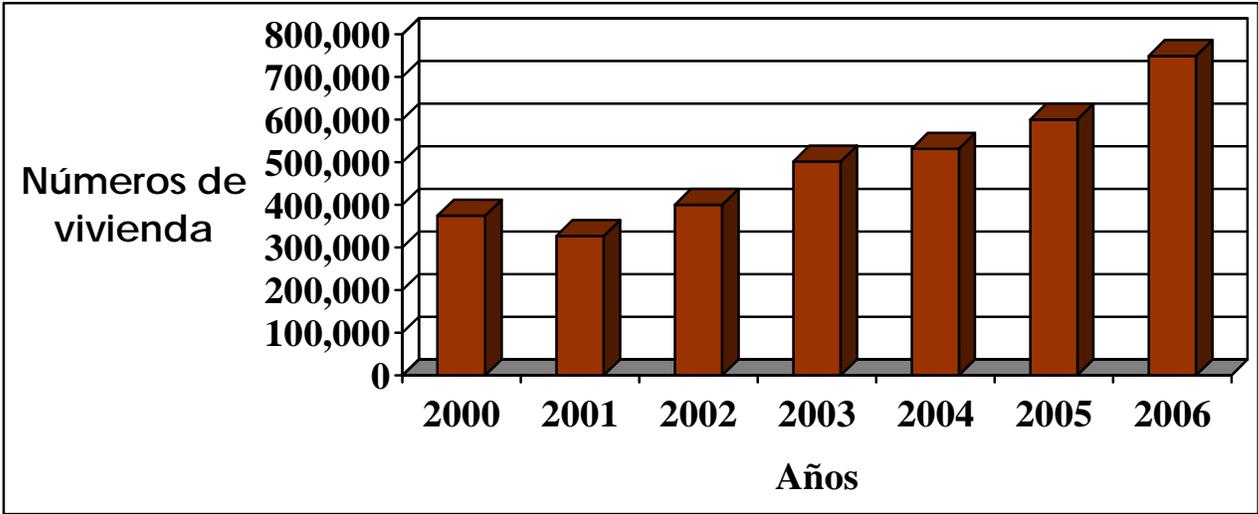
Ambiente y economía, son elementos que no están separados, al contrario el segundo depende del primero, ya que la economía social depende en todas sus formas del nivel de extracción global de la sociedad hacia los ecosistemas.

La tendencia en construcción de la vivienda de interés social ha estado a la alza en lo referente al concreto monolítico. Se estandarizan rendimientos en la construcción de vivienda, quedando en segundo lugar la utilización del block de concreto, sin considerar como se mencionó anteriormente, la falta de tecnologías aplicadas para reducir el impacto ambiental.

En la tabla 1 se presenta una comparativa de crecimiento en la vivienda.

Tabla 1: Comparativa de crecimiento de unidades anuales de vivienda de interés social. Fuente CONAFOVI.

Comparativa de crecimiento de viviendas anuales



Capítulo 2: La energía sustentable aplicada

2.1 Antecedentes

La relación de la arquitectura y el medio ambiente es un tema que ha sido de gran interés desde la antigüedad. El uso eficiente de la energía y los recursos es una de las preocupaciones actuales de gran importancia a nivel mundial, esto debido al gran deterioro que ha sufrido nuestro planeta por causa del uso desmedido de los combustibles fósiles que al desprender emisiones de gases al ambiente afectan directamente a la salud.

México enfrenta grados preocupantes de erosión de suelos, escasez de agua, contaminación atmosférica y de mantos, agotamiento de la energía de origen fósil, deforestación, desertificación y cambios en el uso del suelo. Estos fenómenos guardan una estrecha relación con la expansión y el crecimiento de los centros de población y en particular con la edificación de vivienda.

Además México sufre de manera cada vez mas obvia los efectos del calentamiento global, tales como la modificación de microclimas, incremento de temperaturas medias, desajustes en los niveles de precipitación, duración de temporadas y en la fuerza y calendarización de fenómenos climatológicos. Actualmente los planes y programas gubernamentales, impulsan la adopción de políticas y acciones encaminadas a prevenir los preocupantes efectos socioeconómicos de tales desajustes, así como su impacto directo sobre la agricultura, la habitabilidad y la disponibilidad de agua y energía. ⁽²⁾

Para analizar y plantear estrategias nacionales sobre energías renovables, la Secretaría de Energía se ha apoyado en la Comisión Nacional para el Ahorro de Energía, CONAE, creada como comisión intersecretarial en 1989 y elevada a la categoría de órgano desconcentrado de la Secretaría de Energía en 1999. A su vez, reconociendo su invaluable participación en el tema, la CONAE estableció, desde hace más de tres años, una alianza con la Asociación Nacional de Energía Solar, ANES, y juntas han operado el Consejo Consultivo para el Fomento de las Energías Renovables, COFER.

Lograr el confort en las viviendas de hoy en día sin el uso de la energía sustentable, puede provocar un gasto excesivo de energía eléctrica, lo que nos origina una serie de problemas que influyen directamente en la economía y el medio ambiente.

Las condiciones económicas que ha presentado el país durante los últimos años y actualmente, propiciaron un rápido crecimiento de la vivienda de interés social. Se están haciendo esfuerzos para facilitar la construcción de estas viviendas, pero esto no siempre consiste en casas habitación de

calidad. La superficie de construcción en este segmento es muy poca, con servicios muy básicos como lo son: baño, cocineta, sala comedor y dos recamaras, (en ocasiones solamente una). Todas estas dimensiones en su mayoría, con las mínimas dimensiones permitidas por reglamento. Esto refleja que las compañías constructoras edifiquen un mayor número de viviendas en serie en tiempos muy cortos, en la mayoría utilizando materiales inadecuados al tipo de clima de la región así como acabados de baja calidad para reducir los costos. Dando pie al olvido del objetivo original de la vivienda, para convertirse solamente en cuestiones que generen negocio.

La temperatura en el interior de un espacio arquitectónico se debe principalmente a las características térmicas de los materiales de construcción utilizados y al diseño de la envolvente de la vivienda. Es importante señalar que los elementos horizontales como los techos, son los que generan más calor al interior del inmueble, debido a que absorben el calor del sol durante la mayor parte del día en todo el año.

Estas acciones afectan en los habitantes de vivienda, tendiendo a adquirir equipos de aire acondicionado a veces hasta de segundo uso y baja eficiencia, los cuales son utilizados por largos periodos, dando como resultado altos costos de operación que se ven reflejados en los recibos de luz. El desarrollo sustentable satisface las necesidades de las generaciones presentes sin socavar la capacidad de las generaciones futuras para satisfacer las suyas ⁽³⁾. Según 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 ofrece."* ⁽⁴⁾ La vivienda bioclimática crea óptimas condiciones de confort para sus ocupantes a través de un diseño lógico y de sentido común, que considere las variables climáticas y ambientales. ⁽²⁾

Para un análisis completo y correcto de las condiciones climáticas es indispensable conocer el área de estudio. No menos importante son los impactos térmicos de las cubiertas, y el tipo, características y especificaciones de los materiales. Esto tiene el fin de tener una adecuada elección del material a emplear y aprovechar las ganancias de calor mediante la captación de radiación solar, mejorando el bienestar térmico de la vivienda, disminuyendo el uso de energía eléctrica, y disminuyendo los daños al medio ambiente.

Una vivienda sustentable hace uso eficiente de la infraestructura existente de la energía, el agua, los materiales y el suelo. Esto no solo para ahorrar recursos financieros, sino también para salvaguardar la salud, hacer una casa mas confortable y proteger el medio ambiente y los recursos

naturales. Adicionalmente, la electricidad es el tipo de energía que mas se relaciona con el consumo energético en la vivienda, debido al uso de los electrodomésticos y a los equipos de iluminación y climatización.

El desarrollo sustentable de los recursos naturales aplicado a la vivienda, implica la incorporación de nuevas exigencias a lo largo del proceso constructivo de una casa y un cambio de las técnicas y sistemas de construcción. Se requiere brindar la atención adecuada a la promoción y aplicación de prácticas concretas y reales para que dentro de la vivienda existan condiciones para el ahorro de la energía. ⁽²⁾

A continuación se presenta en la figura 3, una estadística de CONAVI que representa el consumo de energía en la vivienda:

Figura 3: Descripción del consumo de energía en la vivienda (2007).

CONSUMO DE ENERGÍA

□ **En México el consumo de energía en la vivienda representa el 25% del uso nacional de energía.**

El uso de energía en México está relacionado con las condiciones climáticas favorables que no requieren de mucha energía para calentamiento.

Se estima que:

**61% de la energía es usada para cocinar,
28% para calentar agua,
5% para iluminación y
3% para enfriamiento.**

En comparación, el uso mayor de energía en países miembros de la OCDE son para calentamiento de espacios, seguido por calentamiento de agua, y en proporciones pequeñas en la cocina y para iluminación.

(de OCDE Grupo de Trabajo Sobre Política Nacional Ambiental, 2002)



En la figura 4 se indica el consumo equivalente a un millón de viviendas, así

como la distribución de créditos hipotecarios en el 2007:

Figura 4: Distribución regional de créditos hipotecarios INFONAVIT 2007.



A continuación se mencionan algunas acciones futuras en la Figura 5, que se contemplan dentro del desarrollo sustentable en el periodo del actual presidente de la República según los datos de la Comisión Nacional de la Vivienda, viendo reflejadas varias actividades que involucran a la vivienda sustentable:

Figura 5: Acciones futuras por desarrollar en el periodo del presidente Felipe



Algunas Acciones Futuras

Tecnología para la vivienda sustentable ✓

- ☐ → Mediciones y monitoreo de los diseños y las tecnologías incorporadas en la vivienda
- ☐ → Estudio costo – beneficio de tecnologías y productos de ambas matrices

Normatividad y evaluación de la vivienda sustentable

- ☐ Concluir Anteproyecto de NOM-020-ENER, Eficiencia Energética en edificaciones, envolvente de edificios residenciales
- ☐ Indicadores que funcionen como línea base para generar políticas, estándares y regulaciones que se incluirán en la normatividad
- ☐ Sistema de análisis para evaluar y calificar los aspectos técnicos de proyectos sustentables ✓

Financiamiento a la vivienda sustentable ✓

- ☐ Mecanismos financieros que permitan solventar el sobre costo que hoy implica la incorporación de ecotecnologías. Ej: hipotecas verdes

Difusión y capacitación

- ☐ → Establecer programas relacionados con la sustentabilidad a nivel nacional.



Desarrollo Sustentable

Comisión Nacional de Vivienda

En la tabla 2 se puede observar que la vivienda de interés social encabeza la lista de la clasificación de la vivienda dentro del rango de precio, ya que desde hace tiempo es la de mayor demanda en el mercado.

En la figura 6 se presenta el margen de crecimiento esperado para la vivienda en los próximos veinte años.

Tabla 2: Clasificación de la vivienda según SHF (2004).

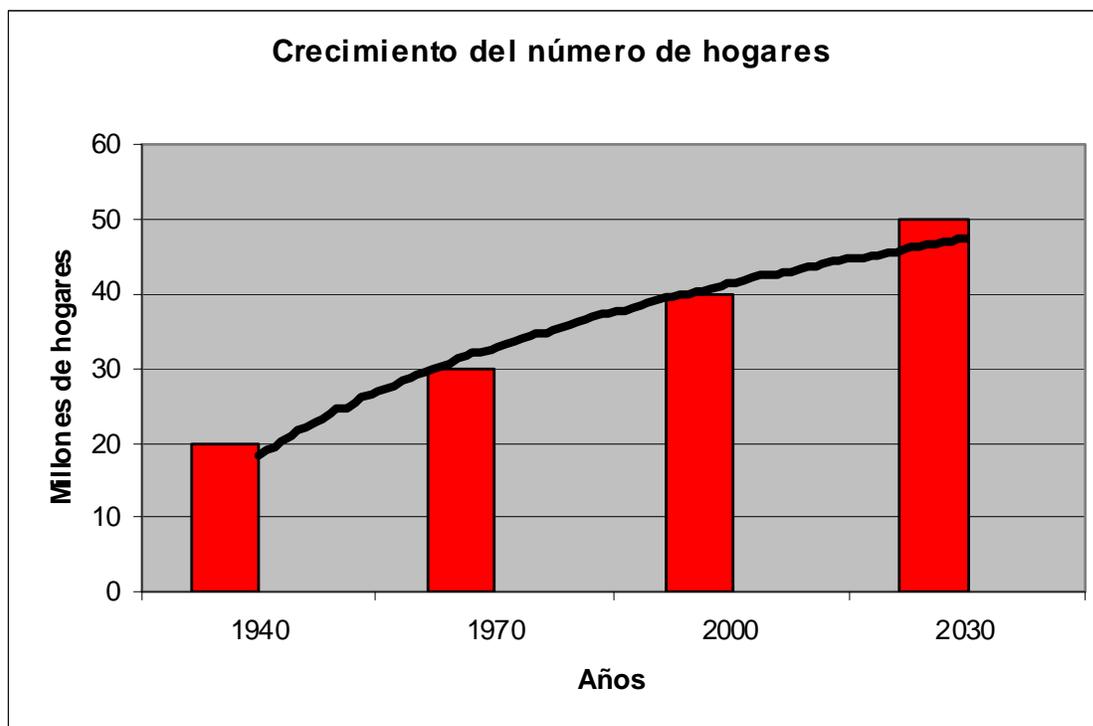
Documentación de la Casa (CIDOC) y la Sociedad Hipotecaria Federal (SHF) se clasifican en:

Clasificación de la vivienda por rango de precio

tipo de vivienda	rango de precio	precio promedio	% unidades de vivienda
Mínima	menos de \$86,600	\$74,000	7.6
Interés social	de entre 86,600 y menos de 212,000	\$179,000	29.3
Económica	de entre \$212,000 y menos de \$406,000	\$296,000	26.4
Media	de entre \$406,000 y menos de \$1,060,000	\$649,000	28.5
Residencial	de entre \$1,060,000 y menos \$2,110,000	\$1,451,000	4.8
Residencial plus	mas de \$2,110,000	\$3,330,900	3.3

Fuente SHF, 2004

Figura 6: Plan de crecimiento de viviendas hacia el 2030, CONAFOVI (2007).



Las cifras del INEGI muestran que en México había 24 millones de viviendas

habitadas en el 2005 y por su parte el CONAFOVI estima que para el 2030 se formarán 23.3 millones de nuevos hogares, lo que representa un crecimiento de 880 mil nuevos hogares al año.

2.2 La energía y la vivienda

A través del uso de la energía, el hombre ha logrado adaptar gran parte de su entorno natural a sus necesidades y exigencias. Antes de la Revolución Industrial se usaban básicamente fuentes de energía renovables. Pueblos y ciudades se asentaban según las consideraciones del microclima local para el aprovechamiento de la energía solar. Con la evolución de la tecnología fueron abriéndose nuevas perspectivas, aumentando la demanda energética. Durante las guerras y post guerras mundiales la energía fue de gran importancia, ya que los combustibles fósiles y la energía nuclear se consideraron como las formas más económicas de abastecimiento de energía.

Hoy en día ya no se pueden ignorar los daños ambientales asociados al uso de energías no renovables. ⁽²²⁾ La energía en México es una fuente básica para el bienestar humano y el acceso a las diversas fuentes de energía es fundamental para combatir la pobreza, además de ser una de las actividades económicas más importantes de este país y la principal fuente de ingreso público.

Sin embargo que en México, la cultura de ahorro de energía se inició hace más de una década, 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. Hoy en día el gobierno actual ha incluido dentro del programa Sectorial de Vivienda 2001-2006, la promoción de la racionalización del consumo de energía, mediante el uso de equipos energéticamente eficientes que funcionen con fuentes alternas de energía, así como recomendaciones o criterios de diseño sustentable para la construcción de vivienda. ⁽²⁾

La energía es la capacidad que tiene la materia de producir trabajo en forma de movimiento, luz, calor, etc. Esta proporciona una serie de beneficios en la vivienda, tales como calor para cocinar los alimentos y calentar el agua, iluminación, refrigeración, climatización (aire acondicionado o calefacción) y entretenimiento entre otros.

Según el Balance Nacional de energía 2004, en México el 90% de la energía que se utiliza proviene de la energía no renovable, mientras que solo el 10% es renovable.

En el 2004, del consumo total de energía, el 44% lo consumió el sector del

transporte, el 30% el sector industrial, el 23% el agregado formado por los subsectores de vivienda, comercio y público, y el 3% restante, el sector agropecuario. El grupo que nos interesa en este desglose es el de la vivienda, el cual pertenece al agregado formado por los sectores antes descritos, de los cuales el 83.8% corresponde a la vivienda, el 13.7% al sector comercial y el 2.6% a los servicios públicos.

Después del gas (LP) y la leña, utilizados para el calentamiento de agua y cocción de alimentos, es importante señalar que en nuestro país, es la luz eléctrica el energético más utilizado en la vivienda, debido al uso de electrodomésticos, equipos de iluminación, y sistemas de climatización (aire acondicionado y calefacción). Sin embargo en algunas ciudades el consumo de electricidad compite por el primer lugar con el gas (LP), el cual se utiliza para el aire acondicionado y la calefacción.

El sector vivienda ha sido históricamente uno de los de mayor crecimiento, tanto en su consumo energético como en el número de usuarios, según se puede apreciar en la tabla 3. También se presenta una gráfica representativa.

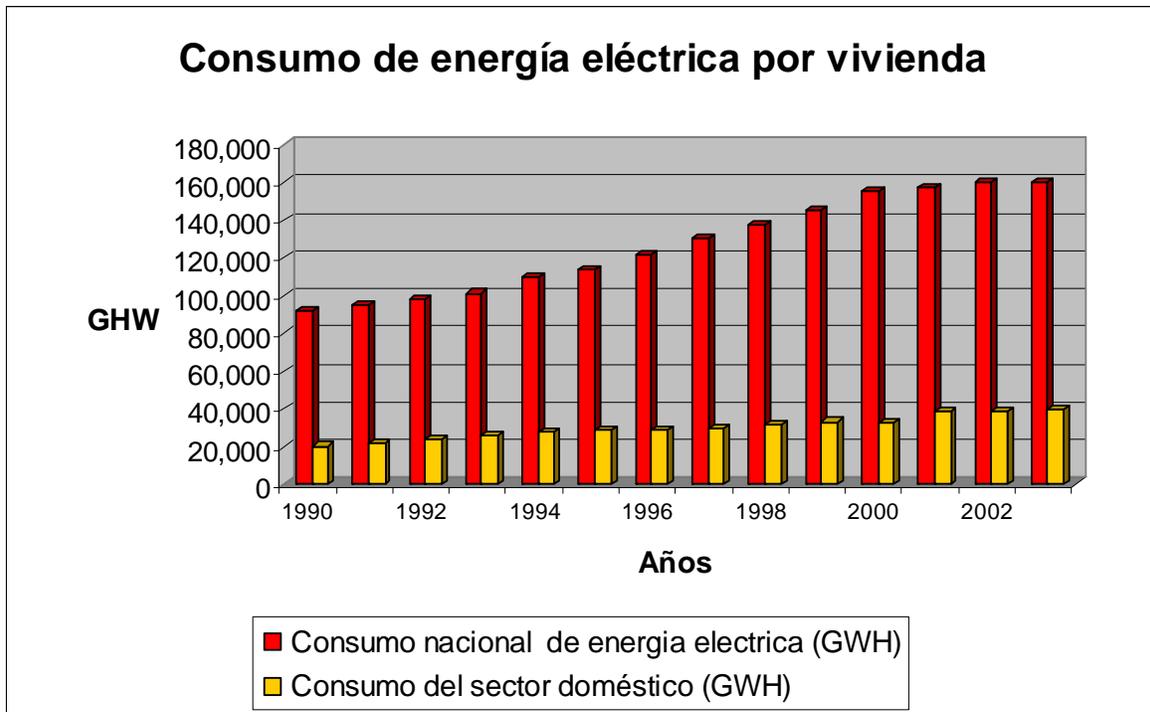
Tabla 3: Consumo de energía eléctrica en viviendas, FUENTE: FIDE 2004.

Consumo de energía eléctrica por vivienda				
Año	Consumo nacional de energía eléctrica (GWH)	Consumo del sector Doméstico (GWH)	Usuarios total nacionales (miles)	Usuarios domésticos (miles)
1990	92,123	20,390	16,285	14,318
1991	94,768	21,984	17,154	15,098
1992	97,570	24,051	17,975	15,843
1993	101,276	25,510	18,690	16,494
1994	109,533	27,782	19,434	17,157
1995	113,365	28,462	20,143	17,807
1996	121,571	28,497	20,668	18,293
1997	130,254	29,645	21,387	18,907
1998	137,213	31,690	22,155	19,562
1999	144,996	33,370	22,917	20,236
2000	155,349	33,130	23,881	21,055
2001	157,201	38,344	24,851	21,872
2002	160,201	39,032	25,912	22,784
2003	160,384	39,863	26,954	23,692

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. En la figura 7 se presenta el consumo nacional de energía eléctrica referenciado con el consumo del sector domestico.

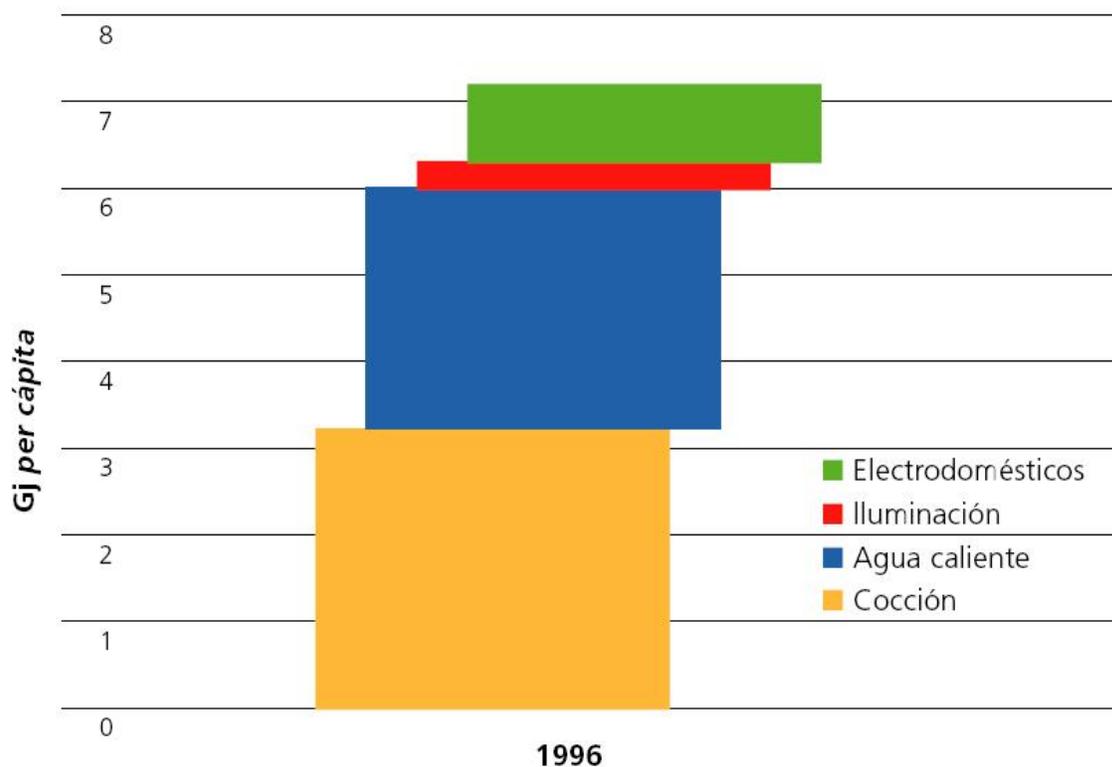
Figura 7: Gráfica representativa de la tabla 3 del consumo de energía eléctrica por vivienda del período 1990 – 2002 (2007).



En la vivienda, la energía es utilizada principalmente para calentar agua, preparar alimentos, iluminación, conservación de alimentos y diversas formas de entretenimiento. El promedio nacional del uso de la energía en la vivienda de México se describe en la tabla 4, donde se aprecia que el mayor uso es para la cocción de alimentos, seguido por el calentamiento de agua y el rubro de la iluminación.

La climatización y los electrodomésticos en general ocupan en el promedio nacional el 3er lugar. Cabe aclarar que las viviendas del norte de México, lo cual nos ocupa en esta investigación, con un clima cálido-seco y las de las costas, con clima calido-húmedo demandan mayor energía para la climatización, y por lo tanto, en estas zonas el uso de energía para este rubro ocupa el segundo lugar de consumo.

Tabla 4: Usos de energía en la vivienda urbana Per cápita en México, Fuente:



2.3 La vivienda actual y las aplicaciones de energía sustentable

La sustentabilidad es uno de los conceptos más significativos de los últimos años y ha llegado a influenciar el diseño de políticas gubernamentales globales en áreas tan diversas como la economía, la sociología, los energéticos, la vivienda y el desarrollo.

El uso moderno de sustentabilidad fue identificado originalmente en el informe "*Sobre nuestro futuro común*", (1987-1988) coordinado por la noruega Gro Harlem Brundtland, en el marco de la "Conferencia Internacional de las Naciones Unidas, Eco 92", celebrada en Río de Janeiro, Brasil. El término de sustentabilidad se refiere a "*satisfacer nuestras necesidades actuales sin comprometer la capacidad de las generaciones futuras para satisfacer las suyas*".

La vivienda sustentable sólo podrá realizarse a partir de una estrecha comunicación entre sus diferentes actores: El cliente, el habitante, los planificadores y diseñadores; técnicos abiertos a nuevas alternativas, instituciones públicas y privadas abiertas a una nueva propuesta de diseño. La vivienda sustentable tendrá que enfrentar la correcta selección de tecnologías apropiadas y apropiables, la correcta selección de materiales, desde los tradicionales hasta los modernos, considerando su renovabilidad

así como el correcto balance de mano de obra y capital, sin olvidar el correcto manejo de los recursos energéticos. A continuación se describen algunas posibles opciones comunes de adaptación a la vivienda, también una tabla comparativa de costos entre una vivienda tradicional y una vivienda sustentable:

Figura 8: Opciones de eco tecnologías para la vivienda.

Ecotecnologías para la vivienda sustentable	
•	Materiales térmicos y aislantes.
•	Focos ahorradores de energía.
•	Aprovechamiento de energía solar.
•	Microsistemas para tratamiento de aguas grises.
•	Sanitarios ecológicos.
•	Captación, almacenamiento y re-uso de aguas pluviales.
•	Calentadores de agua.
•	Análisis de radiación térmica e indicadores climatológicos.

Tabla 5: Tabla comparativa de costos en vivienda tradicional y sustentable, fuente (ABM).

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%
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. Fuente: Asociación de Bancos de México (ABM).			

El desarrollo sustentable requiere entre muchos aspectos, que se brinde la atención adecuada a la promoción y aplicación de prácticas concretas y

reales para que las construcciones sean eficientes, desde el punto de vista energético, y vigilar que dentro de las viviendas exista la infraestructura para el ahorro de la energía. Ningún desarrollo podrá ser considerado sustentable mientras no mejore los niveles de vida del común de la población, satisfaciendo sus necesidades básicas inmediatas. ⁽²⁾

La calidad medioambiental asociada al confort de los seres humanos y al desarrollo sustentable de los recursos naturales, aplicado a la vivienda, requiere de la incorporación de nuevas exigencias a lo largo de todo el proceso constructivo, y de la modificación de costumbres desarrolladores y usuarios.

Según CONAVI, una de las políticas energéticas que más éxito ha tenido en otros países ha sido la regulación en el aislamiento de las nuevas construcciones. Una política adicional que podría tener éxito a largo plazo, sería garantizar que las nuevas construcciones de vivienda tuviera un diseño que les permitiera un menor consumo de energía, particularmente en la zona norte del país donde el clima es extremoso. Este aspecto es parte de la investigación de este trabajo, además de electrodomésticos eficientes y calentadores de agua mixtos, (solare y gas LP). El incremento en el costo no sería significativo y este podría ser pagado por los nuevos propietarios mediante un sistema de financiamiento.

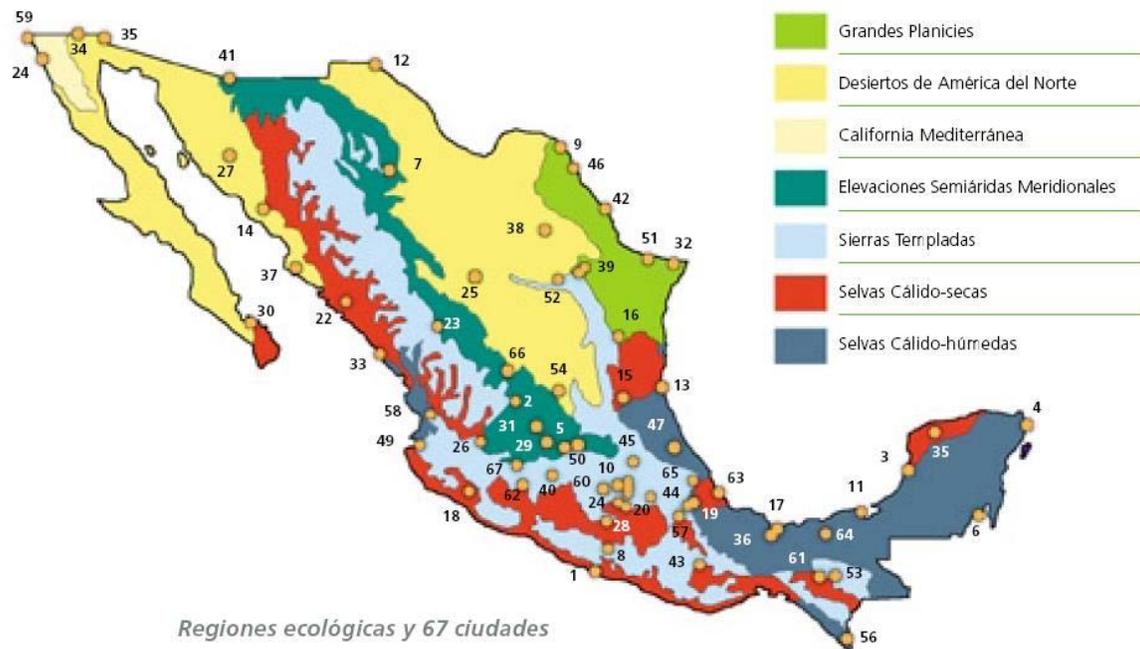
En México ya existen programas para la adecuación de la vivienda manejados por la CFE y el FIDE. El primer proyecto de este tipo que se llevó a cabo fue en Mexicali, B.C., bajo el nombre de *"Asistencia Sistemática Integral para el Ahorro de Energía (ASI)"*. La primera etapa consistió en cambiar focos incandescentes por lámparas fluorescentes compactas, posteriormente la adecuación se extendió a tres áreas más, aislamiento del techo, doble vidrio en ventanas, cambio de aire acondicionado ineficiente por el de alta eficiencia energética.

En los últimos años se le agregó el cambio de refrigeradores viejos por nuevos, los cuales bajo la Norma Oficial, consumen menos energía. Los programas de adecuación de vivienda llevan hasta el momento más de 100 mil viviendas mejoradas, las cuales consumen menor energía. ⁽²⁾

Las viviendas donde el aumento en el uso de energía se debe a la necesidad de climatizar el ambiente, la elevación en el consumo de energía se relaciona con tres factores: El clima del lugar, la ineficiencia tecnológica y el diseño inadecuado de la vivienda, elementos que pueden presentarse combinados o de manera individual.

Para ahorrar energía en los sistemas de climatización es necesario adecuar la envolvente de la vivienda, con la finalidad de mejorar su comportamiento térmico, lo cual puede lograrse con base en criterios bioclimáticos, como la ventilación natural, el control solar, el enfriamiento pasivo, el uso de material aislante, etc.

Figura 9: Regiones ecológicas en la República mexicana, fuente Guía CONAFOVI, 2006



2.4 La vivienda de interés social y sus posibles bio-aplicaciones

Los principios bioclimáticos deberían aparecer dentro de la construcción como un hábito y no como una excepción o un lujo. Estos deben tener como objetivos la calidad del ambiente interior y la reducción de los efectos negativos sobre el medio ambiente. Las condiciones de comodidad o confort térmico dependen de las variables del medio ambiente como la temperatura, humedad, velocidad del aire y radiación incidente. ⁽²⁾

Los métodos para la determinación de comodidad térmica se han desarrollado desde el siglo pasado, lo que permitió implementar normas o sugerencias de valores en los parámetros, dentro de los cuales el ser humano está cómodo. La comodidad en Gran Bretaña está definida entre 14.4 y 21.1 °C en la temperatura del aire en contacto con el cuerpo humano. En los Estados Unidos de América entre 20.5 y 26.7 °C, y en los trópicos entre 23.3 y 29.4 °C con humedades relativas entre 30 - 70% ⁽²⁶⁾

Estas especificaciones de temperatura y humedad que determinan la zona de comodidad, pueden verse alteradas por:

La presencia de viento, ya que aumenta el mecanismo de transferencia de calor por convección (movimiento del aire).

La incidencia de radiación (calor emitido por el sol o las superficies calientes), lo que dificulta la salida de calor del cuerpo humano.

La ocurrencia de enfriamiento por evaporación en el aire que entra en contacto con el cuerpo humano, lo cual aumenta la salida del calor del mismo.

La pérdida de radiación infrarroja del cuerpo humano debido a superficies frías que lo circundan, lo que permite la salida al confort térmico.

La modificaron de la temperatura del aire que entra en contacto con el cuerpo humano debido a la transferencia de calor por convección con materiales que conforman el medio ambiente y que son capaces de almacenar calor.

Los conceptos mencionados permiten fijar las estrategias de diseño térmico de una vivienda. El confort en la vivienda se puede lograr por medio de una serie de soluciones sencillas y poco costosas, que permiten limitar la pérdida de calor dentro de la vivienda y enfriarla de una manera más económica o calentarla. ⁽²⁾

Los objetivos generales para lograr que tanto los edificios, viviendas y construcciones sean mas eficientes se pueden resumir de la siguiente manera:

1-. Tomar medidas correctivas técnicas en las construcciones, solamente cuando su afectación sea mínima a la estancia del edificio o vivienda. Dentro de lo posible el edificio debe de contar con medidas propias contra condiciones hostiles y poder conseguir una situación de confort que reduzca al mínimo las necesidades de calefacción o de refrigeración adicional.

2- . El edificio debe ser capaz de no limitar al usuario de las influencias exteriores naturales y benéficas para el, dando preferencia a la luz y ventilación naturales.

3-. Los edificios deberían de tener la capacidad técnica de abastecerse y almacenar energía de fuentes naturales para poder utilizarla según sus necesidades, para favorecer así que las demandas energéticas sean mucho menores.

4-. Las viviendas se deben integrar ecológicamente al entorno correspondiente. No solamente se debe reducir al mínimo su consumo energético interno, sino que además no deben ejercer ninguna influencia negativa sobre el medio ambiente.

Para conseguir estos objetivos es necesario un estudio de la región y analizar la relación entre la actividad humana y el entorno, así como dar realizar una sinopsis a la historia. Las primeras construcciones de la humanidad solamente protegían al hombre de las temperaturas adversas y de los intrusos. No hace mucho, la mayoría de los seres humanos pasaban una parte importante de su vida al aire libre. Dependiendo en gran medida de las estaciones del año y de las horas del día. ⁽²²⁾

Con el paso de los años las necesidades, actividades y factores externos que rodean al ser humano han cambiado. Las actividades que comienzan a realizarse a favor de una mejor vivienda, así como una mejor calidad de vida en este país aún son pocas. Poco a poco empieza a crecer el interés de implementar elementos bioclimáticos que proporcionen ahorro, beneficiando a los usuarios y el medio ambiente.

Actualmente el INFONAVIT y el Gobierno Federal promueven y estimulan el uso de las recién creadas “Hipotecas verdes” donde al comprador, por medio de subsidios promocionan e incitan a adquirir estas viviendas con cierta preferencia, respecto a las viviendas “tradicionales”. A su vez, los constructores también se ven invitados para actualizarse en tecnología y poder ofrecer a sus compradores una vivienda en la que puedan obtener ahorros mensuales directamente enfocados a su bolsillo.

A continuación se presenta una tabla comparativa donde se describe el ahorro económico en los años 2007 y 2008, las emisiones de CO₂ evitadas al mes con el uso de estas tecnologías, y el ahorro mensual reflejado, según el caso, en las unidades de ahorro.

Tabla 6: Tabla que describe los ahorros en clima calido-seco fuente: INFONAVIT.

Tabla de ahorro que genera estas aplicaciones en clima calido-seco (año 2007y 2008):				
Descripción	CO2 evitado kg/mes	Ahorro de gas/luz KG/mes-Kwh-m3	Ahorro mensual 07	Ahorro mensual 08
1- Calentador solar	59.5	19.83	\$ 190.00	\$ 195.38
2- Aislante**	52.7	79	\$ 173.80	\$ 173.80
3- Economizador de agua doble botón 3/6 lts (sistema Dual)	1.493	10.56	\$ 21.13	\$ 22.78
4- Cebolleta con obturador integrado (regadera)	1.493	4.95	\$ 21.43	\$ 23.12
5- Dispensores (llaves ahorradoras)	1.493	4.62	\$ 20.00	\$ 21.56
6- Calentador de gas tipo instantaneo	28.25	9.42	\$ 80.00	\$ 80.00
7- Lámpara fluorescente	12.85	19.26	\$ 42.36	\$ 49.68
			\$ 548.72	\$ 566.32
** Este ahorro se considera en conjunto con aire acondicionado o diseño bioclimático				

Cabe mencionar que el INFONAVIT ha implementado ciertos criterios para los proveedores que estén interesados en proporcionar estos servicios a los constructores. Básicamente se debe contar, como empresa establecida,

con la papelería en regla requerida y el producto en si, debe cumplir con ciertas normas para garantizar su eficiencia y buen uso. Esto tiene varias resonancias. Por una parte, se obliga al proveedor a que su producto tenga perfectas condiciones y garantice un uso recomendable, dando así al cliente cierta comodidad y garantía. Por otro lado, se limita la participación de proveedores locales que no estén registrados en este padrón, incluso si el producto que ofrecen cumple con las garantías requeridas. Esto puede generar un costo extra para el constructor que desee implantar el producto en sus viviendas, dado que este tendrá que cubrir los costos que se generen el contratar un proveedor foráneo.

A continuación se presentan una tabla que demuestra las normas requeridas que solicita el INFONAVIT con las que el producto debe cumplir, así como las marcas que ya cumplen con estas características.

Tabla 7: Tabla de descripción de los posibles requerimientos a implementar en la Hipoteca Verde, fuente: INFONAVIT.

Descripción de los posibles requerimientos a implementar en la llamada "Hipoteca verde":		
Descripción	Norma con la que debe cumplir:	Posibles marcas ó tipo de producto:
1-. Calentador solar	NMX-ES-004-NORMEX-2005	Apricus, Eurosol, Sunway, Axol
2-. Aislante	NOM-018-ENER- ó sello FIDE	Placa fibra mineral de roca, placa de poliestireno expandido o extruido, poliuretano por aspersión
3-. Economizador de agua doble botón 3/8 lts (sistema Dual)	NOM-008-CNA-1998 y NOM-009-CNA-2001	inodoros: Lamosa, American Standard, Helvex
4-. Cebolleta con obturador integrado (regadera)	NOM-008-CNA-1998	regaderas: Helvex, Urrea, Ideal Standard
5-. Dispensores (llaves ahorradoras)	NOM-005-CNA-1997	
6-. Calentador de gas tipo instantaneo	NOM-0063-ENER-2000	
7-. Lámpara fluorescente	NOM-064-SCFI y NOM-017-ENER-1997 ó sello FIDE	Laiting, Osram, Philips mexicana

Considerando las características y datos antes expuestos, ¿garantizan al usuario que su vivienda se convierta en una vivienda sustentable?, ¿encontramos eco en el uso de estas tecnologías?, ¿Qué pasará con las viviendas tradicionales construidas en todos los años anteriores? ¿Implementarán un apoyo para integrar estas viviendas al ahorro mensual? Desafortunadamente este programa es algo nuevo para este país falto de innovaciones y tecnologías aplicadas a vivienda, así como también falto de conocimientos en la capacidad de implementar y

aceptar nuevos métodos constructivos. Es importante mencionar, que un reflejo de la falta de conocimiento en el tema y la prisa por implementar a nivel nacional el programa "verde", ha incitado a las Instituciones a "facilitar" a los constructores el etiquetar a una vivienda con el rango de "hipoteca verde". Ya que solamente al cumplir con un mínimo de los conceptos solicitados, el INFONAVIT considera a la vivienda como "verde" si el usuario registra un mínimo ahorro de 215 pesos mensuales en combinación de varias aplicaciones de las ya establecidas (véase tabla 6).

Lamentablemente debido a que es el inicio y hay poca experiencia en el campo, esto se está considerando solamente con un fondo económico, sin la base de un estudio profundo por región. Es poco probable que una vivienda se pueda considerar como "aislada" si solamente cuenta con un aislante en la losa, olvidando las fugas de energía que se presentan en los vanos de puertas y ventanas, ya sin mencionar su ubicación, muros críticos o sistema constructivo, sin contener un estudio previo de los materiales regionales y aspectos de la localidad.

Y, ¿que opinan los constructores? Desafortunadamente se puede observar que los constructores básicamente mantienen el interés de incorporar sus estas tecnologías a las viviendas para no quedar fuera del mercado entre los derechohabientes. Aún no se demuestra el interés por contribuir a conservar el medio ambiente, pesa más el negocio que implementar correcta y completamente las aplicaciones que generen ahorro directo en la vivienda. Esto debe de tomarse en cuenta por parte del gobierno para la modificación de sus futuros programas a implementar y aumentar la atracción para los desarrolladores al implementar estos programas.

Un ejemplo claro lo citaremos en la implementación del aislante térmico en casas. Dentro de la "Hipoteca verde", se estableció que éste irá en paquete con equipos eficientes de aire acondicionado y, ¿Qué pasará con las personas que no puedan o no quieran adquirir un equipo? Posiblemente no alcanzarán la posibilidad de contar con este beneficio en la losa de su vivienda, ya que en su mayoría se trata de vivienda económica. De antemano se observa que la "Hipoteca verde" es una "plantilla" sobre la cual se deben realizar cambios constantes de acuerdo a la zona geográfica del país y de los requerimientos de los habitantes, para conseguir su mayor aprovechamiento. Existen aún varias e importantes áreas de oportunidad para promover, aplicar e integrar soluciones sustentables en la construcción.

Citaremos otro ejemplo. Los sistemas que se requieren en los sanitarios ahorradores, deben cumplir con normas vigentes desde 1986, al solicitar que los tanques sean de 6 litros, cuando ya existen en el mercado

modelos que operan con 4.8 litros. ⁽²⁷⁾ Esto refleja que hace falta una actualización constante de las normas existentes, así como más planeación dentro de sus programas.

Se presenta a continuación la relación del porcentaje de ahorro en las viviendas que manejan las Hipotecas verdes (HV), según fuente del INE. También los porcentajes correspondientes, según la Green Building in North America, de lo que las viviendas consumen.

Figura 10: Porcentajes de ahorro con HV, fuente: INE.



A pesar de lo anterior, el INFONAVIT no baja la meta al establecer que serán 800,000 HV para finales de sexenio, y que se tiene contemplado recorrer otros caminos para lograrlo, como el de establecerlo en la compra de vivienda usada, en el mejoramiento de las viviendas y diseñar mecanismos con las Sofoles para mejorar el subsidio con la CONAVI y COFINAVIT (esquema mixto de crédito). Habrá que esperar para ver los resultados, así como también ver si se establece algún tipo de incentivo

para los desarrolladores, con el fin de que realmente promuevan y establezcan estas aplicaciones, en las que el mayor beneficiario será el derechohabiente y el medio ambiente. ⁽²⁷⁾

A continuación se presenta una tabla con los costos que se generan para el constructor, en la implementación de estos conceptos en la vivienda a nivel local, como ejemplo tomaremos la vivienda económica de 45m² que será objeto de nuestro estudio. Se describen sus características, su precio unitario y el precio aproximado de todas las aplicaciones, considerando la opción más económica.

Tabla 8: Costos por concepto de las aplicaciones (2008) fuente: Proveedores participantes.

Costos por concepto de las aplicaciones (año 2008):						
Descripción	Proveedor	características	Precio neto	Unidad por vivienda	Costo total por vivienda	Costo total más económico
1-. Calentador solar	Soluciones JSL	prom 4 personas,	\$ 14,720.00	1.00	\$ 14,720.00	
		tecnología "Heat-pipe"			\$ -	
			<i>sin instalación !!</i>			\$ -
	Modulor solar	Axol 150L	\$ 8,294.95	1.00	\$ 8,294.95	
			<i>sin instalación !!</i>			\$ -
	Eurosol	eurosol 120L	\$ 14,515.47	1.00	\$ 14,515.47	
		<i>sin instalación !!</i>			\$ -	
	Sunway de México	Rheem 150L	\$ 6,612.50	1.00	\$ 6,612.50	\$ 6,612.50
		<i>instalación y base apro</i>	\$ 1,850.00	1.00	\$ 1,850.00	\$ 1,850.00
2-. Aislante	**Maprono	poliuretano espreado	\$ 103.50	45.00	\$ 4,657.50	
	**Hexsa	poliuretano espreado	\$ 97.75	45.00	\$ 4,398.75	\$ 4,398.75
3-. Economizador de agua doble botón 3/8 lts (sistema Dual)	**Plomeria cuahtemoc	sistema dual	\$ 260.35	1.00	\$ 260.35	\$ 260.35
	**Gutierrez ferreteros	sistema con inodoro int	\$ 1,310.40	1.00	\$ 1,310.40	
4-. Cebolleta con obturador integrado (regadera)	**Plomeria cuahtemoc	llaves ahorradoras	\$ 81.70	1.00	\$ 81.70	\$ 81.70
5-. Dispensores (llaves ahorradoras)	**Plomeria cuahtemoc	llaves ahorradoras	\$ 81.70	6.00	\$ 490.20	\$ 490.20
6-. Calentador de gas tipo instantaneo	**Plomeria cuahtemoc	calorex 6L	\$ 2,982.00	1.00	\$ 2,982.00	\$ 2,982.00
	**Plomeria cuahtemoc	calorex 9L	\$ 4,928.50	1.00	\$ 4,928.50	
	**Gutierrez ferreteros	bosch 13L	\$ 5,732.00	1.00	\$ 5,732.00	
7-. Lámpara fluorescente	**Focos y lamparas	20w (60w)	\$ 65.00	6.00	\$ 390.00	\$ 390.00
						17,065.50
** Proveedores locales						

Se ha mencionado ya datos importantes que sobresalen en las viviendas de interés social, sus inicios y progresos. Ahora se mencionará lo referente a la energía solar en México.

2.5 Antecedentes de la energía solar en México

Durante 1973 sucedieron actividades trascendentales en el mercado del petróleo mundial, que posteriormente se manifestaron en un destacado encarecimiento de esta fuente de energía no renovable. De estos hechos resurgen las preocupaciones sobre el suministro y precio futuro de la energía. Como resultado, los países consumidores tienen que enfrentar los altos costos del petróleo y debido a que existía una dependencia casi total de este energético, tuvieron que modificar costumbres y buscar alternativas para reducir su dependencia de las fuentes no renovables. Entre las alternativas para disminuir la dependencia del petróleo como principal energético, se replanteó el mejor aprovechamiento de la energía solar y sus diversas manifestaciones secundarias, como lo son la energía eólica, hidráulica y las distintas formas de biomasa, en sí las llamadas energías renovables. ⁽³³⁾

En los años ochentas, se manifiestan certezas de un aumento en las concentraciones de gases que provocan el efecto invernadero en la atmosfera terrestre, las cuales se deben, en gran medida, a la quema de combustibles fósiles. Esto convocó mundialmente hacia la búsqueda de alternativas de reducción de las concentraciones anuales de estos gases, lo que llevo a un replanteamiento de la importancia que pueden tener las energías renovables para crear sistemas sustentables. Como respuesta a la convocatoria muchos países, particularmente los más desarrollados, proponen compromisos para delimitar y reducir emisiones de gases de efecto invernadero innovando así su interés en aplicar políticas de promoción de las energías renovables.

Después de esta breve reseña, se resalta que se aborda el tema de la energía solar por tener gran importancia en este país y principalmente en su aplicación en la vivienda. Se mencionan a continuación los diferentes sistemas existentes en México.

Dada la dispersión y la baja densidad energética de las fuentes renovables de energía, se requiere de grandes extensiones de tierra para lograr un nivel de aprovechamiento similar al de los sistemas que operan con combustibles fósiles.

En México existen actividades tendientes al aprovechamiento de la energía solar y sus diversas manifestaciones desde hace varias décadas. Aunque es particularmente significativo el avance e interés de las instituciones e industrias en los últimos treinta años, periodo en el que se han desarrollado investigaciones y diversos proyectos, prototipos, equipos y sistemas para el mejor aprovechamiento de las energías renovables, aun falta mucho campo por recorrer. Abundando en este tema de la energía

solar, se debe subrayar que los datos generales que se tienen de esta en nuestro país, indica que más de la mitad del territorio nacional presenta una densidad en promedio energético de 5kWh por metro cuadrado al día. Esto significa que para un dispositivo de colección y transformación de energía solar a energía eléctrica que tuviera una eficiencia del 100%, bastaría un metro cuadrado para proporcionar energía eléctrica a un hogar mexicano promedio que consume 150kWh por mes. De manera mas precisa considerando eficiencias de un 10% para los dispositivos en el mercado, es decir que con 200 millones de m² de área de colección de radiación solar (un área de 14.2 Km por lado) su pudiera dar electricidad a todos los hogares mexicanos. ⁽³³⁾

Sin embargo esto no significa que la energía solar directa sea la mas económica para los usuarios de energía en el país, ya que su costo actual solo lo justifica para un número limitado de usuarios, particularmente los que viven alejados de la red eléctrica.

En México se fabrican calentadores solares planos desde hace más de cincuenta años, y en la actualidad existen cerca de 50 fabricantes registrados de estos equipos. De la misma manera, la investigación sobre este tema es amplia y existe un gran número de ingenieros y técnicos que capaces de diseñar este tipo de sistemas. Esto se ve reflejado en el crecimiento de la producción de calentadores solares planos desde 1997, habiéndose logrado para 1999, 35,000 m² instalados, la mayoría de ellos instalados en la Ciudad de México, Guadalajara, Cuernavaca y Morelia. ⁽³³⁾ También en México existen instalaciones de colectores de sistemas térmicos de concentración solar, resaltando la que se construyó en el Instituto de Ingeniería de la UNAM a principios de los ochenta en la Ciudad de México, y que ha sido la base para investigaciones posteriores en nuestro país. ⁽³³⁾

En el ámbito nacional, los pioneros en el desarrollo de tecnología de generación de electricidad a partir de celdas fotovoltaicas, fueron científicos del Centro de investigación y estudios avanzados del Instituto Politécnico Nacional (CINVESTAV), quienes desarrollaron una pequeña planta piloto con una capacidad de producción de fotoceldas, que permitió en los años setenta, proveer de electricidad a un numero significativo de aulas dentro del sistema nacional de tele secundarias.

A través del gobierno federal en su programa Solidaridad, con la participación de instituciones como Comisión Federal de Electricidad (CFE), así como los gobiernos estatales y municipales, se han instalado en el país alrededor de 40,000 sistemas fotovoltaicos, y otros 10,000 por la iniciativa privada, para proveer de electricidad a zonas alejadas de la red eléctrica. Dentro de los sistemas solares se encuentran los sistemas

fotovoltaicos, sistemas solares térmicos, los cuales se clasifican en: los calentadores solares planos, de concentración, o enfoque (que abarcan los sistemas de calentamiento de agua con tubos al vacío.)

Las celdas fotovoltaicas son placas fabricadas principalmente de silicio. Cuando al silicio se le añaden cantidades pequeñas de ciertos materiales con características muy particulares, obtiene propiedades eléctricas únicas en presencia de luz solar: los electrones son excitados por los fotones asociados a la luz y se mueven a través del silicio produciendo una corriente eléctrica. Este efecto es conocido como fotovoltaico. La eficiencia de conversión de estos sistemas es de alrededor de un 15%, por lo que un metro cuadrado puede proveer 150 Watts, potencia suficiente para operar un televisor mediano.

Las celdas fotovoltaicas, para poder proveer de energía eléctrica en las noches, requieren de baterías donde se acumula la energía eléctrica generada durante el día, lo cual encarece su aplicación. Sin embargo en la actualidad se están desarrollando sistemas fotovoltaicos conectados directamente a la red eléctrica, evitando así el uso de baterías, por lo que la energía que generan se usa de inmediato por el propio usuario que la genera, con la posibilidad de vender los excedentes de electricidad a las compañías generadoras.

Los sistemas solares térmicos, como se mencionó, pueden clasificarse en planos o de concentración o enfoque. Los colectores solares planos son dispositivos que se calientan al ser expuestos a la radiación solar y que transmite el calor a un fluido. Con el colector solar plano se pueden calentar fluidos a temperaturas de hasta 200° C (para el caso de sistemas de tubos evacuados) pero en general se aprovecha para calentar hasta los 75° C. Los calentadores solares planos son una de las tecnologías solares más simples, probadas y que tiene gran potencial de aplicación en todo el mundo. Uno de los casos mas relevantes es el de Israel, donde se usa la energía solar para calentamiento de agua desde hace mas de 50 años y donde a partir de 1980, la legislación hizo obligatoria la instalación de sistemas solares para calentamiento de agua en todas las construcciones residenciales nuevas.

Hoy en día, la tecnología solar térmica experimenta un fuerte crecimiento en Europa. Desde 1993, se tiene un crecimiento de 14.8% anual en el área instalada de colectores solares planos. Tres países, Alemania, Grecia y Austria, sobresalen de los demás. En 1998 estos países instalaron más de 750,000 m² de colectores solares. Alemania es líder, ya que instaló en el año mencionado 470,000 m², en más de 50,000 instalaciones colectivas e individuales para calentamiento de agua. En términos relativos, es decir

número de colectores solares por cada mil habitantes, Grecia y Austria incluso superan a Alemania.

En 1999 en comparación con los países anteriores en México se instalaron 35,000m² de colectores solares, principalmente para el calentamiento de albercas, registrándose un ligero incremento de 8% respecto a 1998 y de 40% respecto a 1997.

Los sistemas solares de concentración son aquellos que funcionan dirigiendo la radiación solar directa en un área focal, pudiéndose ubicar esta alrededor de un punto o a lo largo de una línea. Este conjunto de dispositivos requiere de procedimientos o mecanismos de seguimiento, ya que la línea de incidencia varía durante el día y durante el año. Estos sistemas pueden lograr temperaturas de varios centenares de grados centígrados y en casos especiales hasta los miles de grados.⁽³³⁾

Queda un área de oportunidad, la de introducir los calentadores solares, sistemas y la tecnología a nuestra vida en este país, para mejora de la calidad de vida y el medio ambiente. Para lograr los objetivos se cuenta ya con el ejemplo de otros países y la iniciativa dada por varias ciudades del país.

Capítulo 3: Metodología e información

3.1 Metodología

La presente investigación comienza con un estudio general (levantamiento de campo) de la vivienda en el rango de interés social en las ciudades de Torreón, Coahuila y Lerdo, Durango. Describiendo materiales empleados en común, así como las situaciones críticas y reales que se presentan actualmente en estas viviendas. Los datos obtenidos serán analizados, generalizando así el tipo de materiales que se utilizan en la vivienda, las características y sus especificaciones de construcción de manera general, para obtener así una base de datos reales de las viviendas existentes.

Esta investigación está apoyada con datos físicos cuantitativos los cuales proporcionaron información para elegir el tipo de vivienda a analizar, la cual es una vivienda económica de 45m², cuyas características se describirán mas adelante.

Contando ya con el levantamiento físico, describiremos a continuación los procesos constructivos que mejoren la termicidad y que podrían aplicarse a la vivienda. Posteriormente realizaremos la valoración en costos, comparaciones y viabilidades para este proyecto.

Se analizará el material, mano de obra y tiempo, ya que todas las aplicaciones disponibles para vivienda no entran en el rango del interés social, por cuestiones de costo.

Con el proceso de desarrollo de este proceso también podremos realizar indicadores que funcionen como base para este y futuros proyectos de vivienda, dejando abiertas recomendaciones para futuros alcances de investigaciones.

Como es ya visto, esta investigación se basa en información proporcionada por las bases de datos de INEGI, CONAVI, CONAFOVI, SHF y demás Institutos las cuales arrojan cifras relacionadas con el desarrollo de la vivienda tradicional y sustentable.

En el diagrama 1 se presentan los pasos a seguir en la metodología. Los factores importantes a considerar en el proyecto se basarán en los siguientes cinco indicadores:

- 1-. Materiales de construcción y diseño arquitectónico
- 2-. Soluciones constructivas en termicidad existentes
- 3-. Análisis general
- 4-. Factor económico y ecológico en interés social
- 5-. Conclusiones y recomendaciones

Diagrama general del proceso de la metodología

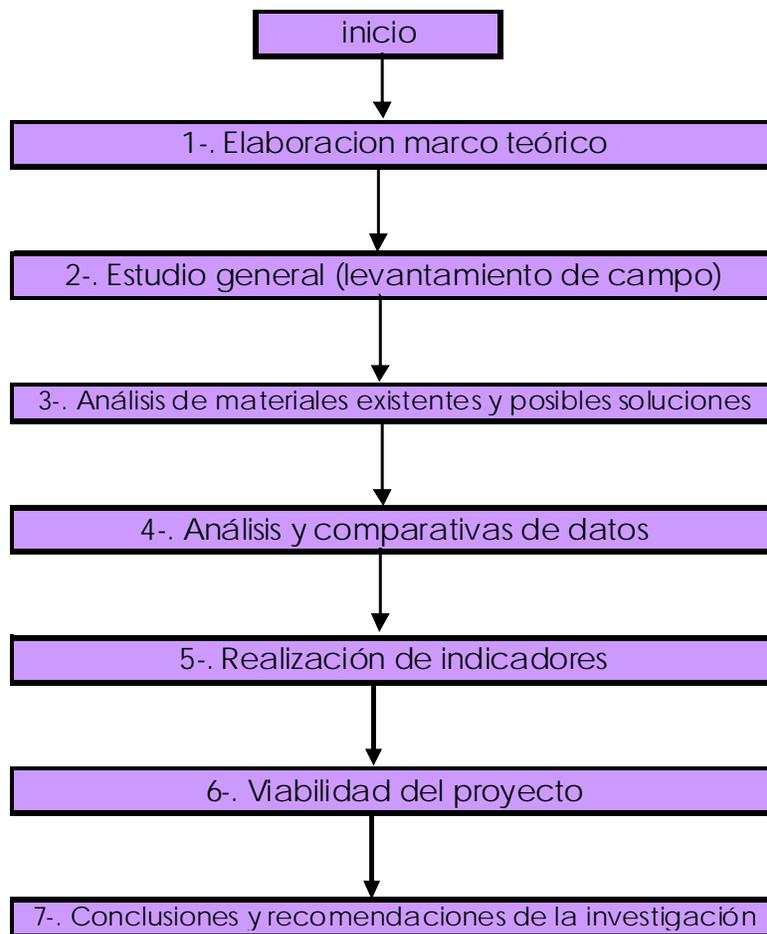


Diagrama 1: Pasos a desarrollar en la metodología del problema.

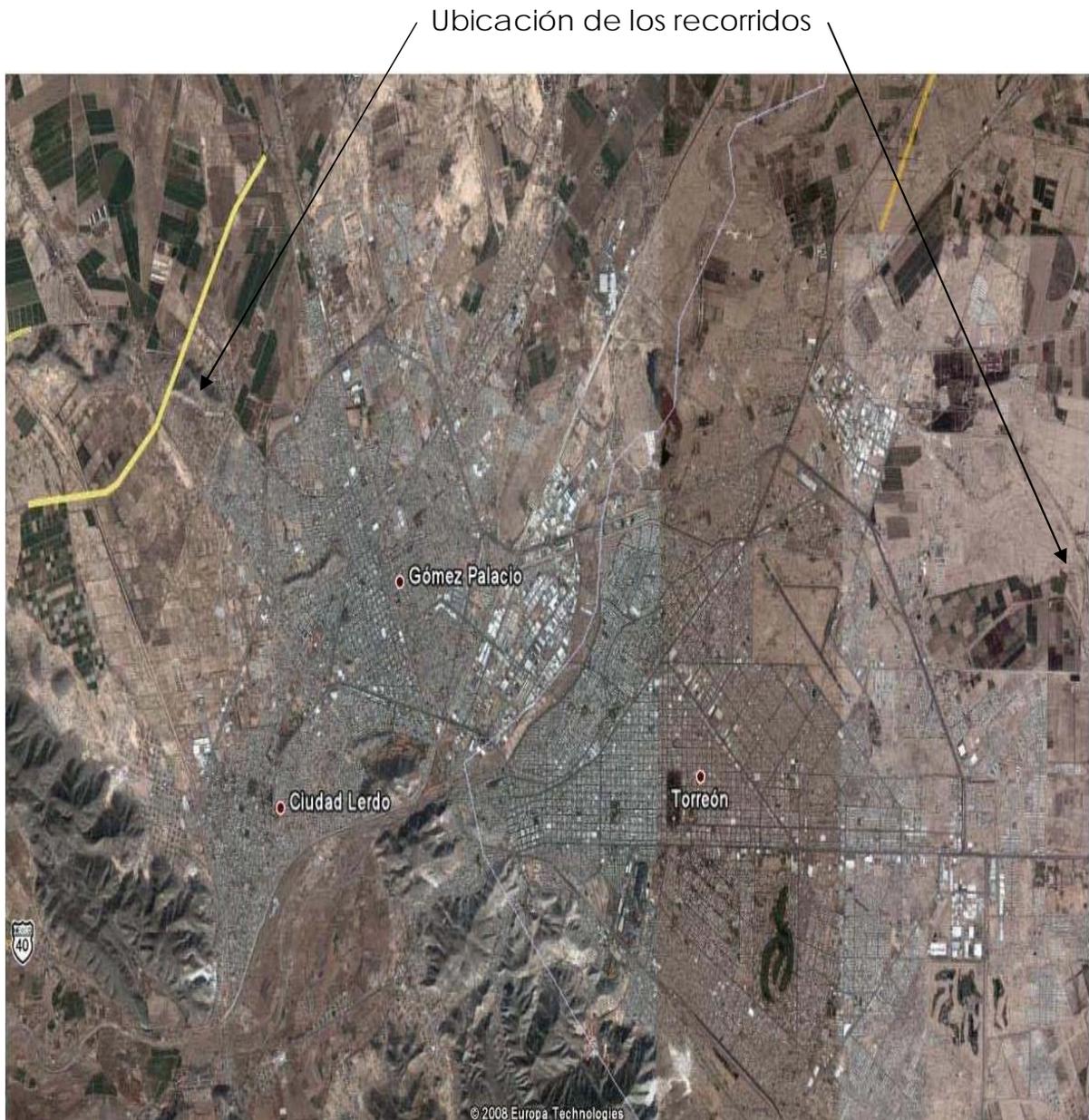
3.2 Recorrido a los fraccionamientos existentes

Se realizó un recorrido por el oriente de la ciudad de Torreón, Coahuila y en el poniente de la ciudad de Lerdo, Durango, ambas ciudades forman parte de la Comarca Lagunera. Se tomaron datos, medidas e información principal de las viviendas. Esto se realizó al azar en los frentes visitados y en base a una lista establecida de las constructoras con mayor desarrollo a nivel local.

El recorrido se realizó observando, visitando y recopilando datos de las viviendas existentes. Se obtuvo datos comunes de estas, tanto en sistemas constructivos, de instalaciones, acabados, incluso de diseño. A continuación se presenta su ubicación dentro de la mancha de la Comarca Lagunera, y una tabla en la que encontramos algunos de los datos obtenidos. Posteriormente esta investigación se basará únicamente en un solo prototipo y los datos correspondientes serán solamente de la

ciudad de Lerdo, por cuestiones de espacio y tiempo. Constatando ya que los sistemas construidos encontrados en campo, así como el modelo de diseño, están basados en los mismos criterios para las ciudades principales de la Comarca Lagunera, regidos también por las características y cifras establecidas de la región. En la figura 11 se presenta la ubicación de los fraccionamientos recorridos.

Figura 11: Ubicación general en la mancha urbana de los recorridos realizados en algunos fraccionamientos existentes, fuente: Google Earth 2008.



En la tabla 9 se presenta los datos y criterios de mayor relevancia obtenidos

en este recorrido, como lo son su ubicación, el sistema constructivo que presenta, los m² que la vivienda presenta, si el fraccionamiento cuenta con la implementación de la “Hipoteca verde”, entre otros.

Tabla 9: Datos obtenidos en los recorridos de los fraccionamientos seleccionados de la Comarca Lagunera.

Tabla de características de las viviendas levantadas en la Comarca Lagunera (año 2008):							
Descripción de la vivienda	Ubicación	Sistema constructivo	m ² aprox.	Cuenta con H.V	Nombre de la constructora	Nombre del fraccionamiento	¿Cuenta con algún aislante?
1- Sus prototipos constan de losa de muros y losas en concreto armado. Cuentan con 2 y 3 recámaras, opción a crecimiento	Torreón, Coah.	Concreto armado	43.11 m ² , 51.79m ² , 73m ²	si	Geo Laguna	Joyas del desierto	no, solamente impermeabilizante
2- Sus prototipos van desde 1 a 3 recámaras muros de 12 en económicas	Torreón, Coah.	Block de 12 y 15 cms en losas casetón Pol.	34m ² , 62m ² , 54m ² , 42m ² , 60m ² , 83m ²	no	Famicasa	Villas universidad	no, solamente impermeabilizante
3- Prototipo de 2 recámaras, muros de 12 cms.	Torreón, Coah.	Block de 12 cms.	aprox. 68 m ²	no	IG constructora	Villas del bosque	no, solamente impermeabilizante
4- Prototipos de 2 y 3 recámaras, muros de 15 cms	Torreón, Coah.	Block de 15 cms.	entre 60 y 80m ²	no	DIL	Joyas de Torreón II	no, solamente impermeabilizante
5- Prototipo de 3 recámaras, muros de 15 cms.	Torreón, Coah.	Block de 15 cms.	aprox. 70 m ²	no	Metro habitat	Villas del bosque	no, solamente impermeabilizante
6- Prototipos de 2 y 3 recámaras, muros de 15 cms	Torreón, Coah.	Block de 15 cms.	47m ² , 57.32m ² , 63.09m ² , 69m ²	no	Radica	Fracc. Loma real	no, solamente impermeabilizante
7- Prototipo de 2 recámaras, muros de 15 cms.	Torreón, Coah.	Block de 15 cms.	aprox. 65 m ²	no	Grupo Bosco	Joyas de Torreón	no, solamente impermeabilizante
8- Prototipo de 2 recámaras, muros de 15 cms.	Torreón, Coah.	Block de 15 cms.	aprox. 65 m ²	no	Roma	Viñedos de la joya	no, solamente impermeabilizante
9- Prototipo de 2 recámaras, muros de 12 cms.	Lerdo, Dgo.	Block de 12 cms.	45 m ²		DILSA	Valle	no, solamente impermeabilizante
10- Prototipos de 2 y 3 recámaras muros de 15 cms	Lerdo, Dgo.	Block de 15 cms.	77m ² , 79m ² , 85m ² , 88m ² , 108m ²	no	DILSA	Huertas I	no, solamente impermeabilizante
11- Prototipo de 2 recámaras muros de 12 cms.	Lerdo, Dgo.	Block de 12 cms.	45 m ²	no	DILSA	Huertas II	no, solamente impermeabilizante
12- Prototipo de 2 recámaras muros de 12 cms.	Torreón, Coah.	Concreto armado	65 m ²	no	RUBA	Jardines universidad	no, solamente impermeabilizante
13- Prototipo de 2 recámaras muros de 12 cms.	Lerdo, Dgo.	Concreto armado	50 m ²	no	Gyasa	San Isidro I y II	no, solamente impermeabilizante
14- Prototipo de 2 y 3 recámaras muros de 15 cms	Lerdo, Dgo.	Block de 15 cms.	72m ² , 108m ²	no	Gyasa	Residencial Quintas	no, solamente impermeabilizante
15- Prototipo de 2 y 3 recámaras muros de 15 cms	Lerdo, Dgo.	Block de 15 cms.	70m ² , 100m ²	no	Gyasa	Ampliación quintas	no, solamente impermeabilizante

El total de viviendas visitadas o levantadas entre las dos ciudades fue de 31, cuyas características principales se han descrito en la tabla anterior.

Materiales de construcción y diseño arquitectónico.

La información obtenida demuestra que en esta región, los dos principales elementos constructivos utilizados por los constructores son el block de concreto en sus dos dimensiones mas comunes, 12 y 15 cms. Y el concreto armado, que refleja un ancho de muro de 10 cms. Estos datos son sin recubrimiento. No se encuentran aplicados ningún tipo de aislante, solamente la impermeabilización en losas. Los datos también arrojan que de las constructoras elegidas a la fecha solamente una de las 31 levantadas cuenta con la implementación de la “HV” que ofrece

INFONAVIT. Esta constructora, GEO Laguna, ofrece la opción del calentador solar, focos ahorradores y los ahorradores de agua.

Un punto importante que demuestran estos conjuntos es la falta de diseño urbano. Esto repercute en la distribución de las viviendas en donde su orientación no es algo que influya en su trazo. Por lo que encontramos fachadas ubicadas en todos los rumbos, sin elementos que contribuyan a la recepción y/o desvío de la luz solar según sea el caso. Algunos fraccionamientos cuentan con equipamiento en sus áreas verdes, básicamente juegos infantiles, contribuyendo a fomentar la recreación de las familias en las áreas abiertas, contribuyendo a la mejora en la calidad de vida. Pero observamos también que en su mayoría los árboles plantados son muy pequeños y no de hoja caduca, (cuando los hay) lo que refleja una desinformación de los tipos de árboles requeridos y de la región para fomentar su uso adecuado. Tanto en viviendas como en las áreas verdes.

El diseño arquitectónico de los prototipos observados está regido por los límites de metros cuadrados que por niveles se clasifican. Por esta razón una vivienda económica, la cual no debe sobrepasar los 50 m², contiene un diseño básico, generalmente el mismo, para este prototipo. La única variación que reflejan está en la fachada. Volados, salientes, colores, inclinaciones, volúmenes, son algunos de los elementos que se presentan en estas, no porque la ubicación, diseño u orientación así lo solicite, si no con el fin de diferenciarlas de la competencia.

Tabla 10: Datos obtenidos de los fraccionamientos recorridos (continuación).

Características de las viviendas levantadas en la Comarca Lagunera (año 2008):					
Continuación					
	Nombre de la constructora	Nombre del fraccionamiento	¿Cuenta con diseño urbano?	¿Áreas verdes equipadas?	¿Orientación adecuada?
1-	Geo Laguna	Joyas del desierto	si	si	
2-	Famicasa	Villas universidad	si	si	
3-	IG constructora	Villas del bosque	básico	no	En el diseño
4-	DIL	Joyas de Torreón II	básico	no	urbano
5-	Metro habitat	Villas del bosque	básico	no	no se toma
6-	Radica	Fracc. Loma real	si	algunas	en cuenta
7-	Grupo Bosco	Joyas de Torreón	básico	poco	la orientación
8-	Roma	Viñedos de la joya	básico	poco	por lo que las
9-	DILSA	Valle	básico	si	viviendas
10-	DILSA	Huertas I	si	si	dependen
11-	DILSA	Huertas II	básico	si	del diseño
12-	RUBA	Jardines universidad	si	si	del
13-	Gyasa	San Isidro I y II	básico	no	fraccionamiento
14-	Gyasa	Residencial Quintas	si	no	
15-	Gyasa	Ampliación quintas	básico	no	

En la tabla 10 se describe si los fraccionamientos visitados cuentan con

alguna base de diseño bioclimática.

En la siguiente figura se presentan algunas fotografías de las viviendas visitadas, con lo cual se constata la similitud de los prototipos.

Figura 12: Fotografías de algunas fachadas de prototipos levantados en campo, ciudades: Torreón y Lerdo.



3.3 Soluciones constructivas en termicidad existentes

Actualmente existen en el mercado varios tipos de aislamiento térmico para la construcción en lo que respecta a muros, losas y aislantes. A continuación describiremos los más importantes:

- Block Hebel
- Placas de poliestireno
- Placas aislantes (Aislakor)
- Poliuretano esparcido
- Block térmico porotón
- Perlita mineral expandida
- Sistema de muros AMVIC (Alfa-gamma)

Es importante conocer las propiedades térmicas para poder realizar un correcto análisis del comportamiento térmico de los materiales, así como

también contar con los costos de cada uno de los productos aquí expuestos. A continuación se describen brevemente los aislamientos térmicos antes mencionados.

Block Hebel

El sistema constructivo del block Hebel es el tradicional, solo que el block es de hormigón celular. Con este tipo de block se obtiene un ahorro energético de por vida, que permite disminuir los costos en la calefacción en invierno y mantener un ambiente fresco en verano. Este sistema cuenta con varios beneficios: aislamiento térmico en muros, construcción tradicional antisísmica, es resistente al fuego, construcción rápida, genera una obra limpia, sus muros son resistentes a la humedad. Se utilizan un total de 8 piezas de este block por m². Es un material no tóxico y ecológico. En la siguiente tabla se presentan sus principales características.

Tabla 11: Tabla de datos del block Hebel. Fuente: Proveedor local.

Tabla de características block Hebel							
Bloque	Largo	Alto	Espesor	Peso unitario	Cada block equivale a:	Trasmittancia térmica	Resistencia al fuego
62.5x20x15	62.5 cms.	20 cms.	15.00 cms.	12.50 kgs.	0.125 m ²	0.90 (W/m ² oK)	F 180
62.5x20x17.5	62.5 cms.	20 cms.	17.50 cms.	15.00 kgs.	0.125 m ²	0.79 (W/m ² oK)	F 180
62.5x20x20	62.5 cms.	20 cms.	20.00 cms.	17.00 kgs.	0.125 m ²	0.70 (W/m ² oK)	F 180

Placas de Poliestireno

Las placas aislantes de poliestireno expandido son un material con mucha aceptación dentro de la industria de la construcción en el revestimiento térmico de muros, cubiertas y cimentaciones, por su gran resistencia al paso de calor, sus excelentes propiedades de resistencia estructural con respecto a su ligereza, incluyendo su bajo costo de adquisición. La materia prima con que se elabora este producto contiene aditivos que no permiten la propagación de flama.

La placa aislante, es producto del corte de grandes bloques de poliestireno expandido y se suministra en placas, estas tienen varias dimensiones de acuerdo al uso que se le vaya a dar, ya sea estructural, térmico, eléctrico, amortiguamiento, flotabilidad y tiene una baja absorción de agua. Los espesores varían desde ½" de espesor (1.27 cms) hasta 40" (102 cms.) el ancho estándar de cada placa es de 48" (122 cms) y el largo puede ser hasta de 16 ft (487 cms). La densidad que se utiliza normalmente de aislamiento es de 1.0 lbs./ft³ (16 Kg/m³).

El precio para una placa estándar de 1"x1.22x2.44 es de \$86.62 pesos neto.

El análisis de este concepto en los costos será descrito mas adelante. En la tabla 12 se describen los datos relevantes de las placas de poliestireno.

Tabla 12: Tabla de datos del poliestireno, fuente: Proveedor local.

Tabla de características poliestireno expandido									
	Conductividad térmica	Resistencia térmica	Resistencia a compresión	Resistencia a la flexión	Permeabilidad al vapor de agua	Absorción de agua	Temperatura max de trabajo	Ataque de Hongos	Resistencia al interperrealismo
	a 23.5 oC	p/1" espesor a 75oF	lb/pulg2 (kg/cm2)	lb/pulg2 (kg/cm2)		max % vol			Solo sensible a
1 lb/pie3	0.26(0.037)	3.84(0.677)	10 (0.70)	25 (1.76)	5	4	170 oF (76 oC)	Nulo	exposición directa
2 Lb/pie3	0.23(0.770)	4.35 (0.770)	25 (1.76)	50 (3.51)	2	2	170 oF (76 oC)	Nulo	a rayos ultravioleta

Placas aislantes (Aislakor)

El Aislakor es un panel fabricado en línea continua, dispuesto a manera de sándwich, formado por un núcleo de espuma rígida de polisocianurato y dos caras de papel de diversos acabados. Tiene como principal característica el trabajar como barrera térmica para el frío y el calor. Este sistema se puede aplicar eficientemente, tanto en losas como en muros, sin importar sus características, cuenta con alta resistencia. En el anexo 1 se describen las características de estas placas aislantes.

El costo por una placa de 1"x1.22x6.1 es de \$484.72, mas adelante se presentaran los análisis unitarios de este sistema.

Poliuretano esreado

Este es uno de los mejores aislantes térmicos, el cual cuenta con la ventaja de tener un factor de conductividad térmica muy bajo, de adaptarse y adherirse tensamente a cualquier superficie o material. Estas deben de estar limpias y secas a una temperatura no inferior a 10 °C. El Poliuretano esreado cuenta con alta resistencia de peso, tiene estabilidad, y es resistente a productos químicos. Puede aplicarse fácilmente.

Una vez aplicado el Poliuretano esreado, se reducen considerablemente los fenómenos de expansión y contracción de las superficies por cambios en la temperatura ambiental y la humedad, reduciendo considerablemente las cargas por estos conceptos y aumentando la resistencia de los materiales de construcción. En la siguiente tabla, sus características. El costo por m² del Poliuretano Esreado ya instalado es de \$97.75 pesos neto.

Tabla 13: Tabla de resistencia térmica del Poliuretano Esreado, fuente:

Proveedor local.

Material térmica	K BTU*in/h*ft²*F	Espesor in	R BTU/h*ft²*F
Aire exterior			0.33
Poliuretano	0.16	1	6.25
Cemento	7.5	4	0.53
Yeso	1.56	0.5	0.32
Aire interior			0.69
		R	8.12
		U	0.12

Block térmico

Es un producto de barro natural que cuenta con decorados diferentes para la cara exterior e interior de la vivienda. Cuenta con aislamiento térmico-acústico, reduciendo costos de refrigeración y calefacción. Tiene una resistencia a la compresión mínima de 105 Kg./cm². Es 40% menos pesado que un bloque de concreto de las mismas dimensiones. Es de rápida instalación y sus huecos facilitan las instalaciones hidráulicas y eléctricas sin necesidad de ranurar todo el muro. Es un producto simultáneamente estructural y de fachada. No requiere tratamientos especiales en su superficie para recibir acabados como yeso, texturizados. Un metro cuadrado equivale a 12.5 piezas, las cuales tienen un costo de \$13.52 pesos neto. En anexo 2 se presentan sus dimensiones y características básicas.

Perlita mineral expandida

Proviene de una roca de material volcánico, de composición silicosa que se diferencia de otras rocas volcánicas por la propiedad de expandirse de 4 a 20 veces de volumen cuando se calienta a punto de ablandamiento. Es un agregado ligero para concretos aislantes y ultraligeros. Al mezclar con cemento y agua se obtiene un concreto aislante y ligero que puede aplicarse sobre losas y azoteas de concreto, madera o lamina, así como para la fabricación de block ligero y térmico. Este producto es aislante térmico, acústico, no toxico, incombustible, inerte, fácil de aplicar y su duración es ilimitada. Garantiza una reducción de la temperatura de hasta 40% en losa, y ofrece ahorro en el consumo de energía de refrigeración, protección contra temperaturas extremas, aislamiento térmico en la construcción y confort interior. El costo de un costal de perlita es de \$55.20 pesos neto, el cual rinde mezclado con cemento, en un espesor de 2", un aproximado de 20 m².

Sistema de muros AMVIC

El sistema constructivo de muros termo acústico AMVIC, es una solución óptima para hacer más eficiente el consumo de energía en cualquier tipo de edificación. El block AMVIC esta compuesto por dos paneles de poliestireno expandido (EPS), los cuales están unidos de membranas de polipropileno a cada 15 cms. Cada panel de EPS tiene una superficie de 121.92x40.64 cms. (48x16") y un espesor de 6.35 cms. (2.5"). Los paneles de EPS cuentan con terminación *macho* en la parte superior y *hembra* en la parte inferior, lo cual permite el perfecto encajamiento de los blocks al colocarse uno sobre otro. Además de los blocks rectos se cuentan con piezas para esquinas a 90° y 45°.

La cavidad que existe entre los dos paneles de poliestireno expandido (EPS) en un block AMVIC se rellena de concreto. De esta forma un muro AMVIC esta compuesto por un núcleo de concreto reforzado de 10.16 cm. (4") o 15.24 (6") de espesor y recubierto en ambas caras por un panel de EPS de 6.35 cms de espesor. Este sistema de muros se recomienda utilizar como muro perimetral debido a sus cualidades térmicas y acústicas; no obstante como muro divisorio es también una excelente opción cuando se requiere de mayor control de temperatura y ruido entre las diferentes habitaciones de una habitación. Este sistema combina la alta resistencia y versatilidad del concreto reforzado con el inigualable aislamiento térmico y acústico del Poliestireno Expandido (EPS). En la siguiente figura, se describen las propiedades del poliestireno, principal elemento de este sistema.

Figura 13: Descripción de las propiedades del Poliestireno Expandido, fuente: Alfa-gamma.

PROPIEDADES DE MATERIALES

Propiedades del Poliestireno Expandido:

Resistencia a compresión: 1.39 kg./cm²

Resistencia a flexión: 3.21 kg./cm²

Temperatura de Ignición: 400 °C

Índice de combustión: 20.2 mm./min.

Absorción de agua: 0.932 %

Propiedades de las membranas de polipropileno:

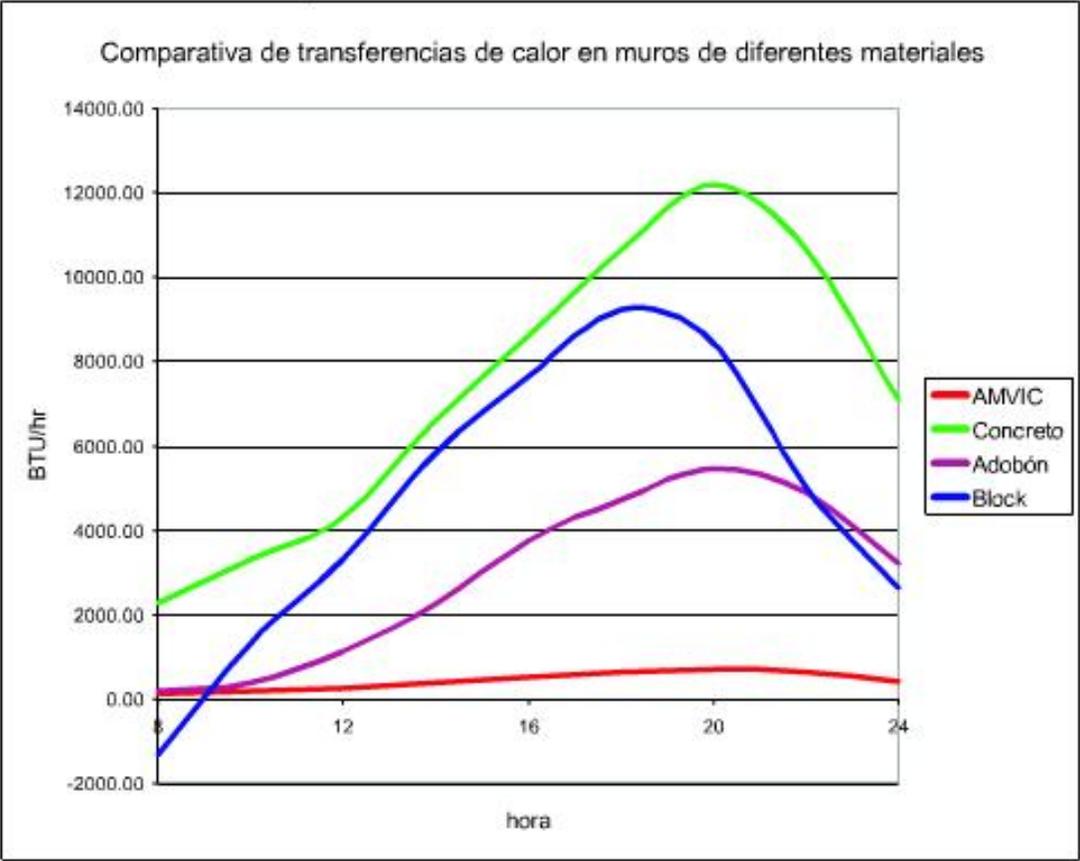
Resistencia a tensión: 115 kg



Las principales ventajas que maneja este sistema son: Aislamiento térmico,

acústico, protección contra la humedad, flexibilidad de diseño, rapidez y facilidad de construcción, limpieza. Este sistema requiere de 2 piezas por m², el costo por pieza es de \$205.85, y costo aproximado por m² con concreto y acabados es de aproximadamente de \$609.50. Este desglose se presentará más a detalle en el siguiente capítulo. A continuación se presenta una gráfica representativa y comparativa (Figura 14) de la transferencia de calor en los distintos tipos de sistemas constructivos.

Figura 14: Comparativa de transferencias de calor en muros de diferentes materiales, fuente: Alfa-gamma.



Datos comparativos

Se presentan dos tablas comparativas con los distintos materiales que se han mencionado, sus características y resistencias proporcionadas por los mismos proveedores (Tablas 14 y 15). Los resultados arrojan que los sistemas constructivos de los ya presentados, que cuentan con un mejor aislante térmico, son el sistema de muros AMVIC, el block Hebel y el block de concreto con placas de poliestireno de 2". En el capítulo siguiente se realizará un desglose completo de estos sistemas.

Tabla 14: Tabla comparativa de las características que ofrecen los

materiales en el mercado, fuente: Datos proporcionados por proveedores.

Tabla de características de los materiales térmicos										
Concepto	Block de concreto tradicional	Block de barro poroton	Block Hebel	Sistema de muros AMVIC	Placas de poliestireno	Block de concreto con placas de poliestireno y Perlita	Placas aislantes (Aislakor)	Perlita mineral expandida	Poliuretano esparado	Placas de poliestireno con Perlita mineral
Descripción	Muro de block de concreto tradicional, 15 cms	Muro de block de barro de 13 cms de espesor	Block de hormigon celular, 15 cms	Block compuesto con paneles	Placa de 1"x1.22x2.44 (degradación 10% en RC)	Muro de block concreto, junto con placa de poliestireno 2" y Perlita como enjarre	Panel fabricado a manera de sandwich 1"	Perlita mineral expandida, aplicada en el enjarre	Espesor promedio 1"	Placa de 1" y Perlita como enjarre
Peso de diseño (kg/m ²)	190	106	90				32	100 kg/m ³	32 kg/m ³	
Resistencia a la compresión (kg/cm ²)	15	25	25	1.39	0.58	15	1.42	25**	2.1	0.58
Uso como muro cargador	si	si	si	si	no	si	no	no	no	no
Aislamiento térmico (R)	0.72	1.45	16.0	22.0	1.73	12.5	7.14	2.30	7.20	4.03
	malo	malo	excelente	excelente	malo	bueno	regular	malo	regular	malo
** 1:3 cemento y costales perlita		RC= resistencia a la compresión								

En la gráfica siguiente (Figura 15) se describen los valores de "R" en los sistemas constructivos aquí presentados.

Figura 15: Gráfica que presenta los aislamientos térmicos de sistemas constructivos.

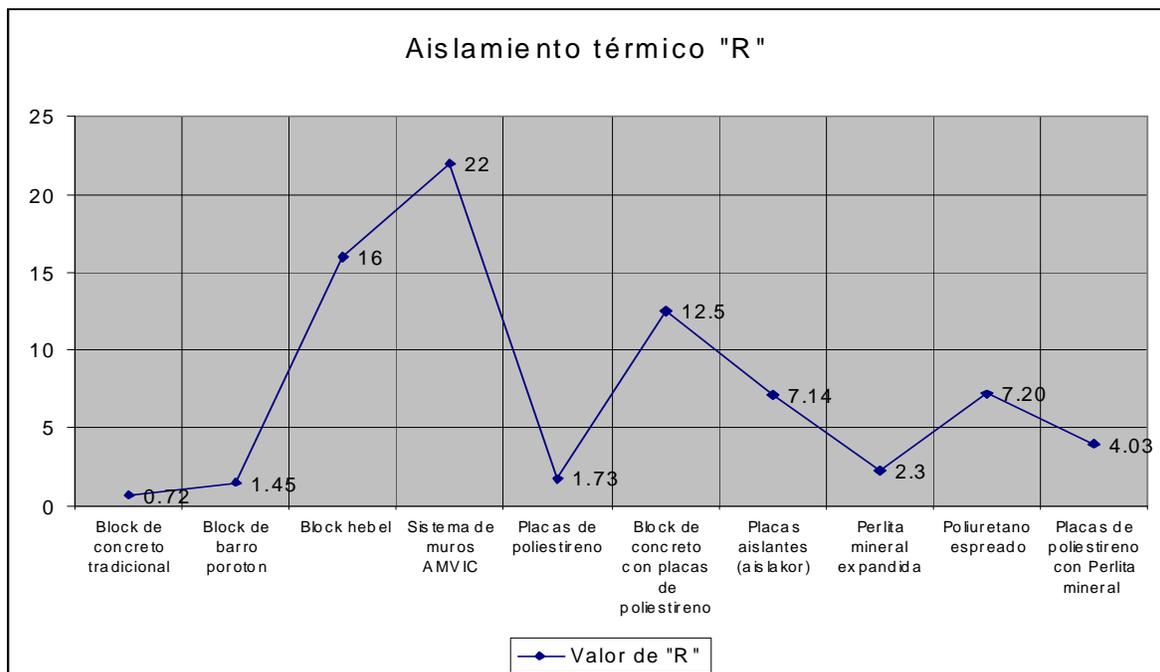


Tabla 15: Tabla comparativa de las características que ofrecen los aislantes

térmicos fuente: Aislakor y proveedores locales.

TABLA COMPARATIVA DE LOS AISLANTES TERMICOS MAS COMUNES										
Espesor requerido para factores de aislamiento equivalentes										
Base: 1" de Polisocianurato Rígido (Fórmula AISLAKOR)										
MATERIAL	FACTOR K*	0	1"	2"	3"	4"	5"	6"	7"	8"
Polisocianurato Rígido (Fórmula AISLAKOR)	0.14		(1")							
Fibra de Vidrio	0.25		(1.8")							
Poliestireno Expandido	0.26		(1.9")							
Lana Mineral	0.32		(2.3")							
Perlita Expandida (relleno a granel)	0.35		(2.5")							
Yeso Celular	1.00								(7.1")	
Concreto Celular	1.11									(7.9")

Amenor Factor K, mayor propiedad aislante del material, basado en el fenómeno de transmisión de calor.
 NOTA: Los valores de "K" han sido obtenidos del Manual de Fundamentos de la A SHRAE, Edición 1985.

3.4 Posibles soluciones bioclimáticas para la vivienda

La mayoría de las propuestas arquitectónicas en México, no consideran el diseño y los materiales adecuados al contexto climático que propicien condiciones de confort, aislen y ahorren energía al evitar la climatización artificial, en beneficio de los usuarios. Esta problemática abre un área de oportunidad para desarrollar propuestas que mejoren la situación de los usuarios de las viviendas existentes, así como también para desarrollar diseños de viviendas que ofrezcan soluciones integrales a esta problemática actual.

Dado que el objeto de estudio de esta investigación es la vivienda y sus posibles aplicaciones constructivas que beneficien y propicien ahorro a sus usuarios, expondremos dentro de este rango, las diferentes opciones, soluciones, recomendaciones y respuestas que se pueden implementar en una vivienda de interés social, los factores que la rodean, así como también la importancia que tienen el diseño de las áreas verdes en los conjuntos habitacionales.

Recomendaciones bioclimáticas en el diseño (vivienda por proyectar)

Las viviendas tienen un impacto importante en el medio ambiente y en la salud de las personas. La calidad ambiental y del medio se asocia con el bienestar y el confort de las personas. En el ámbito de la construcción, se van presentando nuevas exigencias a lo largo del proceso de diseño de los fraccionamientos.

Entre los elementos del diseño bioclimático como el clima, temperatura, humedad, insolación, vientos dominantes y consideraciones microclimáticas son principalmente los puntos de importancia que rodean la ubicación de una vivienda. La orientación, forma, masa térmica (materiales), aislamiento, captación e infiltración del sol y vientos en invierno, ventilación en verano, distribución interna, son puntos básicos y se debieran considerar en el diseño arquitectónico de una vivienda.

Según los criterios para el diseño de una vivienda en un clima cálido-árido, similar al de la Comarca Lagunera, Victor Olgyay (2002) ⁽³⁶⁾, emite las siguientes recomendaciones:

Dentro de la ordenación del conjunto:

1-. Estructura urbana: Los muros de las viviendas y jardines deberán proporcionar sombra a los espacios exteriores de la vivienda. Es conveniente que las unidades se agrupen en torno a un patio o zona similar, la concentración es favorable.

2-. Espacios públicos:

Debe existir una estrecha conexión entre los espacios públicos y las áreas residenciales. Es conveniente una protección solar o parcial, deberán evitarse las superficies pavimentadas, son beneficiosos los estanques de agua.

3-. Paisaje:

Debido a que, por lo general en estas regiones la vegetación es muy escasa, la concentración de plantas y superficies cubiertas de césped a manera de "oasis" son muy favorables.

4-. Vegetación es un elemento importante, tanto por su papel como superficie absorbente de la radiación como por sus propiedades de evaporación y de sombra.

Dentro del diseño de la casa:

1-. Topologías de viviendas:

La tipología más apropiada es la de la casa-patio: las viviendas colindantes, en hileras y organizadas en conjuntos compactos, para crear efectos de volumen, son las más convenientes. Los edificios de construcción maciza son los más adecuados.

2-. Distribución general:

El objetivo es perder calor en vez de ganarlo. Por lo tanto la organización del edificio alrededor de una zona verde y cerrada al exterior es la más conveniente, ya que de esta manera se favorecen los efectos refrescantes

por evaporación y la pérdida nocturna por radiación.

3-. Planta de distribución:

Una ordenación residencial introvertida es la opción más favorable, ya que se beneficia de ventajas microclimáticas. Las edificaciones de una sola planta y una distribución correcta con economía de movimientos evitan la ganancia calorífica. Las posibilidades de evaporación deben utilizarse. Las zonas productoras de calor deben situarse separadamente del resto de la casa. Las habitaciones vacías o que no se utilicen deberán emplazarse en el lado oeste para amortiguar el impacto solar.

4-. Forma y volumen:

Las formas compactas son las más convenientes, el efecto volumen es muy importante, las formas edificatorias deben recibir el mínimo asoleo.

5-. El interior:

La organización interna con habitaciones profundas, proporciona estancias frescas que contrastan con el intenso calor exterior. La utilización de colores "fríos" de baja emisión reduce la reflexión del calor hacia superficies interiores. El contacto con los patios refresca los espacios adyacentes.

6-. El color:

La pintura blanca aplicada en superficies expuestas al asoleo, presenta un índice de reflexión muy elevado. Los colores oscuros y absorbentes pueden emplearse en aquellas superficies internas donde se esperan reflexiones. Los contrastes entre colores brillantes son acordes con el carácter general de la región.

Dentro de los elementos constructivos:

1-. Aberturas de ventanas:

Las aberturas pequeñas reducen la intensidad de la radiación. Las ventanas deberán estar protegidas de la radiación directa, y situadas en la parte superior de la fachada para evitar la radiación procedente del suelo. Además deberán cerrar herméticamente como protección contra el calor diurno. Las sombras en el exterior son muy favorables. Las aberturas deberán localizarse en los lados sur y norte, y en menor proporción en el este.

2-. Muros:

Las paredes de las zonas de actividad diurna deberán estar construidas con materiales que permitan la acumulación calorífica, en cambio, los materiales de los muros de las zonas de actividad nocturna deberán tener poca capacidad acumulativa. Los parámetros a este y oeste deberán

encontrarse bajo sombra. Tanto para la radiación solar como para la térmica son favorables los materiales con alto índice de reflexión.

3-. Cubierta:

Por lo general, el aislamiento por almacenamiento de calor es el mejor método. Sin embargo una cubierta sombreada y bien ventilada es también una buena opción a aplicar en los dormitorios, Aspersores de agua o una piscina de agua en el techo es también un remedio eficaz. Un índice de reflexión solar alto es un requerimiento básico, y la capacidad de emisión es esencial para la radiación de onda larga.

4-. Elementos de protección solar:

Estos elementos deben estar separados del edificio y expuestos a la convección del viento.⁽³⁶⁾

De acuerdo al clima calido-seco al cual pertenece la Comarca Lagunera, se citarán algunas recomendaciones para el proyecto arquitectónico, según la guía CONAFOVI del uso eficiente de la energía en la vivienda, en el anexo 3.

Reutilización y tratamiento de aguas residuales

Actualmente la vivienda colectiva no cuenta con este sistema. Posiblemente por falta de información, recursos financieros o el desconocimiento total. Estas carencias representan una gran área de oportunidad para la aplicación del tratamiento de aguas residuales. Este sistema presenta grandes beneficios para los usuarios así como para el medio ambiente. A continuación se presentan algunas recomendaciones para la implementación de este sistema.

Las aguas residuales domesticas son aguas de composición variable, proveniente de descargas de usos domésticos. Los contaminantes usualmente contenidos son la materia orgánica, los sólidos y los patógenos. Se pueden someter a diferentes niveles de tratamiento, dependiendo del grado de purificación que se desee. Las aguas grises (jabonosas) son las aguas servidas domesticas libres de materiales fecales, como los desagües de la cocina, lavabos, regaderas y lavadora. Estas aguas pueden ser reutilizables dentro de un mismo inmueble, una vez que se les haya dado tratamiento, ya que poseen gran cantidad de contenido orgánico, así como sales (principalmente sodio y potasio), por lo que sin su tratamiento no son aptas para su reutilización.⁽³⁰⁾

La reutilización de aguas en forma particular (una vivienda) o por conjunto habitacional es necesaria, para obtener un efluente con calidad para la reutilización en riego de jardines (NOM-003-SEMARNAT-1997), también se necesita llevar a cabo un pretratamiento, una sedimentación primaria, un

tratamiento tipo biológico, una sedimentación secundaria y desinfección. ⁽³⁰⁾ También se requiere el tratamiento de los lodos generados, mediante espesamiento digestión y deshidratado; así como la disposición final de los mismos. Es recomendable que los conjuntos habitacionales contaran con tuberías de separación de drenajes (aguas grises y aguas negras). Esto facilitaría la reutilización de las aguas grises para las descargas de los inodoros, así como las aguas negras, una vez tratadas para el riego de jardines. Esta separación debe ser considerada ya en el desarrollo de los conjuntos habitacionales. Un buen inicio debe considerar, por cuestiones de costos, solo el tratamiento de las grises ya que requieren menos tratamiento que las negras, pudiendo así contribuir enormemente al ahorro de agua limpia.

De la misma manera es recomendable la captación de agua pluvial. El uso de terrazas o áreas comunes cubiertas con 5-10 cms. de grava es una opción para esta situación. Los principales problemas de contaminación encontrados en el agua de lluvia captada para uso humano, son propiciados por los métodos de construcción y por los materiales utilizados en las cisternas o tanques de almacenamiento, así como por un inadecuado proceso de tratamiento. Cuando el agua se pone en contacto con los techos o superficies de recolección, esta puede arrastrar contaminantes hacia el tanque de almacenamiento. Por esto es indispensable filtrarla y desinfectarla cuando su uso sea para el interior de las casas. Es importante asegurar que la calidad del agua de lluvia no se encuentre afectada por la contaminación ambiental de la zona, y de ser necesario asegurar el tratamiento adecuado antes de pensar en el uso directo o en la recarga de acuíferos. ⁽³⁰⁾ Cualquier sistema de captación, almacenamiento y reutilización del agua de lluvia, requiere los siguientes componentes básicos:

- Captación
- Conducción
- Interceptor
- Almacenamiento

La información requerida para el diseño de un sistema de captación de agua de lluvia es la siguiente:

- Datos de precipitación en la zona de por lo menos los últimos 10 años
- Tipo de material de la zona de captación
- Numeras de personas beneficiadas
- Demanda de agua⁽³⁰⁾

Existe un *Proyecto piloto de Saneamiento Ecológico Municipal Tepozeco 2003-2006*, dentro del paquete "Instrumentos Educativos para el Saneamiento Ecológico" el cual promueve SARAR Transformación, SC con

sede en Tepoztlán, Morelos. Esta Asociación promueve y proporciona recomendaciones útiles y naturales para la recolección de aguas pluviales, tratamiento de las aguas grises y el uso de sanitarios ecológicos. De manera general y concreta se mencionará los dos tipos de filtros que presentan para tratar las aguas jabonosas: *“La elección del sistema depende de las condiciones del terreno y de cómo se pretende reutilizar el agua”* Dentro de este proyecto se manejan las opciones de “filtro jardinera” y “filtro acolchado”. El primero es un pequeño humedal con plantas de pantano que permite la reutilización del agua para riego. En el segundo se vierte el agua directamente a una superficie de acolchado que consta de material orgánico de fácil degradación, el cual protege las plantas y evita la evaporación, pero este sistema es utilizado para regar árboles.

Lo anterior se menciona con el fin de proporcionar esta información que compete a la vivienda sustentable. Este sistema ecológico puede ser aplicado a la vivienda bajo un estudio previo de la región y los costos que esto genere. La reutilización del agua utilizada es algo óptimo y necesario en la vida del ser humano, para mejora del ambiente.

Elementos básicos en el diseño de las áreas verdes

La construcción de desarrollos habitables sustentables representa una oportunidad para regresar a la naturaleza parte de lo que de ella se ha tomado. Dentro de los desarrollos habitacionales se deben diseñar áreas verdes adecuadas, para brindar a los habitantes espacios abiertos para su recreación, formando de esta manera un entorno confortable, que contribuya a la regeneración del suelo y a la captación de agua en el subsuelo, sin mencionar los beneficios que en el aspecto social y familiar se presentan.

Pese a que las áreas verdes son fundamentales para la vida, ya que entre otras cosas disminuyen el bióxido de carbono, evitan la erosión y mejoran el clima, parece que la sociedad, en especial las autoridades, no logran tener conciencia ante la desaparición continua de estos espacios.

Entre algunos de los beneficios principales que aportan los árboles, podemos mencionar: producen oxígeno, proporcionan sombra, reducen la velocidad del viento, así como también lo filtran, abaten el ruido, regulan el clima, son áreas de recreación, etc. ⁽²⁹⁾

La Guía CONAFOVI: *“Diseño de áreas verdes en desarrollos habitacionales”* califica dentro de las regiones ecológicas a la región de la Comarca Lagunera dentro de la región “desiertos de America del norte” (seco desértico) la cual abarca también el desierto Sonorenses, el desierto de Baja California y el desierto Chihuahuense.

Entre la vegetación y árboles que pertenecen a esta región se mencionan

los siguientes:

Huizache (*Acacia farnesiana*), Mezquite (*Prosopis juliflora*), Anacahuite (*Cordia boissieri*), Yuca (*Yucca elephantipes*), Yuca (*Yucca filifera*), Neem (*Azadirachta indica*), Palo verde (*Cercidium floridum*), Guaje (*Leucaena leucocephalia*), Zalám (*Pithecellobium saman*), Pirul (*Schinus molle*), Bacanora (*Agave angustifolia*), Sotol (*Dasyllirion wheeleri*), Maguey (*Agave salmiana*), Granado (*Punica granatum*), Higuera (*Ficus carica*), Pasto bermuda (*Cynodon dactylion*), Pasto kikuy (*Pennisetum clandestinum*).

A continuación, en la figura 17, se presenta un resumen de características básicas para tomarse en cuenta en el manejo de los espacios abiertos en el diseño urbano.

Figura 16: Recomendaciones para el diseño de las áreas verdes. Fuente: Guía CONAFOVI.

Recomendaciones paisajistas para manejo de espacios abiertos

- a) No más de cuatro especies para cada uno de los estratos en un conjunto habitacional.
- b) Cada vez que se plante un árbol éste deberá tener un mínimo de 2.5 a 3 m de altura
- c) Siempre que se plante un árbol se deberá tomar en cuenta el significado espacial que tendrá cuando alcance su tamaño adulto.
- d) Se procurará que las especies seleccionadas le den una identidad particular al conjunto y al lugar donde estén ubicadas.
- e) Los usuarios de un desarrollo habitacional deberán tener áreas verdes públicas a menos de 3 minutos a pie (225 m aproximadamente).
- f) Los espacios abiertos tendrán buena señalización, serán accesibles a todo tipo de usuario y considerarán las instalaciones necesarias para un buen mantenimiento del área verde.
- g) En parques y jardines urbanos, las plantas de todos los estratos se pueden introducir con buenos diseños.
- h) No se puede tener pasto o cubre-pisos bajo grandes árboles, ya que la vegetación pequeña también busca luz, si no la obtiene no se desarrollará, especialmente la vegetación perenne.
- i) Para lograr áreas verdes saludables se deben manejar los tres estratos herbáceos juntos.

Otras recomendaciones para la distribución y diseño de los espacios exteriores:

En las ventanas críticas, donde se recibe en exceso el sol, los árboles resultan valiosos para modificar la temperatura interna de las viviendas, los árboles de hoja caduca proporcionan sombra en verano y permiten el asoleamiento en invierno, es propicio el plantar árboles donde se estacionan los coches para que reciban sombra, los estratos de plantas por encima del nivel de la calle amortiguan el ruido y bloquean visualmente los coches, proponer especies adecuadas de la región y adecuadas en su uso, permite que su crecimiento se adapte sin causar daños.

Las áreas verdes le otorgan a la comunidad enormes beneficios,

proporcionando bienestar a las personas, al suelo y a la vivienda misma. Al diseñar estos espacios se deben de tomar en cuenta los factores ambientales que influyen en el tipo de plantas y especies que se utilicen, así como el tipo de suelo, su topografía y el clima de la región. ⁽²⁹⁾

Clima

Como se ha venido mencionando con anterioridad, la vivienda de interés social enfrenta la problemática de la falta de diseño con materiales que propicien el ahorro de energía y genere confort térmico interior, provocando en el usuario problemas de tipo psicológico, fisiológico y económico. La arquitectura bioclimática tiene por objetivo generar un nivel de confort integral térmico, acústico, lumínico y ambiental mediante la adecuación del diseño, la geometría, la orientación y el uso de materiales adecuados a las condiciones climáticas de su entorno. ⁽³⁵⁾

Los factores climáticos son las condiciones físicas que tiene una región, los principales factores son la latitud, altitud, relieve, distribución de tierra y agua, así como las corrientes marinas. Los elementos del clima más importante para el proceso de diseño son:⁽³⁵⁾

- Temperatura del aire
- Humedad relativa
- Precipitación pluvial
- Velocidad y dirección del viento
- Presión atmosférica
- Nubosidad
- Radiación solar

En los anexo 4 y 5 se presentan los datos de las temperaturas y humedad relativa de la ciudad de Torreón, Coahuila. Estas servirán solo de complemento e información de las ciudades.

El entorno también adquiere mayor importancia. Por ejemplo, al existir una necesidad colectiva de viviendas, no solo será importante que el diseño arquitectónico incluya aspectos sociales y sea climáticamente apropiado, sino que también debe de ser económicamente viable, y las técnicas de producción y distribución de las viviendas aseguren beneficios para la sociedad y el medio ambiente, o por lo menos, que no causen perjuicios a la comunidad, ni al medio ambiente. Los sistemas constructivos que utilizan concreto armado y procedimientos complejos de ensamblaje, se adaptan mejor a las condiciones de las grandes concentraciones metropolitanas, a la gran empresa y al centralismo administrativo, mientras que el empleo de materiales como el adobe, teja, el ladrillo y la madera se acomodan mejor a la capacidad de empresas productivas medianas e incluso pequeñas, usan materia prima local y escalas reducida de operación, lo que permite

muchas veces la participación directa de la población en los procesos productivos.

Las consecuencias sociales y ambientales de la aplicación de técnicas de producción y distribución de bienes y servicios habitacionales, son tan importantes que justifican un examen de las circunstancias que determinan la selección tecnológica, es decir, de los medios (materiales), que usa la sociedad para satisfacer las necesidades de la comunidad.

Sin embargo, la tecnología corriente aplicada a la construcción de viviendas de interés social, las que reciben un subsidio público, no es más que la simplificación y reducción del diseño y métodos constructivos tradicionalmente aplicados a las viviendas del sector privado. Por lo tanto, la selección tecnológica implica una decisión social de primera importancia, que requiere métodos de análisis comparativo para determinar cuales son las tecnologías mas adecuadas a cada situación concreta. ⁽²⁸⁾

3.5 Descripción del prototipo seleccionado y propuestas

El prototipo a analizar pertenece al fraccionamiento "Las Huertas II" ubicado en la ciudad de Lerdo, Dgo., desarrollado por la constructora DILSA. Este prototipo se eligió dentro de los prototipos construidos con block de concreto, por ser este uno de los elementos más utilizados en la región y encontrados en el levantamiento de campo. A continuación se presenta una descripción de las especificaciones de construcción de la vivienda.

Especificaciones casa habitación fraccionamiento "Las Huertas II"

Lugar: Lerdo, Durango.

Número de lotes: 155

Superficie de Terreno: 90 m² e irregulares

Vivienda de un piso, área construida: 45.03m². Consta de dos recamaras con espacio para closet, un baño, sala, comedor, cocina, cochera un auto, patio de servicio, bardas medianeras, área para jardín y preparación de Aire Lavado.

Cimentación: Losa de cimentación de armada con refuerzo adicional, (doble malla) en lecho superior con malla electrosoldada 6/6 10-10 concreto premezclado de F'c= 200 Kgs/cm², resistencia refuerzo en área de muros con varilla de 3/8 a cada 30 cms. a ¼ del claro, dentellón perimetral en muros de sección 25x20 cms. y armex 20x30x4 cms.

Muros: Block de concreto de 15 x 20 x 40 cms. asentado con mortero cemento-cal-arena prop. 1:3:5 con castillos en acomodo según plano estructural, concreto F'c= 150 kgs/cm² a distancias variables según claros (ver detalles). En muros y cerramiento dala armada con armex 15x20x4.

Losa de azotea: Sistema vigueta y bovedilla con capa de compresión y armada de malla 66:10-10 bovedilla de 15x61x122 y vigueta con armadura de 1463 con refuerzo de varilla de 3/8", refuerzo perimetral con armex 15x20x4 y en volado de losa de azotea.

Albañilería:

Registros contruidos a base de tabique recocido en 13 cms., juntado con mortero cemento arena 1:4 acabado pulido plantilla de concreto en patio de servicio, cocina y en banqueta municipal.

Bajada pluvial: canal o tubo de concreto para desagüe de agua pluvial.

Moldura de concreto, se construyen sobre el perímetro del pretil frontal de la fachada con concreto F'c= 150 kgs/cm² cimbrado y descimbrado con armado de malla electrosoldada 66:4-4.

Chaflanes y diamantes en azotea a base de pasta de cemento-cal-arena proporción: 1:1:5 formados en rincones y pretilos para desagüe de agua de lluvia.

Pretilos de block de concreto de 15x20x40 cms. y adosados con mortero cemento-cal-arena 1:3:5 incluye continuación de armex de castillos existentes. Aplanado en muro interior con mortero.

Bardas medianeras: muros de block de concreto de 15x20x40 cms. hasta una altura de 1.80 mts. Medianera incluye cimentación con block de relleno y dala de desplante con armex 15x20 concreto F'c= 150 Kgs/cm² y castillos de concreto 15x15 cms; en bardas al divisorias en el frente una altura de 1.05 mts.

Instalaciones.

Instalación hidrosanitaria a base de tubo plus de 1/2" de diámetro y tipo "L" de cobre para gas, tubería de PVC sanitario para descargas incluye conexiones y accesorios.

Instalación eléctrica a base de poliducto de 1/2" y 3/4" de diámetro cajas galvanizada de 3"x 3" y de chalupa de 2"x4", cable THW calibre 8,10,12 y 14, porcelanas de 4" para foco contactos y apagadores polarizados marca Roger.

Acabados.

Acabados interiores y exteriores: Aplanados de emplaste con yeso en muros y cielos interiores y exteriores, pintura vinílica de volados, marquesina y molduras.

Pisos de loseta de cerámica de sección 33 x 33 cms. En área húmeda adosado con adhesivo pega-azulejo con junta de 4 mm. Nivelado con pasta de cemento en área de pisos interiores.

Suministro y colocación de puerta bandera y marcos metálicos a base de perfiles Prolamsa presión de 1 1/2 incluye herrajes, vidrio claro de 3 mm., chapa y tablero en parte inferior de puerta.

Azulejo en baños: loseta de sección 20x30 cms. en área húmeda de baño hasta 1.80 mts de altura, adosado con adhesivo pega-azulejo.

Rampas y banquetas de concreto $F'c= 150 \text{ kgs/cm}^2$ de 10 cms. de espesor para acceso a cochera, banqueta municipal de 10 cms. de espesor y concreto $F'c= 150 \text{ kgs./cm}^2$ y banqueta en patio de servicio de 10cms. de espesor y $F'c= 150 \text{ Kgs/cm}^2$.

Carpintería: Puerta principal de 90 x 213 cms. tipo multipanel mixta color blanco con chapa de llave, 3 puertas interiores de caobilla; 2 de 80 x 213 cms, 1 de 70 x 213 cms.

x 213 cms, en acabado color nogal americano y barniz transparente con chapas de intercomunicación.

Aluminio natural de 1 ½" de ancho, incluyendo vidrio claro de 3 mm. Tela mosquitera, jaladora, ventana fija y móvil, vidrio gota de agua en baño y herrajes de fijación.

- ✓ Colocación de teja de barro ondulada en marquesina de fachada fijada con clavo de concreto y alambre galvanizado.
- ✓ Muebles sanitarios y accesorios; juego completo de muebles sanitarios de color crema incluye los herrajes de fijación y accesorios para su instalación así como accesorios de porcelana empotrados en muros.

A su vez, en la tabla 16, se presenta un análisis de los espacios interiores, los metros cuadrados construidos y los espacios que contempla el prototipo.

Tabla 16: Análisis de las áreas de la vivienda en observación, Fuente: Levantamiento físico propio, (septiembre 2008).

Análisis de áreas interiores, metros construidos y áreas mínimas en vivienda de 45m²							
Área	Espacios interiores			Metros construidos		A. mínima	Diferencia
Sala comedor	4.73x2.94	13.91	m2	3.12x4.91	15.32	13.60	0.31
Cocina	2.75x1.60	4.40	m2	2.81x1.78	5.00	3.00	1.40
Baño	2.63x1.22	3.21	m2	2.81x1.34	3.77	--	--
Recamara 1	2.82x2.70	7.61	m2	2.94x2.88	8.47	7.00	0.61
Recamara 2	2.82x2.70	7.61	m2	2.94x2.88	8.47	6.00	1.61
closet rec 1	1.68x0.61	1.02	m2	1.86x0.67	1.25	--	--
closet rec 2	1.68x0.61	1.02	m2	1.86x0.67	1.25	--	--
área volado	0.415x6.0	2.49	m2	--	--	--	--
circulaciones	1.34x0.90	1.21		1.34x1.02	1.37	--	--
circulaciones	1.14x0.12	0.14		--	--	--	--
muros externos	--	--		0.5x0.06	0.03	--	--
área techada total	47.40	--	m2	--	--	--	--
área construida	44.91	--	m2	--	44.91	--	--

La distribución en una vivienda que se rige por un límite de metros cuadrados y dimensiones de un lote, no puede tener muchas variantes en la distribución de los espacios. Como se mencionó anteriormente, la variabilidad se encuentra concentrada en la fachada, así como en el diseño urbano, equipamiento y las áreas de esparcimiento que los

desarrolladores ofrezcan. Se presenta una visión general del prototipo en planos arquitectónicos e imágenes digitales (Anexos 6, 7, 8, 9, y 10)

Propuestas en diseño

En base a lo expuesto en el apartado 3.4 de esta investigación, en lo que se refiere a las posibles soluciones bioclimáticas para la vivienda, para el clima cálido-seco de la Comarca Lagunera, se presenta a continuación una comparativa de lo expuesto, lo faltante que se pueda aplicar y las recomendaciones generales. En el siguiente capítulo se contemplará los aspectos faltantes, (costos, indicadores y recomendaciones). Estas observaciones están enfocadas al conjunto ya mencionado, mas son aplicables a futuros fraccionamientos en esta región.

Dentro de la visual de conjunto, se observa una falta de árboles de hoja caduca que proporcionen sombra a la vivienda, así como también escasa vegetación en las áreas verdes. La mayoría de los árboles plantados son pequeños, por lo cual tendrá que pasar unos años hasta que el árbol se desarrolle y logre aportar sombra a los usuarios. Se debería solicitar al Municipio un traspaso de árboles grandes, de lugares inconvenientes a los nuevos fraccionamientos. Esto ayudara enormemente a formar espacios exteriores agradables, mejoraría la visual, así como el aumento del confort en el interior de la vivida. Bajo el clima que rige en esta región, calido-seco es importante evitar el asoleo. Se puede proponer elementos constructivos verticales que armonicen con el entorno y proporcionen sombra a la vivienda. La concentración de las viviendas existe, más no en torno a un patio o zona similar, sino hacia un área verde general para todo el conjunto, se pudiera proponer una distribución en secciones, hacia varias áreas verdes en vez de una principal. Existen superficies pavimentadas en todas las vialidades, lo cual es perjudicial. Se propone empedrado por la larga duración de estas vialidades, mas el costo en este punto tendría un peso importante. Es preferible dar prioridad a la vegetación desértica, césped de la región, en todas las áreas posibles.

Se encuentra acertada la distribución de las viviendas en hileras, organizadas en conjuntos, mas estas deben ser mas compactas, no tan largas. Favorece también que la vivienda sea de una planta, falta solamente la distribución correcta de los espacios de acuerdo a su uso y orientación. Las dimensiones interiores de 2.70 metros libres de la altura que la vivienda presenta son recomendables.

Los colores que se manejen deben de ser de baja emisión para reducir la reflexión, tanto en interiores como exteriores. Se debe de hacer una reubicación de la posición de las ventanas, ya que no están protegidas de la radiación solar, así como situarlas en la parte superior de la fachada para evitar la radiación procedente del suelo. Es importante que la

vivienda cuente con ventanas herméticas que aislen y eviten el paso del calor y frío del exterior. Estas ventanas deberán de ser de doble vidrio, y en dimensiones pequeñas. Este sistema de ventanearía tiene un precio elevado que la mayoría de las ventanas comunes, y para cubrir esta diferencia, podría manejarse un cargo extra en el total de crédito de las personas que estén de acuerdo en tener este sistema. Es preferente el lado sur, al norte con proporción en invierno y en menor cantidad al este.

En la cubierta una buena opción en diseño sería el de implementar la "azotea verde" que consiste en sembrar en la azotea pasto, vegetación y árboles para proporcionar un refresco a la vivienda. Este peso extra debe estar considerado en el cálculo estructural de la vivienda, así como también la vivienda debe contar con un sistema completo de aislamiento e impermeabilización en losa, para evitar filtraciones de la humedad.

Las áreas de servicio y poco uso deben estar orientadas al norte o noroeste, el diseño urbano debería tener más interés en estas ubicaciones, ya que su diseño solo se concentra en las vialidades y áreas verdes. Se recomienda debido a la falta de orientación, que las ventanas estén remetidas, volados grandes en fachadas al sur. En fachadas al norte se recomienda parteluces y vegetación que permita el asolamiento en invierno.

La ventilación cruzada es vital para renovar el aire interior, se propone también la ventilación en chimenea para la extracción del aire caliente. En los muros exteriores es favorable que se maneje cámara de aire, que estos sean masivos y con protección de materiales aislantes en el exterior. En pisos exteriores son recomendables los permeables, se sugiere adoquín.

Sobre la reutilización de las aguas grises, proponemos sistemas sencillos y económicos que propicien a la vivienda una ayuda en el suministro de agua. Bajo las características de la vivienda de interés social, es posible, bajo un estudio económico previo, considerar la reutilización solamente de las aguas grises, que no requieren un tratamiento intenso como los son los necesarios para las pluviales y las aguas negras. El agua sería utilizada para el uso del inodoro, riego de jardines y para limpieza de la vivienda. Esto es posible separando las descargas del lavabo, fregadero, regadera y lavadero, dirigiéndolo al filtro principal que se decida. A su vez esta tubería deberá retornar a los usos antes mencionados. Es importante mencionar que no sería potable, ya que estos sistemas de tratamiento son más costosos.

Dentro de las recomendaciones que esta investigación sugiere, no se puede olvidar el uso del calentador solar, principalmente con las características de tubos al vacío, que son actualmente los más recomendables y estos sistemas no consumen energía. Los focos ahorradores y las válvulas ahorradoras de agua también son importantes y

dado que ya se encuentran dentro de los paquetes de FIDE, no se profundizará más en este tema.

Capítulo 4: Desarrollo del proyecto

4.1 Análisis de costos

En los capítulos anteriores se presentó los caminos que la vivienda ha tenido a lo largo de los años, los antecedentes y avances que ha tenido la energía sustentable y sus aplicaciones a la vivienda tanto en México como en otros países, así como también se realizó una presentación y análisis previo de los costos de los materiales térmicos que pudieran implementarse en la vivienda de interés social.

El costo por metro cuadrado que la Desarrolladora utiliza para el muro de block de concreto, es de \$112.03. Este costo es importante mencionarlo, pues se utilizará en el análisis de la metodología. Posteriormente se presentará el análisis de los precios unitarios de los materiales térmicos descritos anteriormente. También se abarcaremos las comparativas, e indicadores para elegir del mejor sistema de los propuestos.

Tabla 17: Tabla de análisis de los materiales térmicos presentados.

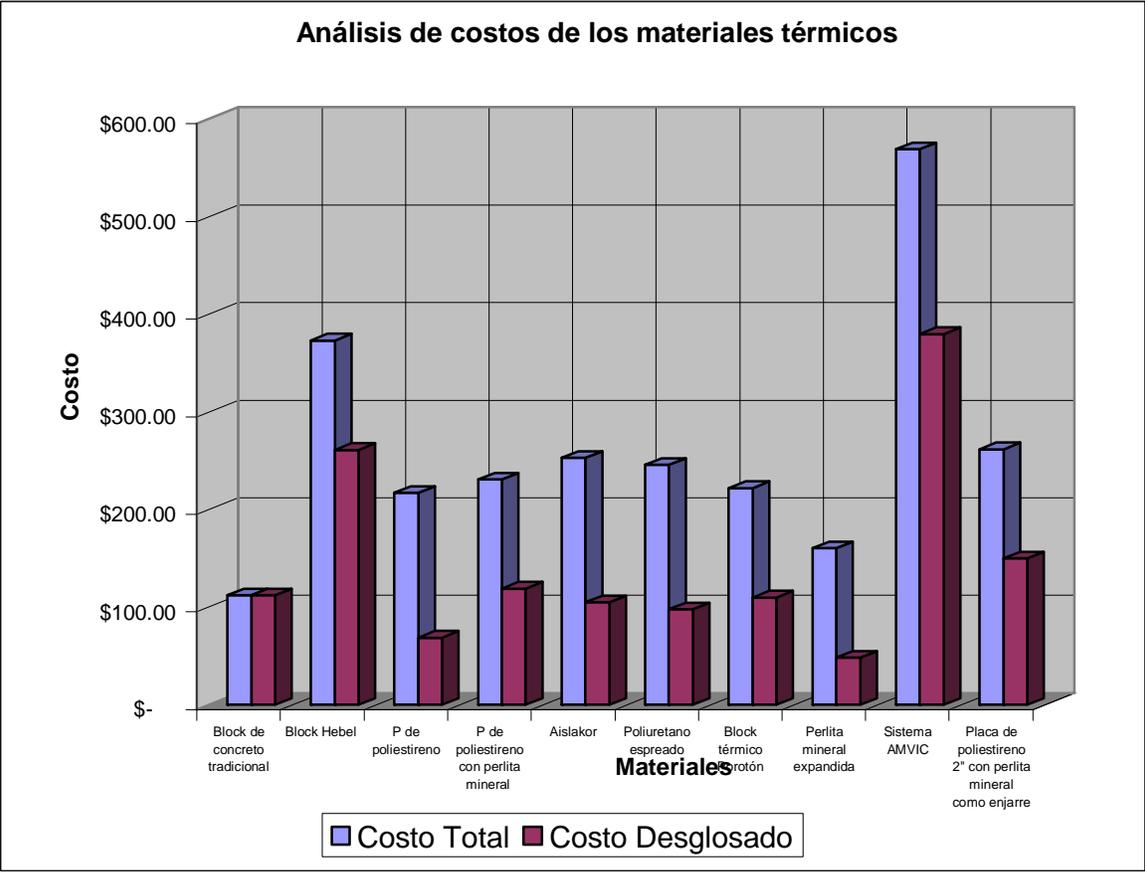
Tabla de materiales térmicos y sus complementos para instalación									
	Descripción del sistema	Costo por elemento	unidad	Costo elementos adicionales (ver tabla de cada elemento)	Costo neto por m2	Costo de m2 de block existente (costo de presupuesto)	Mano de obra del elemento	Costo total por m2 (nivel de enjarre-estuco)	Costo desglosado por m2 para agregar al presupuesto
1.-	Block de concreto tradicional	Aquí se considera el costo total presentado en presupuesto							\$ 112.03
2.-	Block Hebel 15 cms	\$ 34.85	pieza	\$ 49.22	\$ 278.80	---	\$ 45.00	\$ 373.02	\$ 260.99
3.-	Placas de poliestireno	\$ 86.62	placa	\$ 56.37	\$ 29.16	\$ 112.03	\$ 19.30	\$ 216.87	\$ 68.69
4.-	Placa de poliestireno con perlita mineral como enjarre	\$ 86.62	placa	\$ 24.02	\$ 40.20	\$ 112.03	\$ 54.50	\$ 230.76	\$ 118.73
5.-	Placas aislantes (Aislakor)	\$ 484.72	placa	\$ 56.37	\$ 65.15	\$ 112.03	\$ 19.30	\$ 252.85	\$ 104.67
6.-	Poliuretano esparado	\$ 97.75	m2	\$ 36.15	\$ 97.75	\$ 112.03	---	\$ 245.93	\$ 97.75
7.-	Block térmico Porotón	\$ 13.52	pieza	\$ 14.56	\$ 169.00	---	\$ 38.00	\$ 221.56	\$ 109.53
8.-	Perlita mineral expandida	\$ 55.20	costal	\$ 1.90	\$ 11.04	\$ 112.03	\$ 35.20	\$ 160.17	\$ 48.14
9.-	Sistema AMVIC	\$ 205.85	pieza	\$ 189.17	\$ 411.70	---	\$ 45.00	\$ 568.83	\$ 379.76
10.-	Placa de poliestireno 2" con perlita mineral como enjarre	\$ 178.59	pieza	\$ 35.06	\$ 60.13	\$ 112.03	\$ 54.50	\$ 261.73	\$ 149.70

El desglose de la tabla No. 17 presenta el costo por elemento constructivo, el costo de los materiales que estos elementos constructivos necesitan para su correcta instalación. También se presenta el costo neto por m², este se refiere al costo que tendría para aplicar este sistema a cualquier proyecto. Dependiendo del sistema constructivo al que se refiera, como se observa en el número 8, correspondiente a la Perlita mineral expandida, se considera extra el costo del muro de block existente de la vivienda, cuyo

dato fue extraído del presupuesto antes presentado. O bien si se tratara de un sistema de construcción completo que proporcione también un elemento estructural, como el block, (Sistema AMVIC) dentro de sus características de termicidad, el costo del muro de block presentado en el presupuesto se elimina. Es aquí donde se presenta la diferencia entre el Costo Total por m² y el Costo Desglosado. Este último esta enfocado básicamente a la aplicación en la vivienda de interés social seleccionada.

En el anexo 11 se presenta el desglose de costos de los materiales que contiene la tabla anterior. En la figura 17 se presenta la comparativa entre el Costo Total y Costo Desglosado de cada uno de los sistemas constructivos y sus materiales extras y mano de obra.

Figura 17: Gráfica comparativa de los costos total y desglosado de los materiales del prototipo.



El análisis costo-beneficio es una de las herramientas de evaluación que mas aplicabilidad ha tenido en la evaluación de proyectos de cualquier tipo con resultados efectivos. (31)

4.2 Comparaciones, indicadores y diagramas

El proceso de análisis de esta investigación está basado en la Ingeniería de Valor y en el criterio de aplicación presentado en la metodología propuesta en la tesis de posgrado "*Gestión de la innovación de tecnologías de edificación en inmobiliarias utilizando ingeniería de valor*".⁽³⁸⁾ Esta metodología está tomada como ejemplo para realizar en la presente investigación una comparativa entre el proceso constructivo de los muros de block y los diferentes sistemas constructivos y térmicos anteriormente presentados. Los resultados del análisis será el sistema constructivo mas adecuado para este rango de la vivienda.

La selección de los factores del proceso constructivo se basará en la vivienda de interés social (Véase tabla 24). Estos son: El Costo, el grado de Termicidad, la Calidad, Mano de obra y los Elementos adicionales. Todos los conceptos mencionados estarán dentro del rango de 3 calificaciones, siendo la número 3 la de máximo valor, degradado su potencial hasta el número 1 que es la calificación mínima. Esta calificación se tomará para el sistema constructivo actual de la vivienda, que es el de block de concreto ya presentado. En la descripción de los conceptos el Costo maneja los rangos de menos \$100 pesos hasta mayor que \$301. La Termicidad contempla los rangos de la R que va desde menos de 5 hasta más de 15. Los criterios de la calidad están basados en los grados de termicidad y los costos, siendo el primero el objeto de estudio de esta investigación y el último factor de peso en el campo de la vivienda de interés social.

Dentro de la categoría de la Mano de obra se enfoca al nivel de capacitación que requieren los obreros, que va desde escasa o mínima hasta más de 5 horas. Por último se manejan los elementos adicionales. Estos se refieren al tipo de herramientas y materiales específicos que el sistema constructivo necesita para realizar una correcta instalación. Estos factores fueron considerados como los básicos y más importantes que influyen para la evaluación de los procesos constructivos. La tabla 18 desglosa las características de calificación de los conceptos antes descritos.

Tabla 18: Tabla de los factores del proceso constructivo.

Factores que influyen para la evaluación el proceso constructivo															
Escala	Costo			Termicidad			Calidad			Mano de obra			Elementos adicionales		
	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
1	Costo \geq \$ 301/m ²														
2	Costo entre \$ 101/m ² y \$300/m ²														
3	Costo \leq \$ 100/m ²														
1				R \leq 5.00											
2				R entre 5.01 y 15											
3				R \geq 15.01											
1							Es térmico pero tiene costo alto								
2							No cumple con termicidad								
3							Cumple con termicidad, costo medio								
1										Requiere capacitación \geq 5 Hrs.					
2										Requiere capacitación \leq 5 Hrs.					
3										Escasa capacitación					
1										Requiere H y ME					
2										Requiere ME					
3										Sin H y ME específicos					
H=Herramienta ME= Materiales específicos															

Posteriormente y una vez establecido la ponderación de los sistemas, se manejará el desglose y la captura en la matriz de preferencias, otorgando valores a cada uno de los conceptos constructivos descritos, estos valores oscilan entre la A hasta la letra E. En esta matriz se generan las preferencias de una característica entre un elemento u otro, arrojando así los primeros porcentajes de referencia en esta metodología. En la tabla 19 se presenta la matriz, descripciones generales de esta y porcentajes obtenidos de los cinco factores.

Tabla 19: Descripciones y matriz de preferencias.

Matriz de preferencias					Total	% del total
A	A	A	A	A	4.0	40.0
	B	B	B	B	3.0	30.0
		C	C	C	2.0	20.0
			D	D/E	0.5	5.0
				E	0.5	5.0
				Total	10.0	100%
Nota:	Las preferencias fueron determinadas considerando los aspectos que establece esta investigación en torno a la vivienda de interés social					
Clave	Descripción	A	=Elemento de mayor prioridad			
A	Costo	D/E	=Tienen la misma preferencia			
B	Termicidad					
C	Calidad					
D	Mano de obra					
E	Elementos A.					

Los resultados que arroja la tabla 25 son los siguientes: El Costo contempla el 40% de prioridad en la evaluación de la vivienda de interés social, Termicidad 30%, Calidad 20%, Mano de obra y Elementos adicionales cada uno con 5%. El factor Costo sobresale sobre los demás. Estos datos constituyen la preferencia de un elemento sobre el otro y serán valorados para conseguir el sistema constructivo que genere mayor valor.

La tabla 20 presenta el desglose completo de los sistemas constructivos evaluados conforme a los cinco factores: Costo, termicidad, calidad, mano de obra y elementos adicionales. Cada sistema recibe una calificación de acuerdo al porcentaje ya obtenido de acuerdo a la prioridad del factor. La mayor calificación corresponde al número 3, la menor al número 1.

Al contar ya con las calificaciones de los factores que influyen en la evaluación del proceso constructivo y con los porcentajes obtenidos de la matriz de preferencias (Tabla 19), se continuará con la evaluación de los procesos constructivos propuestos con los requerimientos y características obtenidas, así como también del sistema actual de muros de concreto. Cada uno de los sistemas constructivos es evaluado de acuerdo a los factores ya mencionados. Los resultados totales que arroja la tabla 20 sirven para la elaboración de la tabla de resumen de cada uno de los sistemas constructivos que se presentará más adelante.

Tabla 20: Tabla de evaluación de los procesos.

Evaluación del proceso constructivo (Costo Desglosado)						
Factores	%	Descripción	Calificación			Total
			1	2	3	
Costo	40.0	Block de concreto tradicional		2		80.00
		Block de barro porotón		2		80.00
		Block Hebel		2		80.00
		Sistema de muros AMVIC		1		40.00
		Placas de poliestireno 1"			3	120.00
		Placas de poliestireno 1" y Perlita mineral		2		80.00
		Placas de poliestireno 2" y Perlita mineral		2		80.00
		Poliuretano espreado			3	120.00
		Placas aislantes (Aislakor)		2		80.00
		Perlita mineral expandida			3	120.00
Termicidad	30.0	Block de concreto tradicional	1			30.00
		Block de barro porotón	1			30.00
		Block Hebel			3	90.00
		Sistema de muros AMVIC			3	90.00
		Placas de poliestireno 1"	1			30.00
		Placas de poliestireno 1" y Perlita mineral	1			60.00
		Placas de poliestireno 2" y Perlita mineral		2		60.00
		Poliuretano espreado		2		60.00
		Placas aislantes (Aislakor)		2		60.00
Perlita mineral expandida	1			30.00		
Calidad	20.0	Block de concreto tradicional		2		40.00
		Block de barro porotón		2		40.00
		Block Hebel		1		20.00
		Sistema de muros AMVIC		1		20.00
		Placas de poliestireno 1"		2		40.00
		Placas de poliestireno 1" y Perlita mineral		2		40.00
		Placas de poliestireno 2" y Perlita mineral			3	60.00
		Poliuretano espreado			3	60.00
		Placas aislantes (Aislakor)			3	60.00
Perlita mineral expandida		2		40.00		
Mano de obra	5.0	Block de concreto tradicional			3	15.00
		Block de barro porotón		2		10.00
		Block Hebel		1		5.00
		Sistema de muros AMVIC		1		5.00
		Placas de poliestireno 1"			3	15.00
		Placas de poliestireno 1" y Perlita mineral		2		10.00
		Placas de poliestireno 2" y Perlita mineral		2		10.00
		Poliuretano espreado			3	15.00
		Placas aislantes (Aislakor)		2		10.00
Perlita mineral expandida			3	15.00		
Elementos A.	5.0	Block de concreto tradicional			3	15.00
		Block de barro porotón			3	15.00
		Block Hebel		1		5.00
		Sistema de muros AMVIC		1		5.00
		Placas de poliestireno 1"		2		10.00
		Placas de poliestireno 1" y Perlita mineral		2		10.00
		Placas de poliestireno 2" y Perlita mineral		2		10.00
		Poliuretano espreado			3	15.00
		Placas aislantes (Aislakor)		2		10.00
Perlita mineral expandida			3	15.00		

En la siguiente tabla 21 se presenta el total de los resultados obtenidos de los sistemas constructivos en la tabla 20, el porcentaje de mejora, así como el costo del aislamiento en muros. Dentro del porcentaje de mejora observamos que los mas destacados son el Poliuretano esparado, las placas de poliestireno de 2" en conjunto con la Perlita mineral expandida, las placas Aislakor y la Perlita mineral expandida, todas estas con el 22%. El costo esta basado en 78.29 m² que es el dato correspondiente a los m² de muro perimetral exterior, según el levantamiento físico.

También se maneja un costo por aislamiento en losa, que equivale a 44.84 m². Este costo se basa únicamente uno de los sistemas constructivos evaluados que se puede también aplicar en losa, que es el Poliuretano esparado. Estos dos costos generan el Costo total según el sistema constructivo. El promedio del Costo Total de estos sistemas, oscila alrededor de los 15 mil pesos. Esta tabla también genera el Índice de valor, que se obtiene del total entre el total de puntos obtenidos y el costo total. Por último se presenta el porcentaje de mejora del Índice de Valor, donde sobresalen los sistemas constructivos del Poliuretano esparado y la Perlita mineral expandida. Todos estos valores partiendo de nuestro sistema constructivo del block de concreto tradicional.

Tabla 21: Tabla de resumen de resultados.

Tabla de resumen de cada uno de los sistemas constructivos							
Descripción	Total	% de mejora	Costo aislamiento en muros (78.29m ²)	Costo aislamiento en losa (44.84m ²)***	Costo Total según sistema constructivo	Índice de Valor (T/C)	% de Mejora del IV
Block de concreto tradicional	180.00				\$ 8,770.83	20.52	
Block de barro porotón	175.00	-3%	\$ 8,575.10	\$ 4,383.11	\$ 12,958.21	13.51	-34.16%
Block hebel	200.00	11%	\$ 20,432.91	\$ 4,383.11	\$ 24,816.02	8.06	-60.72%
Sistema de muros AMVIC	160.00	-11%	\$ 29,731.41	\$ 4,383.11	\$ 34,114.52	4.69	-77.15%
Placas de poliestireno 1"	215.00	19%	\$ 5,377.74	\$ 4,383.11	\$ 9,760.85	22.03	7.33%
Placas de poliestireno 1" y Perlita mineral	200.00	11%	\$ 9,295.37	\$ 4,383.11	\$ 13,678.48	14.63	-28.72%
Placas de poliestireno 2" y Perlita mineral	220.00	22%	\$ 11,720.01	\$ 4,383.11	\$ 16,103.12	13.66	-33.42%
Poliuretano esparado	270.00	50%	\$ 7,652.85	\$ 4,383.11	\$ 12,035.96	22.44	9.35%
Placas aislantes (aislakor)	220.00	22%	\$ 8,194.61	\$ 4,383.11	\$ 12,577.72	17.50	-14.73%
Perlita mineral expandida	220.00	22%	\$ 3,768.88	\$ 4,383.11	\$ 8,151.99	26.99	31.52%
IV= Índice de Valor							

***En losa se considera para todos la aplicación del poliuretano esparado, para generalizar, ya que no todos los sistemas son aptos para azoteas.

Ya que se cuenta con la mayoría de los resultados arrojados por cada tabla, se desglosa en la tabla 22 un resumen del Total del resultado obtenido por cada sistema, su porcentaje de mejora y las principales ventajas y desventajas que estos presentan. El sistema constructivo con mayor calificación en el total del resultado es el Poliuretano esparcido, con un total de 270, y 50% de mejora.

Tabla 22: Tabla de ventajas y desventajas.

Ventajas y desventajas de los resultados				
Sistemas constructivos	Total de resultado	% de mejora	Principales ventajas	Principales desventajas
Block de concreto tradicional	180.00			
Block de barro porotón	175.00	-3%	Mínimo acabado final, rapidez en la construcción.	Su costo es alto para la VIS*, no proporciona aislamiento
Block Hebel	200.00	11%	Aislante térmico y acústico, rapidez en la construcción, control de desperdicios	Su costo es muy elevado para la VIS, requiere capacitación, materiales y herramienta especiales
Sistema de muros AMVIC	160.00	-11%	Aislamiento térmico y acústico, mayor rapidez en la construcción	para la VIS, requiere capacitación, y acabados extras
Placas de poliestireno 1"	215.00	19%	Fácil instalación, contribuyen al aislamiento	No proporciona buen aislamiento térmico, requiere materiales extras, producto famable
Placas de poliestireno 1" y Perlita mineral	200.00	11%	Dan terminado de enjarre a la vivienda, contribuyen al aislamiento, fácil aplicación	No proporciona buen aislamiento térmico, requiere materiales extras
Placas de poliestireno 2" y Perlita mineral	220.00	22%	Aislamiento térmico, dan terminado de enjarre a la vivienda	Requiere materiales extras
Poliuretano esparcido	270.00	50%	Fácil aplicación, no requiere material extra, es aislante térmico y acústico	Es sucio en su aplicación, producto famable
Placas aislantes (aislakor)	220.00	22%	Fácil instalación, contribuyen al aislamiento	No proporciona buen aislamiento térmico, requiere materiales extras, producto famable
Perlita mineral expandida	220.00	22%	Se aplica a manera de enjarre en muros, no es tóxica y es ligera	Como enjarre no proporciona buen nivel de aislamiento
VIS= Vivienda de Interés social				

Finalmente se presenta en la tabla 23, según los datos obtenidos, una comparativa entre el sistema constructivo actual y el sistema más óptimo que arroja esta investigación. Siendo estos el muro de block de concreto y el Poliuretano esparcido, respectivamente. Básicamente es un resumen de los datos más importantes entre estos dos sistemas. Esta tabla nos arroja la calificación final y el porcentaje de mejora del sistema constructivo seleccionado, comparado con el sistema de muros de block.

Tabla 23: Resultados del sistema constructivo actual y sistema constructivo elegido.

Comparativa del sistema constructivo seleccionado: Poliuretano esreado			
Factores	Factores	S.C. Seleccionad	S.C. Actual
Costo	Calificación	3	2
	%	40.0	40.0
	Calificación parcial	1.200	0.800
Termicidad	Calificación	2	1
	%	30.0	30.0
	Calificación parcial	0.600	0.300
Calidad	Calificación	3	2
	%	20.0	20.0
	Calificación parcial	0.600	0.400
Mano de obra	Calificación	3	3
	%	5.0	5.0
	Calificación parcial	1.500	1.500
Elementos A.	Calificación	3	3
	%	5.0	5.0
	Calificación parcial	1.500	1.500
Calificación total		5.400	4.500
% de Mejora 		12%	

4.3 Viabilidad de las aplicaciones en la vivienda de interés social

La vivienda de interés social dentro de la tabla de clasificación general que maneja Infonavit, es una de las más económicas en su construcción por sus pequeñas dimensiones y por su sistema constructivo de masificación. De esta manera se "entiende" que los constructores tengan un costo "tope" en el desarrollo de esta vivienda dentro de sus fraccionamientos. Las propuestas de diseño que se presentaron dentro del capítulo 3, en el apartado 3.4, son recomendaciones sencillas, aplicables que sin ninguna duda de aplicarse, mejorarían enormemente el clima interior de la vivienda, el ámbito urbano y la calidad de los habitantes de estos desarrollos. Prácticamente el costo, teniendo una buena plantación desde el diseño, no sería un factor de peso que impida aplicar estas recomendaciones. Es importante la educación urbana y ecológica, tanto en instituciones como en los usuarios.

Se invita a los constructores que participen, se involucren y vean la vivienda como un lugar para vivir, un buen lugar que ofrecer para que la gente este confortable, y no solamente como un negocio que arroja buena utilidad.

Dentro de las opciones que se presentan de los sistemas constructivos aplicables, para ayudar a que la vivienda sea térmica, y las instalaciones especiales para obtener ahorro de la energía, sería recomendable que Instituciones federales o estatales, se manejen a través de subsidios o cuando menos financiaran estos costos. El realizar un programa que presente las opciones que la vivienda puede obtener, sus beneficios y sus costos y sus formas de pago, involucraría a las instituciones, desarrolladoras y al cliente en si, haciendo a la vivienda mas atractiva para su venta.

Con esto, estas tres partes estarían mas consientes de los beneficios que estos sistemas presentan, promocionarían su uso y participarían de buena forma al ver los resultados que esto arroja.

El programa denominado "hipoteca verde" que ofrece INFONAVIT, tiene aún muchas áreas de oportunidad para crecer, mejorar y consolidarse para que realmente ofrezca al usuario viviendas completamente aisladas y confortables. El Gobierno Federal ha comenzado a abrirse paso en el desarrollo sustentable, esta área debe seguir mejorándose para poder realizar conjuntos y viviendas de calidad y que sirvan a los usuarios, sin dañar el medio ambiente.

Capítulo 5: Conclusiones y recomendaciones

5.1 Conclusiones de la investigación

En la presente investigación se realizó una recapitulación del desarrollo de la vivienda a través de los años, su evolución y sus cambios. Posteriormente la investigación se fue adentrando en la relación que la vivienda y el clima han presentado hasta nuestros días. También se describió ampliamente el uso de la energía aplicada principalmente en el objeto de este estudio: La vivienda.

Dentro del campo de la investigación se realizó un recorrido de varios fraccionamientos en la Comarca Lagunera, recopilando datos físicos, cuantitativos e ilustrativos para su uso en el análisis de este estudio. Los datos obtenidos demuestran una gran falta de educación urbana, ecológica, así como también una falta de interés de parte de los constructores para buscar alguna opción de mejora a este sector de la vivienda. Observamos con preocupación que la información que arrojan los fraccionamientos están basados únicamente en la comercialización de la vivienda, en los sistemas rápidos de construcción, dejando a un lado, tanto por entidades federativas, como por los mismos desarrolladores, el uso principal que tienen estos: El de proporcionar una vivienda realmente digna con espacios urbanos creados para tal fin, en base a una necesidad y no como un simple requerimiento.

También se describe el uso del programa denominado "Hipotecas verdes" el cual pretende iniciar con la implementación de sistemas ahorradores de energía. Lamentablemente es un programa que inicia y que ha ido evolucionando pero que aún presenta muchas áreas de oportunidad para su mejora. Es un buen inicio por parte del Gobierno el implementar un programa así, el cual ayuda a concientizar a la sociedad y los constructores, pero tiene aún muchos aspectos que complementar para otorgar realmente beneficios a los usuarios.

En los últimos capítulos se presentó una serie de recomendaciones, características y mejoras de diseño que se pueden implementar dentro del clima calido-seco en la proyección y diseño de las viviendas y los desarrollos urbanos. Estas a su vez, en su aplicación, no generan grandes costos extras para los desarrollos pero si propician grandes beneficios.

Dentro del análisis de los datos obtenidos y para realizar la selección de los sistemas constructivos presentados, se aplicó la Ingeniería de Valor como metodología para el análisis de estos. Los resultados que la Ingeniería de Valor proporciona en esta investigación, al implementar la comparativa en

los sistemas constructivos existentes de la región, presenta una opción clara y viable para su aplicación en este y en cualquier rango de vivienda.

Los factores de peso que la vivienda de interés social conlleva como son el evitar el sobre costo y abatir la falta de termicidad con que actualmente cuenta esta, son los principales jueces en el proceso y criterio de selección del sistema constructivo.

El análisis de costos, termicidad y selección se realizó a diez sistemas constructivos presentados. Pese a que sistemas como el block Hebel y el sistema de muros AMVIC fueron los mejores en cuanto a termicidad y aislamiento se refiere, su elevado costo no permite que estos sistemas sean viables para su aplicación en la vivienda de interés social.

Los costos totales de estos diez sistemas se encuentran en la tabla 17 (página 65), este costo esta compuesto del valor que contempla el aislar los muros perimetrales de la casa y el costo del aislamiento de la losa. El Poliuretano esparcido se encuentra dentro del costo promedio de esta lista, pero es el elemento que bajo este costo, ofrece mejor termicidad para la vivienda.

El Poliuretano esparcido, al cumplir con lo antes mencionado, presenta 5.40 puntos de calificación final y un 12% de mejora, contra los 4.50 puntos que ofrece el block de concreto, sistema constructivo actual evaluado en la vivienda. Siendo el primero, el sistema constructivo más viable y por lo tanto seleccionado como elemento que ayude a la termicidad sin generar un alto costo extra en la vivienda de interés social. (Véase tabla 23 pagina 73). Al aplicar la Ingeniería de Valor se demuestra que es una herramienta útil para evaluar, comparar y presentar elementos y datos que favorezcan a la industria de la construcción, sus sistemas y métodos de aplicación.

5.2 Recomendaciones

Esta investigación presenta la problemática actual que la vivienda en masificación genera. La falta de planeación, interés, educación urbana y ecológica entre otros factores. También se abarca la relación que se presenta entre la vivienda y la energía.

Las bases, los datos y el análisis de la vivienda de interés social que esta investigación arrojó, fueron analizados y presentados. El campo de investigación es muy amplio. Esta información obtenida en la investigación puede utilizarse para la propuesta de un nuevo prototipo de vivienda sustentable, que convine un nuevo diseño arquitectónico, bioclimático y urbano que presente no nada mas las características de mejora antes descritas, sino que involucre todos los factores posibles para obtener un

mejor resultado, en beneficio del usuario y sobre todo regido por las características que el clima de la región presenta. Posteriormente la investigación pudiera continuar y enfocarse a los costos que generarían estos implementos, con el fin de buscar obtener una vivienda realmente sustentable y a la vez contemplar la posibilidad de comercialización para poder formar un conjunto habitacional con estas características para la región.

Los desarrollos de vivienda ecológica, apenas comienzan a surgir en el país y son impulsados por constructoras privadas. El camino es largo y los tropiezos, aciertos y errores dentro de la vivienda sustentable están surgiendo ya. Es importante voltear a ver otros países para seguir su avance y aprender de su camino recorrido. Es necesario que el Gobierno federal se involucre más en los programas de apoyo, subsidios, y otorgamientos de vivienda de este género, pero bajo una estricta supervisión de estos para que realmente obtengan beneficios, no solamente las desarrolladoras de vivienda, sino también los usuarios.

Es importante mencionar que esta investigación queda abierta para la continuación de varios nichos que al momento de realizarla y por cuestiones de criterio, tiempo y recursos no fue posible abarcar. Entre ellos está el realizar una comparativa de costo-tiempo de los principales sistemas constructivos con mayor capacidad térmica aquí presentados. Se pudiera realizar una valoración, para constatar si los resultados avalan o no, que estos sistemas pudieran aplicarse en la vivienda, respaldando el ejercicio con un plan de costos a largo plazo, principalmente en la ideología de lo que se invierte se recupera por el ahorro que estos materiales generan. En cuanto tiempo se recuperaría la inversión realizada, plantear algún tipo de subsidio o financiamiento para estas opciones puedan realizarse, serían algunos puntos pendientes que pudiera contemplar el seguimiento a esta investigación.

También otra variante de la continuación de este estudio, se puede tornar hacia la búsqueda de una comparativa del consumo de energía real de la vivienda sin aislamiento y el consumo que esta tendría una vez aplicado el sistema constructivo seleccionado (poliuretano esparcido) en muros y losas. Una vez aplicado el sistema constructivo a la vivienda, se podrían realizar valoraciones en el consumo de energía en los aparatos de aire, los grados interiores y el nivel de confort que el implementar el sistema arrojaría.

Esta investigación sirve de punto de partida para futuros estudiantes que deseen involucrarse en el área de la vivienda y desarrollos sustentables, dentro de los marcos económicos y ahorradores de energía.

Bibliografía

- 1-. *"Constructores prodigiosos"*. Apuntes sobre una historia natural de la arquitectura. Bernard Rudofsky. Editorial concepto S.A. 1984
- 2-. *"Uso eficiente de la energía en la vivienda"*. Guía CONAFOVI, primera edición, 2006
- 3-. *"Hacia una arquitectura ecológica y sustentable"*. García José Roberto, Ruge Tiahoga, Moreno Ana Rosa. El desarrollo sustentable en México. Aplicaciones con criterios de sustentabilidad. P. 12 D.F. México.
- 4-. García José Roberto, Fuentes Víctor, Arquitectura medio ambiente y desarrollo sustentable. D.F. México, 1999 UAM-A p.1
- 5-. *"Prototipo de vivienda bioclimática de interés social para un clima semifrío seco: caso Zacatecas, Zac."*. Ana Julieta Acuña Valerio, Gloria María Castorena Espinosa, XXXI Semana nacional de energía solar, memorias 1 al 5 octubre 2007, Zacatecas, Zac.
Lic. Amalia García Medina Gobernadora del estado, Lic. Alfredo Femat Bañuelos, rector UAZ, Dra. Gema Mercado Sánchez, directora general Consejo Zacatecano de Ciencia y Tecnología.
- 6-. *"Hipotecas con conciencia, la preocupación por el calentamiento global llega a los financiadores de vivienda"*. Alejandra Leglisse, Revista Obras, septiembre 2007, año XXXV no. 417 PP 67 -71
- 7-. *"Andamiaje para la calidad, Confiabilidad de los calentadores solares, El aprovechamiento solar como alternativa viable se extiende bajo el respaldo de Infonavit y ONNCE"*. Franco Bucio Mújica. Revista Obras, octubre 2007, año XXXV no. 418 PP 34
- 8-.Sitio Web:
(http://www.profeco.gob.mx/encuesta/brujula/bruj_2006/bol22_casas.asp), octubre 2007, Brújula de compra, casas con algo mas que ladrillos y cemento, Liliana Granados, 14 agosto 2006.
- 9-. *"El desarrollo sustentable en la vivienda"*. Arq. Evangelina Hirata Nagasaki, Comisión para la Cooperación Ambiental, Green Building: North American Opportunities and Challenges from a Mexican perspectiva, Comisión Nacional de la Vivienda, febrero 2007
- 10-. *"Edificación sustentable; oportunidades y retos en América del Norte desde la perspectiva mexicana, hacia una vivienda asequible y sustentable"*. Fernando Mayagoitia Witron, Comisión para la Cooperación

Ambiental, Edificación sustentable en América del Norte, Lean House Consulting, febrero 2007

11-. *"Tecnología para vivienda y aprovechamiento de los recursos acuíferos"*. Ing. Jorge Diez de Bonilla Rico, Primer seminario internacional de vivienda sustentable, Word of concrete México 2006, Comisión Nacional de Fomento a la Vivienda, ciudad de México, 14 al 16 de junio 2006, Cámara Mexicana de la industria de la Construcción.

12-. *"Dirección general de fomento al crecimiento del Sector vivienda"*. Comité de crecimiento, Comisión Nacional de Fomento a la Vivienda, México, 16 de mayo 2006.

13-. *"Andamiaje para la calidad, sustentabilidad en las viviendas, las ecotecnologías llegan a la vivienda de interés social: ábranse las puertas"*. Franco Bucio Mújica, Revista Obras, julio 2007, año XXXV no. 415

14-. *"Reunión sectorial de infraestructura eléctrica"*. Marco legal, Ing. Jorge Diez de Bonilla Rico, Cámara mexicana de la Industria de la Construcción, 23 octubre 2007, Museo Tecnológico de la Comisión Federal de Electricidad, Ciudad de México.

15-. *"Propuesta de vivienda de interés social"*. Tesis postgrado ITESM Campus Monterrey.

16-. *"Financiamiento de la vivienda sustentable"*. Asociación de bancos de México, Junio 2006

17-. *"Análisis y diseño de los espacios que habitamos"*. Paola Coppla Pignatelli. Editorial Pax México, 1999

18-. *"Análisis térmico de cubiertas en viviendas de interés social en Tuxtla Gutiérrez, Chiapas"*. Niriulú Vargas, Claudia L. –Morales Ramírez, José Diego. XXXI Semana nacional de energía solar, memorias 1 al 5 octubre 2007, Zacatecas, Zac.Lic. Amalia García Medina Gobernadora del estado, Lic. Alfredo Femat Bañuelos, rector UAZ, Dra. Gema Mercado Sánchez, directora general Consejo Zacatecano de Ciencia y Tecnología.

19-. *"Análisis del comportamiento de la ventilación exterior en climas cálidos-húmedos"*. Saldaña, Carolina- Bojórquez Báez, Inocente. XXXI Semana nacional de energía solar, memorias 1 al 5 octubre 2007, Zacatecas, Zac.

Lic. Amalia García Medina Gobernadora del estado, Lic. Alfredo Femat Bañuelos, rector UAZ, Dra. Gema Mercado Sánchez, directora general

Consejo Zacatecano de Ciencia y Tecnología.

20-. *"El ahorro energético de vivienda en Casa Samalayuca, Chihuahua"*. Staines Orozco, Elide- Terrazas Pérez, Javier. XXXI Semana nacional de energía solar, memorias 1 al 5 octubre 2007, Zacatecas, Zac.

Lic. Amalia García Medina Gobernadora del estado, Lic. Alfredo Femat Bañuelos, rector UAZ, Dra. Gema Mercado Sánchez, directora general Consejo Zacatecano de Ciencia y Tecnología.

21-. *"Análisis comparativo de estrategias de diseño bioclimático en climas templado-seco para determinar los impactos edificación- entorno"*. Manríquez Campos, Rosalía – Morales Ramírez, José Diego. XXXI Semana nacional de energía solar, memorias 1 al 5 octubre 2007, Zacatecas, Zac. Lic. Amalia García Medina Gobernadora del estado, Lic. Alfredo Femat Bañuelos, rector UAZ, Dra. Gema Mercado Sánchez, directora general Consejo Zacatecano de Ciencia y Tecnología.

22-. *"Interrelación de la vivienda popular con los fenómenos de globalización y sustentabilidad"*. Alaide Retana Olvera y Francisco Reyna Gómez. XXXI Semana nacional de energía solar, memorias 1 al 5 octubre 2007, Zacatecas, Zac. Lic. Amalia García Medina Gobernadora del estado, Lic. Alfredo Femat Bañuelos, rector UAZ, Dra. Gema Mercado Sánchez, directora general Consejo Zacatecano de Ciencia y Tecnología.

23-. *"Sol Power, La evolución de la arquitectura sostenible"*. Sophia y Estefan Behling, editorial Gustavo Pili, 2002

24-. *"La relevancia de la vivienda social en el origen de la arquitectura contemporánea"*. Jesús López Díaz UNED. Espacio, Tiempo y forma Serie VII, Historia del arte, 2003

25-. *"Energy-efficient architecture"*. Basics for planning and construction Roberto Gonzalo, Karl J. Habermann Editorial Birkhäuser-Publishers for Architecture, Basel-Boston-Berlin, 2006

26-. *"Análisis de los métodos para lograr condiciones de confort higrotérmico en espacios arquitectónicos"*. N. A. Mesa & D. Morillón: (1997) Memorias de la XXI Semana Nacional de Energía Solar, PP. 470-477, Chihuahua, Chihuahua.

27-. Sitio web:

<http://www.cnnexpansion.com/actualidad/2008/07/09/algo-verde-bajo-el-sol> Alejandra Xanic, Revista Obras, julio 2008, año XXXVI

- 28-. *"Implicaciones sociales y ambientales de las tecnologías para la vivienda"* Dra. Silvia Arias Orozco, Centro de investigaciones en Ergonomía. Centro Universitario de Arte, Arquitectura y Diseño, Gaceta Universitaria, Universidad de Guadalajara, 21 enero 2002
- 29-. *"Diseño de áreas verdes en desarrollos habitacionales"* Guía Conafovi, primera edición 2005
- 30-. *"Hacia un código de edificación de vivienda"* Guía Conafovi, primera edición 2005
- 31-. *"Diplomado en diseño bioclimático"* David Morillón Gálvez, J. Manuel A. López Pérez. Instituto de Ingeniería de la UNAM, CFE-División norte, mayo-julio 1999
- 32-. *"Manual de Arquitectura solar"* Ruth Lacomba, Héctor Ferreiro, Víctor A. Fuentes. Editorial Trillas, México 1991
- 33-. Sitio web:
<http://www.conae.gob.mx/work/sites/CONAE/resources/LocalContent/4830/2/semblanza.pdf>
Comisión Nacional para el ahorro de energía CONAE, Semblanza de energías renovables
- 34-. *"El libro de la energía solar pasiva"* Mazria Edward, Editorial Gustavo Gili, México 1983
- 35-. *"Vivienda bioclimática con paneles modulares de ferrocemento y materiales aislantes alternativos para la ciudad de Oaxaca, Oax."* Tesis de posgrado, Sildia Mecott Gómez, Instituto Politécnico Nacional, Centro interdisciplinario de investigación para el desarrollo integral regional, unidad Oaxaca, Oaxaca, octubre 2007
- 36-. *"Arquitectura y clima"* Victor Olgyay, editorial Gustavo Gili, Barcelona 2002
- 37-. *"Biofiltro, La jardinera que filtra las aguas grises para reciclarlas"* Texto: M.C. Jacinto Buenfil, Ilustraciones: Arq. Fabiola Garduño, Proyecto piloto TepozEco. Material producido con el apoyo de: INDESOL (México), WASTE (Países bajos), EcoSanRes/Asdi (Suecia), NCCR-NS/EAWG-SANDEC (Suiza), www.sarar-t.org
- 38-. *"Gestión de la innovación de tecnologías de edificación en inmobiliarias utilizando ingeniería de valor"* tesis de posgrado, Gloria Lizzete

Carrillo Cárdenas, Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey Campus Monterrey, diciembre 2005

Índice de Figuras

Capítulo I

Figura 1: Mapa del grado de susceptibilidad en caso de sequía meteorológica.	12
Figura 2: Descripción de las sensaciones térmicas en el bioclima calido seco, ejemplo ciudad de Mexicali, clima similar al de la Comarca Lagunera.	13

Capítulo 2

Figura 3: Descripción del consumo de energía en la vivienda (2007).	18
Figura 4: Distribución regional de créditos hipotecarios INFONVAIT, 2007.	19
Figura 5: Acciones futuras por desarrollar en el periodo del presidente Felipe Calderón Hinojosa, según datos de la CONAVI (2007).	20
Figura 6: Plan de crecimiento de viviendas hacia el 2030, CONAFOVI (2007).	21
Figura 7: Grafica representativa de la tabla 3 del consumo de energía eléctrica por vivienda del periodo 1990-2002 (2007).	24
Figura 8: Opciones de eco tecnologías para la vivienda.	26
Figura 9: Regiones ecológicas en la Republica mexicana, fuente: Guía CONAFOVI, 2006.	28
Figura 10: Porcentajes de ahorro con HV, fuente: INE.	33

Capítulo 3

Figura 11: Ubicación general en la mancha urbana de los recorridos realizados en algunos fraccionamientos existentes, fuente: Google Earth 2008.	41
Figura 12: Fotografías de algunas fachadas de prototipos levantados en campo, ciudades: Torreón y Lerdo.	44
Figura 13: Descripción de las propiedades del Poliestireno Expandido, fuente: Alfa-gamma.	48
Figura 14: Comparativa de transferencias de calor en muros de diferentes materiales, fuente: Alfa-gamma.	49
Figura 15: Gráfica que presenta los aislamientos térmicos de sistemas constructivos.	50
Figura 16: Recomendaciones para el diseño de las áreas verdes. Fuente: Guía CONAFOVI.	57

Capítulo 4

Figura 17: Gráfica comparativa de los costos total y desglosado de los materiales del prototipo.	66
---	----

Índice de tablas

Capítulo 1

Tabla 1: Comparativa de crecimiento de unidades anuales de vivienda de interés social. Fuente CONAFOVI. 15

Capítulo 2

Tabla 2: Clasificación de la vivienda según SHF (2004). 21

Tabla 3: Consumo de energía eléctrica en viviendas, fuente FIDE 2004. 23

Tabla 4: Usos de la energía en la vivienda urbana per cápita en México, fuente: Guía CONAFOVI, 2006. 25

Tabla 5: Tabla comparativa de costos en vivienda tradicional y sustentable, fuente: (ABM). 26

Tabla 6: Tabla que describe los ahorros en clima calido seco fuente: INFONAVIT. 30

Tabla 7: Tabla de descripción de los posibles requerimientos a implementar en la Hipoteca verde, fuente: INFONAVIT. 31

Tabla 8: Costos por concepto de las aplicaciones (2008) fuente: Proveedores participantes. 34

Capítulo 3

Tabla 9: Datos obtenidos en los recorridos de los fraccionamientos seleccionados de la Comarca Lagunera. 42

Tabla 10: Datos obtenidos de los fraccionamientos recorridos (continuación). 43

Tabla 11: Tabla de datos del block Hebel. Fuente: Proveedor local. 45

Tabla 12: Tabla de datos del poliestireno, fuente: Proveedor local. 46

Tabla 13: Tabla de resistencia térmica del poliuretano espreado, fuente: Proveedor local. 47

Tabla 14: Tabla comparativa de las características que ofrecen los materiales en el mercado, fuente: Datos proporcionados por proveedores. 50

Tabla 15: Tabla comparativa de las características que ofrecen los aislantes térmicos fuente: Aislakor y proveedores locales. 51

Tabla 16: Análisis de las áreas de la vivienda en observación, Fuente: Levantamiento físico propio, (septiembre 2008). 61

Capítulo 4

Tabla 17: Tabla de análisis de los materiales térmicos presentados. 65

Tabla 18: Tabla de los factores del proceso constructivo. 68

Tabla 19: Descripciones y matriz de preferencias. 68

Tabla 20: Tabla de evaluación de los procesos. 70

Tabla 21: Tabla de resumen de resultados. 71

Tabla 22: Tabla de ventajas y desventajas. 72

Tabla 23: Resultados del sistema constructivo actual y elegido. 73

Anexo 1: Descripción de las placas aislantes (Aislakor).

ESPECIFICACIONES DE SUS COMPONENTES

ESPUMA RIGIDA DE POLISOCIANURATO (Núcleo):

PROPIEDADES FÍSICAS:

Densidad Media: 32 Kgs.M³ con una estructura de 90% de celdas cerradas como mínimo, conforme a las normas ASTM-D-1622 y ASTM-D-2856.

Autoextinguible: Así es considerado este plástico celular debido a que no requiere aditivos retardantes de fuego para cumplir las especificaciones de construcción de los Estados Unidos de América.

Conductividad

Térmica: $K = 0.14 \text{ BTU} \cdot \text{s} \cdot \text{Pulgada} / (\text{Hr.}) (\text{pie}^2) (\text{°F})$
a una temperatura de 75 °F (24 °C), conforme a la Norma ASTM-C-518.

Resistencia

Térmica: Factor $R = (\text{Hr. Pie}^2 \text{°F} / \text{BTU} \cdot \text{s} \cdot \text{Pulgada})$
Para 1" R= 7.14
Para 1 1/2" R= 10.71
Para 1 3/4" R= 12.49
Para 2" R= 14.28
Para 2 1/2" R= 17.25

Resistencia a los Productos Químicos:

Excelente resistencia al agua, agua de mar, vapores de ácidos, a la mayoría de los solventes, hidrocarburos y aceites minerales.

Temperatura de Servicio:

Mínima -40 °C (Dependiendo del espesor del panel y del recubrimiento que tenga la placa).
Máxima +120 °C

PROPIEDADES MECANICAS:

Esfuerzo

de Compresión: 1.42 Kg./Cm² (20 lbs./pulg²) ASTM-D-1621

ACABADOS:

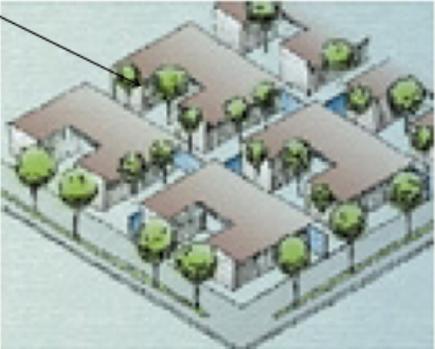
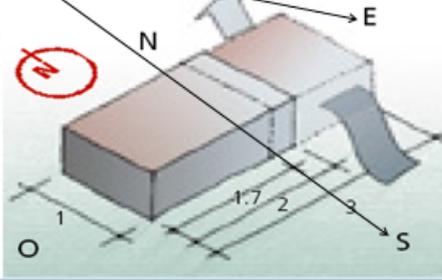
- Feltro con Refuerzo de Fibra de Vidrio / Feltro con Refuerzo de Fibra de Vidrio
- Vinil / Vinil.

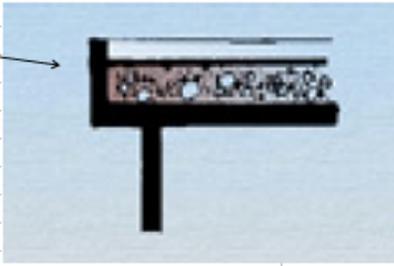
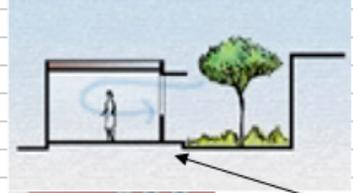
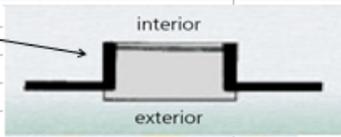
ADVERTENCIA: Este panel se puede incendiar si está expuesto a una fuente de combustión de suficiente intensidad y calor.

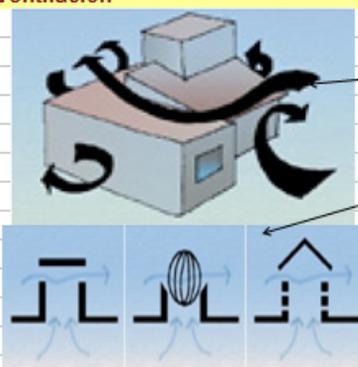
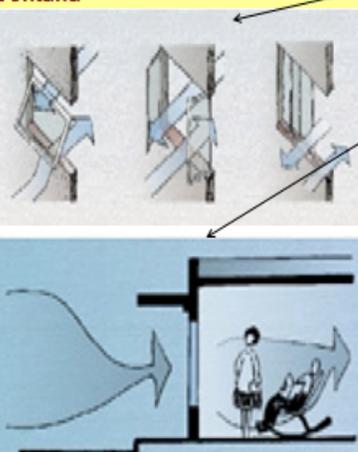
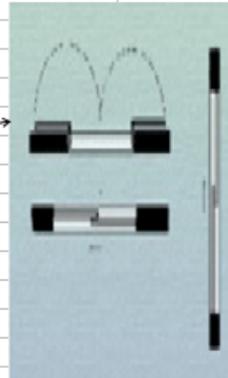
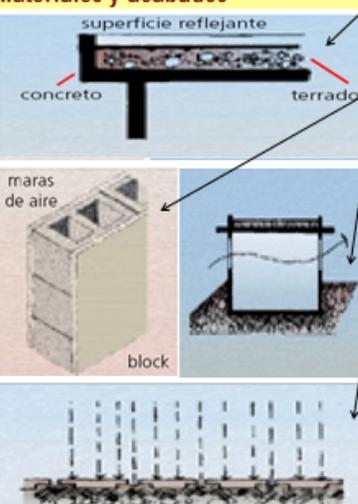
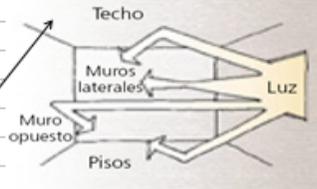
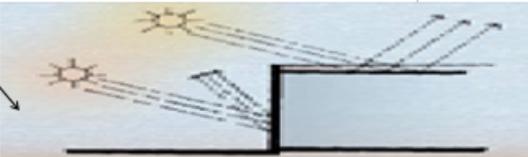
Anexo 2: Tabla de características del block térmico.

CONCEPTO	BLOCK TÉRMICO POROTON		
	20X20X40	13X20X40	10X20X40
Dimensiones (Cms)			
a	20	20	20
b	20	13	10
c	40	40	40
Peso Nominal (Kgs)	11.2	7.8	6.65
Resistencia a la Compresión, Mínimo Garantizado (Kg/cm ²)	155	155	155
Absorción de Agua	18.00%	18.00%	18.00%
Aislamiento Térmico	42.54 °C	42.54 °C	42.54 °C
Piezas por metro cuadrado (aprox.)	12.5	12.5	12.5
Empaque	162	216	264
Material	100% Barro natural, extruido y cocido a 1000°C		

Anexo 3: Tabla representativa que presenta recomendaciones para la vivienda en el clima calido-seco. Fuente, Guía CONAFOVI.

<p>1- Ubicación de la vivienda en el lote</p>	<p>Muro a muro</p> 																																							
<p>2- Configuración</p>	<p>Compacta con patio</p> 																																							
<p>3- Orientación de la fachada más larga</p>	<p>De una crujía al sureste, doble crujía norte-sur con dispositivos de control solar en ambas fachadas</p> 																																							
<p>4- Localización de los espacios</p> 	<p>Sala, comedor, recamaras al sureste, cocina al norte o noroeste, circulaciones y aseo al noroeste</p> <table border="1" data-bbox="672 1318 1300 1705"> <thead> <tr> <th>Zona</th> <th>Requerimiento</th> <th>Orientación recomendable</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td colspan="3">De día:</td> </tr> <tr> <td>Cocina</td> <td>Sombra</td> <td>NO/N/NE</td> </tr> <tr> <td>Tendedero</td> <td>Sol</td> <td>NO/NE</td> </tr> <tr> <td>Lavadero</td> <td>Sombra</td> <td>NO/NE</td> </tr> <tr> <td>Servicio</td> <td>Sombra</td> <td>N/NO/NE</td> </tr> <tr> <td>Comedor</td> <td>Sombra</td> <td>SE/S/SO</td> </tr> <tr> <td>Estancia</td> <td>Sombra</td> <td>SE/S/SO</td> </tr> <tr> <td>Usos Múltiples</td> <td>Sombra</td> <td>SE/S/SO</td> </tr> <tr> <td colspan="3">De noche:</td> </tr> <tr> <td>Recámara</td> <td>Sombra</td> <td>SE/S/SO</td> </tr> <tr> <td>Baño</td> <td>Sol</td> <td>NO/ENE</td> </tr> <tr> <td>Guardarropa</td> <td>Sol</td> <td>NO/ENE</td> </tr> </tbody> </table>	Zona	Requerimiento	Orientación recomendable	De día:			Cocina	Sombra	NO/N/NE	Tendedero	Sol	NO/NE	Lavadero	Sombra	NO/NE	Servicio	Sombra	N/NO/NE	Comedor	Sombra	SE/S/SO	Estancia	Sombra	SE/S/SO	Usos Múltiples	Sombra	SE/S/SO	De noche:			Recámara	Sombra	SE/S/SO	Baño	Sol	NO/ENE	Guardarropa	Sol	NO/ENE
Zona	Requerimiento	Orientación recomendable																																						
De día:																																								
Cocina	Sombra	NO/N/NE																																						
Tendedero	Sol	NO/NE																																						
Lavadero	Sombra	NO/NE																																						
Servicio	Sombra	N/NO/NE																																						
Comedor	Sombra	SE/S/SO																																						
Estancia	Sombra	SE/S/SO																																						
Usos Múltiples	Sombra	SE/S/SO																																						
De noche:																																								
Recámara	Sombra	SE/S/SO																																						
Baño	Sol	NO/ENE																																						
Guardarropa	Sol	NO/ENE																																						

<p>5- Tipo de techo</p>	<p>Plano con poca pendiente</p> 
<p>6- Altura del piso al techo</p>	<p>Óptima 2.70 mts, aceptable 2.50 mts.</p> 
<p>7- Dispositivos de control solar</p>     	<p>Remetimientos y salientes en fachada: Evitarlos en la vivienda, ventanas remetidas</p>  <p>Patios interiores: Sombreados, con fuentes, espejos de agua y vegetación de hoja caduca para enfrentamiento y humidificación</p> <p>Aleros: En todas las fachadas, fachada sur, grandes para evitar asoleamiento por las tardes combinado con perteluces, Sureste calentamiento directo en invierno y protección en verano, sureste y noroeste protección solar combinado con vegetación</p> <p>Pórticos, balcones y vestibulos: Como protección del acceso, pórticos, pergólas con vegetación al sur, vestibulos al norte</p> <p>Lucernarios: Orientados al sur con protección solar en verano</p> <p>Parteluces: En la fachada norte para protección en las tardes y en verano, en las fachadas este, noreste y oeste, noroeste y suroeste deben considerarse</p> <p>Vegetación: De hoja caduca en todas las orientaciones, muy densa en el noreste, este, suroeste y noroeste, como protección de ángulos solares bajos, suroeste y noroeste usar árboles altos y densos, de hoja perenne en la orientación oeste y como barreras de vientos fríos</p>  

<p>8- Ventilación</p> 	<p>Unilateral: Renovación del aire para condiciones higiénicas, protegerse de los vientos fríos del invierno</p> <p>Cruzada: Con ventanas operables que den a patios interiores y reciban los vientos de primavera y otoño, protección de los vientos fríos de invierno</p> <p>Otras: Chimeneas, captadores y turbinas eólicas (cebollas)</p> 
<p>9- Ventana</p> 	<p>En todas las fachadas: Las mínimas necesarias en todas las direcciones, al sur, sureste para ganancia solar directa en invierno, evitar pérdidas de calor con póstigos, persianas, etc. Para uso exclusivo en las noches de invierno</p> <p>Ubicación según nivel de piso interior: En la parte media y baja del muro a nivel de los ocupantes</p> <p>Formas de abrir: Operables en espacios que den a patios y jardines de buen sellado para invierno, no deben usarse persianas en ninguna orientación durante el día en invierno, protección con póstigos exteriores</p> 
<p>10- Materiales y acabados</p> 	<p>Techos: Masivos por espesor o rellenos masivos, significa que almacenen y amortiguen el calor, cara exterior con materiales aislantes para ahorro</p> <p>Muros exteriores: Masivos porosos con cámaras de aire, caras exteriores con material aislante, para ahorro de energía</p> <p>Muros interiores y entrepiso: Masivos</p> <p>Pisos exteriores: Permeables que permitan la infiltración del agua al subsuelo</p> <p>Color, textura y acabados exteriores: En techos y muros de alta reflectancia, colores blanco y aluminio, textura lisa</p>  

11- Vegetación		<p>Arboles: De hoja caduca de fronda densa y continua para sombrear edificios y pavimentos, obstruir el viento, enfriar e incrementar la humedad del aire. De hoja perenne, como control de vientos fríos y sol en las fachadas poniente</p> <p>Arbustos: Hoja caduca en todas las orientaciones, como protección de vientos fríos, como protección de sol.</p> <p>Cubresuelos: Con mínimos requerimientos de agua, enredaderas sobre muros, pérgolas y pórticos al este y sur, de hoja caduca</p>
	  	

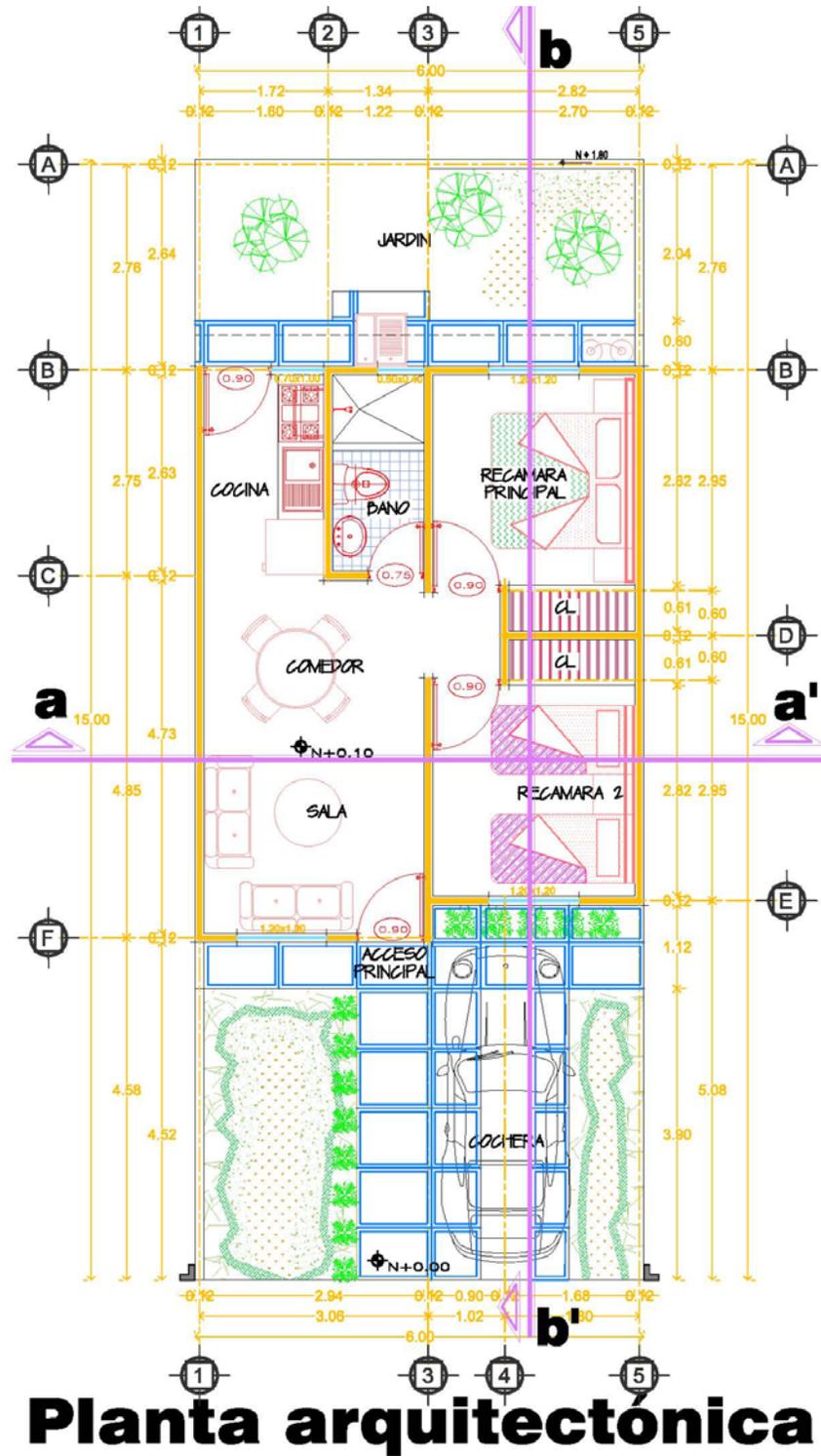
Tabla 18: Temperaturas obtenidas en la ciudad de Torreón, Coah. Latitud: 25.53° N, Longitud: 103.45° W, Altitud 1013 msnm. Fuente, David Morillón Gálvez.

Temperaturas oC												
Hora	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
0	6	9	12	17	20	22	22	20	19	15	10	7
1	6	8	11	16	19	21	21	20	18	14	9	7
2	5	7	11	16	19	20	20	19	18	13	9	6
3	5	7	10	15	18	19	19	19	17	13	8	6
4	5	7	10	15	17	19	19	18	17	12	8	6
5	4	6	9	14	17	18	18	18	16	12	7	5
6	5	6	9	13	16	18	18	16	15	11	8	6
7	9	7	10	15	15	16	16	19	17	12	12	10
8	14	10	14	21	17	19	19	23	22	1+	17	14
9	19	16	19	26	23	24	24	28	26	21	22	19
10	22	21	25	30	28	29	29	32	30	26	25	22
11	24	24	29	33	33	33	33	34	32	29	27	24
12	24	26	31	34	35	36	35	35	34	31	28	24
13	24	27	31	35	37	37	36	35	34	31	27	24
14	22	26	30	34	37	37	36	35	33	31	26	22
15	20	24	29	32	36	36	35	33	32	29	24	20
16	18	22	27	30	34	35	34	32	30	27	21	18
17	16	20	24	28	33	33	32	30	28	25	19	16
18	14	18	22	26	31	31	31	28	27	23	17	14
19	12	16	20	24	29	29	29	27	25	21	15	13
20	10	14	18	23	28	28	27	25	23	19	14	11
21	9	12	16	21	26	26	25	24	22	18	12	10
22	8	11	14	20	24	24	24	22	21	16	11	9
23	7	10	13	18	23	23	23	21	20	15	10	8

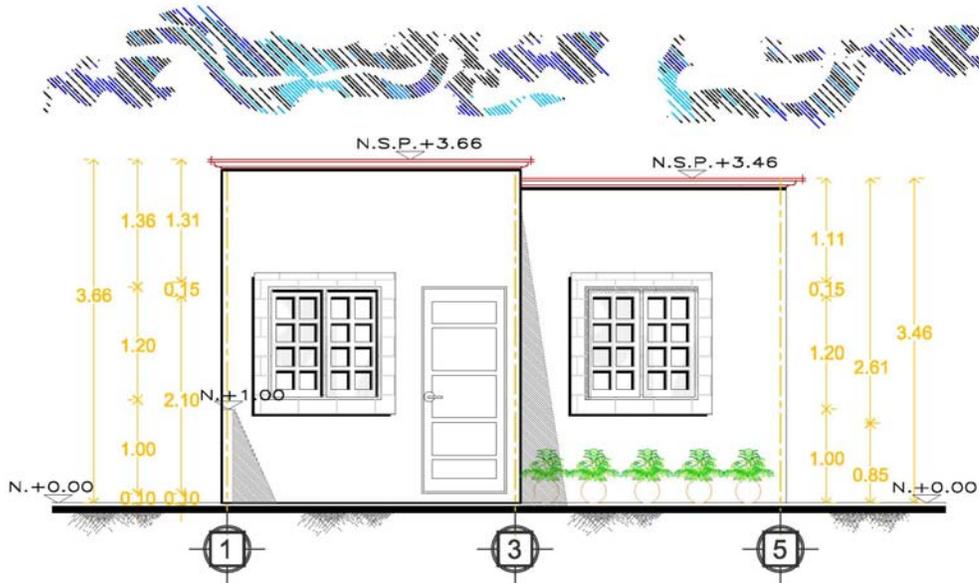
Anexo 5: Humedad relativa (%) de la ciudad de Torreón, Coah. Latitud: 25.53° N, Longitud: 103.45° W, Altitud 1013 msnm. Fuente, David Morillón Gálvez.

Humedad relativa (%)												
Hora	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
0	64	60	55	54	51	54	57	62	63	63	63	67
1	65	61	57	55	53	57	59	64	64	64	64	69
2	66	62	58	57	55	58	61	65	66	66	65	70
3	67	63	59	58	56	60	62	66	67	67	66	70
4	68	64	60	59	57	61	64	67	68	67	67	71
5	69	65	60	59	58	62	64	68	69	68	68	73
6	67	66	62	62	59	63	65	71	72	70	66	70
7	59	64	60	58	62	66	68	66	67	68	28	62
8	47	56	52	48	57	61	63	55	56	59	47	50
9	37	45	42	37	47	51	53	45	45	48	36	40
10	29	35	32	29	37	40	42	36	37	38	29	32
11	24	27	24	24	29	32	34	31	31	30	24	27
12	23	23	21	22	24	27	29	28	29	26	23	26
13	25	22	20	21	22	24	26	28	28	25	25	28
14	29	23	21	23	21	24	26	30	30	27	28	31
15	33	27	24	26	23	26	28	33	33	30	33	36
16	38	31	28	29	26	29	31	36	37	34	38	41
17	43	36	33	33	29	32	34	40	41	39	42	46
18	47	40	37	37	33	36	38	44	45	44	47	50
19	51	45	41	41	37	40	42	48	49	48	51	54
20	55	49	45	44	40	43	46	52	52	52	54	58
21	58	52	48	47	44	47	49	55	55	56	57	61
22	60	55	51	49	47	50	52	57	58	59	59	64
23	62	58	53	52	49	52	55	60	61	61	61	66

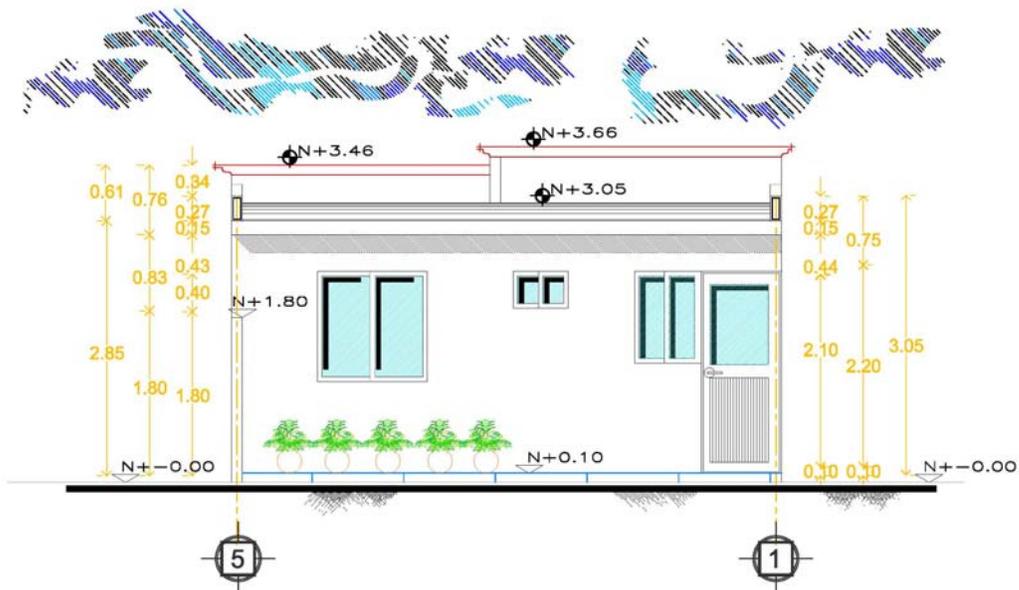
Anexo 6: Planta arquitectónica de la vivienda en observación.



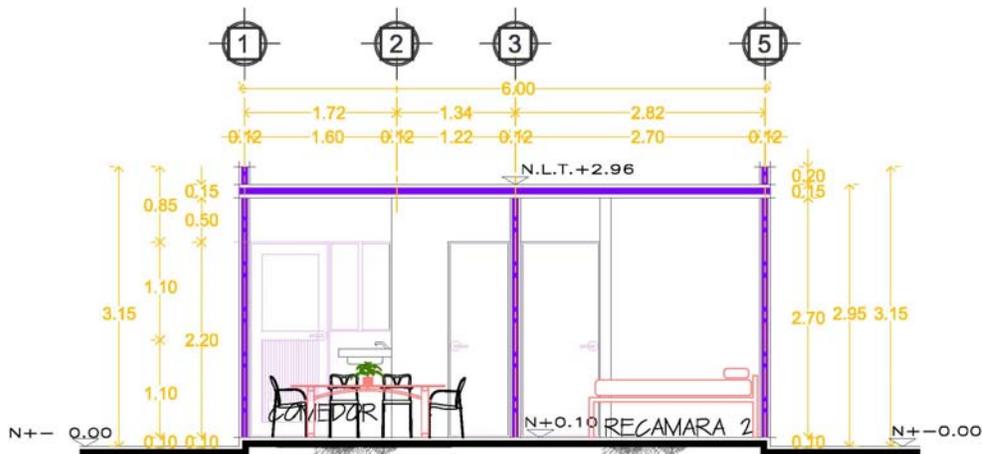
Anexo 7: Alzados arquitectónicos de la vivienda en observación.



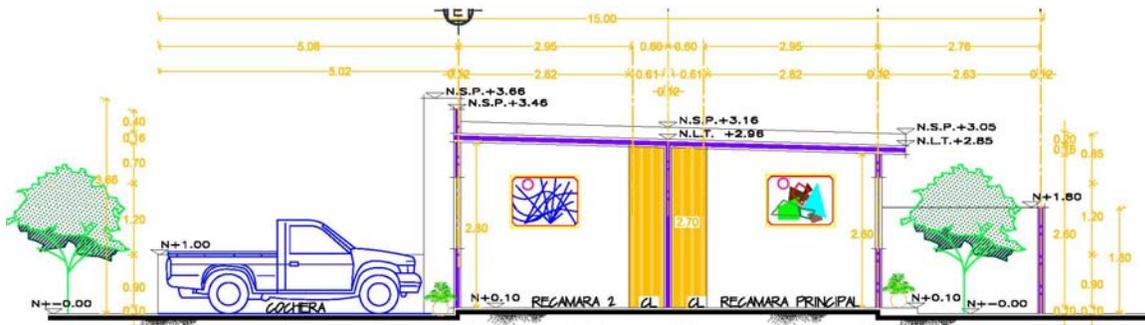
Fachada principal



Fachada posterior

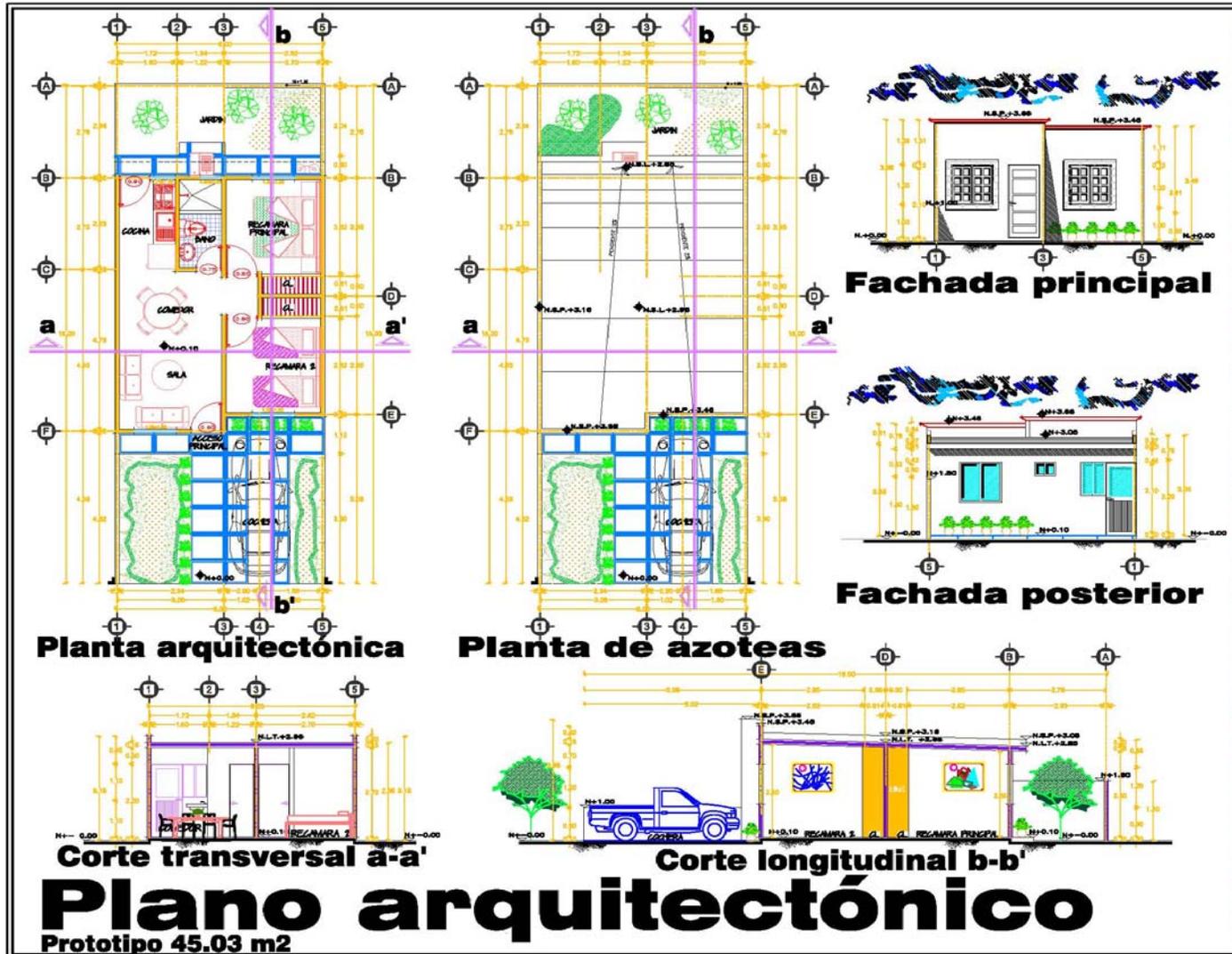


Corte transversal a-a'

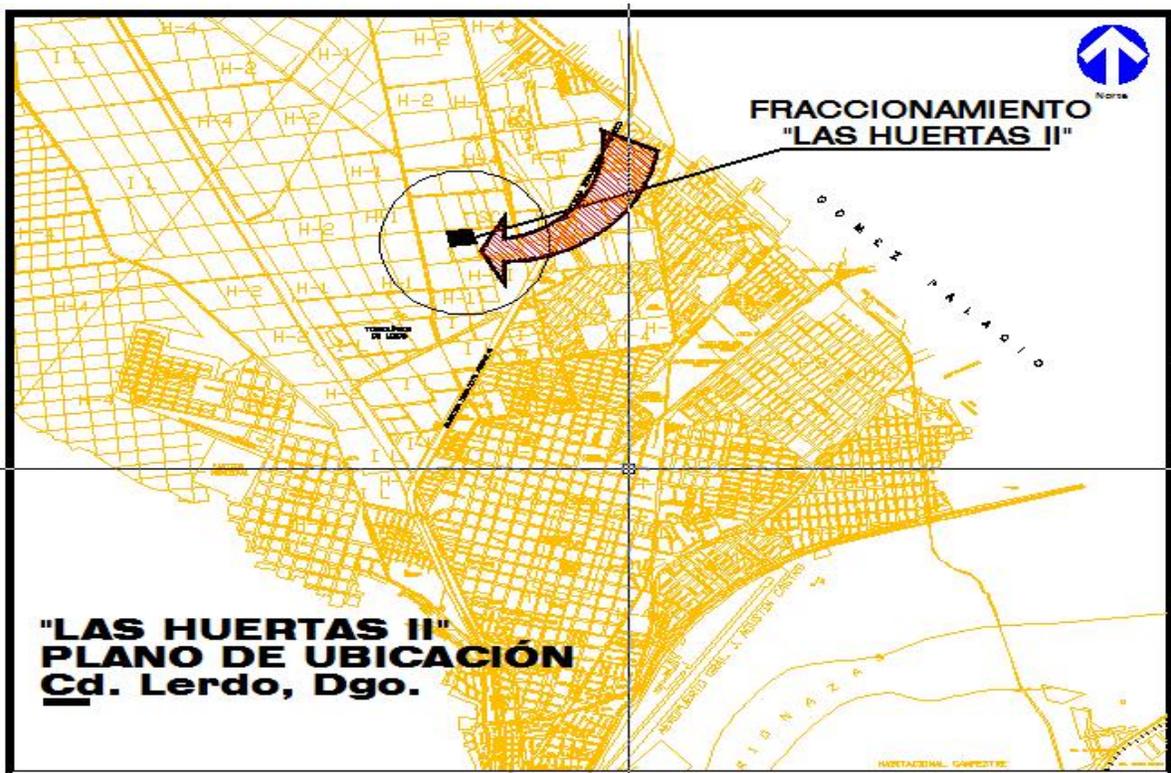


Corte longitudinal b-b'

Anexo 8: Total de elementos arquitectónicos de la vivienda en observación.



Anexo 9: Ubicación del fraccionamiento e imagen digital del conjunto.



Anexo 10: Imágenes digitales de la planta arquitectónica y fachada del prototipo.



*Planta Arquitectonica
Desarrollos inmobiliarios de la laguna S.A. de C.V.*



Anexo 11: Tabla de descripción de los costos de cada material

Descripción de cada material y sus elementos		
2.-	Costo por elemento	m2
Block Hebel pieza 15 cms	\$ 34.85	\$278.80
Mortero 25 kgs	\$ 149.50	\$ 33.22
Laminilla	\$ 4.00	\$ 16.00
Mano de obra	\$ 45.00	\$ 45.00
		\$373.02
3.-	Costo por elemento	m2
Placas de poliestireno 1"	\$ 86.62	\$ 29.16
Malla gallinera	\$ 776.00	\$ 17.24
Clavos de 2 1/2" p/concreto (Kg)	\$ 29.80	\$ 2.98
Emplaste estuco		\$ 36.15
Mano de obra (inst.placa)	\$ 19.30	\$ 19.30
		\$104.84
5.-	Costo por elemento	m2
Placas aislantes Aislakor	\$ 484.72	\$ 65.15
Malla gallinera	\$ 776.00	\$ 17.24
Clavos de 2 1/2" p/concreto (Kg)	\$ 29.80	\$ 2.98
Emplaste estuco		\$ 36.15
Mano de obra (inst.placa)	\$ 19.30	\$ 19.30
		\$140.82
6.-	Costo por elemento	m2
Poliuretano esreado	\$ 97.75	\$ 97.75
Emplaste de estuco		\$ 36.15
		\$133.90

7.-		
	Costo por elemento	m2
Block térmico Porotón	\$ 13.52	\$ 169.00
Mortero		\$ 14.56
Mano de obra	\$ 38.00	\$ 38.00
		\$ 221.56
8.-		
	Costo por elemento	m2
Perlita mineral expandida	\$ 55.20	\$ 11.04
Cemento	\$ 95.00	\$ 1.90
Mano de obra	\$ 35.20	\$ 35.20
		\$ 48.14
4.-		
	Costo por elemento	m2
Placas de poliestireno 1"	\$ 86.62	\$ 29.16
Malla gallinera	\$ 776.00	\$ 17.24
Clavos de 2 1/2" p/concreto (Kg)	\$ 29.80	\$ 2.98
Mano de obra (inst.placa)	\$ 19.30	\$ 19.30
Perlita mineral expandida	\$ 55.20	\$ 11.04
Cemento	\$ 95.00	\$ 3.80
Mano de obra	\$ 35.20	\$ 35.20
		\$ 118.73

9.-		
	Costo por elemento	m2
Sistema AMVIC	\$ 205.85	\$ 411.70
Concreto	\$ 5.91	\$ 11.82
Varilla	\$ 7.37	\$ 14.74
Tabla roca una cara	\$ 162.61	\$ 162.61
Mano de obra	\$ 45.00	\$ 45.00
		\$ 645.87
10.-		
	Costo por elemento	m2
Placas de poliestireno 2"	\$ 178.59	\$ 60.13
Malla gallinera	\$ 776.00	\$ 17.24
Clavos de 2 1/2" p/concreto (Kg)	\$ 29.80	\$ 2.98
Mano de obra (inst.placa)	\$ 19.30	\$ 19.30
Perlita mineral expandida	\$ 55.20	\$ 11.04
Cemento	\$ 95.00	\$ 3.80
Mano de obra	\$ 35.20	\$ 35.20
		\$ 149.70