



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

FACULTAD DE INGENIERÍA

**“BENEFICIOS ECONÓMICO-SOCIALES AL
APLICAR UN PROYECTO DE VIVIENDA
SUSTENTABLE EN EL NOROESTE DEL PAÍS”**

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

INGENIERO CIVIL

PRESENTA:

JOSÉ URBANO MORENO SÁNCHEZ



DIRECTOR DE TESIS:
ING. OSCAR ENRIQUE MARTÍNEZ JURADO

MÉXICO, D.F.

2010



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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

INDICE.

	PAGINA
INTRODUCCION.	1
1.- MARCO CONCEPTUAL DE VIVIENDA SUSTENTABLE.	3
1.1 Conceptos generales.	3
1.2 Elementos tecnológicos.	5
1.2.1 Calentamiento del agua.	5
1.2.2 Iluminación.	6
1.2.3 Envolverte.	8
1.2.4 Energía eléctrica alternativa.	10
1.2.5 Aire acondicionado.	12
1.2.6 Ahorro de agua.	14
1.3 Marco normativo e institucional.	16
2.- LA VIVIENDA SUSTENTABLE EN MEXICO.	23
2.1 Clasificación bioclimática.	23
2.2 Aplicación a condiciones nacionales.	25
2.3 Proyectos en el país.	27
2.3.1 Programa Piloto de Vivienda Sustentable.	27
2.3.2 Desarrollos Urbanos Integrales Sustentables.	30
3.- ESTUDIO DE UN DESARROLLO HABITACIONAL SUSTENTABLE.	33
3.1 Análisis de un proyecto regional.	33
3.2 Estudio de la zona del proyecto.	35
3.3 Estado del proyecto.	39
3.3.1 Estudio de proyectos piloto en la región.	41
3.3.1.1 Villa de Alarcón.	42
3.3.1.2 Valle de las Misiones.	44
3.3.1.3 Proyecto sobre una vivienda en Mexicali, BC.	45
4.- BENEFICIOS ECONOMICO-SOCIALES DEL PROYECTO.	48
4.1 Beneficios económicos.	48

4.1.1	Ahorro de energía eléctrica en un sistema fotovoltaico.	48
4.1.2	Beneficios de algunos proyectos piloto.	49
4.1.2.1	Proyecto piloto en siete ciudades de clima extremo.	49
4.1.2.2	Proyecto piloto en la Ciudad de México.	50
4.1.2.3	Proyecto piloto en el sureste del país.	52
4.1.3	Comparación de consumo eléctrico en vivienda antes y después de innovaciones.	52
4.2	Beneficios sociales y ecológicos.	57
4.2.1	Reducción de emisiones en proyecto piloto en siete ciudades de clima extremo.	58
4.2.2	Reducción de emisiones en proyectos piloto en la Ciudad de México y sureste del país.	58
4.2.3	Reducción de emisiones en vivienda después de innovaciones Tecnológicas.	59
5.-	CONCLUSIONES.	61
	BIBLIOGRAFIA.	64

INTRODUCCION.

INTRODUCCION.

Hay hechos que son visibles en nuestro entorno. El medio en el cual nos desenvolvemos, dista mucho de ser aquel que existía hace apenas 2 siglos o menos; al parecer acudimos al encuentro de una catástrofe nunca antes vista y nos enfrenta al dilema de severos cuestionamientos a nuestra conducta. Porque en el comportamiento de la sociedad actual, parece prevalecer la idea que la nuestra, es la última generación sobre la tierra, y que no habrá nuevas generaciones de nuestros descendientes que lleven una vida satisfactoria.

No hay discusión sobre la interferencia humana con el clima del planeta. En el último siglo las concentraciones de gases efecto invernadero (GEI) en la atmósfera, se han incrementado en más de un tercio y con ello la capacidad de retención del calor solar en la tierra. Es un hecho físico asociado a la estructura molecular del CO₂ y de otros gases efecto invernadero y no es cuestión de visión ideológica. De esto hay mucha incertidumbre en cuanto a alcances y consecuencias del fenómeno, pero es inequívoca la relación entre las concentraciones de CO₂ y las temperaturas que en el planeta han ido en aumento.

En el mundo y en México los sectores con mayor responsabilidad en la emisión de gases efecto invernadero son la generación de electricidad, el transporte y la deforestación, seguidos por la industria, la agricultura y los desechos. Las emisiones nacionales, incluyendo las directas por el consumo de electricidad y las indirectas por el consumo de combustibles fósiles.

Aunque la vivienda no es el sector más significativo en el inventario de emisiones de CO₂, si es relevante, y la sustentabilidad respecto a la vivienda tiene cada vez más importancia, ya que de acuerdo a los expertos, se debe apostar por un aprovechamiento inteligente de los recursos naturales y la preservación del medio ambiente en beneficio de las generaciones futuras.

Por todo esto, que yo creo es preocupación de muchos, decido abordar el tema sobre la aplicación de proyectos de vivienda sustentable o vivienda verde en el país, específicamente a la región noroeste, por tener esta región clima extremo y con uso intensivo de aire acondicionado en verano y necesidad de calentar agua en invierno, para lo cual de estructuro el contenido en cinco capítulos.

En el capítulo uno inicio con los conceptos generales que en la denominación de esta nueva tendencia en la vivienda lleva implícitos, para seguir con las tecnologías que se tienen disponibles y que dan sustentabilidad, terminando con legislación y normatividad que las instituciones del Estado Mexicano han emitido respecto al tema de la vivienda.

En el capítulo dos se destacan las características de las diferentes regiones del país y su clima, siguiendo con las medidas que han sido tomadas para iniciar el desarrollo de proyectos, terminando con la revisión de aquellos que ya se han desarrollado por dependencias y organismos en cuanto a vivienda sustentable.

El capítulo tres inicia con un proyecto regional que es de interés por su clima clasificado extremo y en una zona de crecimiento poblacional y migración muy altos, con una

concentración que en un futuro muy próximo podría aumentar en problemática, siguiendo con los datos que de la zona del proyecto se tienen, terminando con la revisión del estado de avance logrado en él. Termina el capítulo con proyectos piloto que se han realizado en la región, ya que por medio de la información que han generado estos proyectos, es como se tiene programada su generalización

El capítulo cuatro contiene el análisis de las cifras disponibles en cuanto a los beneficios que se han cuantificado al ahorrar en el consumo de los energéticos y agua, que de manera directa impacta la economía de los derechohabientes de crédito para vivienda, principales destinatarios a los que se dirigen dichos proyectos, para pasar a los beneficios que socialmente y al entorno natural se pueden lograr, que le muestro en la última parte.

El capítulo cinco concierne a conclusiones, en el cual considero cercana la necesidad de generalizar en el país la aplicación de proyectos de vivienda sustentable, si es que se quiere tener eficiencia energética en la vivienda y abatir los niveles de emisión de GEI, y que sabemos, también debe ser preocupación de todos los países del mundo sin distinción, considerando que la eficiencia que se logra al construir vivienda verde, es factible para beneficio del usuario y con el cuidado del medio ambiente beneficiada la sociedad en general.

1.- MARCO CONCEPTUAL DE VIVIENDA SUSTENTABLE.

- 1.1 Conceptos generales.
- 1.2 Elementos tecnológicos.
- 1.3 Marco normativo e institucional.

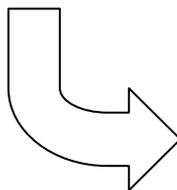
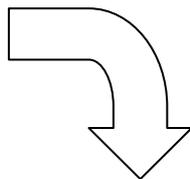
1.- MARCO CONCEPTUAL DE VIVIENDA SUSTENTABLE.

En este capítulo les presento los principales conceptos que son básicos para el conocimiento de la tendencia conocida como vivienda sustentable, que incorpora tecnologías desarrolladas para ahorro y eficiencia en el consumo de energéticos y agua, además de algunas de ellas para generación de energía que no depende de los combustibles de origen fósil, a la vez que contemple el respeto al medio ambiente por medio de reducción de las emisiones de GEI. Con una mirada a la legislación sobre generación y desarrollo de vivienda en nuestro país que no por ser reciente deja de ser muy importante y aplicable, que estando acorde con las experiencias en otros países, hará posible en un futuro no muy lejano, contar con la vivienda sustentable que pueda ser adquirida por los sectores de población más amplios y de menores ingresos por medio de los créditos que como trabajadores pueden adquirir.

1.1 Conceptos generales.

En principio hay que tomar en cuenta que una vivienda es un sistema con un flujo entrante:

- Electricidad.
- Gas natural o LP
- Agua
- Insumos
 - materiales.
 - alimentos.
 - muebles.
 - etc



Y un flujo saliente:

- Aguas negras y grises.
- Residuos sólidos.
- Gases contaminantes.
- etc.

Desarrollo sustentable es el camino para alcanzar una economía caracterizada por la prosperidad, equidad y un ambiente saludable, como un marco para integrar los objetivos económicos, sociales y ambientales que mejoren las perspectivas de las aspiraciones de una sociedad. Para esto algunos elementos de la economía deben crecer o mejorarse como son el empleo, la productividad, el ingreso, el conocimiento, la vivienda, la educación, el capital, el ahorro; y otros disminuirse y/o controlarse como la contaminación, la pobreza, el desperdicio y el uso intensivo de los recursos y de la energía.

Desarrollo habitacional sustentable es aquel que respeta el clima, el lugar, la región y la

cultura, y que incluye una vivienda efectiva, eficiente y construida con sistemas constructivos y tecnologías óptimas, para que sus habitantes puedan enfrentar las condiciones climáticas extremas que prevalecen en algunas zonas del país y facilitar su acceso a la infraestructura, el equipamiento, los servicios básicos y los espacios públicos de tal manera que sus ocupantes sean enriquecidos por el entorno.

Edificación sustentable se considera aquella edificación que incorpora medidas de diseño bioclimático así como tecnologías para el uso eficiente de recursos tanto renovables como no renovables, de manera que garantice la existencia de dichos recursos y no comprometa el desarrollo de las generaciones futuras con acciones programadas desde el inicio del proyecto habitacional.

Vivienda sustentable es el tipo de vivienda que a la par de optimizar recursos naturales, comprende aspectos como equidad empleo, movilidad y cohesión social, por lo que las viviendas deben ser cómodas, mejorar la calidad de vida y fomentar la unidad familiar.

En la figura 1 tenemos una fotografía de un desarrollo habitacional sustentable, “Hacienda de las Torres” en Cd. Juárez, Chihuahua; se señala fotocelda para generación fotovoltaica y un calentador solar, tomado del trabajo en el Instituto de Ingeniería realizado por el investigador David Morillón Galvez, “Vivienda Sustentable en México”.



Figura 1 Ejemplo de un desarrollo con viviendas ecológicas.

Vivienda ecológica es aquella que cuenta con las medidas de ahorro para disminuir la emisión de bióxido de carbono a través de ahorros en los consumos de gas, energía eléctrica y agua con implementos instalados en la vivienda antes de la aplicación del crédito.

Hipoteca verde es un crédito de INFONAVIT que cuenta con un monto adicional para que el derechohabiente pueda comprar una vivienda ecológica y así obtener una mayor

calidad de vida, vivienda que incluya tecnologías innovadoras basadas en generar ahorros por la disminución en el consumo de agua y energía, y que le da una capacidad de pago adicional a su usuario y pueda adquirir casas de mayor valor, por lo que se le otorga un crédito adicional por la instalación de tales tecnologías que disminuyen el mencionado consumo. Los ahorros mencionados son en gas, electricidad y agua, lo cual representa una mayor capacidad de pago, y al tener mayor monto de crédito permitirles adquirir viviendas con calentadores solares de agua, focos ahorradores, dispositivos para disminuir el consumo de agua, aislamientos térmicos y otras tecnologías.

Subsidio federal: Por iniciativa presidencial, se estableció que para otorgar los subsidios del programa “Esta es tu casa”, las viviendas deben incorporar tecnologías para el uso eficiente de agua y energía, y que los trabajadores de menores ingresos incrementen su capacidad de compra, se acordó con la Comisión Nacional de Vivienda (CONAVI) conjuntar los beneficios adicionales de la Hipoteca Verde con los del subsidio federal.

1.2 Elementos tecnológicos.

El consumo excesivo de energía a consecuencia de un mal diseño en la vivienda es causa de un aumento en las emisiones de GEI, repercutiendo a largo plazo, por lo que es preciso crear y aplicar tecnologías tendientes a la sustentabilidad de la vivienda, como es contemplado en los nuevos programas, ya que se espera la construcción de un millón de viviendas en el período que termina en 2012, con un reto energético y ambiental. Es importante considerar que una vivienda mal diseñada en zonas cálidas registrará al menos un consumo adicional de 1 000 kwh al año, lo que representa cerca de 600 kg de CO₂ liberados innecesariamente a la atmósfera. Dado que la mitad de usuarios de energía eléctrica se encuentran en zonas cálidas, si se omiten criterios de diseño ambiental, es previsible el enorme gasto de energía y su consecuente emisión de bióxido de carbono en forma ineficiente.

1.2.1 Calentamiento del agua.

En la tecnología convencional los calentadores que funcionan con gas LP o natural cuentan con un quemador, una cámara de combustión, un intercambiador de calor, un piloto y un tanque aislado. La energía se transfiere del gas al agua al quemarse el gas en la cámara de combustión y el calor resultante se transfiere por radiación infrarroja y convección de gases calientes al intercambiador de calor y al tanque. Su funcionamiento se regula por un control de temperatura que puede ser automático por medio de un termostato.

En la tecnología reductora de GEI, un calentador solar es un dispositivo que capta la radiación solar, la transforma en energía térmica y la transfiere al agua. Estos calentadores pueden ser de dos tipos:

-Los colectores solares planos funcionan captando la energía en aletas o placas captadoras conectadas térmicamente a tubos por donde circula el agua. Los tubos corren en paralelo y comienzan y terminan en un cabezal común. Las aletas y los tubos

pueden ser de varios materiales como cobre, plástico o aluminio predominantemente.

Los colectores solares planos pueden ser utilizados como placas o dentro de cajas aisladas térmicamente. En éste último caso la cara expuesta al sol tiene una cubierta transparente de vidrio o de un material plástico. Los calentadores que se utilizan sin caja, son para aplicaciones donde no se requiere de temperatura del agua muy alta, como en albercas.

En la figura 2 tenemos una muestra de un calentador solar plano mostrado a su vez en el trabajo del investigador Morillón Galvez, antes mencionado.



Figura 2 Calentador solar plano.

-Calentadores solares de tubos evacuados están integrados por elementos compuestos de dos tubos concéntricos de vidrio que corren paralelos a otros elementos iguales y que están conectados a cabezales comunes en los extremos. Cada elemento consiste de un tubo exterior y uno interior.

El tubo interior está cubierto por una capa especial que absorbe la energía solar; al interior de este tubo pasa el agua. El espacio entre los dos tubos es evacuado para dar lugar al vacío y sirve como aislante térmico. Estos equipos suelen venir acompañados de un tanque aislado térmicamente que es donde se acumula el agua caliente.

Es la eco-tecnología que muestra un mayor impacto en el bolsillo. Un calentador solar de agua para una familia de 4 personas cuesta alrededor de 12 mil pesos, y una vez instalado el consumo de gas LP se puede reducir hasta el 80%, la inversión se recupera en un período máximo de 3 años, de ahí en adelante, tener agua caliente en casa será gratis. La instalación implica un costo extra.

1.2.2 Iluminación

En la tecnología convencional es por medio de lámparas incandescentes de luz producida por el calentamiento de un filamento hasta el punto de incandescencia, lo

que resulta en que el 90% de la electricidad se convierte en calor. Las lámparas más comunes trabajan al vacío. Las hay de tungsteno-halógeno, que son más eficiente por la adición de un gas halógeno.

Reductora de GEI por medio de lámparas fluorescentes que son más eficientes que las lámparas incandescentes, contienen generalmente gases de argón y mercurio que convierten energía a luz utilizando una descarga eléctrica que excita a átomos gaseosos de mercurio dentro de un tubo con cubierta de fósforo. Requieren de un balastro que provee un alto voltaje que inicia la descarga de electrones y subsecuentemente limita a la corriente a través de la lámpara. Los átomos excitados de mercurio decaen al estado de tierra y producen fotones de radiación ultravioleta. Estos son absorbidos por la cubierta de fósforo y convertidos a luz visible a medida que el fósforo fluoresce y emite fotones en el espectro visible.



Figura 3 Lámparas fluorescentes compactas para uso en vivienda principalmente.

En la figura 3 vemos algunos ejemplos de lámparas fluorescentes compactas tomadas de un sitio web accedando “Imágenes lámparas fluorescentes”, que se encuentran en el mercado para uso principalmente comercial (separadas de los balastros), y en presentaciones de tipo compacto (que integran balastros), para todo tipo de aplicaciones incluidos los hogares.

Una comparación de la potencia eléctrica necesaria para iluminar el equivalente a 600 lúmenes refleja la eficiencia con que operan las lámparas. Lumen (lm), es la unidad de flujo luminoso. En las tablas 1, 2 y 3 se muestran características comparativas entre lámparas incandescentes y fluorescentes, con ventajas que hacen recomendables a las segundas, según se dió a conocer en el “Programa Específico para el Desarrollo Habitacional Sustentable ante el Cambio Climático” de CONAVI en el año 2008.

Tipo de lámpara	Potencia (watts)	Vida útil (horas)	Indice de Rendición de Color (CRI)
Incandescente	60-35	750 a 2500	Excelente
Fluorescente	12-9	8000 a 10000	Bueno

Tabla 1 Rendimiento por tipo de lámpara por su potencia en watts necesaria para 600 lúmenes.

Horas de uso por día	Ahorro anual (kwh)
2	33
4	66
8	132

Tabla 2 Comparación entre precios, potencia y duración de lámparas de uso doméstico.

Tipo	Vida útil (horas)	Watts	Precio (\$)
Incandescente	1000	60	5.00
Fluorescente	6000	15	60.00

Tabla 3 Estimado de ahorro anual de energía por horas de uso al día, sustituyendo lámpara incandescente de 60 w por una fluorescente de 15 w.

1.2.3 Envolvente.

La combinación de altos índices de radiación solar y altas temperaturas del aire, en zonas de clima extremo como en el noroeste del país, al interactuar sobre la envolvente arquitectónica, provocan el incremento de las temperaturas en el espacio interior, superiores a los 27 °C, que se establece como el rango de confort para personas acostumbradas al aire acondicionado.

Aislamiento térmico es un sistema que en la construcción de una vivienda sustentable en clima extremo, permite una disminución en el flujo de calor al interior, o reducir las pérdidas de calor dependiendo de la temporada y basada en aquellos materiales de bajo coeficiente de conductividad térmica aplicados en muros y techo.

Los materiales aislantes térmicos son los materiales que tienen la capacidad de oponerse al paso del calor por conducción y se evalúan por su capacidad de aislar térmicamente. En su mayor parte están constituidos por aire (más de 90%), mismo que está contenido en sólidos que conforman pequeños espacios y le impiden su movimiento. Generalmente son ligeros y deben ser opacos para impedir el paso de calor por radiación; resistentes a la intemperie; presentar resistencia mecánica; formar barreras para el paso de vapor y ser resistentes al abuso mecánico, al fuego y autoextinguibles.

Reducir la dependencia en sistemas mecánicos de enfriamiento es una prioridad en regiones de clima cálido extremo, porque son altos los consumos de energía eléctrica. La forma eficiente de lograrlo es una adecuada selección de sistemas constructivos como estrategia que contribuya a minimizar el calentamiento de los espacios de manera natural.

Por esto ha sido necesario estudiar el comportamiento térmico de los sistemas constructivos ante las condiciones climáticas de la región, que permiten conocer la

eficacia como reguladores de la transferencia de calor, para mantener condiciones de confort térmico con menores consumos de energía eléctrica, a lo largo de la vida útil de los mismos.

La conductividad térmica de los materiales convencionales es considerable, lo que favorece el intercambio de calor entre el interior de la vivienda y el medio ambiente, la tabla 4 nos proporciona valores de la conductividad térmica de algunos materiales de uso común en construcción.

Materiales	Conductividad (Btu-in)/(h-ft²-°F)
Aire (Estático)	0.2
Aluminio	1400.0
Ladrillo	5.0
Mármol	20.6
Lana mineral	0.33

Tabla 4 Conductividad térmica de algunos materiales.

Es posible lograr una reducción de GEI por medio de materiales de nueva tecnología, que al aplicarlos como aislamiento térmico en la vivienda, se reduce el uso del aire acondicionado, donde también es importante su orientación, altura y ventilación. Al lograr reducir en interiores el calor y por lo tanto, una disminución en el consumo de energía eléctrica.

La normatividad en nuestro país establece las características y métodos de prueba que deben cumplir los materiales, productos, componentes y elementos termoaislantes para techos, plafones y muros de las edificaciones; es aplicable a su fabricación nacional o de importación.

En la figura 4 se muestra la aplicación de material aislante en los muros de una vivienda en construcción, se trata de placas de poliestireno con malla electrosoldada en su cara que llevará el acabado que normalmente es un aplanado de mortero. Fotografía tomada del manual de instalación de la empresa Tridipanel en el sitio www.tridipanel.com.mx, empresa que comercializa este tipo de paneles en la región de Mexicali, Baja California.

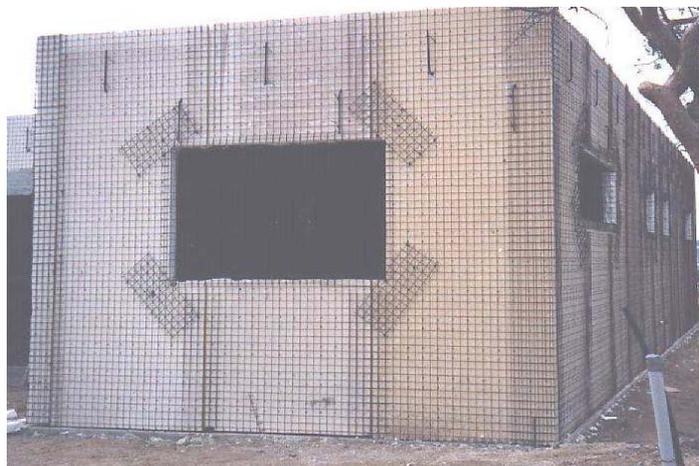


Figura 4 Colocación de paneles de poliestireno con malla electrosoldada, en muros.

En la tabla 5 se muestra la conductividad térmica de materiales aplicados como aislamiento térmico, en muros y principalmente en techos que son las áreas de mayor insolación de la vivienda.

Tipo de aislamiento	Conductividad (Btu-in)/(h-ft ² -°F)
Espuma elastomérica	0.2705
Fibra de vidrio	0.2270
Fibra mineral	0.2570
Poliestireno expandido	0.2570
Poliestireno extruído	0.201
Poliuretano conformado	0.180

Tabla 5 Conductividad térmica de algunos materiales adecuados al aislamiento de viviendas.

La experiencia que se ha tenido en la ciudad de Mexicali BC, para varios miles de hogares, demuestra que una vivienda con aislamiento, puede reducir 30% o más el consumo de energía. Esto depende de las características de la vivienda y de las condiciones climáticas de la localidad, y puede ser evaluado con relativa precisión con simuladores en computadoras.

1.2.4 Energía eléctrica alternativa.

Energía renovable. Se obtiene de fuentes naturales que son virtualmente inagotables, por la misma cantidad de energía que esas fuentes contienen y porque son capaces de regenerarse por medios naturales. Puede ser de origen:

- El sol. Por medio de celdas fotovoltaicas y calentadores solares de agua.
- El viento. Por medio de aerogeneradores.
- El agua. Aprovechando la energía de ríos y corrientes de agua dulce, mares y océanos.
- El calor de la tierra. Plantas de energía geotérmica.
- Quema de materia orgánica o biomasa, ya sea de manera directa o convertida primero en biocombustibles.
- Quema del biogás que despiden los desechos de granjas pecuarias, los residuos sólidos urbanos almacenados en rellenos sanitarios y los lodos de las centrales depuradoras y potabilizadoras de agua.

En materia de desarrollo de vivienda sustentable, son de importancia las innovaciones tecnológicas aplicables a ella, a continuación se hace mención a algunas que son posibles de incorporar.

Energía fotovoltaica. La energía generada por un módulo, panel o arreglo fotovoltaico depende de la potencia del módulo individual y de la cantidad de radiación solar disponible en el sitio, por su posición geográfica y orientación.

En un día despejado y en latitudes como la de México, el sol irradia al mediodía solar

alrededor de 1000 w/m^2 a un plano normal a su incidencia en la superficie de la tierra. Asumiendo que los paneles solares tienen una eficiencia del 12%, esto supondría una potencia de 120 w/m^2 . Así mismo considerando la energía en varias horas en dos metros cuadrados de un sistema de este tipo, en diez horas de operación se pueden disponer de cerca de 0.6 kwh/día que alcanza para alimentar un refrigerador pequeño.

No es práctico que una familia instale un equipo fotovoltaico de paneles solares para aprovechar la energía eléctrica, ya que tendrían que pasar de 15 a 20 años para recuperar la inversión, por los costos de paneles, baterías, controladores de carga y convertidores de electricidad. Es costeable instalar un sistema completo de celdas fotovoltaicas cuando la red de energía eléctrica está a más de un kilómetro de distancia.

En la figura 5 se aprecian las celdas de un aprovechamiento fotovoltaico en el fraccionamiento Valle de las Misiones de Mexicali, BC. En la figura 6 se muestran diferentes aprovechamientos de energía solar por medio de Sistemas Fotovoltaicos en una zona rural, imágenes tomadas de Sistemas Fotovoltaicos de la Asociación Nacional de Energía Solar, A. C.



Figura 5 Aprovechamiento de energía solar por medio de Sistemas Fotovoltaicos.

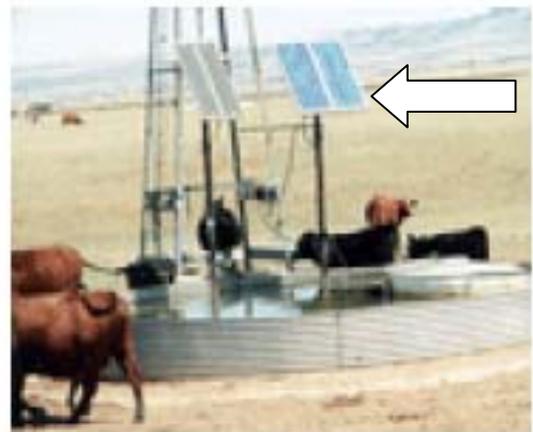


Figura 6 Energía eléctrica por aprovechamiento Fotovoltaico, en imágenes se señalan las celdas solares.

Generadores eólicos. Pueden producir hasta tres veces más electricidad que un panel

solar del mismo precio. Sin embargo, es indispensable que sea instalado en un lugar donde haya viento la mayor parte del día, de lo contrario, puede generar menos electricidad que un panel. Al igual que las celdas solares sería más costoso colocar un sistema eólico donde no haya red eléctrica. No se puede saber de qué tamaño o precio será a menos que se sepa cuánto viento hace en la zona y cuáles son las necesidades de electricidad de la vivienda (figura 7).



Figura 7 Ejemplos de campos de aprovechamiento de energía eólica, generando energía eléctrica.

1.2.5 Aire acondicionado.

En la tecnología convencional el acondicionamiento de aire consiste en regular sus condiciones en cuanto a la temperatura, humedad y limpieza (renovación, filtrado). La refrigeración consiste en forzar mecánicamente la circulación de un fluido en un circuito cerrado creando zonas de alta y baja presión con el propósito de que el fluido absorba el calor en un lugar y lo disipe en el otro. Se basa en la propiedad física de que la evaporación de un líquido o la dilatación de un gas absorben calor y la compresión o condensación desprenden calor.

Los elementos mínimos de un equipo de aire acondicionado incluyen un refrigerante como fluido con propiedades especiales de punto de evaporación y condensación. Su función consiste en, mediante los cambios de presión y temperatura inducidos, absorber el calor en un lugar y disiparlo en otro, principalmente mediante un cambio de líquido a gas y viceversa.

Consta además de un compresor que bombea y comprime el fluido refrigerante, un condensador que es un serpentín de cobre con laminillas de aluminio y su función es liberar o disipar calor del refrigerante al ambiente, un evaporador que es otro intercambiador de calor y su función es que el refrigerante absorba el calor del área refrigerada, un dispositivo regulador de presión que según el caso puede ser una válvula de expansión, un tubo capilar o un restrictor cuya función es controlar el paso del refrigerante desde el área de alta presión a la de baja presión.

Con este dispositivo el refrigerante se expande reduciendo su presión y temperatura además de regular el caudal de fluido refrigerante. Elementos anexos son un termostato y un ventilador. Una medida de la capacidad de refrigeración es la tonelada de refrigeración (TR) que equivale a extraer 12000 BTU en una hora (BTU/h). Los equipos para uso residencial se comercializan en tamaños de media a dos y media toneladas.

Tecnología reductora de GEI. Existen equipos de aire acondicionado con alto rendimiento EER (Energy Efficiency Ratio) con valores desde 8.5 a 12.0 TR, y que es el equivalente a los BTU de enfriamiento entregados por hora en relación a la potencia eléctrica demandada al equipo medida en watts. Así por ejemplo, una unidad de 6000 BTU/h (media TR) con una EER de 10, entrega 6000 BTU/h y utiliza 600 w.



Figura 8 Unidad de aire acondicionado tipo ventana.

Existen dos tipos de sistemas: Tipo ventana que vienen en una sola pieza y se colocan en una ventana o abertura en la pared con la parte que contiene el condensador para afuera y el evaporador para adentro. En la figura 8 les muestro un ejemplo con la imagen de una unidad tipo ventana.

Tipo Split que se integra de una o varias unidades de salida para colocar en el interior de la vivienda, conectadas con tubos y cables con una unidad exterior que puede estar sobre el techo u otro lugar. En la figura 9 es posible ver las dos unidades, interior y exterior de una unidad tipo Split.



Figura 9 Unidad de salida en interior y unidad exterior, tipo Split.

Los equipos de alto rendimiento para uso residencial disponibles en el mercado vienen en tamaños que van de media a dos y media toneladas y valores de EER que igualan o superan 12.0.

1.2.6 Ahorro de agua.

En el territorio nacional se observa una gran diversidad de climas y disponibilidad de agua que van de menos de mil metros cúbicos por habitante al año en zonas áridas, hasta más de veinte mil en zonas tropicales húmedas. El promedio en México en cualquier caso es bajo, menor a cinco mil metros cúbicos anuales por habitante.

Además de escasez nuestro país registra una muy baja eficiencia en el uso del agua, tanto en el sector agrícola como en el ámbito urbano, en donde la mayor demanda proviene de la vivienda. De hecho se estima que la pérdidas en las ciudades alcanzan un promedio de 40% del agua suministrada a las redes de distribución. Esto es relevante en la medida que el uso del agua para abastecimiento público representa el 14% del total nacional.

Esto repercute en la sobreexplotación de los acuíferos subterráneos que son la fuente de abastecimiento en más de las dos terceras partes del agua urbana. No debe olvidarse que más de 100 acuíferos en México se encuentran en grave proceso de sobreexplotación. Las razones son las bajas tarifas y baja eficiencia global de los organismos operadores del país que dan servicio a las ciudades.

Los problemas de disponibilidad se agravan por la contaminación de fuentes superficiales y subterráneas. Se estima que una vivienda con cinco habitantes con un consumo promedio de 200 lt por persona produce unos 22 m³ de aguas residuales cada mes. A pesar de la escasez es notable que la captación de agua de lluvia sea más excepción que regla en México. Captar las aguas pluviales promovería la autosuficiencia en la vivienda y también contribuiría a reducir la energía requerida en la operación de los sistemas de bombeo.

El uso del agua en la vivienda está concentrado en la regadera y en el sanitario (alrededor del 70% del consumo total), lo que hace imperativo promover ahí, dispositivos de ahorro, de manera prioritaria.

Por otro lado, casi el 75% de las fugas de agua en la vivienda se presentan en las tuberías de la toma domiciliaria, el 10% en la inserción de los ramales secundarios de la red, y el resto en las válvulas, codos y cople.

Es obvia la contribución que la vivienda puede hacer al uso eficiente del agua en México. Además con organismos operadores capaces y con tarifas realistas en los sistemas de abastecimiento de agua del país.

Existen alternativas tecnológicas que pueden ayudar de manera significativa en este objetivo. Se estima que el uso de un conjunto relativamente sencillo de dispositivos tecnológicos en la vivienda puede ahorrar más de un 40% del agua sin reducir el nivel de confort en los usuarios. Entre ellos destacan:

- Inodoros que utilicen eliminadores de fugas y que cuenten con un sistema de doble descarga para líquidos y sólidos, con descargas de tres y seis litros respectivamente.
- Regaderas de bajo consumo con el sistema de “teléfono” y cebolletas que permiten una reducción en el consumo de hasta 50% sin reducir la presión.
- Mezcladoras monomando en lavamanos y cocinas, cuyo ejemplo podemos apreciar en la figura 10.
- Plantas de tratamiento de aguas residuales para el uso de aguas tratadas en jardines. Lo que implica todo el proceso: pretratamiento, sedimentación primaria, tratamiento biológico, sedimentación secundaria y desinfección.
- Tuberías de separación de drenajes para aguas grises y negras; tratamiento y reciclado de aguas grises en inodoros y tratamiento y reutilización de aguas negras en riego de jardines.
- Captación de agua pluvial en techos, con el diseño adecuado para facilitar escurrimientos, canaletas adosadas en los bordes más bajos del techo, mallas, interceptores de primeras aguas de lavado y tanques de almacenamiento.



Figura 10 Mezcladora de lavabo tipo monomando.

En la figura 11 les muestro dos regaderas con obturadores que son elementos que limitan el flujo de agua en la tubería y permiten la salida de una menor cantidad de líquido, mantienen la temperatura del agua y son fáciles de instalar.



Figura 11 Regaderas para baño con obturadores.

En la figura 12 muestro a su vez, dos piezas de regaderas para baño tipo Perlizador, que son elementos dispersores que incrementan la velocidad de salida al disminuir el área hidráulica, aumentan la pérdida de carga por lo que reducen el consumo de agua. En la figura 13 un dispositivo eliminador de fugas, que evita pérdidas de agua en la válvula de descarga, elaborado de acero inoxidable e incluye sellador de silicón, recomendable para todo tipo de inodoros, permite un perfecto sellado, estando la pera o sapo en buenas condiciones, fácil de instalar. Las figuras 10 a 13 fueron tomadas de la “Guía para el Uso Eficiente de Agua en Desarrollos Habitacionales” de CONAFOVI (ahora CONAVI).



Figura 12 Regaderas para baño con elementos perlizadores.



Figura 13 Dispositivo para tanque del inodoro eliminador de fugas.

1.3 Marco normativo e institucional.

En principio y tomando en cuenta la más antigua referencia legislativa respecto a la vivienda en México, siendo a la vez la de mayor autoridad y amplitud, se encuentra en la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, que en su artículo 4º, quinto párrafo nos dice: “Toda familia tiene derecho a disfrutar de vivienda digna y decorosa. La Ley establecerá los instrumentos y apoyos necesarios a fin de alcanzar tal objetivo”. En su artículo 123, apartado A, fracción XII, “Toda empresa agrícola, industrial, minera o de cualquier otra clase de trabajo, estará obligada, según determinen las leyes reglamentarias a proporcionar a los trabajadores habitaciones cómodas e higiénicas”.

“Esta obligación se cumplirá mediante las aportaciones que las empresas hagan a un Fondo Nacional de la Vivienda a fin de constituir depósitos a favor de sus trabajadores

y establecer un sistema de financiamiento que permita otorgar a éstos crédito barato y suficiente para que adquieran en propiedad tales habitaciones. Se considera de utilidad social la expedición de una ley para la creación de un organismo integrado por representantes del Gobierno Federal, de los trabajadores y de los patrones, que administre los recursos del Fondo Nacional de la Vivienda. Dicha Ley regulará las reglas y procedimientos conforme a los cuales los trabajadores podrán adquirir en propiedad las habitaciones antes mencionadas”.

Consecuente con este artículo 123 constitucional, se creó el 24 de abril de 1972 el Instituto del Fondo Nacional de la Vivienda para los trabajadores, (INFONAVIT), de la cual menciono enseguida algunos de sus primeros artículos.

Artículo 1º. Esta Ley es de utilidad social y de observancia en toda la república.

Artículo 2º. Se crea un organismo de servicio social con personalidad jurídica y patrimonio propio, que se denomina “Instituto del Fondo Nacional de la Vivienda para los Trabajadores”, con domicilio en la Ciudad de México.

Artículo 3º. El Instituto tiene por objeto:

I.- Administrar los recursos del Fondo Nacional de la Vivienda.

II.- Establecer y operar un sistema de financiamiento que permita a los trabajadores obtener crédito barato y suficiente para:

- a) La adquisición en propiedad de habitaciones cómodas e higiénicas.
- b) La construcción, reparación, ampliación o mejoramiento de sus habitaciones, y
- c) El pago de pasivos contraídos por los conceptos anteriores.

III.- Coordinar y financiar programas de construcción de habitaciones destinadas a ser adquiridas por los trabajadores;

IV.- Lo demás a que se refiere la fracción XII del apartado A del artículo 123 constitucional y el Título IV, Capítulo III de la Ley Federal del Trabajo, así como lo que esta Ley establece.

Artículo 4º. El Instituto cuidará que sus actividades se realicen dentro de una política integrada de vivienda y desarrollo urbano. Para ello podrá coordinarse con otros organismos públicos.

Nota: El Título IV, Capítulo III de la Ley Federal del Trabajo, sólo agrega al artículo 123, fracción XII constitucional; que la aportación de las empresas será de 5% de la ingreso del trabajador, con un texto similar al del artículo constitucional.

El 28 de diciembre de 1972, se publicó en el Diario Oficial de la Federación (DOF), el decreto por el que se crea el Fondo de la Vivienda del Instituto de Seguridad y Servicios Sociales para Trabajadores del Estado (FOVISSSTE), donde la diferencia está en que éstos trabajadores tienen como patrón el Estado y dentro de un apartado “B” en el artículo 123 constitucional.

A partir del artículo 90 constitucional, el 29 de diciembre de 1976 se publica la Ley Orgánica de la Administración Pública Federal, referente a las funciones e interrelación entre las Secretarías de Estado, donde en su artículo 32 dice en algunas de sus fracciones:

“Artículo 32.- A la Secretaría de Desarrollo Social corresponde el despacho de los siguientes asuntos:

I.- Formular, conducir y evaluar la política general de desarrollo social para el combate efectivo a la pobreza; en particular la de asentamientos humanos, desarrollo urbano y

vivienda;

X.- Prever a nivel nacional las necesidades de tierra para desarrollo urbano y vivienda, considerando la disponibilidad de agua determinada por la Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales y regular, en coordinación con los gobiernos estatales y municipales, los mecanismos para satisfacer dichas necesidades;

XII.- Promover y concertar programas de vivienda y de desarrollo urbano, y apoyar su ejecución, con la participación de los gobiernos estatales y municipales, y los sectores social y privado;”

En la figura 14 propongo la secuencia de legislación respecto a vivienda en nuestro país hasta la década de los años 90's, ya que han sido hasta años posteriores los decretos y la publicación oficial de normas en la manera que ahora las conocemos y de lo que después del propuesto esquema hemos de abordar.

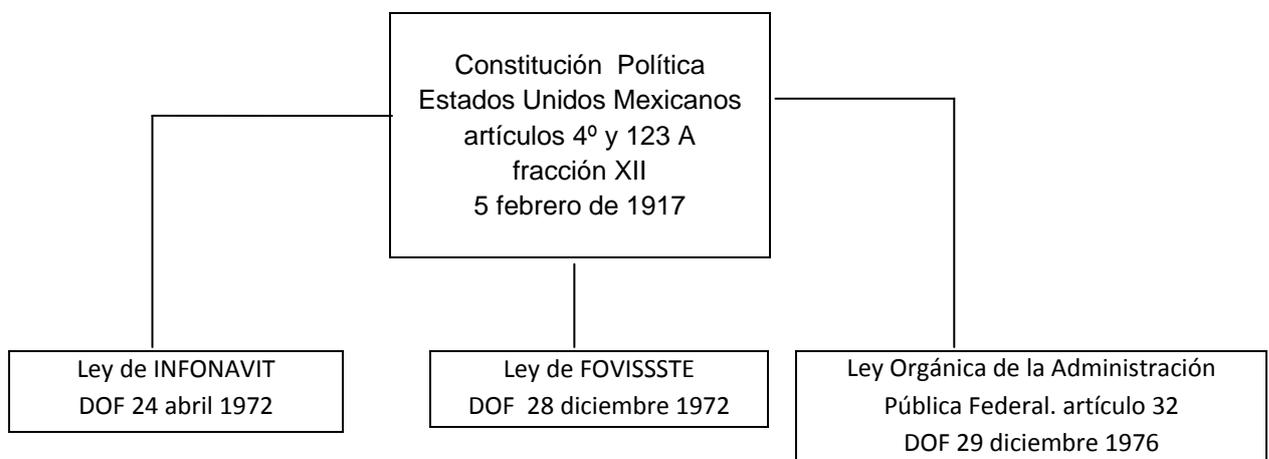


Figura 14 Diagrama del estado de legislación sobre vivienda hasta década de los 90's.

En la Ley de Vivienda publicada en el DOF el 27 de junio de 2006, en su Título Primero. Capítulo Único. Artículo 1º. , en su primer párrafo dice: “La presente Ley es reglamentaria del artículo 4º de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos en materia de vivienda. Sus disposiciones son de orden público e interés social y tienen por objeto establecer y regular la política nacional, los programas, los instrumentos y apoyos para que toda familia pueda disfrutar de vivienda digna y decorosa”.

En su Título Segundo. De la Política Nacional de Vivienda. Capítulo I. De los lineamientos. Artículo 6º, fracciones: “V.- Establecer los mecanismos para que la construcción de vivienda respete el entorno ecológico, y la preservación y el uso eficiente de los recursos naturales. VI.- Propiciar que las acciones de vivienda constituyan un factor de sustentabilidad ambiental, ordenación territorial y desarrollo urbano”.

En su Título Tercero. Del Sistema Nacional de Vivienda. Capítulo III. De la Comisión Nacional de Vivienda; en su artículo 18, primer párrafo: “Se crea la Comisión como un organismo descentralizado, de utilidad pública e interés social, no sectorizado, con personalidad jurídica y patrimonio propio. Su domicilio será en la Ciudad de México,

Distrito Federal”.

Y en su artículo 19: “Corresponde a la Comisión:

Fracción I.- Formular, conducir, coordinar, evaluar y dar seguimiento a la Política Nacional de Vivienda y el programa nacional en la materia, así como proponer, en su caso, las adecuaciones correspondientes, de conformidad con los objetivos y prioridades que marque el Plan Nacional de Desarrollo.

En el Plan Nacional de Desarrollo 2006-2012 (PND) del Gobierno Federal, se recoge la visión México 2030, en el que se expresa una voluntad colectiva de cambio factible y con el propósito de alcanzar el desarrollo humano sustentable. Se imprime un enfoque a largo plazo en objetivos nacionales, estrategias generales y las prioridades de desarrollo; el Plan Nacional de Desarrollo propone: “Asegurar la sustentabilidad ambiental mediante la participación responsable de los mexicanos en el cuidado, la protección, la preservación y el aprovechamiento racional de la riqueza natural del país, logrando así afianzar el desarrollo económico y social sin comprometer el patrimonio natural y la calidad de vida de las generaciones futuras”.

Este Plan Nacional de Desarrollo 2006-2012, plantea en su eje de política pública número 2 Economía Competitiva y Generadora de Empleos, en su capítulo 2.13 Construcción y Vivienda, en su párrafo referente al Sector Vivienda, en su objetivo 17: “Ampliar el acceso al financiamiento para la vivienda de los segmentos de la población más desfavorecidos, así como para emprender proyectos de construcción en un contexto de desarrollo ordenado, racional y sustentable de los asentamientos humanos”.

En seguida está el Programa Nacional de Vivienda 2008-2012: Hacia un Desarrollo Habitacional Sustentable, creado por la Comisión Nacional de Vivienda (CONAVI) y publicado en el DOF del 30 de diciembre de 2008 y que entre sus propósitos mencionaremos lo que en su sexto párrafo menciona:

“El Programa Nacional de Vivienda 2008-2012: Hacia un Desarrollo Habitacional Sustentable, por su parte, recoge el espíritu, los propósitos, prioridades y estrategias del Plan Nacional de Desarrollo y enfoca su nivel programático a estrategias y acciones, que a la vez que permitan alcanzar los propósitos en materia de vivienda, contribuyan a cumplir los cinco ejes rectores de la política pública nacional: estado de derecho y seguridad; economía competitiva y generadora de empleos; igualdad de oportunidades; sustentabilidad ambiental, y el de democracia efectiva y política exterior responsable.”

El Plan Piloto de Hipotecas Verdes fue autorizado para dar inicio por sesiones del Consejo de Administración del INFONAVIT en las fechas 30 de mayo y 29 de agosto de 2007, donde otorga la facultad al Comité de Calidad de Vida para aplicar los incentivos:

- a) Incremento del monto de crédito de hasta 10 Veces Salario Mínimo (VSM).
- b) Monto máximo de crédito a otorgar de hasta 190 VSM.

Originado el concepto en sesión ordinaria de la Asamblea General del Instituto el 20 de

abril de 2006, que emitió la recomendación en el sentido de “Que la Administración analice la viabilidad de otorgar incentivos a la oferta de vivienda para promover que se contemplen criterios de sustentabilidad, tales como la inclusión de las mejores prácticas en materia de ahorro y tratamiento de agua, ahorro en el consumo de energía, manejo de residuos sólidos, creación y conservación de áreas verdes”.

El 19 de febrero de 2007 fue publicado en el DOF el acuerdo en el que se dan a conocer las primeras “Reglas de Operación del Programa de Esquemas de Financiamiento y Subsidio Federal para Vivienda” (Esta es tu casa). El 8 de septiembre de 2008 se publicó en el DOF su versión más reciente. Con el objetivo general de otorgar apoyos económicos a personas de bajos ingresos a través de un subsidio federal para:

- Adquirir una vivienda nueva o usada o un lote con servicios.
- Mejorar la vivienda.
- Impulsar la producción social y autoconstruir o autoproducir vivienda.

El Ejecutivo Federal estableció que para otorgar a partir de 2009 los subsidios del programa “Esta es tu Casa”, las viviendas nuevas deben incorporar tecnologías para el uso eficiente del agua y la energía, adicionalmente a los requisitos establecidos en 2008 para el beneficiario.

- Para los trabajadores de menores ingresos incrementaran su capacidad de compra, se acordó con CONAVI conjuntar los recursos crediticios adicionales de la Hipoteca Verde con los del subsidio federal.
- Para el efecto anterior se establecieron por región bioclimática las tecnologías, equipamientos y servicios que deberán incluir las viviendas nuevas, tanto para la aplicación del programa Hipoteca Verde del INFONAVIT como del Programa de Subsidios 2009 del Gobierno Federal.

A partir del 1º de enero de 2009 los criterios que obligadamente deberá tener la vivienda nueva para un crédito Hipoteca Verde son:

- Lámparas compactas fluorescentes.
- Llaves ahorradoras de agua.
- Regadera con obturador.
- Sanitarios de baño de consumo menor a 5 litros.
- Calentador solar de agua. (en climas no cálidos)
- Calentador de gas de alta eficiencia (en todos los casos).
- Aislante térmico en techos (en climas cálidos).
- Aire acondicionado eficiente (en climas cálidos si la vivienda es de más de 148 VSM).
- Contenedores de residuos orgánicos e inorgánicos.
- Servicios de post-venta.

El monto del subsidio federal se podría ampliar hasta en un 20%, en el caso de soluciones habitacionales que cumplan con los parámetros de sustentabilidad en la compra de vivienda nueva.

El Programa Específico para el Desarrollo Habitacional Sustentable ante el Cambio Climático (PEDHSCC) de CONAVI, asume esa indispensable dimensión en la política

de vivienda y queda motivado y codificado como un programa capaz de inscribirse dentro del Mecanismo de Desarrollo Limpio del Protocolo de Kyoto (MDL), al que nuestro país está suscrito y que permite realizar proyectos en países en vías de desarrollo que mitiguen emisiones de bióxido de carbono, como es el caso de la vivienda sustentable, pueden ser acreedores a Certificados de Reducción de Emisiones o Bonos de Carbono otorgados por las Naciones Unidas, además que los elementos metodológicos del propio MDL le ofrecerán solidez y consistencia técnica, y estando dentro de él, se asegurarán procesos sancionados internacionalmente para monitorear y verificar sus avances.

El Mercado del Carbono está formado por un tope (cap), que restringe las emisiones de CO₂ a los países desarrollados (reducción de emisiones de 5.5% entre 2008 y 2012 respecto a 1990), hasta ahora eximiendo a los países en vías de desarrollo, y se complementa con un mercado (trade).

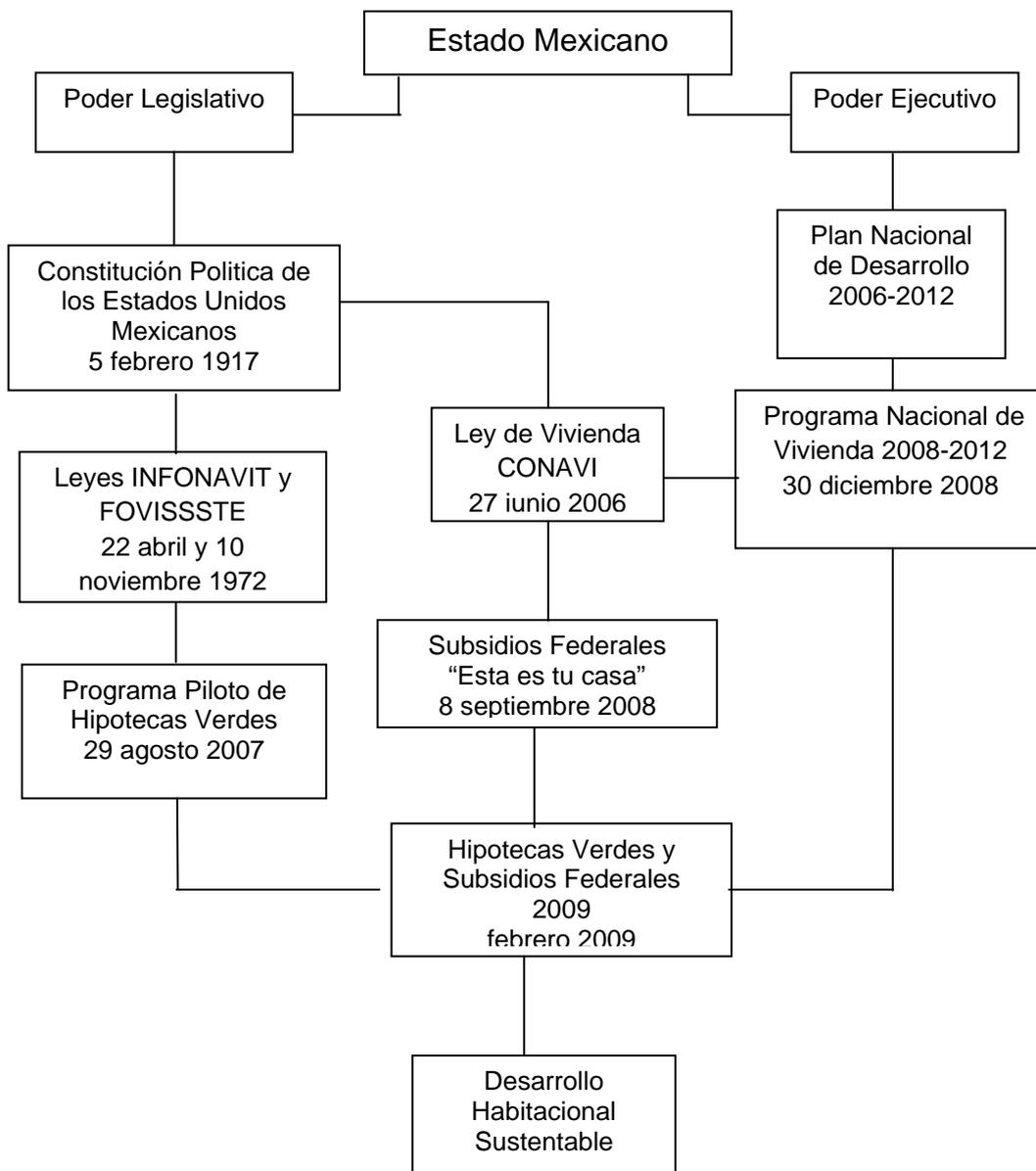


Figura 15 Esquema del estado actual de la normatividad institucional de la vivienda

El PEDHSCC es un compromiso del gobierno, que adquiere viabilidad y alcance

relevante por el impulso ofrecido y las voluntades que moviliza el Protocolo de Kyoto, con la finalidad que México tenga una participación activa en los esfuerzos internacionales por mitigar el cambio climático.

En la figura 15 se muestra como en el transcurso de los años ha ido la legislación mexicana desarrollando leyes en cuanto al desarrollo habitacional, hasta llegar al nuevo concepto de vivienda sustentable.

El 18 de agosto de 2009 fue publicado en el DOF la Norma Mexicana NMX-460-ONNCCE-2009 “Industria de la construcción – Aislamiento térmico – Valor R para las envolventes de vivienda por zona térmica para la República Mexicana – Especificaciones y Verificación”. Norma voluntaria que a partir de enero de 2010, es obligatoria si el desarrollador de vivienda pretende contar con subsidio federal del programa “Esta es tu casa” de CONAVI, y/o de Hipoteca Verde de INFONAVIT, y donde la solución constructiva deberá cumplir con las especificaciones de resistencia térmica total.

2.-LA VIVIENDA SUSTENTABLE EN MEXICO.

- 2.1 Clasificación bioclimática.
- 2.2 Aplicación a condiciones nacionales.
- 2.3 Proyectos en el país.

2.- LA VIVIENDA SUSTENTABLE EN MEXICO.

En este capítulo muestro los datos de los primeros esfuerzos de las instancias del sector vivienda en México para la implementación de la vivienda sustentable, que en un corto plazo se intentará generalizar en el país. Con información en primer término de las regiones y su clima, realizado por CONAVI, para luego pasar a las primeras aplicaciones de los proyectos en el país, que ya han sido puestos en marcha algunos, y mencionando así mismo otros que van a ser realizados.

Considerando que la vivienda y su entorno urbano son elementos básicos que sustentan la vida diaria en México y cada día se comprueba como un diseño adecuado, una ubicación apropiada, una correcta planeación urbana y regional, el diseño arquitectónico, un proceso de edificación y una operación de la vivienda efectivos, van a tener repercusión no sólo en la productividad económica, sino también en la salud de sus habitantes y en el medio ambiente natural.

Debido a esto, recientemente la vivienda se constituye en un sector clave para reducir las emisiones de GEI causantes del calentamiento global. De hecho, la participación de la vivienda en el inventario de emisiones de nuestro país irá creciendo con el tiempo, ya que hoy en día, sus emisiones directas de GEI alcanzan 3% del total, pero sumadas a las emisiones indirectas producto del consumo de electricidad, la participación de la vivienda ronda el 8% del total nacional. Por ello, deben integrarse en las políticas de vivienda programas e instrumentos capaces de moderar y abatir las emisiones directas e indirectas, y al mismo tiempo, aprovechar las oportunidades que ofrecen los mercados internacionales de carbono en plena expansión.

2.1 Clasificación bioclimática.

En México la demanda de vivienda tiene una clara diferenciación por región y entidad federativa, por lo que es importante considerar buena previsión y planeación de los esfuerzos necesarios en cada estado y los componentes tecnológicos de la vivienda sustentable para cada región de acuerdo a sus condiciones climáticas y a su desempeño en materia de energía y reducción de GEI.

Es importante dimensionar el alcance de los créditos hipotecarios y subsidios a entregarse por entidad federativa, lo que abre el universo de posibilidades para las políticas públicas dirigidas al Programa de Vivienda Sustentable.

Por lo que se definen los componentes tecnológicos disponibles para ser usados en la vivienda sustentable a partir de un enfoque regional, estructurado con base en las condiciones climáticas más representativas del país.

En cuanto a la regionalización bioclimática que se ha realizado de la República Mexicana, podemos ver en la tabla 6 como se han considerado las cuatro zonas climáticas genéricas, con la mención de ciudades del territorio nacional comprendidas en ellas.

En la tabla 7 se presenta una descripción de las zonas climáticas en el país con información sobre régimen de lluvias, vientos y temperaturas medias anuales; de acuerdo a la estación del año más significativa de la zona.

En la figura 16 un mapa de la República Mexicana, la variedad de sus regiones, con el

clima designado de acuerdo a los estudios climatológicos en ellas.

Región ecológica	Región climática	Ciudades por región
1. Templada	1. Semifrío-seco 2. Semifrío 3. Semifrío-húmedo 4. Templado-seco 5. Templado 6. Templado-húmedo	Tulancingo y Zacatecas Cd. de México, Toluca, Puebla, Morelia, Tlaxcala, Pachuca Xalapa Aguascalientes, Durango, León, Oaxaca, Querétaro, Saltillo, San Luis Potosí, Tijuana Guadalajara, Guanajuato, Chilpancingo Tepic, Cuernavaca
2. Árida	7. Cálido-seco 8. Cálido-seco extremo	Monterrey, Culiacán, Gómez Palacio, La Paz, Torreón Mexicali, Hermosillo, Ciudad Obregón, Chihuahua, Cd. Juárez
3. Trópico seco	9. Cálido semi-húmedo	Mérida, Colima, Cd. Victoria, Mazatlán, Tuxtla Gutiérrez
4. Trópico húmedo	10. Cálido húmedo	Acapulco, Madero-Tampico, Campeche, Cancún, Cozumel, Chetumal, Manzanillo, Tapachula, Veracruz, Villahermosa

Tabla 6 Ciudades comprendidas en las cuatro zonas climáticas genéricas en el país.



Figura 16 Regiones en la República Mexicana con sus zonas climáticas.

Bioclima	Temperatura, precipitación y humedad media anual aproximada	Características
Cálido-seco	24 a 28 °C 400 – 1000 mm Humedad relativa media anual 59%	Las temperaturas 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 20 °C. La humedad relativa es baja en primavera y permanece dentro de los rangos de confort en periodo de lluvias, con una precipitación pluvial menor a 600 mm anuales. Los vientos dominantes son calientes en verano y fríos en invierno.
Cálido seco-extremoso	Humedad relativa media anual 59%	Temperatura máxima extrema de 43 a 48 °C y mínima extrema de -6 a 2 °C.
Cálido-húmedo	18 a 26 °C 1000 – 4000 mm Humedad relativa media anual del 66 al 88%	La temperatura media y máxima están por encima de los rasgos de confort en verano. La humedad relativa permanece fuera de confort casi todo el año, con una precipitación pluvial de alrededor de 1500 mm anuales. Vientos huracanados, ciclones y nortes.
Cálido semi-húmedo	Humedad r elativa media anual del 66 al 88%	La temperatura máxima sobrepasa los rangos de confort, excepto en invierno; la media permanece en los rangos de confort todo el año y la mínima por debajo. La oscilación diaria está entre los 8 y 12 °C durante todo el año. La precipitación anual entre 650 y 1000 mm. La humedad relativa máxima está por encima de los rangos durante todo el año; la media y la mínima se ubica entre los rangos de confort.
Semifrío-húmedo	18 a 6 °C 300 – 1300 mm Humedad relativa media anual del 52 al 75%	Las temperaturas media y mínima se encuentran por debajo de los rangos de confort durante todo el año; la máxima dentro de los rangos. La oscilación diaria es de 10 a 12 °C. Los rangos de humedad relativa mínima están dentro del confort; la media y máxima se ubican por encima del rango durante todo el año. La precipitación pluvial es de aproximadamente 1200 mm por año. Los vientos son fríos en invierno y las noches.
Semifrío	10 a 18 °C 300 – 1000 mm Humedad relativa media anual del 52 al 75%	Las temperaturas media y mínima se encuentran por debajo de los rangos de confort durante todo el año; la máxima sobrepasa ligeramente los rangos. La oscilación diaria es entre 10 y 15 °C. Los rangos de humedad relativa media y máxima están dentro del confort; la mínima es baja durante todo el año. La precipitación pluvial es de aproximadamente 900 mm. Los vientos son fríos en invierno y por la noche.
Semifrío-seco	13 a 24 °C 50 – 600 mm Humedad relativa media anual del 52 al 75%	Las temperaturas media y mínima se encuentran por debajo de los rangos de confort durante todo el año; la máxima apenas sobrepasa los rangos en primavera. La oscilación diaria es de alrededor de 13 °C. Los rangos de humedad relativa media y máxima están dentro del confort están dentro del confort; la mínima es baja durante todo el año. La precipitación pluvial anual es de alrededor de 500 mm, con una máxima en 24 horas de 50 mm aproximadamente. Los vientos son fríos en invierno y por las noches.
Templado-húmedo	7 a 25 °C 250 – 1000 mm Humedad relativa media anual del 55 al 78%	La temperatura máxima está por encima de los rasgos de confort en la época de primavera y verano; la mínima por debajo. La oscilación térmica diaria entre 11 y 13 °C. La humedad relativa media y máxima, por encima de los rangos de confort, con una precipitación pluvial por encima de los 1000 mm anuales.
Templado	10 a 26 °C 600 – 3000 mm Humedad relativa media anual del 55 al 78%	La temperatura máxima está por encima de los rangos de confort en primavera; la mínima permanece por debajo durante todo el año. Las oscilaciones de temperatura son entre 10 y 18 °C. La precipitación pluvial es de 900 mm anuales. La humedad relativa máxima sobrepasa los rangos de confort, la media y mínima se ubican dentro del confort. Los vientos dominantes son del norponiente.
Templado-seco	Humedad relativa media anual del 55 al 78%	De marzo a octubre, por las tardes, la temperatura máxima sobrepasa los rangos de confort; la mínima está por debajo por las noches y madrugadas de todo el año. La oscilación diaria está entre 13 y 17 °C. La precipitación pluvial es de aproximadamente 600 mm anuales y la humedad relativa máxima está por encima de los rangos de confort de julio a octubre, la media y mínima se ubican dentro de ellos.

Tabla 7 Clasificación bioclimática en la República Mexicana con información sobre temperatura, humedad y precipitaciones medias anuales.

2.2 Aplicación a condiciones nacionales.

El monto del subsidio federal del que se hizo mención en el capítulo anterior, se podrá ampliar hasta en un 20% en el caso de soluciones habitacionales que cumplan con los

parámetros de sustentabilidad o verticalidad en caso de adquisición de vivienda nueva, de acuerdo a los criterios que establezca la Comisión Nacional de Vivienda. En términos de la Política Nacional de vivienda y de acuerdo a las tendencias demográficas en México, se estima que el próximo cuarto de siglo se requerirá construir 650 mil viviendas al año, en promedio. Específicamente, la demanda de vivienda nueva sería de 4 millones. Si a ésta cifra se agrega la demanda de familias que hoy carecen de ella, que son otros 2.1 millones, podría anticiparse una demanda total de 6 millones de nuevos espacios habitacionales para el período hasta el año 2012. En la tabla 8 les muestro las cifras de financiamientos de vivienda requeridos, para quien carece de ella y los requeridos, haciendo una proyección hacia el año 2012. En la tabla 9 se proporcionan las cifras estimadas para períodos de cinco años, así como en la figura 17 un diagrama de barras con esas cantidades.

Meta 2012	6 millones de financiamientos 3.9 millones vivienda nueva 2.1 millones vivienda faltante
------------------	--

Tabla 8 Total de financiamientos requeridos para 2012.

Período	Número
1995-2000	1'503,076
2001-2006	3'061,045
2007-2012	6'000,000

Tabla 9 Financiamientos ejercidos y proyectado para los períodos de cinco años mostrados.

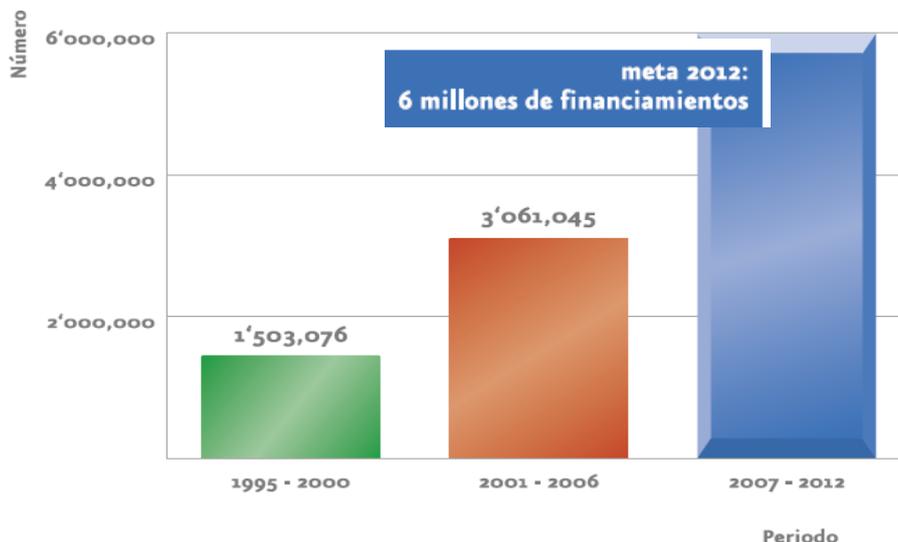


Figura 17 Gráfica con la proyección de financiamiento para vivienda hasta 2012.

De acuerdo con las metas establecidas por el Estado, hacia el año 2012, se otorgarán en el período 6 millones de créditos de vivienda, de los cuales aproximadamente el 20% deberán aplicarse a viviendas sustentables. Es muy difícil predecir regionalmente la localización de 20% de las viviendas, sin embargo se pretende promover el desarrollo habitacional sustentable en toda la República Mexicana.

Como se ha descrito, los alcances del programa quedarán definidos por la cantidad de viviendas sujetas a instrumentos de políticas gubernamentales, al volumen de participación relativa de la vivienda sustentable en el total, a su distribución regional y a la combinación de componentes tecnológicos utilizados en cada región. Por su parte, se prevé que los financiamientos otorgados evolucionen desde un total de 790,000 en 2007, hasta 1'350,000 en 2012.

Las existentes iniciativas sobre préstamos verdes que estimulan la incorporación de tecnologías innovadoras que mediante la ampliación de la capacidad de pago de los adquirientes, permiten aceptar las tecnologías incorporadas que en el corto y mediano plazo ayuden a reducir el consumo de energía y esto se vea reflejado en el pago de los recibos de luz principalmente.

Durante el desarrollo del proyecto habitacional, es importante involucrar a los diferentes actores que permitirán que dichos desarrollos reflejen los beneficios que aporta el desarrollo sustentable. Por eso es muy importante la participación de las autoridades locales en los procesos de supervisión, tramitación y pagos por derechos para construcción y dotación de infraestructura y servicios.

Será necesario diseñar diferentes instrumentos, programas y proyectos que estimulen y faciliten el desarrollo habitacional sustentable, como son las facilidades administrativas y fiscales, la supervisión para el cumplimiento de las disposiciones técnicas urbanísticas, el mantenimiento de los conjuntos habitacionales, entre otros, y que son de importancia y apoyo para que en conjunto con la normatividad y los esquemas financieros permitan consolidar los objetivos de los programas.

Como ya antes se mencionó la Comisión Nacional de Vivienda o CONAVI, es quien otorga un Subsidio Federal de conformidad con las Reglas de Operación del Programa de Esquemas de Financiamiento y Subsidio Federal para vivienda, "Esta es tu Casa"; y en convenio con INFONAVIT, dicho subsidio está dirigido a las familias de bajos recursos, operando un sistema de financiamiento acorde al presupuesto y capacidad de crédito de cada familia, contribuyendo a hacer realidad el tener una casa digna y un patrimonio para el trabajador.

2.3 Proyectos en el país.

Dentro de los desarrollos de vivienda que se han efectuado con criterios de sustentabilidad, los proyectos que ya tienen evaluación de resultados de eficiencia, son los que se han realizado en varias partes del país como proyectos piloto, los proyectos más grandes como es el caso de los DUIS, aun se van a realizar en nuestro país. A continuación menciono a ambos como proyectos nacionales.

2.3.1 Programa Piloto de Vivienda Sustentable.

CONAVI puso en marcha en nuestro país en 2007, habiéndose aprobado en sesiones del Consejo de Administración de INFONAVIT no. 673 del 30 de mayo y sesión 676 del 29 de agosto de ese año, el inicio del Programa Piloto de Vivienda Sustentable que pretende fomentar el uso de eco-tecnologías en la construcción y evaluar los impactos de su práctica, los resultados obtenidos servirán para desarrollar un conjunto de indicadores que definirán el concepto de vivienda sustentable y ayudarán a diseñar criterios técnicos de aplicación general y a elaborar códigos y normas para establecer

las bases de una política nacional de vivienda sustentable. Asimismo el Consejo otorgó la facultad al Comité de Calidad de Vida los siguientes incentivos:

- Incremento al monto del crédito de hasta 10 Veces Salario Mínimo (VSM) , para cubrir el equipamiento adicional de las viviendas.

-Monto máximo de crédito a otorgar de hasta 190 VSM.

-Que los créditos autorizados en el Plan Piloto de Hipotecas Verdes fueran otorgados conforme al programa operativo anual y que en el mes de enero de 2008, se informaría de los resultados de la segunda fase de dicho Plan y del programa que se llevaría a cabo en 2008.

El programa se compone de 4997 viviendas sustentables distribuidas estratégicamente en los estados de la república con climas extremos (Guerrero, Nuevo León, Querétaro, Sonora, Baja California y Chihuahua) con la intención de probar diferentes modelos y tecnologías hasta encontrar alguno que se pueda reproducir comercialmente a gran escala.

Se espera que el Programa Piloto de Vivienda Sustentable sienta las bases para que los desarrolladores incluyan elementos en sus conjuntos habitacionales, primero de manera voluntaria y gradual hasta hacerlo obligatorio en 2012. La intención es que la construcción de nuevas viviendas tenga características y tecnologías que reduzcan el consumo de energía eléctrica, aprovechen la energía solar y disminuyan el consumo de agua y la reciclen.

Antes de conocer los resultados del programa, CONAVI anunció que comenzaría con un subsidio de 20%, que antes habíamos mencionado, a las viviendas con elementos de sustentabilidad.

Una vivienda sustentable implica un sobre costo que oscila entre un 5% al 40% dependiendo de las tecnologías utilizadas. En Casas Palenque donde se utilizaron tecnologías bioclimáticas los gastos se incrementaron 5%; en desarrollos en Baja California y Tecamac en la Zona Metropolitana de la Ciudad de México, se elevaron 7%.

Se estima que la vivienda sustentable cuesta en promedio 20% más que una convencional. Sin embargo al reducirse el gasto de mantenimiento en 29% al año, el sobre costo se absorbe en menos de cuatro años y a partir del 5^o año los ahorros se convierten en ganancias.

El programa tendrá que desarrollar en el corto plazo criterios, lineamientos y parámetros que definan a la vivienda sustentable, la normatividad aplicable en códigos de edificación, los métodos de certificación, impulsar el desarrollo tecnológico para crear una cadena productiva completa en el país, esquemas financieros para la compra de vivienda y una base estadística de patrones de consumo. México no tiene un sistema de evaluación y mediciones y está atrasado respecto a E. U. y Canadá, porque no tiene una base estadística de patrones de consumo.

Los principales hallazgos que arrojó el Plan Piloto de Hipotecas Verdes realizado en 2007 consistieron en:

- Las Hipotecas Verdes son financieramente viables porque los ahorros generados por consumos menores de energía y agua son por el mayor monto de crédito otorgado.
- Los resultados mostraron que el incremento en el monto de crédito fue suficiente para cubrir el costo adicional de las tecnologías y dispositivos ahorradores de energía y agua.
- El ahorro en los consumos de energía y agua, derivados de la instalación de equipos ahorradores, resultó superior a la amortización adicional, lo que posibilitará la consolidación y extensión paulatina del programa.
- Existe interés en derechohabientes con ingresos de 1 a 7 VSM, en adquirir viviendas con eco-tecnologías, aprovechando el monto adicional de crédito.
- Existe interés de los desarrolladores para edificar viviendas que incluyan equipamiento eco-tecnológico como un diferenciador dirigido a sus clientes.
- Se pudieron medir los impactos en las diferentes zonas bioclimáticas del país aplicando diferentes eco-tecnologías, tanto en incorporación de equipos como en materiales constructivos.
- Se reconocieron todos los aspectos que contempla la sustentabilidad para garantizar la existencia de los recursos renovables y no renovables para las próximas generaciones.

El Programa Piloto se enfocó a los criterios de eficiencia en el uso de la energía y del agua, ya que los ahorros generados en sus viviendas le dan una capacidad adicional de pago al derechohabiente.

A través del monto adicional de crédito de la Hipoteca Verde se cubre el costo adicional de dichas tecnologías.

También se distinguieron los criterios para la Hipoteca Verde de aquellos que hacen que una vivienda permita al derechohabiente tener servicios digitales. Iniciando su aplicación a partir del 4 de marzo de 2008, pudiendo participar todos los desarrolladores de vivienda interesados, sin cambio en las reglas para el otorgamiento de créditos a los trabajadores derechohabientes del INFONAVIT.

Constructora/ciudad	No. de viviendas	Ahorro de energía (kwh)	Ahorro en facturación (\$)	Reducción emisiones CO ₂ (ton)
BRACSA/ Acapulco	62	151,900.00	288,610.00	104.78
URBI/ Mexicali Hermosillo Cd. Juárez	4,476	3 ¹ 811,761.60	7 ¹ 337,641.08	2,685.60
PULTE/ Acapulco	45	82,708.20	159,213.15	58.05
Edo. Nuevo León	56	102,925.76	198,131.92	72.24
Edo. Tamaulipas	358	657,989.68	1 ² 266,629.06	461.82
Total	4,997	4 ¹ 807,285.24	9 ¹ 250,225.21	3,342.49

Tabla 10 Se muestran los resultados del Programa Piloto de Vivienda Sustentable realizado en el país.

Habiéndose realizado el Proyecto Piloto de Vivienda Sustentable, en las ciudades que antes se mencionan, en la tabla 10 se muestran resultados con los beneficios reportados. Datos tomados del trabajo del investigador David Morillón Galvez en “Vulnerabilidad y Adaptación del Sector Vivienda ante el Cambio Climático”.

2.3.2 Desarrollos Urbanos Integrales Sustentables (DUIS).

Habiendo detectado las Desarrolladoras de Vivienda que las viviendas de interés social no ganaban valor al paso de los años, el Gobierno Federal tomó a la plusvalía como el eje fundamental del programa de DUIS para revolucionar el negocio de construcción de viviendas, con la idea de que las nuevas construcciones se ubiquen en predios urbanísticamente adecuados, con infraestructura, servicios y oportunidades de empleo suficientes, para evitar que sean urbes dormitorio.

El programa tiene tres pilares principales: la infraestructura gubernamental, el desarrollo urbano y el desarrollo urbano por parte de las desarrolladoras; que también deberán asociarse con industrias y agentes económicos de la iniciativa privada, para dar factibilidad económica a cada DUIS.

La iniciativa nació en Sociedad Hipotecaria Federal (SHF) en octubre de 2008 y suma a 11 actores del Sector. Pero el esquema se originó hace 17 años en Nairobi, Kenia, se presentó el Programa Ciudades Sustentables, propuesto por el Centro de Naciones Unidas para los Asentamientos Humanos (Habitat).

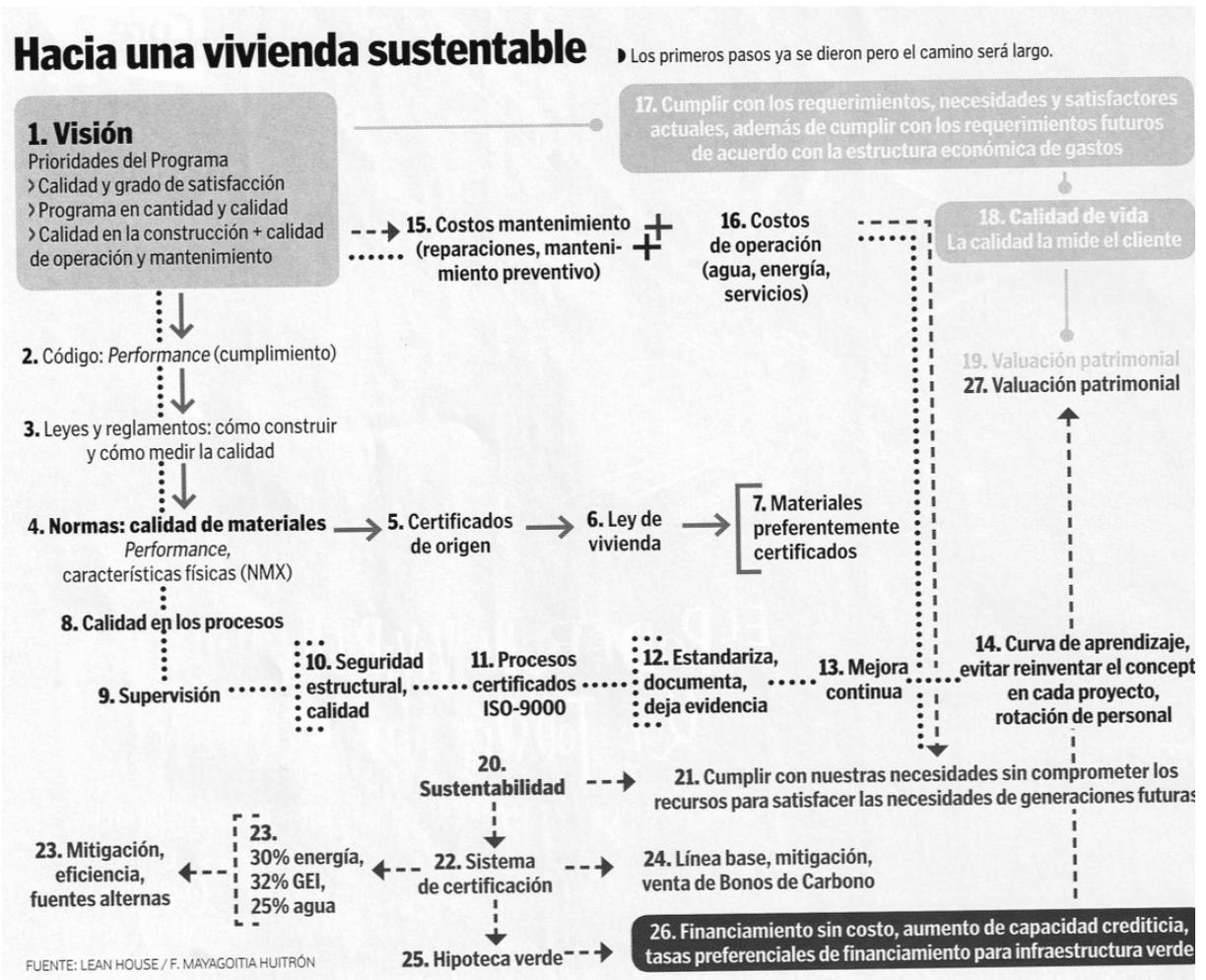


Figura 18 Se muestran en la tabla los factores que intervienen e interrelacionan para el logro de una Vivienda Sustentable.

En la figura 18 se muestra un diagrama con la secuencia en diferentes aspectos de relación, de los factores que intervienen en el desarrollo de un proyecto de vivienda sustentable, en que es importante considerar el control de todos ellos. Se observan entre otros la normatividad, los reglamentos, calidad de los materiales, calidad en la operación y el mantenimiento en insumos, seguridad, supervisión, mitigación de efectos al medio por medio de fuentes alternas de energía, capacidad crediticia, financiamiento y otros. Tomada del artículo de Salvador Félix Troche “El Largo Camino Hacia la Vivienda Sustentable” en la revista Obras de enero de 2008.

La importancia de las DUIS la dará un amplio sentido de articulación territorial, con protección al medio ambiente y un aprovechamiento de los recursos naturales.

Al mes de abril de 2009 habían registrados 40 proyectos. De ellos 24 ya han sido revisados y 9 en fase de estudio con consultores pagados con donaciones del Banco Interamericano de Desarrollo (BID). Los 24 proyectos que se revisaron constan de 1'635,634 viviendas en 43,274 hectáreas.

Aunque por ahora los proyectos de DUIS están en proceso de evaluación, dos de ellos ya se encuentran avanzados: Valle de las Palmas en Baja California por parte de la Desarrolladora URBI y en el Estado de México Ciudad Bicentenario en Zumpango por parte de GEO.

En la tabla 11 se muestran los 24 proyectos en el país y la localidad en que se ha proyectado. Esta información fue tomada de la revista Obras del mes de mayo de 2009.

Los desarrollos DUIS están diseñados para ser sustentables en cuatro áreas.

-Financiera: Para que el patrimonio familiar gane plusvalía con el tiempo.

-Urbano territorial: Eliminando ciudades dormitorio donde las casas se devalúan y son problemáticas para el gobierno.

-Social: Que generen desarrollo no delincuencia.

-Ecológica: Haciendo masiva la vivienda de interés social con sustentabilidad medioambiental.

Para autorizar un DUIS el grupo de evaluación considera los siguientes requisitos:

- 1.-Condiciones geográficas adecuadas.
- 2.-Cumplimiento de Normas de Protección Ambiental.
- 3.-Condiciones generales de infraestructura, servicios y equipamiento urbano.
- 4.-Estructura demográfica y socioeconómica.
- 5.-Concepto arquitectónico y medidas de sustentabilidad.
- 6.-Oferta de suelo y vivienda para todos los estratos sociales, con 40% de interés social.
- 7.-Compromiso de financiamiento de INFONAVIT para los próximos años.
- 8.-Oferta de empleos que generen autoeficiencia económica.

9.-Vías de acceso y transporte público suficiente y adecuado.

10.-Proyecciones financieras del proyecto.

La idea de los DUIS surge al no existir suelo con servicios para vivienda social. Muchas de las ciudades necesitan cuantiosos gastos en infraestructura, que los municipios no son capaces de proveer.

ESTADO	PROMOTOR	HECTAREAS	VIVIENDAS
1 Baja California	Urbi	13,400	388,000
2 Coahuila	Industrial Kondominium	1,000	30,000
3 Estado de México	Geópolis	4,177	180,000
4 Sonora	Dixus	1,000	52,500
5 Sonora	Prodomus	5,000	156,000
6 Michoacán	Municipio de Tecasa	300	12,000
7 Nuevo León	Municipio	2,400	200,000
8 San Luis Potosí	Gobierno Estatal	700	30,000
9 Baja California Sur	DECOPE	615	24,500
10 Estado de México	ARA	430	27,000
11 Guanajuato	PRUDENTIAL	300	15,000
12 Jalisco	Urbi	6,000	177,010
13 Guerrero	Gobierno Estatal/CANADEVI	524	13,000
14 Yucatán	Gobierno del Estado	504	14,000
15 Yucatán	Gobierno del Estado	614	16,000
16 Yucatán	Gobierno del Estado	3,000	120,000
17 Baja California	PROMOCASA	300	12,000
18 Sonora	Municipio	270	10,800
19 Tabasco	Grupo Vivo	340	30,000
20 Nayarit	Gobierno del Estado	300	12,000
21 Distrito Federal	CANADEVI Valle de México/Gobierno del DF	346	6,700
22 Jalisco	Gobierno Estatal/CANADEVI	1799	80,874
23 Yucatán	SARE	315	18,900
24 Nuevo León	VIVECA	185	9,250

Tabla 11 Entidades con proyectos dentro del programa de DUIS en el país.

La canasta de incentivos para estos proyectos no considera que sean fiscales o industriales, son principalmente financieros; la idea es que sean más rentables, pero que no los capture el desarrollador, sino que se traduzca en áreas verdes y mejor equipamiento. El programa de las DUIS trata de dar un mejor ordenamiento territorial al país y que no se desarrollen hacia donde la tierra es más barata, sino hacia donde es más factible el crecimiento.

3.- ESTUDIO DE UN DESARROLLO HABITACIONAL SUSTENTABLE.

- 3.1 Análisis de un proyecto regional.
- 3.2 Estudio de la zona del proyecto.
- 3.3 Estado del proyecto.

3.- ESTUDIO DE UN DESARROLLO HABITACIONAL SUSTENTABLE.

En el presente capítulo voy a enfocarme en los proyectos emprendidos en la región noroeste de la República Mexicana, específicamente en las ciudades de Baja California donde se hicieron consideraciones sustentables, como en el municipio de Tijuana con el proyecto de ciudad satélite “Valle de las Palmas” que se encuentra en proceso en sus obras de infraestructura y en la ciudad de Mexicali con los proyectos del Programa Piloto de Vivienda Sustentable ya realizados y que se encuentran habitados y con los resultados de las innovaciones incluidas en su realización. Además el caso de un proyecto unitario, donde se considera particularmente una vivienda construida con un sistema fotovoltaico incorporado.

3.1 Análisis de un proyecto regional.

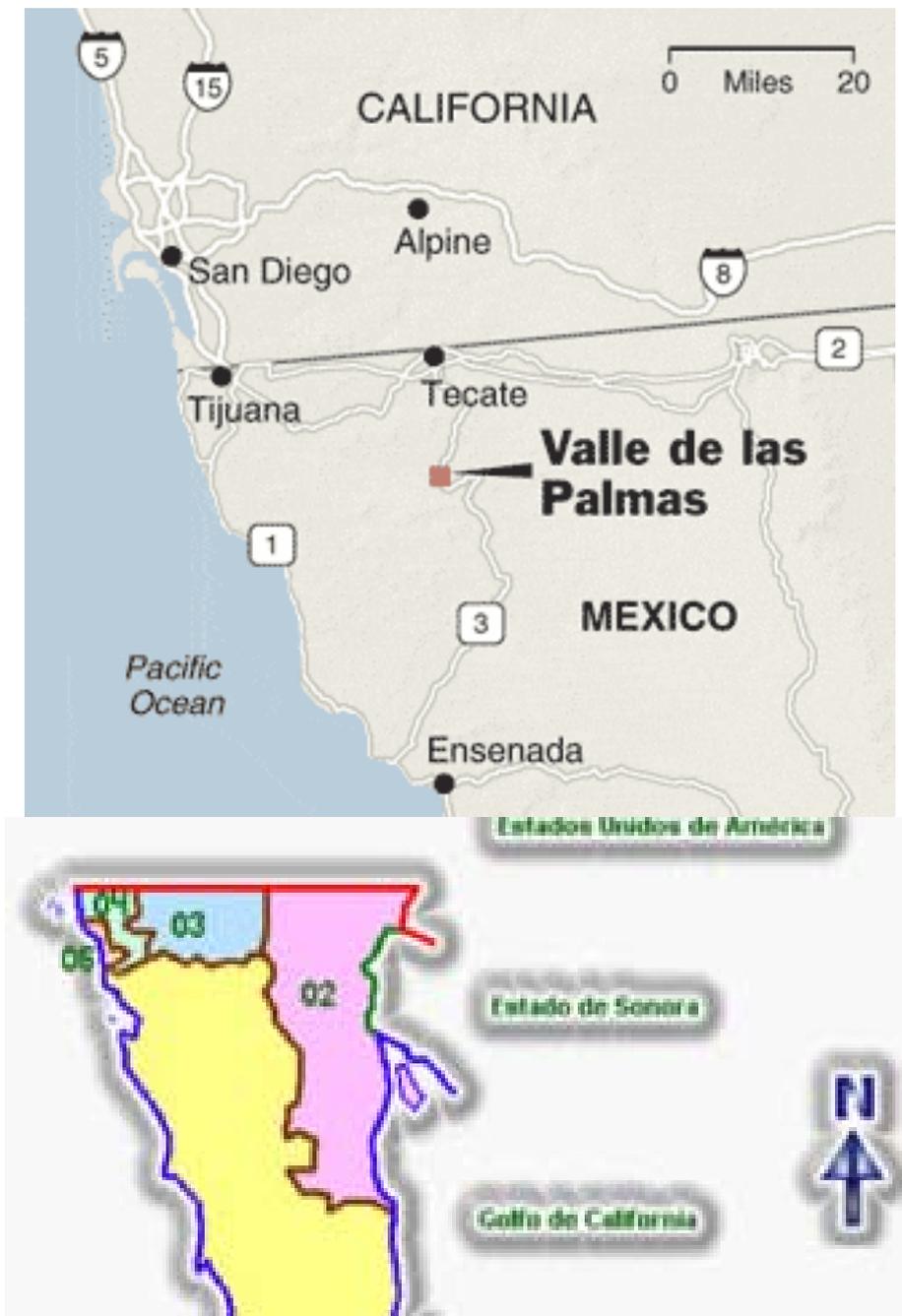


Figura 19 Planos de localización de Valle de las Palmas en el municipio de Tijuana y los municipios del Estado.

En la figura 19 son mostrados dos planos con la localización de Valle de las Palmas en el municipio de Tijuana, BC. En el primero, se muestra la región norte del Estado de Baja California; en el segundo, localización de los cinco municipios del estado, marcado con 04 Tijuana y 02 Mexicali.

Respecto a este desarrollo, que como el caso del artículo de referencia considerado en el capítulo anterior; “Se construyen ciudades”, donde se describen las DUIS, muy bien se puede aplicar aquí el título de la revista “Obras”, ya que no se trata de una obra de un desarrollo habitacional como suele ser de ordinario, sino que se trata de toda una ciudad que como en seguida veremos en cuanto a equipamiento y servicios proyectados, será un asentamiento humano de grandes dimensiones, con la idea de que no se forme un hacinamiento en una ciudad de crecimiento acelerado en los años recientes como se ha visto ha sucedido en la ciudad fronteriza de Tijuana, Baja California.

La población de la ciudad de Tijuana, Baja California, se duplicará en los próximos 20 años, generando una demanda de 21,772 ha de suelo urbano y vivienda. Actualmente el 54% de la mancha urbana corresponde a asentamientos de origen irregular con rezagos históricos en servicios públicos y equipamiento urbano básico que generan un alto costo en su introducción y dotación. En la figura 20 se muestra una panorámica aérea de Valle de las Palmas.



Figura 20 Panorámica de Valle de la Palmas.

La vivienda en Tijuana representa el 68% de la demanda de vivienda a nivel estatal, de la que el 70% corresponde a vivienda de interés social de menos de 4 salarios mínimos.

Para enfrentar esta demanda, se ha conceptualizado “Valle de las Palmas”, un modelo de comunidad sustentable, que trata de consolidar a Tijuana como una ciudad competitiva a nivel global.

Siendo el resultado del esfuerzo conjunto entre el Sector Público y el Sector Privado, este proyecto cuenta con reserva territorial adquirida, planeación, estudios, proyectos e inversión programada que inició en el año de 2007.

Valle de las Palmas es un proyecto planificado que trata de promover el desarrollo de la primera ciudad sustentable en México a través de la conformación de una comunidad segura e integral que permita atender las necesidades del presente sin comprometer la capacidad de que las futuras generaciones cubran sus propias necesidades.

El modelo de desarrollo sustentable en el que se fundamenta la planeación de Valle de las Palmas, busca el equilibrio de los elementos urbanos, ambientales, sociales y económicos; siendo que el propósito de la sociedad tiene que ser el desarrollo integral de las personas, pero no a costa del desarrollo de las generaciones futuras.

CONAVI en coordinación con entidades del Gobierno Federal, tiene como objetivo avanzar en la instrumentación de este desarrollo, congruentes con una política de desarrollo de vivienda, con la atención a las familias de menores ingresos, el impulso de una planeación urbana que permita atraer la inversión pública y privada, la promoción de la innovación técnica y financiera y el fomento a la calidad de la vivienda y del entorno.

3.2 Estudio de la zona del proyecto.

El proyecto Valle de las Palmas, que inició desde el año 2003, con la participación del Gobierno del Estado de Baja California, el Gobierno del Municipio de Tijuana y un equipo multidisciplinario de planeación y desarrollo coordinado por URBI, buscando el desarrollo sustentable de la ciudad, en búsqueda del equilibrio entre el desarrollo social, el desarrollo económico y ambiental, para cubrir las necesidades más apremiantes de la población de Tijuana que en los próximos veinte años será la ciudad que registre el mayor crecimiento poblacional y la mayor demanda de espacios habitacionales.

De acuerdo a este convenio de 2003 en el que se hizo una Planeación del Desarrollo Urbano, con un Sistema de Evaluación Territorial con 8 estudios preliminares para potenciales polos de desarrollo:

- Estudio de Impacto Ambiental.
- Estudio Bioclimático.
- Integración y Estructura Vial.
- Geotécnico.
- Hidrológico.
- Agua y Saneamiento.
- Energía eléctrica.
- Movilidad Urbana.

La selección de Valle de las Palmas implicó una evaluación que incluyó el análisis de variables respecto a la magnitud del suelo aprovechable, la capacidad inmobiliaria, el

valor del suelo, la tierra, integraciones viales, infraestructura primaria para el abastecimiento de agua y energía eléctrica.

Como resultado, el Sistema de Evaluación Territorial concluyó que Valle de las Palmas presenta amplias ventajas competitivas para el desarrollo urbano y así posibilitar la introducción de infraestructura primaria de servicios públicos y de la urbanización bajo una economía de escala por su capacidad inmobiliaria.

Se presentaron las mejores prácticas a nivel global aprendidas en el desarrollo de comunidades sustentables, ya que la sustentabilidad es un esfuerzo que vale la pena, es necesario y es posible en estos tiempos para implementar, alcanzar las prácticas y crear una forma de vida más saludable para la gente de la entidad.

Se tiene este proyecto en el Estado de Baja California, para más de 250 000 casas en un desarrollo con sustentabilidad económica, social y ambiental, en la periferia de la ciudad de Tijuana. Ya dio inicio su construcción y se esperaba la entrega de las primeras casas en el mes de octubre del año 2009, que no se realizó, siendo uno de los primeros esfuerzos en México y el continente por construir grandes desarrollos habitacionales.

Esas 250 000 viviendas para un millón de nuevos habitantes que nacerán o llegarán a esa zona, se construirán en los próximos 30 años. El plan es que la mayoría de estas personas vivan en un entorno donde podrán acceder a servicios, empleo y entretenimiento sin viajar más de una hora en transporte público o particular. Además de que el suministro de agua y electricidad será amigable con el medio ambiente, el agua se reciclará varias veces y el fluido eléctrico se generará en un parque eólico, que pronto entrará en operación.

La firma Desarrolladora de Vivienda URBI junto con el Gobierno Municipal de Tijuana y el Gobierno del Estado prepararon este proyecto durante siete años. Durante el proceso de planeación se hizo de la adquisición de más de 13,000 hectáreas.

La inversión público-privada para generar los planes y suministrar la infraestructura de una primera etapa de 435 hectáreas a desarrollarse ascendió a 880 millones de pesos. Estos recursos se utilizaron para preparar la tierra donde se edificarán 10,000 casas, la mayoría para familias con ingresos inferiores a 4,000 pesos mensuales, 200 hectáreas serán para el asentamiento industrial con un potencial para generar hasta 8,000 empleos. Además, en 50 hectáreas donadas por URBI a través del Gobierno Estatal, se construyó la 1ª etapa del Campus Metropolitano de la Universidad Autónoma de Baja California (UABC), donde ahora mismo acuden a clases 4,000 alumnos, cuando se concluya el complejo el plantel tendrá capacidad para recibir a 12,000 estudiantes.

En la figura 21 podemos observar dos vistas de las instalaciones de la UABC en el campus de Valle de las Palmas.

También entrarán en operación una planta potabilizadora y una más para tratamiento de agua residual. Ambas tendrán capacidad para suministrar y tratar agua a esta primera etapa en los próximos años, en ellas se invertirán 180 millones de pesos.

También se tienen espacios y la infraestructura lista para cuando la demanda del vital líquido aumente con el desarrollo de las otras fases.

Cien millones de pesos del Gobierno de Estado se dedicaron a construir el Boulevard Valle San Pedro, 350 millones de pesos adicionales invirtió por su parte URBI en la construcción de esta autopista de 8 km de largo y un ancho de 50 m, donde ya existen ocho carriles de circulación vehicular, además de una ciclovía. La vialidad está construida con concreto hidráulico y tiene una capacidad de 4,800 vehículos durante las horas pico. De las 13,000 ha que abarcará la nueva ciudad aledaña a Tijuana, más de 5,800 ya tienen las directrices de lo que ahí se construirá. Esto significa que ya están bajo ordenamiento territorial del municipio y tan solo se espera que se cumpla la demanda de espacios de vivienda, industriales y de servicios para este nuevo desarrollo en Baja California.



Figura 21 Edificios construidos en el campus de Valle de las Palmas de la UABC.

El Gobierno del Estado de Baja California informó que en torno a este desarrollo de Valle de las Palmas, se analizan otros proyectos de infraestructura, sobre todo en el

tema de transporte masivo de pasajeros. Además que a partir del mes de octubre de 2009 se espera que el Fondo Nacional de Infraestructura autorice recursos para continuar con la construcción de la infraestructura necesaria para urbanizar la segunda fase de Valle de las Palmas y que el fondo ronde los 600 millones de pesos. En la figura 22 una vista de la instalación hidráulica y un tanque de almacenamiento.



Figura 22 Instalación hidráulica en Valle de las Palmas.

Las imágenes en las figuras 20, 21 y 22, se tomaron del sitio web indicado en la referencia 28.

En una primera etapa se iniciará el desarrollo en 435 ha con potencial a 2,000 ha para construir 10,000 viviendas, principalmente para familias con ingresos menores a 4 salarios mínimos.

200 ha de desarrollo industrial con un potencial de generar hasta 8,000 empleos; 50 ha de Campus Metropolitano Universitario de UABC, con potencial para atender a 12,000 alumnos.

Equipamiento urbano y social de transporte y seguridad pública; e iniciativas para el uso eficiente de energía, tratamiento y re-uso de agua, reciclaje y aprovechamiento de residuos sólidos.

En un convenio de concertación del Gobierno del Estado de Baja California con la Desarrolladora de Vivienda URBI, se busca:

- Articular la política habitacional con el ordenamiento territorial para detonar un nuevo Polo de Desarrollo Sustentable.

- Utilizar mecanismos revolventes que utilicen recursos públicos y privados para la construcción de infraestructura.

-Impulsar acciones del Sector Público para la realización de obras de infraestructura.

Y en un Convenio Específico de Infraestructura de Agua y Saneamiento:

-Financiamiento de las obras de infraestructura que consisten en:

1. -Estación de bombeo, línea de impulsión, planta potabilizadora y tanques de regulación.
- 2.- Cárcamos de bombeo, colector y planta de tratamiento de agua residual.

Asimismo en un Convenio Específico de Infraestructura Vial:

-Financiamiento de obra de infraestructura: Nodo vial y vialidad de acceso.

En una Concertación del Ayuntamiento de Tijuana-URBI, para contar con:

-Equipamiento urbano:

- Centro Integral de Servicios Municipales.
- Centro Comunitario.
- Unidad Deportiva.
- Jardín Vecinal.
- Centro Educativo Integral.
- Comercio.

-Servicios:

- Seguridad Pública.
- Transporte Público.
- Desarrollo Comunitario.
- Residuos Sólidos.
- Alumbrado Público..

3.3 Estado del proyecto.

Un sistema hidráulico y de saneamiento está casi concluido para dar servicio de agua potable y alcantarillado a los primeros habitantes de Valle de las Palmas, un avance del 60% del Boulevard San Pedro, que tendrá una extensión de más de 8 km y una inversión de 55 millones de pesos, y el inicio en la construcción de la primeras casas de un total de 10 mil que proyecta la Desarrolladora URBI en esa zona, constataron el Director General de Banobras y el Gobernador del Estado de Baja California en su visita la primera semana de noviembre de 2009.

Duante el mismo recorrido al que también acudió el Director General de URBI y el Director General de la Comisión Estatal de Servicios Públicos de Tijuana (CESPT), explicó éste último que en este sistema hidráulico que se construye en Valle de San Pedro (1ª etapa), se invirtieron alrededor de 213 millones 698 mil pesos, el 70% de los cuales son de la Desarrolladora URBI y el 30% restante de la paraestatal.

En la primera etapa, la infraestructura de agua y alcantarillado atenderá a 50 mil nuevos habitantes en Valle de las Palmas, así como a las nuevas instalaciones de la UABC. Este sistema consiste en una planta potabilizadora que se ubica a la altura de la

Presas el Carrizo, con capacidad de 500 litros por segundo, cuya primera etapa se concluiría en diciembre y dotará 125 litros de agua por segundo (figura 23).

También se construye una planta de tratamiento de Lodos Activados con tecnología de punta a base de rayos ultravioleta; cuatro tanques de almacenamiento de agua con capacidad para 10 mil 400 metros cúbicos, 6 mil 700 metros lineales de tubería de agua potable y 2 mil 75 metros lineales de tubería de alcantarillado sanitario (figura 24).

El sistema hidráulico que se construye en Valle de San Pedro fue pensado desde un principio con la visión y los diseños de CESPT, tratando de que la eficiencia de su sistema y la calidad de su agua sea reproducido aquí.



Figura 23 Se muestra una vista de planta potabilizadora en construcción.



Figura 24 Vista de planta de tratamiento de aguas residuales en proceso de construcción.

En estas obras de Valle de San Pedro, que es el nombre del valle en la parte del Boulevard construido en primer término. Las obras tienen un avance de un 90% y la planta potabilizadora programada para estar lista en diciembre de 2009.

Hasta el 10 de noviembre de 2009, según la información publicada en la referencia 18, URBI ha construido 5.5 km del Boulevard, con una inversión de 20 millones de pesos,

construyó 3.1 kilómetros de la mientras que SIDUE (Secretaría de Infraestructura y Desarrollo Urbano del Estado) vialidad, con los 35 millones de pesos destinados. La figura 25 nos muestra una imagen del citado Boulevard.

Las imágenes de las figuras 23, 24 y 25 fueron tomadas de la Ponencia del Ing. Fernando Mayagoitia en el Foro Green Expo en la ciudad de México, DF, que se llevó a cabo el 30 de septiembre de 2009.



Figura 25 Vista del Boulevard San Pedro, acceso a Valle de las Palmas.

Este Boulevard conectará al desarrollo habitacional de URBI y a las instalaciones del nuevo campus de la UABC en Valle de las Palmas.

En ese lugar, el director de Banobras realizó una rápida visita a las instalaciones del nuevo campus de la UABC, recientemente inauguradas (5 de noviembre de 2009), por el Presidente de la República, después constató los avances del nuevo Desarrollo Habitacional San Pedro.

Ahí se construyen las primeras casas de un total de 10 mil que proyecta la Desarrolladora URBI como parte del Plan Maestro de una Ciudad Sustentable, que incluye tres polos de desarrollo: educativo, industrial y habitacional, en una superficie de 450 hectáreas. La figura 26, dos vistas de la construcción del Boulevard San Pedro que comunica a la ciudad de Tijuana con el proyecto Valle de las Palmas.



Figura 26 Dos imágenes del Boulevard San Pedro en construcción.

3.3.1 Estudio de proyectos piloto en la región.

Entre los proyectos del Plan Piloto de Vivienda Sustentable en la región noroeste, caso particular Estado de Baja California, menciono en este apartado los de Villa de Alarcón, Valle de las Misiones y el caso al considerar una vivienda con sistema fotovoltaico y algunos electrodomésticos en uso.

El análisis de los datos de estos proyectos, es posible ya que fueron monitoreados para su estudio, a diferencia en el caso del proyecto Valle de las Palmas, en donde no es posible evaluar rendimiento energético o ahorros si aún no hay vivienda construida y habitada en este proyecto a largo plazo.

En la tabla 12 se muestra un renglón de la tabla 10, la cual se presentó en el capítulo 2, en la cual se leen los datos correspondientes a desarrollos habitacionales del Programa Piloto de Vivienda Sustentable, que incluye a los fraccionamientos en la ciudad de Mexicali, Baja California que a continuación muestro.

Constructora/ciudad	Número de viviendas	Ahorro de energía (kwh)	Ahorro en facturación (\$)	Reducción de emisiones CO₂ (ton)
URBI/ Mexicali Hermosillo Cd. Juárez	4,476	3'811,761.6	7'337,641.08	2,685.60

Tabla 12 Tabla parcial de los desarrollos de vivienda del programa piloto.

3.3.1.1 Villa de Alarcón.

Este fraccionamiento está localizado al poniente de la ciudad de Mexicali, Baja California; en Prolongación Carretera a Santa Isabel, entre Boulevard Lázaro Cárdenas y Carretera a Tijuana, Delegación Progreso; cuyas viviendas forman parte del Programa Piloto de Vivienda Sustentable de CONAVI, que el Gobierno Federal junto con la empresa desarrolladora de vivienda URBI realizó en esta ciudad, como en las otras mostradas en la tabla 10.

Estas viviendas cuentan con dispositivos ahorradores de agua en las llaves, en regaderas y tanque del inodoro del baño, que reducen su consumo sin afectar la presión hidráulica de salida. En este caso de los dispositivos ahorradores de agua, fueron financiados por los propios proveedores con un monto de hasta \$1,000 por vivienda, que se amortizan en 6 meses; y de acuerdo a la desarrolladora URBI se reduce el consumo en un 35%.

El programa también incluye una planta de tratamiento de agua residual que permite la reutilización de buena parte del líquido empleado, como fue en la construcción y después en el consumo diario en actividades como el riego de áreas verdes.

En las dos fotografías mostradas en la figura 27 se pueden ver las fachadas de algunas casas en Villa de Alarcón con techos aislados térmicamente.

Además, sus habitantes han podido obtener créditos por parte del Fideicomiso para Ahorro de Energía Eléctrica (FIDE), que en este caso han sido por 8 mil pesos, para adquirir equipos de aire acondicionado más pequeños de lo que usualmente son utilizados en esta calurosa ciudad; pero de capacidad suficiente, también gracias a que

la orientación de las fachadas de las viviendas no topan de frente con el sol nunca, que los techos son más altos de lo normal y que sobre de ellos se colocó un recubrimiento que aísla térmicamente a las viviendas.

Con los ahorros en el consumo eléctrico debido a estos equipos con motores más pequeños, es posible amortizar los créditos en 6 meses.

Este fraccionamiento fue realizado en vivienda de tipo económica, definida así por su costo menor a los 200 mil pesos, específicamente 173 mil, según datos del sitio internet www.profeco.gob.mx/encuesta/brujula/bruj_2006/bol22_1casas.xls bol22_1casas, el 15 de octubre de 2009; con 38 m² de construcción y los pagos semanales del residente son de 237 pesos, dato que se da a conocer en el artículo de Sala de Prensa de URBI en su sitio de internet de la referencia; donde se indica que si fue posible la realización de este tipo de proyecto con vivienda económica, que son mayores las posibilidades de hacerlo con vivienda media y residencial, donde los márgenes son más altos.



Figura 27 Dos vistas del fraccionamiento Villa de Alarcón. Mexicali. BC.

Por ahora queda evaluar las eficiencias logradas, y como se comentó anteriormente, generalizar la experiencia, para lo que CONAVI ha estado trabajando con el municipio de Mexicali en el diseño de un reglamento, evaluando los proyectos en construcción y revisando las reglas existentes para actualizarlas y agregar las que hagan falta, tratando que en un corto plazo se puedan adaptar a la región según sus condiciones propias.

3.3.1.2 Valle de las Misiones.

Este es un desarrollo habitacional donde una parte de él, formado por 220 viviendas, fue entregado a sus residentes con la instalación de un Sistema Fotovoltaico Interconectado a la red (SFVI), con aislamiento térmico en sus techos y con la estimación de que estas viviendas pudiesen producir hasta el 50% de la electricidad consumida.

En la figura 28 se aprecian viviendas del fraccionamiento Valle de las Misiones con los paneles de captación de energía solar en sus techos.



Figura 28 Paneles solares sobre viviendas en Valle de las Misiones.

La ubicación de Mexicali, Baja California tiene una gran influencia en el comportamiento climático de la región, registrando temperaturas ambientales que oscilan entre 44 y 50 °C (122 °F) en la estación de verano; esto genera una ganancia de calor en las viviendas por un tiempo más prolongado comparado con otras regiones del país, estimado en 80% mayor.

Siendo las condiciones climáticas adversas para la supervivencia humana en verano, es necesaria la utilización de equipos de acondicionamiento ambiental, por lo que se originan altos consumos de energía eléctrica, impactando la economía familiar al tener que solventar los altos cargos en la facturación del suministro energético, que también lleva en ellos subsidios federales.

Buscando una solución a dicha problemática, el Gobierno del Estado firmó un convenio con el Instituto de Investigaciones Eléctricas (IIE), de la Comisión Federal de Electricidad, con el fin de llevar a cabo un estudio de factibilidad técnica para la instalación de sistemas fotovoltaicos en las 220 viviendas de tipo económico ya mencionadas, además de equipos de acondicionamiento del ambiente de alta eficiencia y lámparas ahorradoras, sistemas que a la vez de ser capaces de generar energía eléctrica, ésta es considerada como limpia.

Entre los logros del proyecto se pueden mencionar los siguientes:

- Se puede producir alrededor del 50% del consumo de energía eléctrica de las viviendas, que lleva a una reducción en la facturación del consumo.

- Un vecindario fotovoltaico es demostrado por primera vez en México, lo que facilita la apertura del mercado al ser el primer proyecto de este tipo en el país.
- Se disminuye la demanda de fluido eléctrico a CFE en época de alto requerimiento, ayudándola a satisfacer otras demandas.
- Se reduce la cantidad de emisiones contaminantes al disminuir la demanda de energía eléctrica producida a partir de la generación proveniente de utilizar combustibles fósiles.
- El proyecto creó la necesidad de publicar el decreto de interconexión con la red pública de CFE a nivel nacional, publicado en el DOF el 37 de junio de 2007.
- Este proyecto fue posible por un esfuerzo conjunto de la Secretaría de Energía (SENER), CFE, Comisión Reguladora de Energía, UABC, IIE, Banco de Desarrollo de América del Norte y Gobierno del Estado de Baja California.
- Se espera que sea un detonador para la generación de energía eléctrica limpia, para mejorar el cuidado del medio ambiente, y principalmente para apoyar con alternativas viables a las familias mexicanas.

3.3.1.3 Proyecto sobre una vivienda en Mexicali, BC.

En este ejemplo considero una vivienda del fraccionamiento Valle de las Misiones, como proyecto unitario de las viviendas con sistema fotovoltaico instalado en una de sus secciones.

Los equipos del sistema fotovoltaico constan de tres elementos principales:

- Un Inversor, que tiene la función de convertir la energía de corriente directa (generada por los módulos fotovoltaicos) a corriente alterna que utiliza la vivienda y que también suministra la red eléctrica pública.
- Un equipo de Medición Digital Bidireccional para facturación, está programado para registrar la energía entregada y recibida por CFE, de este modo se aplica el concepto de medición neta, que es intercambio de kw por kw.
- Panel fotovoltaico que tiene la capacidad de producir energía eléctrica de corriente directa a partir de la luz solar que se proyecta sobre él.

Las características al considerar una de las viviendas del fraccionamiento, son que su desplante es sobre un terreno de 7.50 m de frente por 16.00 m de fondo, con una superficie de 120 m². La casa habitación consta de una superficie construida de 38.57 m² y su equipamiento consta de:

- Un refrigerador de 11 pies cúbicos.
- Un equipo de aire acondicionado de media tonelada.
- 6 luminarias fluorescentes compactas de 13 w.
- Una televisión a color de 19 pulgadas.
- Un ventilador de pedestal.

- Una lavadora.
- Una plancha.
- Una licuadora.
- Un radio.
- Un horno de microondas.

La instalación del sistema fotovoltaico conectado a la red de distribución de la CFE, es con capacidad de 1020 w.

Los equipos de que consta el Sistema Fotovoltaico son :

- Inversor Sunny Boy 1100
- Equipo de medición digital bidireccional con un medidor analógico para demostrar con el giro del disco que la energía gira en ambos sentidos
- Módulos Solares KC 85 y TS 170

CONCEPTO DE MEDICION NETA

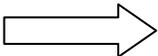
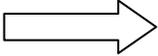
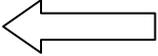
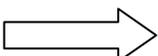
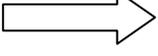
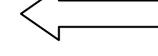
Sistema fotovoltaico	Casa	Red de CFE	Se factura
100 	100	0	Cargo mínimo.
50 	100	50 	50 a costo de tarifa vigente.
150 	100	50 	Cargo mínimo y se guarda diferencia.
0	100	100 	Si hay guardado se devuelve, si no alcanza, la diferencia a cuotas costo de tarifa.

Tabla 13 Se muestran ejemplos de facturación de acuerdo al suministro y producción por el sistema fotovoltaico.

En la tabla 13 se observan ejemplos de producción de energía eléctrica en una vivienda con sistema fotovoltaico, suministro de la red de CFE y como se facturaría en cuanto a la diferencias de la corriente en los dos sentidos. Tomada del sitio web en referencia 20.

Las cifras referidas a la producción eléctrica de un sistema fotovoltaico instalado en una vivienda del fraccionamiento Valle de las Misiones, en la tabla 14. Sitio web, referencia 21.

La figura 29 son imágenes de un inversor de corriente directa a alterna y equipo de

Sistema fotovoltaico	Características
Capacidad del sistema	1 kwh
Costo del sistema	\$81,830
Vida útil	30 años
Producción promedio anual	2,040 kwh
Producción promedio mensual	170 kwh
Ahorro promedio mensual	\$120
Proyecto 1ª etapa	220 casas

Tabla 14 Algunos datos de producción eléctrica en una vivienda con un sistema fotovoltaico.

medición digital con medidor analógico en dos sentidos. Tomadas del sitio web, que indica la referencia 20.

En la figura 30 se muestra el esquema de una vivienda con sistema fotovoltaico, con sus elementos: acometida de la red pública, medidor bidireccional, inversor de corriente, módulo fotovoltaico y su punto de interconexión.



Figura 29 Inversor y equipo de medición digital con medidor analógico.

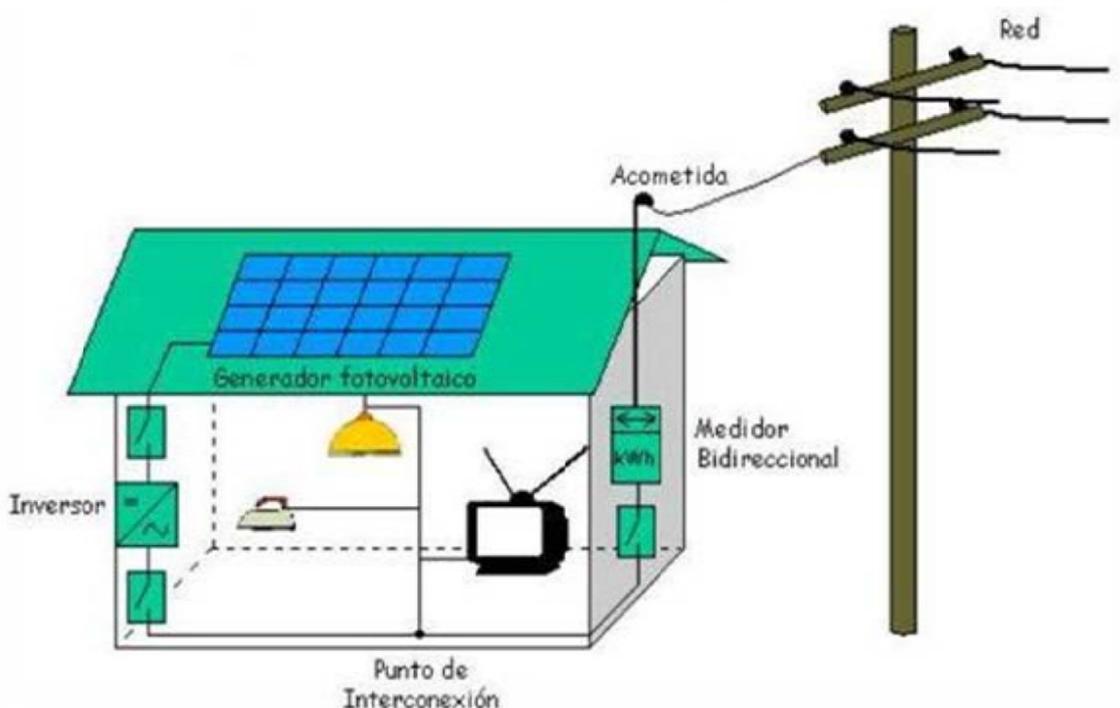


Figura 30 Esquema de una vivienda con instalación de un sistema fotovoltaico.

4.-BENEFICIOS ECONOMICO-SOCIALES DEL PROYECTO.

4.1 Beneficios económicos.

4.2 Beneficios sociales y ecológicos.

4.- BENEFICIOS ECONOMICO-SOCIALES DEL PROYECTO.

En este capítulo presento los beneficios que se tendrán por el ahorro en el consumo de electricidad, gas y agua, por las familias y la sociedad en general, al adquirir vivienda con nuevas tecnologías incorporadas desde su construcción, de manera que éstas contribuyan a la reducción de emisiones de GEI.

La primera parte del capítulo se refiere a los beneficios económicos que resultan de reducir el consumo habiéndose incorporado innovaciones tecnológicas, y en la segunda parte se refiere a la reducción en la emisión de GEI, que con tales tecnologías son posibles obtener en la vivienda.

Estas evaluaciones corresponden a trabajos de seguimiento del consumo, en viviendas dentro de los programas piloto de vivienda sustentable, realizadas por investigadores de las dependencias relacionadas, y de acuerdo a los parámetros de sus investigaciones en laboratorio y campo.

4.1 Beneficios económicos.

A este apartado corresponde considerar el beneficio que el consumo de electricidad, gas y agua produce, al considerar varios proyectos piloto de vivienda, donde se llevaron a cabo mediciones habiéndose instalado nuevas tecnologías.

En la primera parte del capítulo muestro dos casos que ilustran el intercambio de electricidad entrante y producida por los sistemas fotovoltaicos en viviendas del fraccionamiento Valle de las Misiones, y la forma en que se factura.

Después las viviendas de proyectos piloto en siete ciudades de clima extremo, viviendas en la Ciudad de México y otra en el sureste mexicano, y para terminar la primera parte, el caso de la simulación en el consumo de electricidad en una vivienda tipo con los electrodomésticos tradicionales, y después con los equipos de alta eficiencia energética, para de ahí tener una diferencia en el consumo y las emisiones.

En la segunda parte del capítulo considero los resultados de la disminución en la emisión de CO₂ de los proyectos que en la primera parte nos mostraron los beneficios económicos, para concretar los beneficios sociales, ligados inseparablemente de los beneficios ecológicos.

4.1.1 Ahorro de energía eléctrica en un sistema fotovoltaico.

Tomando del sistema fotovoltaico instalado en el fraccionamiento Valle de las Misiones en Mexicali, Baja California, dos ejemplos de beneficio económico debido a la producción de energía solar por el sistema fotovoltaico e intercambiarlo con la acometida de CFE, y como se considera para facturación.

Caso 1:

Energía generada por el panel solar = 170 kwh
 Energía entregada a CFE = 129 kwh
 Energía entregada por CFE = 87 kwh
 Energía facturada = 87 – 129 = 0 kwh
 Energía consumida real = 87 + 170 – 129 = 128 kwh
 Importe por 0 kwh = \$ 15.52

Importe por 128 kwh = \$ 85.53

Beneficio = \$ 70.01

Bolsa de energía = 42 kwh

Caso 2:

Energía generada por el panel solar = 158 kwh

Energía entregada a CFE = 63 kwh

Energía entregada por CFE = 311 kwh

Energía facturada = $311 - 63 = 248$ kwh

Energía consumida real = $311 + 158 - 63 = 406$ kwh

Importe por 248 kwh = \$ 242.32

Importe por 406 kwh = \$ 609.29

Beneficio = \$ 366.97

Bolsa de energía = 0

En estos dos casos, diferentes entre sí por la bolsa acumulada de energía, por diferente producción de los paneles solares, y entregas por parte de CFE, nos ilustra en forma clara la demanda de energía menor que las viviendas con este sistema requieren del suministro por parte de CFE, al tener en la propia vivienda la producción de electricidad. En el capítulo anterior mencioné que cerca a un 50% de la energía utilizada en la vivienda puede ser producida por el sistema fotovoltaico.

En el primer caso se obtiene un beneficio mensual de \$70.01 y en el segundo caso es de \$366.97

4.1.2 Beneficios de algunos proyectos piloto.

Presento a continuación un desglose de información para cuantificar ahorros mensuales de electricidad del Programa Piloto de Vivienda Sustentable con un total de 4,997 viviendas en siete ciudades de nuestro país y registrada en el trabajo del Ing. Fernando Morillón Galvez, "Vivienda Sustentable en México. Acciones Programas y Proyectos", por el Instituto de Ingeniería de la UNAM.

En el apartado que viene después analizamos otro trabajo del mismo autor: "Certificación de Vivienda Sustentable" donde hace la evaluación de una vivienda con incorporación de equipos para la reducción del consumo de electricidad, agua y gas en un proyecto en la Ciudad de México.

En la última parte muestro un ejemplo que me parece muy interesante e ilustrativo, el de la simulación de consumo eléctrico, antes y después de incorporar innovaciones tecnológicas en una vivienda tipo.

4.1.2.1 Proyecto piloto en siete ciudades de clima extremo.

La tabla 15 se refiere al ahorro en el consumo de electricidad al aislar térmicamente los techos de las viviendas e instalar equipos de aire acondicionado de alta eficiencia, denominados EER por sus siglas en inglés y que ya en el capítulo 1 había mencionado dentro del programa piloto en siete ciudades del país.

Para obtener el ahorro mensual por vivienda, de la tabla 15 tomaremos la última columna y dividiremos la cantidad de ahorro en facturación entre el número de viviendas en la localidad y luego dividiremos entre 12 y así conoceremos el ahorro en la

facturación mensual para cada vivienda de su respectiva ciudad. Iniciando con la desarrolladora de vivienda BRACSA en Acapulco y siguiendo las otras ciudades similarmente.

$$\$288,610 \div 62 \text{ viviendas} = \$4,655 \div 12 \text{ meses} = \$387.92/\text{mes}$$

Constructora/ciudad	Número de viviendas	Ahorro de energía kwh	Ahorro en facturación \$
BRACSA/Acapulco	62	151,900.00	288,610.00
URBI/ Mexicali, Hermosillo y Cd. Juárez	4,476	3' 811,761.60	7' 337,641.08
PULTE/ Querétaro	45	82,708.20	159,213.15
Estado Nuevo León	56	102,925.76	198,131.92
Estado Tamaulipas	358	657,989.68	1' 266,629.06
Total	4,997	4' 807,285.24	9' 250,225.21

Tabla 15 Resultados de la evaluación de ahorro en consumo de electricidad de Programa Piloto.

Constructora/ciudad	Ahorro mensual/vivienda
BRACSA/Acapulco	\$387.92
URBI/ Mexicali, Hermosillo y Cd. Juárez	\$136.61
PULTE/ Querétaro	\$294.84
Estado de Nuevo León: Monterrey, NL	\$294.84
Estado de Tamaulipas: Nuevo Laredo, Tamps.	\$299.01

Tabla 16 Ahorro mensual en electricidad en siete ciudades del programa piloto.

La tabla 16 muestra resultados variables de acuerdo a la región bioclimática en que se encuentran ubicadas las ciudades y del consumo de energía estacional.

4.1.2.2 Proyecto piloto en la Ciudad de México.

Por otra parte en la ponencia mencionada "Certificación de Vivienda Sustentable" de fecha 11 de octubre de 2007, nos presenta otros resultados de ahorro en insumos para una vivienda en la Ciudad de México que clasifica de clima semifrío y su consecuente economía en los rubros de consumo de agua gas y electricidad, con las innovaciones que señala como posibles, así como también menciona las cantidades de CO₂ que se evitan emitirse al ambiente.

Ahorro de agua:

- Depósito de baño de baja capacidad con sistema dual, economizador de agua de doble botón.
- Regadera ahorradora, cebolleta con obturador integrado y cabeza giratoria para el ahorro de agua durante el enjabonado y flujo de 9 lt/seg.
- Llaves ahorradoras, perlizadores (juego de 6), que incrementan la velocidad de salida al disminuir el área hidráulica.

Ahorro de gas:

- Calentador solar de agua, colector solar plano con cubierta, eficiencia mínima 58%,

ubicado en orientación sur e inclinación 19° 20' respecto a la horizontal.

- e) Calentador de gas de paso, tipo instantáneo y capacidad térmica de 10 kw cumpliendo norma NOM-003-ENER-2000.

Ahorro de electricidad:

- f) Lámparas compactas fluorescentes, T5 y circulares o T5 y T9 (eficacia 45 a 60 lm) para interiores, empotradas o de sobreponer, con sello FIDE amarillo.
- g) Aislamiento en techo y equipo de aire acondicionado de alta eficiencia.

Con éstos conceptos formamos la tabla 17 con las evaluaciones que hace el autor en una vivienda al haber incorporado las innovaciones tecnológicas y los ahorros mensuales en agua, gas y electricidad; con la emisión de gases evitada.

En el último renglón se observan ceros y esto es debido a que el autor en su otro estudio, en el apartado anterior nos da las evaluaciones de viviendas con aislamiento en techos y aire acondicionado de alta eficiencia para siete ciudades de clima extremo, siendo que en este caso es una vivienda en la Ciudad de México con otro clima, semifrío.

El costo total de incorporar nuevas tecnologías para el ahorro en el consumo de la vivienda, es de \$19,891.30 y si hacemos un promedio de ahorros mínimo y máximo al sumar totales de columnas 4 y 5 y dividir la suma entre 2.

$$(\$213.50 + \$397.30) \div 2 = \$611.80 \div 2 = \$305.40$$

Ahorro mensual en el ejemplo de vivienda de la Ciudad de México = \$305.40

Tecnología	Costo (\$)	Ahorro mensual (agua, gas y electricidad)	Ahorro mínimo (\$)	Ahorro máximo (\$)	CO ₂ evitado (ton)
a)	220.00	10.56 a 13.2	14.70	31.80	0.00149
b)	50.00	4.95 a 8.25	14.90	24.60	0.00149
c)	147.80	4.62 a 6.93	13.90	20.90	0.00149
d)	9,688.50	17.42 a 24.33	170.00	240.00	0.05225
e)	1,800.00	9.42		80.00	0.02825
f)	400.00	10.10	0.0	0.0	0.006740
g)	7,585.00	0	0	0	0
Total	\$19,891.30		\$213.50	\$397.30	0.09171

Tabla 17 Ahorros mensuales en agua gas y electricidad en vivienda de la Ciudad de México.

4.1.2.3 Proyecto piloto en el sureste del país.

Presento a continuación la cuantificación de beneficios en una vivienda de tipo económica en el sureste del país, al incorporar equipos de nueva tecnología en su construcción, de clima clasificado como cálido húmedo, de 4 a 5 habitantes por vivienda y para la hipoteca verde se consideró un monto máximo de inversión de \$12,000 y un mínimo de ahorro mensual de \$215.00.

Este ejemplo nos permite comparar al del apartado anterior que con un clima distinto, y que las necesidades de energéticos es diferente por los requerimientos de cada vivienda, nos muestra un diferente beneficio total.

En la tabla 18 vemos el equipamiento de la vivienda, su costo, ahorro mensual y beneficios en el ahorro de gas, agua y electricidad. La información sobre este proyecto proviene de la fuente INFONAVIT, Instituto de Ingeniería de la UNAM y el Instituto Nacional de Ecología.

Equipamiento	Costo	Ahorro mensual	Beneficio mensual
Calentador solar	\$9,688.54	\$175.00	18.17 kg
Lámparas fluorescentes	\$400.00	\$26.80 a \$42.36	13.00 a 19.26 kwh
Sistema dual descarga WC	\$220.00	\$2.68 a \$44.51	10.56 m ³
Calentador de gas de paso	\$1,800.00	\$80.00	9.42 kg
Llaves ahorradoras	\$147.81	\$2.54 a \$42.12	4.62 m ³
Regadera c/obturador	\$50.00	\$2.72 a \$45.14	4.95 m ³
Aislamiento en techo y aire acondicionado eficiente	\$7,585.00	\$116.60 a \$173.80	53 a 79 kwh
Total	\$19,891.15	\$504.63	

Tabla 18 Equipamiento, costo y ahorros en vivienda del sureste del país.

De acuerdo a esta tabla, el costo total de incorporar innovaciones tecnológicas en la vivienda sería de \$19,891.15; y el ahorro mensual en la vivienda ya habitada, promediando los ahorros mensuales, sería de \$504.63.

4.1.3 Comparación de consumo eléctrico en vivienda antes y después de innovaciones.

En el siguiente ejercicio voy a comparar el consumo eléctrico antes y después de haber instalado en la vivienda algunos equipos de alta eficiencia energética, que permiten lograr una disminución en el consumo de energía eléctrica y su consecuente facturación.

En este caso la comparación de beneficios es posible al utilizar un simulador de consumo de energía eléctrica en una vivienda tipo, en el clima de la región noroeste del país.

Esto es realizado por medio del software de Greenpeace México AC y Tecnología Educativa Galileo SA de CV "Ahorra energía en tu casa con Celsius".

Simulador de consumo bimestral de energía eléctrica con el que se pretende orientar al usuario sobre la importancia de los hábitos de uso, consumo eléctrico y uso sustentable de energía, en este caso con fines exclusivamente didácticos, por lo que las mediciones pueden ser distintas a la realidad.

Este software didáctico pretende mostrar algunas técnicas para reducir el gasto de

energía eléctrica en el hogar y otros conceptos sobre eficiencia energética y el aprovechamiento de algunas fuentes de energía renovable. El usuario puede comparar que las nuevas tecnologías de iluminación y los nuevos aparatos electrodomésticos, son inversiones que contribuyen al ahorro de recursos de las familias y apoyan a la protección al ambiente.

Los resultados obtenidos en la simulación, son producto de aplicar datos de consumo promedio y/o estimados de los aparatos considerados, por lo tanto deben ser vistos como una guía para la determinación de los ahorros o para la selección preliminar de los equipos que se pueden instalar.

En cuanto a la tarifa eléctrica para la simulación tomamos en cuenta dentro de las opciones que el mismo programa te sugiere, la denominada 1D, la cual corresponde a un mínimo de 31 °C en verano, ya que consideramos la región noroeste del país donde el uso de equipos de aire acondicionado es muy extendido y su facturación muy importante en el impacto a la economía familiar y que al revisar las cifras es de hacerse notar.

En primer término calcularé el consumo de electricidad de una casa mediana de dos recámaras, dos baños, cocina y estancia con electrodomésticos y su frecuencia de uso.

En la segunda parte de la simulación se realizan cambios con las innovaciones tecnológicas disponibles, con las mismas frecuencias de uso, para el ahorro en el consumo de electricidad, para que finalmente el programa nos muestre el comparativo

Habitación y equipos	Uso por equipo
Cocina: Foco incandescente 60w Horno de microondas 1,200 w, en espera 7 w Refrigerador 9 pies, más de 8 años, 123 w Licuadora 350 w Ventilador	Uso: 1 vez al día, 2 horas 5 veces al día, 2 minutos 16 horas al día 2 veces al día, 5 minutos 2 veces al día, 1 hora
Recámara 1: Foco incandescente 60 w Aire acondicionado 1,860 w ventana, más de 8 años Televisor a color 19" 120 w, en espera 5 w	Uso: 1 vez al día 2, horas 10 horas diarias 1 vez al día , 3 horas
Estancia: Foco incandescente 60 w Televisor alta definición 42" y 1,500 w, en espera 2 w Aire acondicionado 1,860 w ventana, más de 8 años	Uso: 1 vez al día, 3 horas 2 veces al día, 2 horas 10 horas al día
Baño 1: Foco incandescente 60 w Aspiradora 800 w	Uso: 3 veces al día, 30 minutos 2 veces a la semana, 2 horas
Baño 2: Foco incandescente 60 w Secadora de pelo 1,600 w Lavadora 600 w, en espera 4 w	Uso: 3 veces al día, 30 minutos 2 veces al día, 10 minutos 2 veces a la semana, 2 horas
Recámara 2: Foco incandescente 60 w Plancha 1,000 w Aire acondicionado 1860 w ventana, más de 8 años Radiograbadora 40 w	Uso: 1 vez al día, 2 horas 2 veces a la semana, 2 horas 10 horas al día 2 veces al día, 2 horas

Tabla 19 Descripción de equipos tradicionales y tiempo de utilización en vivienda.

con las cifras que resultan de ello.

Así mismo calcula consumos, costos y emisiones de CO₂ por habitación, por electrodoméstico y de la vivienda completa de donde se obtienen los resultados para un bimestre de consumo y las condiciones antes descritas.

En la tabla 19 vemos el equipamiento en la vivienda en cada una de sus habitaciones, con los equipos tradicionales y el tiempo y frecuencia de su uso, para realizar una primera simulación con el software.

Al realizarse la simulación de consumo, que en esta parte lo hace con los electrodomésticos usados y lámparas incandescentes, se ejemplifica una utilización diaria o semanal y por horas o minutos y nos resulta lo siguiente:

Consumo: 4,896.74 kwh.

Total pesos en el período: \$10,929.84

Emisión de CO₂: 3,983.84 kg.

En la tabla 20 se muestra como la CFE considera las tarifas y su consecuente facturación de acuerdo a los rangos de consumo en una vivienda.

Con una tarifa subsidiada, resulta:

Consumo	tarifa	kwh	total
Básico hasta los primeros 75 kwh	0.65	75	\$48.83
Intermedio hasta los primeros 125 kwh	1.07	50	\$53.35
Excedente por cada kwh adicional	2.27	4,772	\$10,827.67
Total		4,896.74	\$10,929.84

Tabla 20 Desglose de facturación de acuerdo a los rangos de consumo

Por la cantidad tan alta de consumo en el período, a esta vivienda le corresponde una tarifa de alto consumo (DAC) sin subsidios como sigue:

Cargo fijo: = \$66.36

Cargo por consumo \$3.19 x 4,772 = \$15,601.84

Total = \$15,668.20

Para la tarifa de alto consumo se debe considerar que si el usuario en los últimos 12 meses tuvo un consumo promedio mensual menor a 250 kwh, pagaría \$10,929.84; pero de no ser así, pagaría la tarifa calculada, es decir \$15,668.20.

Para liberarse de la tarifa de alto consumo, el usuario requiere en los siguientes 12 meses, consumir un promedio mensual menor a 250 kwh.

En la segunda parte del ejercicio hacemos los cambios siguientes:

Cambio de focos incandescentes de 60 w por fluorescentes ahorradores de 20 w en las 6 habitaciones; refrigerador eficiente de 9 pies y 76 w en la cocina, lavadora de 580 w y en espera 4 w en baño 2, y tres aparatos de aire acondicionado de ventana de alta eficiencia energética de media tonelada y 1214 w; estos equipos todos con etiqueta

amarilla de FIDE. Los períodos de uso de los equipos son iguales a los considerados en la primera simulación (tabla 21).

Después de esta segunda simulación es importante considerar la misma nota respecto al alto consumo antes mencionada, se paga alto consumo o con subsidio, de acuerdo al consumo en los 12 meses anteriores y posteriores, si es mayor o menor a 250 kwh respectivamente.

Habitación y equipos	Uso por equipo
Cocina: Foco fluorescente 20 w Refrigerador eficiente 9 pies, 76 w	Uso: 1 vez al día, 2 horas 11 horas al día
Recámara 1: Foco fluorescente 20 w Aire acondicionado de ventana con etiqueta 212 w	Uso: 1 vez al día, 2 horas 10 horas al día
Estancia: Foco fluorescente 20 w Aire acondicionado de ventana con etiqueta 212 w	Uso: 1 vez al día, 3 horas 10 horas al día
Baño 1: Foco fluorescente 20 w	Uso: 3 veces al día, 30 minutos
Baño 2: Foco fluorescente 20 w Lavadora ahorradora 580 w, en espera 4 w	Uso: 3 veces al día, 30 minutos 2 veces a la semana, 2 horas
Recámara 2: Foco fluorescente 20 w Aire acondicionado ventana con etiqueta 1,212 w	Uso: 1 vez al día, 2 horas 10 horas al día

Tabla 21 Cambio a nuevas tecnologías para segunda simulación.

Se hace la simulación con la misma tarifa 1D, más de 31 °C en verano, zona noroeste del país y los cambios de equipos donde es posible dicho remplazo, de lo cual resulta:

Consumo: 2,487.15 kwh

Costo total en bimestre: \$5,461.55

Emisión de CO₂: 2,023.47 kg

El consumo en el bimestre es de 2,487.15 que resulta con una tarifa subsidiada.

En la tabla 22 se tiene el desglose de la facturación con tarifas rangos de consumo, habiendo realizado sustituciones por equipos ecotecnológicos y una segunda simulación.

Pero como de nuevo el consumo es muy alto, se tiene que considerar de la misma manera que en la primera simulación, una tarifa de alto consumo (DAC) que ya no contempla subsidios.

Cargo fijo = \$66.36

Cargo por consumo $3.19 \times 2487 = \$7,923.58$

Total = \$7,989.94

Consumo	Tarifa	kwh	Total
Básico hasta 75 kwh	0.65	75	\$48.63
Intermedio hasta 125 kwh	1.07	50	\$53.35
Excedente por cada kwh adicional	2.27	2,362	\$5,359.38
Total		2,487.15	\$5,461.55

Tabla 22 Desglose del consumo en la segunda simulación con cambios.

Electrodoméstico	Consumo, costo y emisiones antes	Consumo, costo y emisiones después	Ahorros con cambio de tecnología
Radiograbadora	9.74 kwh \$21.63 7.92 kg CO ₂	9.74 kwh \$21.39 7.92 kg CO ₂	
Plancha	34.78 kwh \$77.25 28.30 kg CO ₂	34.78 kwh \$76.39 28.30 kg CO ₂	
Lavadora	20.87 kwh \$46.35 16.98 kg CO ₂	20.18 kwh \$44.31 16.41 kg CO ₂ Cambio de tecnología	0.70 kwh \$2.04 0.57 kg CO ₂
Secadora de pelo	32.47 kwh \$72.10 26.41 kg CO ₂	32.47 kwh \$71.30 26.41 kg CO ₂	
Aspiradora	27.83 kwh \$61.80 22.64 kg CO ₂	27.83 kwh \$61.11 22.64 kg CO ₂	
Televisor	21.91 kwh \$48.67 17.83 kg CO ₂	21.91 kwh \$48.13 17.83 kg CO ₂	
Aire acondicionado	3,396.75 kwh \$7,543.49 2,763.49 kg CO ₂	2,213.36 kwh \$4,860.70 1,800.73 kg CO ₂ Cambio de tecnología	1,183.38 kwh \$2,682.79 962.76 kg CO ₂
TV alta definición	36.52 kwh \$81.11 29.71 kg CO ₂	36.52 kwh \$80.21 29.71 kg CO ₂	
Ventilador	7.91 kwh \$17.57 6.44 kg CO ₂	7.91 kwh \$17.38 6.44 kg CO ₂	
Refrigerador	119.80 kwh \$266.05 97.47 kg CO ₂	50.89 kwh \$111.76 41.40 kg CO ₂ Cambio de tecnología	68.91 kwh \$154.29 56.06 kg CO ₂
Horno microondas	12.17 kwh \$27.04 9.90 kg CO ₂	12.17 kwh \$26.74 9.90 kg CO ₂	
Lámparas	52.96 kwh \$117.61 43.09 kg CO ₂	14.61 kwh \$32.08 11.89 kg CO ₂ Cambio de tecnología.	38.35 kwh \$85.53 31.20 kg CO ₂
Licuada	3.55 kwh \$7.89 2.89 kg CO ₂	3.55 kwh \$7.80 2.89 kg CO ₂	
Totales	kwh 3,777.27	2,485.94	1,231.34
	Costo \$8,388.56	\$5,459.28	\$2,929.28
	Costo kwh \$2.22	\$2.20	
	kg de CO ₂ 3,073.08	2,022.48	1,050.59

Tabla 23 Concentrado de consumos, ahorro por medio de equipos tradicionales antes y con innovaciones tecnológicas después de las simulaciones.

En la tabla 23 vemos un resumen de los electrodomésticos utilizados en la vivienda de 2 baños, 2 recámaras, estancia y cocina con los consumos de electricidad en kwh, en pesos y emisión de CO₂ primero con aparatos poco eficientes, y enseguida lo que

resulta después de cambiar a lámparas ahorradoras y aparatos de alta eficiencia energética, con los consumos y así mismo emisiones de CO₂.

De acuerdo a que la simulación en el caso de esta vivienda es considerada para un bimestre, cualquier cifra que se desee conocer mensual, se dividiría entre 2, por lo que si tomamos por ejemplo el total ahorrado en la vivienda, tendremos:

Ahorro total en consumo = \$2,929.28 ÷ 2 = \$1,464.64 mensual ahorrado.

4.2 Beneficios sociales y ecológicos.

Cuando mencionamos beneficios sociales y ecológicos, nos referimos a beneficios para toda la sociedad, pero con beneficio al medio ambiente. Social y ecológico van unidos de manera inseparable, al afectar el medio en que vivimos, afecta a la sociedad, afectamos ecología y nos afectamos a nosotros mismos, destruir la tierra sería destruir a la humanidad, de ahí la importancia de temas como el presente, relacionados a la vivienda sustentable.

Si antes vimos beneficios económicos, ahora mostraré los beneficios que al disminuir emisiones de GEI, debido al ahorro en el consumo energético en la vivienda, beneficios sociales y ecológicos que al reducir dichas emisiones nos produce, se benefician aire, agua y suelo, que integran al medio ambiente y que son patrimonio de la humanidad.

Algunos datos que son posibles de comparar, en cuanto a la emisión de contaminantes, se plantearon en la Green Expo en la Ciudad de México el 30 de septiembre de 2009, donde el Ing. Francisco Cañizares de Nacional Financiera (NAFIN), hizo algunos planteamientos para el aprovechamiento de la energía eólica que me parecen de interés por tratarse de una tecnología que no emite contaminantes.

Nos documenta que un kilowatt de electricidad generado por la fuerza del viento, evita liberar a la atmósfera:

0.60 kg de bióxido de carbono: CO₂

1.33 gr de bióxido de azufre: SO₂

1.67 gr de óxido nitroso: N₂O

El bióxido de azufre y el óxido nitroso son los principales causantes de la lluvia ácida, la cual a su vez es un potente precursor del cambio climático.

Diariamente un solo autogenerador logra un efecto similar al que producirían 200 árboles maduros.

Además nos da un ejemplo de un parque eólico para producir 10 Mw:

- Genera toda la energía que consumen regularmente 11,000 familias promedio.
- Evita la quema de 2,447 ton equivalentes de petróleo.
- Aporta trabajo a 130 personas al año durante su diseño y construcción.
- Desarrolla cadenas de valor y estimula el desarrollo tecnológico.
- Evita liberar el equivalente a 28,480 ton de CO₂ al año. Dichas reducciones una vez certificadas tienen un valor de mercado bajo la forma de un *commodity*

conocido como CERS o bonos de carbono, cuya venta representa ingresos adicionales para la central de energía.

En este previo ejemplo es de importancia resaltar que un parque eólico no emite ningún contaminante al ambiente y que la energía del viento no nos cuesta; sólo es necesario invertir en los equipos generadores de electricidad y localizar las regiones donde el viento es constante en el año.

En el caso de los sistemas por medio de celdas fotovoltaicas para generación eléctrica, tampoco se emiten contaminantes al ambiente, y como en el caso de la energía eólica, sólo es cuestión de localizar regiones de insolación permanente e invertir en los equipos.

4.2.1 Reducción de emisiones en proyecto piloto en siete ciudades de clima extremo.

Tomando en cuenta la reducción de emisiones de CO₂ al ambiente, y como referencia la tabla 15 presentada al principio de este capítulo, podemos ahora ver las reducciones anual y mensual del contaminante en las siete ciudades de clima extremo, así mismo reducción de emisiones por vivienda. Los datos provienen de la fuente antes mencionada del Ing. David Morillón Galvez. Esta información se muestra en la tabla 24.

Constructora/ciudad	Número de viviendas	Reducción CO ₂ emitido anual (ton)	Reducción CO ₂ emitido mensual (ton)	Reducción CO ₂ mensual por vivienda (ton)
BRACSA/ Acapulco	62	104.78	8.731	0.1408
URBI:/Mexicali, Hermosillo y Cd. Juárez	4,476	2,685.60	223.80	0.0500
PULTE/ Querétaro	45	58.05	4.837	0.1074
Estado de Nuevo León: Monterrey, NL	56	72.24	6.020	0.1075
Estado de Tamaulipas: Nuevo Laredo, Tamps.	358	461.82	38.485	0.1075
Total	4,997	3,342.49	278.54	0.0557

Tabla 24 Reducción anual y mensual de emisiones de CO₂ en 7 ciudades de proyecto piloto.

Así como hicimos para calcular anteriormente el ahorro económico por vivienda mensual en el apartado 4.1.2.1, ahora también lo hacemos al dividir la reducción de emisiones mensual por ciudad entre el número de viviendas por ciudad y el total, que se muestra en la última columna.

De aquí tenemos que la reducción mensual de emisiones de CO₂ por vivienda es:

$$0.0557 \text{ ton/mes} = 55.70 \text{ kg/mes de CO}_2 \text{ evitado}$$

4.2.2 Reducción de emisiones en proyectos piloto en la Ciudad de México y sureste del país.

En el primer caso de la Ciudad de México, clasificada con clima semifrío y considerando la tabla 17, vemos que las cifras de interés para este apartado se encuentran en la última columna y que se concentran en la tabla 25, tomadas de "Certificación de Vivienda Sustentable" del Ing. David Morillón Galvez.

Por lo que en este caso podemos concluir que en cada criterio de ahorro, las emisiones evitadas de CO₂ mensuales serían.

Por:

Ahorro de agua: 0.004470 ton = 4.47 kg

Ahorro de gas: 0.08050 ton = 80.5 kg

Ahorro de electricidad: 0.006740 ton = 6.74 kg

Total: 0.091710 ton = 91.71 kg de CO₂ evitado

En el caso del proyecto de vivienda en el sureste, los autores de la investigación dan las cifras de 0.81 a 1.18 ton mensuales de CO₂ evitados equivalentes a 810 a 1,180 kg al mes, lo que podríamos hacer un promedio.

Vivienda en el sureste del país: Emisiones de CO₂ evitadas = 995 kg

Criterio/tecnología	CO ₂ evitado mensual (ton)
Ahorro de agua:	
a) Depósito de baño de baja capacidad con sistema dual, economizador de agua de doble botón.	0.00149
b) Regadera ahorradora, cebolleta con obturador integrado y cabeza giratoria para el ahorro de agua durante el enjabonado, flujo de 9 lt/seg.	0.00149
c) Llaves ahorradoras, perlizadores (juego de 6), que incrementan la velocidad de salida al disminuir el área hidráulica.	0.00149
Ahorro de gas:	
d) Calentador solar de agua, colector solar plano con cubierta, eficiencia mínima 58%, ubicado en orientación sur e inclinación 19° 20' respecto a la horizontal.	0.05225
e) Calentador de gas de paso, tipo instantáneo y capacidad térmica de 10 kw, cumpliendo la norma NOM-003-ENER-2000.	0.02825
Ahorro de electricidad:	
f) Lámparas compactas fluorescentes T5 y circulares o T5 y T9 (eficacia 45 a 60 lúmenes), para interiores, empotradas o de sobreponer, con sello FIDE.	0.00674
g) Aislamiento en techo y equipo de aire acondicionado de alta eficiencia.	0
Total	0.09171

Tabla 25 Emisiones de CO₂ evitadas en vivienda de Ciudad de México.

Para terminar con este apartado, es evidente que la cuantificación en el caso de los proyectos de la Ciudad de México y en el sureste del país, tiene una diferencia del orden del 10% de la primera respecto a la segunda.

4.2.3 Reducción de emisiones en vivienda con consumo después de innovaciones tecnológicas.

Al incorporar innovaciones tecnológicas en la vivienda de interés social, que ya hemos visto que redundaría en beneficios económicos para el usuario, y socialmente importante por la disminución de emisiones contaminantes al medio, damos eficiencia energética a la vivienda, se vuelve sustentable o vivienda verde como la llaman también. Aquí voy a considerar los beneficios de disminución de emisiones al medio ambiente que pueden ser logrados y que se evaluaron al utilizar el simulador de consumos antes y después de incorporar tecnologías de ahorro de electricidad.

En este apartado presentaré como al cambiar algunos electrodomésticos en una vivienda, como lo hicimos en los beneficios económicos al empezar este capítulo, nos

permite apreciar por medio de una simulación con el software antes mencionado, como es posible evitar una cantidad considerable de emisiones de CO₂ al ambiente; esto habiendo hecho previamente una primera simulación con los electrodomésticos tradicionales.

No todos los electrodomésticos han cambiado para contar con una tecnología nueva, en el ejemplo que nos ocupa, solamente refrigerador, lavadora, aire acondicionado y lámparas son posibles para sustitución. Podemos ver en la tabla 26, las cantidades de CO₂ que se evitan emitir al ambiente con dicha sustitución.

Hay que tener presente que en este ejemplo sobre el consumo simulado en una vivienda, esto se realiza por un período de 60 días, ya que así se considera en el software “Ahorra energía en tu casa con Celsius”, ya que anteriormente en la zona centro del país, se facturaba el consumo de energía eléctrica bimestralmente. Entonces para un mes de consumo tomaríamos la mitad del total.

Voy a tomar del ejemplo donde consideramos la vivienda mediana del apartado 4.1.3, que en la tabla 23 en su última columna nos muestra los ahorros con el cambio de tecnología y que se muestra en la tabla 26.

Electrodoméstico	kg de CO₂ evitado
Refrigerador	56.06
Lavadora	0.57
Aire acondicionado	962.76
Lámparas	31.20
Total	1,050.59

Tabla 26 Cantidades de CO₂ evitado emitir al ambiente con los electrodomésticos de nueva tecnología.

El simulador de consumos de energía eléctrica de Greenpeace, considera facturación bimestral, vemos que el total de CO₂ en el mes para una vivienda de tales características sería, tomando la última fila de la tabla 26:

$$1,050.59 \text{ kg de CO}_2 \div 2 = 525.295 \text{ kg de CO}_2$$

Que serían las emisiones de CO₂ evitadas al mes en vivienda con consumo simulado después de haber incorporado nuevas tecnologías.

En este ejercicio, que es posible realizar, con ayuda del simulador de consumo de electricidad, es fácil ver que un consumo desmedido se da en la vivienda al dejar conectados los electrodomésticos sin utilizar, al hacer un uso prolongado de los mismos, a la vez que sean equipos de tecnología poco eficiente y de poca vida útil.

Además si proporcionamos información al simulador, con todos los electrodomésticos y electrónicos que se tienen a disposición ahora, y que se pueden considerar posibles de adquirir por los residentes, como por ejemplo aumento en el número de radios, televisiones, computadoras y otros equipos; nos encontraríamos con unos enormes consumos de electricidad con las consecuentes emisiones de GEI mayores.

5.- CONCLUSIONES.

5.- CONCLUSIONES.

Sabemos que el avance tecnológico progresivo, consecuencia del refinamiento en la investigación científica, ha elevado el nivel de vida y ha generado bienestar social. Este desarrollo progresivo insospechado para generaciones anteriores, deriva del enorme poder que las tecnologías ponen en manos del hombre, entraña a su vez un riesgo asociado que se materializa en la degradación del entorno como consecuencia.

La Ingeniería Civil que con el enfoque tradicional ha construido vivienda de interés social y proyectos para una amplia gama de necesidades y que se ha esmerado en el desarrollo de la infraestructura nacional desde hace muchas décadas, tiene ahora el reto de la incorporación de nuevas tecnologías en los proyectos de vivienda en México, importante por su alta demanda y por la preocupación universal ante el deterioro del medio ambiente.

Demanda alta de vivienda que con un enfoque moderno ha de proyectarse para tomar en cuenta como nunca la ventilación, orientación y emplazamiento de la vivienda, los materiales aislantes para la envolvente arquitectónica, que ahora la Norma NMX-C-460 tiene como requisito para que los constructores puedan contar con subsidio federal.

A la Ingeniería Civil corresponde, junto a otras especialidades, el desarrollo de vivienda como parte integral y base de la estructura demográfica-social, tiene ahora la oportunidad de aprovechar las ventajas tecnológicas que incorporadas a la vivienda sustentable es posible obtener y con ello disminuir las emisiones de gases contaminantes como el CO₂ que sabemos es producido en las termoeléctricas al producir electricidad y en los sistemas de suministro de agua al utilizar electricidad para bombeo, producido también en la cocina y calentador de agua a base de gas.

A pesar del panorama que presenta la economía nacional, es necesario que se mantenga en estado óptimo el sistema de crédito para vivienda, hipotecas verdes, subsidio federal para ese mismo crédito, por medio de las dependencias del gobierno federal y regionales, desarrolladores de vivienda.

Relacionado con lo anterior está el vandalismo, que ha sido muy difícil de controlar en las ciudades, en el caso de los desarrollos habitacionales es requerido hacerlo no sólo de parte de la autoridad sino también de la organización vecinal, es fácil ver que siendo equipos caros y al alcance en las viviendas, son factibles de deterioro y aún de pérdida; las celdas solares y equipos del sistema fotovoltaico, un calentador de agua y el equipo de aire acondicionado son algunos de ellos.

Considerando la información presentada en los primeros capítulos de este trabajo de tesis, es de notar la diversidad de regiones y su clima que hay en nuestro país, ya que de esto podemos concluir que no se puede generalizar, ya que no es lo mismo un ahorro de electricidad por el uso de aislante térmico y aire acondicionado de alta eficiencia en una región de clima extremo en verano como la ciudad de Mexicali, Baja California en el noroeste del país, a diferencia de la ciudad de Tijuana a menos de 190 km donde es más importante el uso de calentadores de gas por ser de clima templado.

Colectar agua de lluvia en el centro del país, que no sería posible en Mexicali que casi no llueve en el año, por hablar sólo de algunas regiones.

Según la información que presenta el artículo en la referencia 17, el desarrollo habitacional Puente Moreno en Veracruz (2010-2015), podría convertirse en uno de los primeros proyectos de vivienda en el país, capaz de generar bonos de carbono por medio del MDL establecidos en el artículo 12 del Protocolo de Kyoto, que será posible al llegar a un acuerdo con CONAVI, que inició ante la ONU la validación de la tecnología para el registro de vivienda sustentable, con el cual se obtendrían 12 millones de euros al año (21 mdd).

Para que no sea una utopía edificar para generar bonos de carbono se necesita apoyo legal, financiero y voluntad del Estado y el constructor, ya que éste, si es constructor mediano, no quiere invertir más por temor a no poder recuperar la inversión requerida para edificar vivienda verde, además de que los usuarios de vivienda estén dispuestos a pagar las adecuaciones sustentables.

La falta de estímulos fiscales frena el proyecto de bonos de carbono, vacío que podría cubrirse con legislación, una “Ley de sustentabilidad” por ejemplo, que brindaría beneficios como reducción de impuestos en el pago de nómina y que más constructores inviertan en proyectos amigables con el medio ambiente ya que los costos se incrementan entre 10 y 15%.

A este respecto y como parte de un avance, en nuestro país se emitió el 18 de agosto de 2009 la norma NMX-C-460-ONNCCE-2009, por medio de la cual los desarrolladores de vivienda deben cumplir esta nueva normatividad, si aspiran a contar con un subsidio federal “Esta es tu casa” de CONAVI y/o de la Hipoteca Verde de INFONAVIT. Se refiere la norma a la aplicación de materiales aislantes a la envolvente arquitectónica en techos y muros que aíslan térmicamente la vivienda, con la consecuente reducción de las emisiones contaminantes al reducir los consumos de electricidad para climatización.

Una conclusión importante es que sí es posible generar vivienda sustentable por medio de créditos al trabajador en nuestro país, y si el incremento de las adecuaciones tecnológicas involucran a usuarios y constructores, es posible amortizar dichos incrementos en el crédito y los ahorros mensuales de energéticos para los primeros, y como se sugiere antes, estímulos fiscales para los segundos.

El beneficio social que representaría la generalización de la vivienda sustentable en todo el país, también habría que considerarlo para todo el mundo, ya que en otros países también existe la preocupación, y en algunos de ellos ya se ha avanzado, ya que no existe ninguna región en el mundo que esté ambientalmente cerrada. Los beneficios y perjuicios nos afectan a todos los países.

Por último, pienso que es de extrema importancia considerar no sólo la reducción de emisiones contaminantes y los ahorros generados para el usuario, es necesario que la energía consumida en la vivienda sea de origen limpio, es decir eliminar el uso de combustibles fósiles para su producción, están las alternativas de energía eólica, energía solar, la energía de los vientos y de las mareas que aún no se han desarrollado lo suficiente porque los negocios de las grandes empresas de varios países, por ejemplo la industria petrolera, no lo permiten apoyadas por sus respectivos gobiernos.

Es importante en el caso de nuestro país, el realizar investigación y producir tecnología

para la fabricación de paneles solares y sus equipos correspondientes para su incorporación a la vivienda, ya que sabemos que hay regiones con irradiación solar prácticamente todo el año, como es el caso de la región noroeste sobre la cual abordé el presente trabajo; desarrollar en mayor medida parques eólicos en zonas de vientos permanentes que ya los hay en sus inicios, y realizar una mayor investigación en el caso de materiales de construcción para incorporar a la vivienda.

Es necesario que la población en general, tenga educación ambiental completa, que comprenda bien que son los residuos sólidos, líquidos y gaseosos, como se pueden disponer y en que medida puede colaborar un ciudadano a su disposición adecuada. Que se reglamente sobre ello, y si se emite una ley sobre sustentabilidad, se obligue a todos a cumplirla. Que contemple sanciones propias de un delito, para aquellos que ignoran las leyes, que se les haga sujeto de ella.

BIBLIOGRAFIA.

BIBLIOGRAFIA.

1. Financiamiento a Proyectos de Energía y Medio Ambiente. NAFIN.
Francisco Cañizares V.
Unidad de Proyectos Sustentables y cambio Climático.
México DF septiembre 2009
2. Plan Nacional de Desarrollo 2007- 2012 .
Construcción y Vivienda.
Presidencia de la República.
3. Ley de Vivienda. DOF 27 de junio de 2006.
Presidencia de la República
4. Subsidios 2009 con Hipotecas Verdes.
INFONAVIT. Diciembre 2008
5. Programa de Difusión para los Subsidios Federales “Esta es tu Casa”
Para vivienda nueva y los programas de Hipoteca Verde.
CONAVI. 8 septiembre 2008
6. Guía Uso Eficiente de agua en desarrollos habitacionales.
CONAFOVI. 1ª Edición 2005
7. Manual de Programas Hipoteca Verde y Subsidios 2009
INFONAVIT. Febrero 2009.
8. Criterios e Indicadores para los Desarrollos Habitacionales Sustentables en
México.
CONAVI 1ª Edición febrero 2008
9. Programa Específico para el Desarrollo Habitacional Sustentable Ante el Cambio
Climático.
CONAVI 1ª Edición 2008.
10. Vulnerabilidad y Adaptación del Sector Vivienda ante Cambio Climático.
David Morillón Galvez.
Instituto de Ingeniería, UNAM. 4 septiembre 2007
11. Programa Nacional de Vivienda 2008- 2012: Hacia un Desarrollo Habitacional
Sustentable.
CONAVI. DOF 30 diciembre 2008.
12. Certificación de Vivienda Sustentable en México.
David Morillón Galvez Instituto de Ingeniería UNAM
 Octubre 2008.
13. El Largo Camino Hacia la Vivienda Sustentable.

Salvador Félix Troche. Revista Obras. Enero 2008

14. Se Construyen Ciudades (DUIS).

Raquel Peguero. Revista Obras. Mayo 2009.

15. Tijuana 2030. Valle de las Palmas. Modelo de Desarrollo de una Ciudad Sustentable.

Ing. Fernando Mayagoitia Evento Green Expo. Septiembre 2009

16. Sistemas FV conectados a la red en México.

MC. Humberto Raúl Jiménez Grajales. Instituto de Investigaciones Eléctricas. Taller Internacional. Julio 2009 Cochabamba Bolivia.

17. Espinas en la Vivienda Verde.

Ana Lydia Valdés. Revista obras. Mayo 2010

Sitios web:

18. Avance en el Desarrollo de Valle de las Palmas. "El Mexicano" Diario de BC, 10 noviembre 2009. www.elmexicano.com.mx

19. Vivienda Valle de las Palmas. Periódico el Universal.

20 septiembre 2009. www.eluniversal.com.mx Acceso 20 septiembre 2009

20. Proyecto Fotovoltaico. Casas FV Valle de las Misiones

www.energiabc.com

<http://www.semarnat.gob.mx/presenciainternacional/fronteranorte/Documents/Presentaciones%20Taller%20de%20Cambio%20Climatico/30%20Vecindario%20Fotovoltaico%20Valle%20de%20las%20Misiones%20Baja%20California.pdf>

Acceso: 16 de noviembre 2009

21. Sistemas Fotovoltaicos interconectados a la red eléctrica.

Gobierno del Estado de BC.

<http://genc.iie.org.mx/genc/fotovoltaico/pdfs/Vecindario%20Fotovoltaico.pdf>

Acceso: 15 noviembre 2009.

22. URBI- vida residencial- sala de prensa-urbi en los medios.mht

"Expansión" Julio 13 2006 Acceso: 15 octubre 2009.

[www.cnnexpansion.com/sala de prensa.](http://www.cnnexpansion.com/sala%20de%20prensa)

23. Desarrollos con valor agregado.

www.profeco.gob.mx/encuesta/brujula/bruj_2006/bol22_1casas.xls

bol22_1casas Acceso: 15 octubre 2009.

24. Vivienda verde, vivienda sustentable-Sustentabilidad.mht

Juan Fernando González G. CONAVI

<http://www.imcyc.com/ct2007/jun07/sustentabilidad.htm>

Acceso. 4 septiembre 2009.

25. Buscador Google: Valle de las Palmas, imágenes.

www.cnnexpansion.com/fotos

26. Los beneficios de la Ecotecnología.

INFONAVIT con estimaciones del Instituto de Ingeniería e Instituto Nacional de Ecología.

www.infonavit.org.mx

27. La NMX-C-460-ONNCCE-2009

www.ahorroenergía.org.mx

www.onncce.org.mx

www.conavi.gob.mx

28. [http://www.cnnexpansion.com/fotos/2007/07/01/valle - las - palmas – tien – una – extensión – de -13 – 454 –hectareas.2007 -07 – 29.6243550059](http://www.cnnexpansion.com/fotos/2007/07/01/valle-las-palmas-tien-una-extension-de-13-454-hectareas.2007-07-29.6243550059)