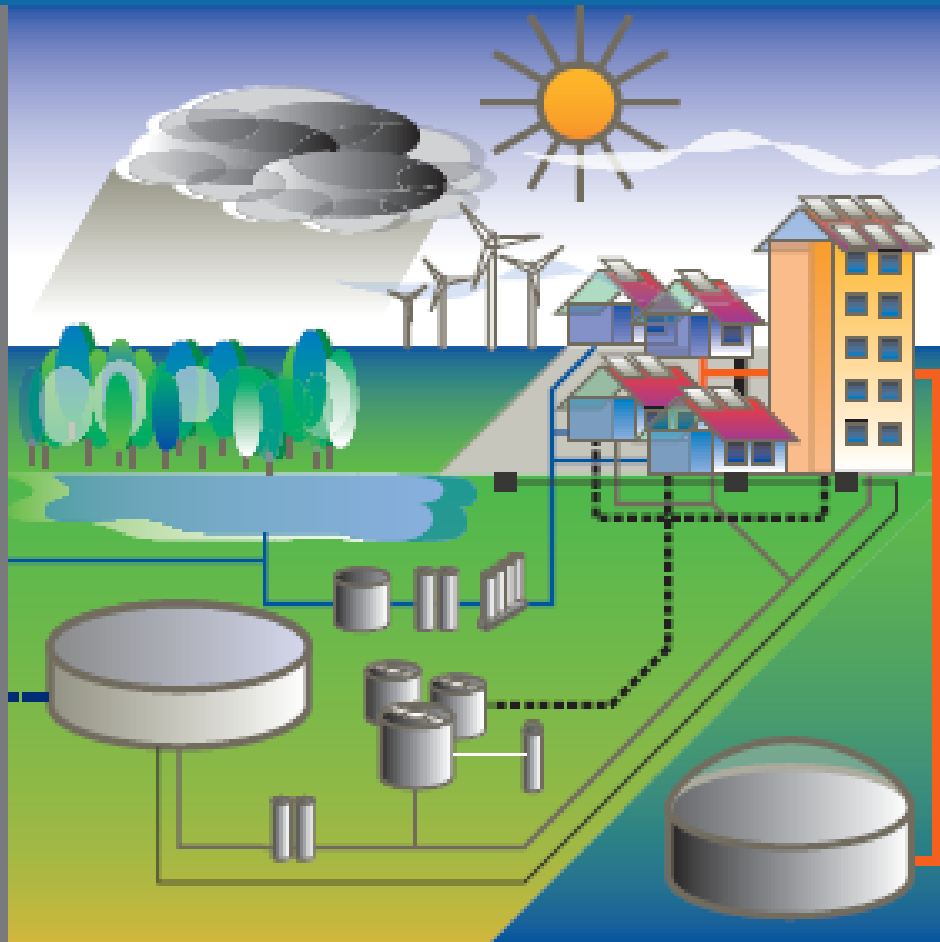


PROGRAMA ESPECÍFICO

DESARROLLO HABITACIONAL SUSTENTABLE ANTE EL CAMBIO CLIMÁTICO



COMISIÓN
NACIONAL DE
VIVIENDA





La ilustración de la portada se realizó, con permiso de Biotechnik, a partir de un esquema desarrollado por esta empresa.



Programa Específico para el Desarrollo Habitacional Sustentable ante el Cambio Climático

Primera edición, 2008
ISBN

D.R. © CONAVI
Comisión Nacional de
Vivienda
Pdte. Masaryk #214, primer piso
Bosque de Chapultepec
11580, México, D.F.

Impreso y hecho en México
Printed and made in México

La información de esta publicación se puede consultar en la página de Internet de CONAVI:
www.conavi.gob.mx



conavi

PROGRAMA ESPECÍFICO
PARA EL DESARROLLO
HABITACIONAL
SUSTENTABLE
ANTE EL CAMBIO
CLIMÁTICO

CONTENIDO

Presentación	7
I. OBJETIVOS DEL PROGRAMA	10
II. MARCO JURÍDICO E INSTITUCIONAL	11
IV. EL MERCADO DE CARBONO	21
V. EMISIONES DE GASES DE EFECTO INVERNADERO DE LA VIVIENDA EN MÉXICO	22
VI. ELEMENTOS TECNOLÓGICOS	28
1. Calentamiento de agua	28
2. Iluminación	29
3. Envolverte	31
4. Aire Acondicionado	34
5. Energía fotovoltaica	36
6. Ahorro de agua	36
VII. LÍNEAS BASE DE EMISIONES DE CO₂ EN EL SECTOR VIVIENDA	41
1. Calentamiento de Agua	41
2. Iluminación	43
3. Envolverte	43
4. Aire acondicionado	44
5. Energía fotovoltaica	44
6. Agua, ahorro de energía y reducción de emisiones de CO ₂	45
VIII. PROGRAMA MDL DE VIVIENDA SUSTENTABLE	47
1. Desarrollo económico, proyectos y programas de GEI	47
2. Obstáculos	48
3. Programas de actividades en el MDL	48
4. Programas y compromisos post 2012	49
5. Perfiles sectoriales	50
6. Metodología programática MDL	50
IX. HORIZONTE Y ALCANCE DEL PROGRAMA ESPECÍFICO PARA EL DESARROLLO HABITACIONAL SUSTENTABLE ANTE EL CAMBIO CLIMÁTICO	52
1. Escenarios regionales y zonas climáticas	53
2. Prospectiva de vivienda nueva y mejoramientos de 2007 a 2012	56
3. Desarrollo Habitacional Sustentable 2008 – 2012	57
X. INSTRUMENTOS PARA LA IMPLEMENTACIÓN DEL PROGRAMA. Esquemas Financieros, Fiscales y de Normalización.	58
1. Mecanismos financieros existentes a la fecha	59
2. Mecanismos financieros propuestos	61
3. Otros mecanismos	62
4. Normas de vivienda sustentable, y sistemas de verificación y certificación, Códigos y Certificados de Indicadores.	62
5. Mecanismo de Desarrollo Limpio del Protocolo de Kyoto y Bonos de carbono (en vivienda)	65
Anexo 1	67



conavi

PROGRAMA ESPECÍFICO
PARA EL DESARROLLO
HABITACIONAL
SUSTENTABLE
ANTE EL CAMBIO
CLIMÁTICO



Presentación

Es ya indiscutible la interferencia humana con el clima del planeta. El último informe del Panel Intergubernamental de Cambio Climático (IPCC, por sus siglas en inglés) es rotundo¹. En el último siglo, las concentraciones de bióxido de carbono (CO₂) en la atmósfera se han incrementado en más de un tercio, y con ello su capacidad de contener en la tierra el calor solar. Es un hecho físico asociado a la estructura molecular del CO₂ y de otros gases de efecto invernadero, no es ideología que esté a discusión. Cierto, hay mucha incertidumbre sobre los alcances y consecuencias del fenómeno, pero es inequívoca la relación positiva entre las concentraciones de CO₂ y las temperaturas promedio del planeta. Más de 600 000 años de registros así lo constatan.

Las temperaturas observadas ya muestran una tendencia clara de aumento empujadas por el tercio adicional de CO₂ en la atmósfera (0,7 grados en 100 años). Algo adicionalmente preocupante es que las proyecciones al siglo XXI no pueden hacerse con simples reglas de tres o relaciones lineales entre CO₂ y temperatura; la relación es logarítmica. Al ser así, duplicar las concentraciones de CO₂ —con respecto a hace 100 años— conduciría a un incremento de temperatura de entre 2°C y 5°C, tomando en cuenta retroalimentaciones derivadas de más vapor de agua en la atmósfera, liberación del metano del permafrost subártico, menor reflexión de radiación solar al espacio por el derretimiento de hielos polares y glaciares, y menor absorción de CO₂ por parte de organismos marinos debido a la acidificación de los océanos.

Con las tendencias vigentes de emisión, en 2030 se duplicará el nivel de concentración de CO₂ en la atmósfera (medido con respecto a las concentraciones preindustriales). Para dimensionar las implicaciones de este proceso, baste decir que 5°C es la diferencia en temperaturas promedio entre la última glaciación y la actualidad. Las consecuencias posibles y previsibles son inquietantes.

Evidentemente, en el mundo y en México, los sectores con mayores responsabilidades en la emisión de gases de efecto invernadero son la generación de electricidad, el transporte y la deforestación, seguidos por la industria, la agricultura y los desechos. La vivienda en nuestro país contribuye con aproximadamente el 8% de las emisiones nacionales, incluyendo las directas por el consumo de electricidad y las indirectas por el uso de combustibles fósiles.

Si bien la vivienda no es uno de los sectores más significativos en el inventario de emisiones de CO₂, su papel es de una relevancia indudable. De acuerdo a las proyecciones para la tercera década del siglo, en México habrá más de 45 millones de hogares. En casi cualquier escenario deberán de financiarse y construirse cada año entre 700,000 y un millón de viviendas. En este contexto, y de acuerdo al Artículo 4 Constitucional, el objetivo último de política pública para el gobierno mexicano es hacer factible para todo aquel que así lo desee, la posibilidad de comprar, construir, remodelar o rentar una vivienda de acuerdo a sus posibilidades económicas y preferencias.

Un componente central de política es hacer más eficiente el mercado de la vivienda, removiendo costos de transacción y ofreciendo alternativas financieras viables, sin embargo, también lo es la promoción del crecimiento económico a través de la capacidad del sector vivienda de generar empleos y eslabonamientos con otros sectores. No menos significativo es el papel de la política de vivienda como catalizador del desarrollo urbano. La vivienda también

¹ IPCC. 2007. Climate Change 2007. The Physical Science Basis, Summary for Policemakers. Geneve.

ha sido reconocida como un elemento fundamental en la estructura de demanda energética en el país, ya que consume más de una cuarta parte de la electricidad total, y un porcentaje mayoritario del gas LP, mientras se expande su demanda de gas natural.

Por estas razones, más recientemente, la vivienda se constituye en un sector clave para reducir las emisiones de gases de efecto invernadero (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. Por ello, es necesario integrar 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.

La nueva dimensión climática en las políticas de vivienda implica satisfacer la demanda habitacional de una manera ambientalmente sustentable, incorporando elementos arquitectónicos y tecnológicos de alta eficiencia energética, y por tanto capaces de abatir las emisiones de GEI. Para abordarla de manera adecuada, la Comisión Nacional de Vivienda cuenta, en términos de marco jurídico e institucional vigente, con diversos instrumentos de política, así como con la capacidad de coordinar iniciativas con los organismos de financiamiento y ejecutores de proyectos habitacionales. Entre los instrumentos más conspicuos y potencialmente eficaces se cuentan el sistema de subsidios, la normatividad oficial y voluntaria, los esquemas de hipotecas verdes, y diversos componentes financieros y acciones de concertación entre actores públicos, sociales y privados.

El **Programa Específico para el Desarrollo Habitacional Sustentable ante el Cambio Climático** (PEDHSCC) asume esa indispensable nueva dimensión en la política de vivienda, y de manera explícita queda motivado y codificado como un programa capaz de inscribirse dentro del Mecanismo de Desarrollo Limpio del Protocolo de Kyoto (MDL). De tal manera, el programa no sólo se beneficiará de los Certificados de Reducción de Emisiones de CO₂ o bonos de carbono que puedan generarse, sino que los elementos metodológicos del propio MDL le ofrecerán solidez y consistencia técnica. Adicionalmente, estando inserto dentro del MDL, se asegurarán procesos sancionados internacionalmente para monitorear y verificar sus avances. Debe subrayarse que el PEDHSCC se formula como un compromiso explícito y sistemático de gobierno. Este adquiere viabilidad y un alcance relevante gracias al impulso que le ofrece y a las voluntades que moviliza el Protocolo de Kyoto, con la finalidad de que México tenga una participación activa en los esfuerzos internacionales por mitigar el cambio climático.



conavi

**PROGRAMA ESPECÍFICO
PARA EL DESARROLLO
HABITACIONAL
SUSTENTABLE
ANTE EL CAMBIO
CLIMÁTICO**



I. OBJETIVOS DEL PROGRAMA

El consumo excesivo de energía como consecuencia de un mal diseño en la vivienda es causa de emisiones de CO₂ injustificables de gases de efecto invernadero. Sus repercusiones son además a largo plazo, por lo que es preciso crear y aplicar políticas públicas tendientes a la sustentabilidad de la vivienda en nuevos programas. Se espera la construcción de cerca de un millón de nuevas viviendas durante el período 2007-2012, lo cual representará un verdadero reto energético y ambiental. Vale la pena considerar como ejemplo, 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 los usuarios domésticos de energía eléctrica se encuentran en zonas cálidas, si se continúan omitiendo criterios de diseño ambiental, se generará un consumo en exceso de 500 millones de kWh, equivalentes a 300 mil toneladas de CO₂ emitidas a la atmósfera de manera ineficiente.

En este contexto, y siendo previsible en un desarrollo muy dinámico del sector vivienda en México, **es indispensable definir y aplicar lineamientos, normas, criterios y elementos tecnológicos para desarrollos de vivienda que logren reducciones significativas de emisiones de gases de efecto invernadero** con respecto a las prácticas convencionales en desarrollos habitacionales, tomando como base los siguientes objetivos generales:

- ✿ Establecer nuevas orientaciones de sustentabilidad energética y ambiental en las políticas y acciones de vivienda promovidas, financiadas, o instrumentadas por organismos gubernamentales y entidades privadas.
- ✿ Fomentar el desarrollo y utilización de nuevas tecnologías de eficiencia energética y de minimización de impactos ambientales.
- ✿ Plantear lineamientos que favorezcan la sustentabilidad del desarrollo habitacional.
- ✿ Participar en el contexto internacional de lucha para la mitigación del calentamiento global, en los compromisos derivados del Protocolo de Kyoto.
- ✿ Dar una dimensión de interés global a las políticas nacionales de vivienda y desarrollo urbano.
- ✿ Generar un financiamiento adicional a la vivienda a través de los Certificados de Reducción de Emisiones de Mecanismo de Desarrollo Limpio del Protocolo de Kyoto.



conavi

**PROGRAMA ESPECÍFICO
PARA EL DESARROLLO
HABITACIONAL
SUSTENTABLE
ANTE EL CAMBIO
CLIMÁTICO**



II. MARCO JURÍDICO E INSTITUCIONAL

El Plan Nacional de Desarrollo 2007-2012, recoge la Visión México 2030 que expresa una voluntad colectiva de cambio, que es factible y cuyo propósito es alcanzar el Desarrollo Humano Sustentable. Por tanto, en el Plan Nacional de Desarrollo se imprime un enfoque de largo plazo a los objetivos nacionales, las estrategias generales y las prioridades de desarrollo. Con ello, se busca que en el año 2012 el país avance en tiempo y forma hacia el porvenir que los mexicanos visualizan. Para hacer realidad la Visión México 2030 y atender las prioridades nacionales, el Plan Nacional de Desarrollo propone, entre otros objetivos, el de “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”.

La Política Nacional de Vivienda: Hacia un desarrollo habitacional sustentable, 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, mismos ejes a los que se refiere el Plan Nacional de Desarrollo 2007-2012.

En el horizonte 2005 – 2030, se estima que a los 24.8 millones de hogares² existentes se agreguen alrededor de 16 millones que plantearán necesidades de vivienda, con lo que el número de hogares llegará a casi el doble de los registrados en el año 2000. Su ritmo promedio de incorporación oscilará por los 650 mil por año.

Por otro lado, la Ley de Vivienda expedida en junio de 2006 establece el sistema de distribución de competencias en materia de vivienda, así como los instrumentos más importantes a ser incluidos en las políticas sectoriales. Además, define algunos criterios básicos para imprimir una dimensión de sustentabilidad en el desarrollo de la vivienda promovida por entidades de gobierno. De manera relevante a este programa, la Ley de Vivienda apunta que la política nacional de vivienda deberá considerar el respeto al entorno ecológico y la preservación y el uso eficiente de los recursos naturales. Igualmente, postula que debe propiciarse que las acciones de vivienda constituyan un factor de sustentabilidad ambiental, ordenación territorial y desarrollo urbano³ (Artículo 6).

Asimismo, la ley le atribuye a la Comisión Nacional de Vivienda facultades en materia de coordinación, promoción e instrumentación de política, a través de la Política Nacional de Vivienda.

Debe hacerse notar igualmente, que la ley determina criterios de calidad, sustentabilidad y eficiencia energética de la vivienda (Artículo 71), así como un modelo normativo que incluye también consideraciones de sustentabilidad.

² Censo de población y vivienda 2005. INEGI

³ Presidencia de la República. 2006. *Ley de Vivienda*. México

Es importante destacar aquí también, como referencia de contexto, que el Plan Nacional de Desarrollo 2006-2012⁴ plantea en su Objetivo 17 referente al sector vivienda “ampliar el acceso al financiamiento para 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”.

Un elemento de contexto de particular significado lo representa la **Estrategia Nacional de Cambio Climático publicada recientemente en este año 2007**⁵. Ahí, de manera explícita se consideran acciones y políticas en materia de eficiencia energética en el sector vivienda.

Ley de Vivienda

Artículo 38...

VI. Fomentar el desarrollo de sistemas constructivos mejorados y modulados acordes a los patrones culturales y al entorno bioclimático de las regiones;

Artículo 42...

VI. Ejecutar acciones y obras urbanas para la construcción, mejoramiento y conservación de vivienda, así como para la adquisición de suelo;

Artículo 71 *Con el propósito de ofrecer calidad de vida a los ocupantes de las viviendas, la Comisión promoverá, en coordinación con las autoridades competentes tanto federales como locales, que en el desarrollo de las acciones habitacionales en sus distintas modalidades y en la utilización de recursos y servicios asociados, se considere que las viviendas cuenten con los espacios habitables y de higiene suficientes en función al número de usuarios, provea de los servicios de agua potable, desalojo de aguas residuales y energía eléctrica que contribuyan a disminuir los vectores de enfermedad, así como garantizar la seguridad estructural y la adecuación al clima con criterios de sustentabilidad, eficiencia energética y prevención de desastres, utilizando preferentemente bienes y servicios normalizados.*

Las autoridades del Gobierno Federal, las entidades federativas y los municipios en el ámbito de sus respectivas competencias, verificarán que se dé cumplimiento a lo dispuesto en esta Ley en materia de calidad y sustentabilidad de la vivienda, y a las disposiciones legales y reglamentarias correspondientes.

ARTÍCULO 78.- *El modelo normativo, las normas mexicanas aplicables al diseño arquitectónico de la vivienda y los prototipos constructivos deberán considerar los espacios interiores y exteriores; la eficiencia de los sistemas funcionales, constructivos y de servicio; la tipificación y modulación de sus elementos y componentes, respetando las distintas zonas del país, los recursos naturales, el ahorro de energía y las modalidades habitacionales.*

En este tipo de normas se deberá considerar las condiciones y características de habitabilidad y seguridad para los diferentes tipos de vivienda y de sus etapas de construcción.

ARTÍCULO 87...

...

Tratándose de las comunidades rurales e indígenas deberán ser reconocidas y atendidas sus características culturales, respetando sus formas de asentamiento territorial y favoreciendo los sistemas constructivos acordes con el entorno bioclimático de las regiones, así como sus modos de producción de vivienda;

ARTÍCULO 88.- *La Comisión, en coordinación con los organismos de vivienda y con las entidades federales, estatales y municipales fomentará en los programas y proyectos de producción social de vivienda la inclusión de actividades productivas y el desarrollo de actividades generadoras de ingreso orientadas al fortalecimiento económico de la población participante en ellos, de conformidad con lo establecido en las disposiciones aplicables.*

⁴ Presidencia de la República. 2007. *Plan Nacional de Desarrollo*. México.

⁵ Comisión Intersecretarial de Cambio Climático. 2007. *Estrategia Nacional de Cambio Climático*. México.

Este *Programa Específico para el Desarrollo Habitacional Sustentable ante el Cambio Climático* (PEDHSCC) fortalece los compromisos internacionales que ha suscrito México, como son:

- Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático
- Convenio de Viena para la Protección de la Capa de Ozono
- Protocolo de Kyoto de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático
- Declaración de Estocolmo sobre el Medio Ambiente Humano. Adopción: Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Medio Ambiente Humano, 16 de junio de 1972
- Protocolo de Montreal Relativo a las Sustancias Agotadoras de la Capa de Ozono



conavi

PROGRAMA ESPECÍFICO
PARA EL DESARROLLO
HABITACIONAL
SUSTENTABLE
ANTE EL CAMBIO
CLIMÁTICO



III. LA VIVIENDA EN MÉXICO, TENDENCIAS Y PERSPECTIVAS

La vivienda es una expresión elocuente del bienestar de la población, y constituye la base del patrimonio y la convivencia familiar, al tiempo que es la célula del desarrollo urbano. Su emplazamiento, diseño arquitectónico y tecnología determinan no sólo el carácter de las ciudades, sino también sus condiciones de sustentabilidad.

El crecimiento poblacional, cambios en la pirámide demográfica y en la estructura de ingresos de la población determinan la demanda de vivienda, además, desde luego, del deterioro natural del inventario habitacional existente. El factor singular con mayor poder de determinación es sin duda el aumento en el número de personas que demandan vivienda por entrar a la edad de buscar vida en pareja e independencia familiar tanto en términos económicos como sociales

Salta a la vista la distribución regional (por entidad federativa) de esta dinámica demográfica, social y económica. Por mucho, el estado de México habrá de concentrar esfuerzos de desarrollo de vivienda, aunque en menor medida, destacan las proyecciones existentes para Baja California, Veracruz, Jalisco, Distrito Federal, Puebla, Nuevo León y Chiapas. (Figura I)

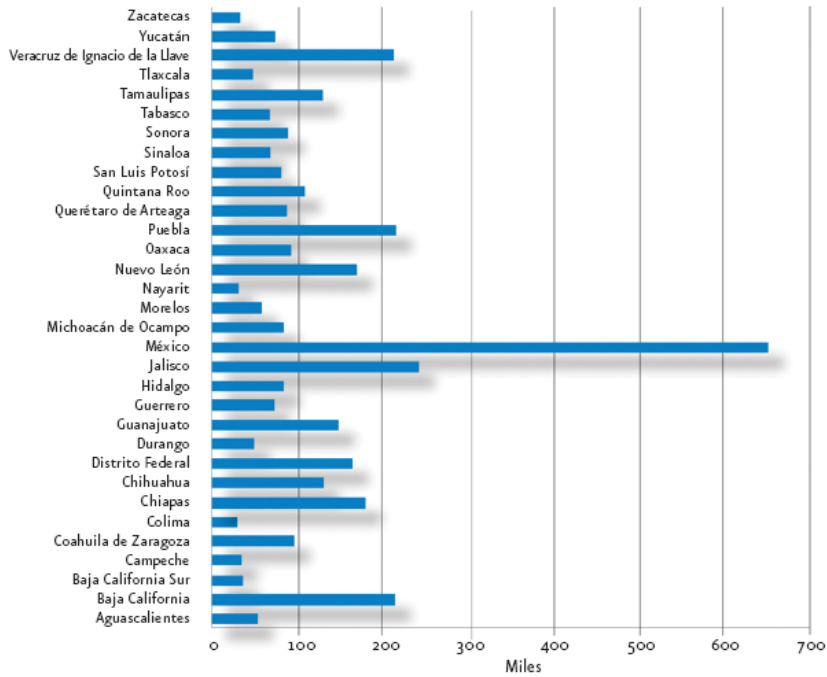
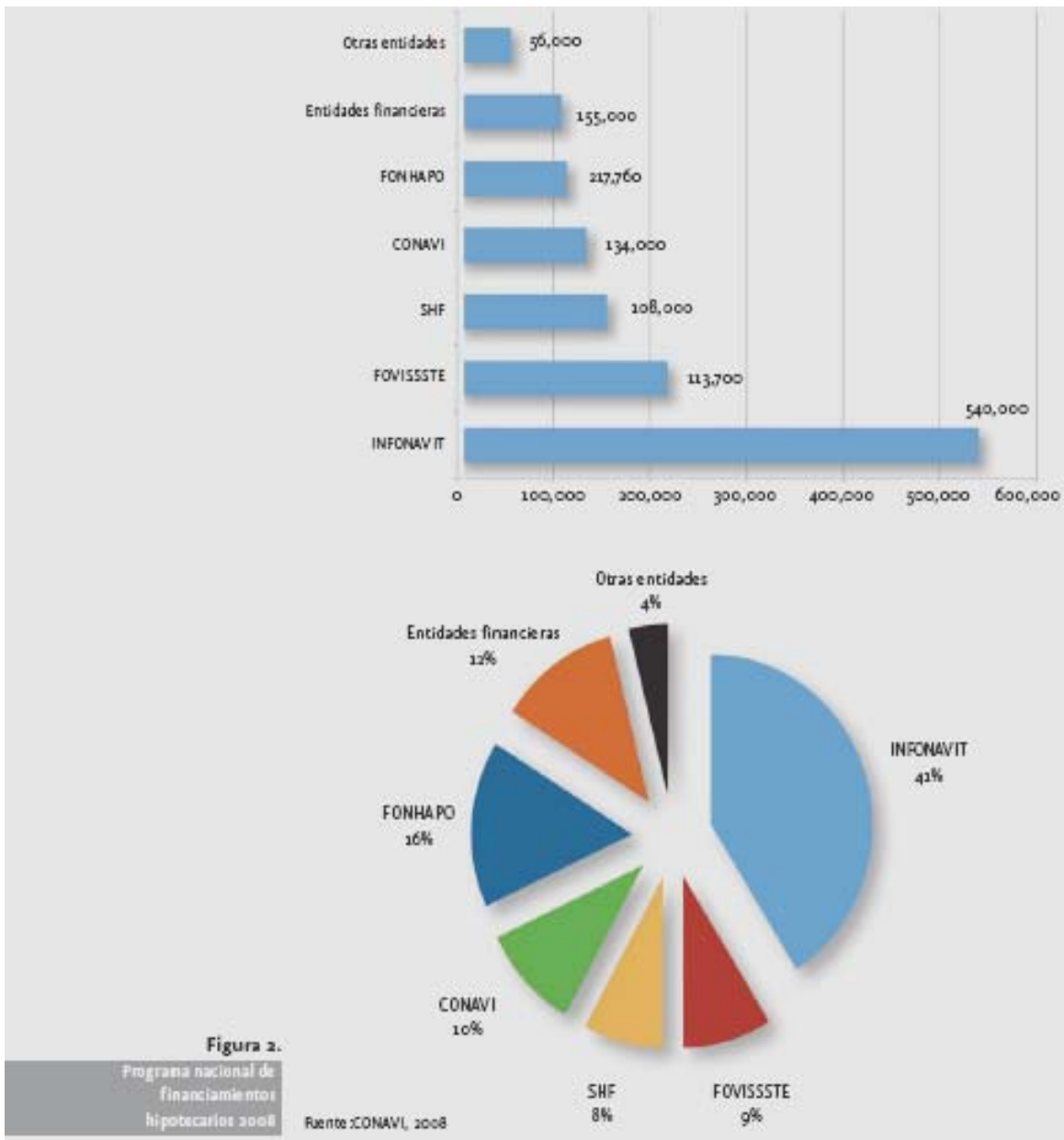


Figura 1.
Necesidades de vivienda nueva
2007-2012

Fuente:CONAVI

Considerando al financiamiento hipotecario como el instrumento de mayor alcance en las políticas de vivienda, es interesante observar su distribución regional con respecto a la demanda proyectada. Por ejemplo, las metas del Programa Nacional de Financiamientos Hipotecarios se distribuyen geográficamente otorgando prioridad al Distrito Federal y a Nuevo León, y después al estado de México y a Baja California. Por cantidad es evidente que México es el que más requiere de vivienda, pero si se relativiza el tamaño de la población, son QROO, BC, BCS, QRO y TAM los primeros cinco lugares y MEX es el onceavo. (Figura 2)



Fuente: CONAVI

El mercado de financiamiento de la vivienda se ha desarrollado vertiginosamente en años recientes, debido a la estabilidad macroeconómica y a un costo accesible del dinero, pero también, al desarrollo de nuevos instrumentos y esquemas de financiamiento hipotecario que se han extendido de manera considerable y puesto al alcance de grandes mayorías de población. De igual forma, la consolidación, diversificación y eficacia de actores institucionales en esta materia ha contribuido a que el financiamiento hipotecario funja como palanca primordial en el sector de la vivienda. (Figura 3)

ENTIDAD FEDERATIVA	INFONAVIT	FOVISSSTE	CONAVI	FONHAPO	ENTIDADES FINANCIERAS	OTROS	TOTAL	INVERSIÓN (MDP)
Aguascalientes	7,340	1,949	2,503	248	5,072	27	17,139	4,595.5
Baja California	24,660	2,282	3,481	818	7,609	70	38,920	10,396.8
Baja California Sur	3,900	1,285	1,103	278	1,733	35	8,334	2,179.7
Campeche	2,900	992	2,236	2,337	2,318	246	11,029	1,847.9
Coahuila	19,475	3,161	6,641	488	9,871	37	39,673	9,392.3
Colima	3,560	1,813	1,086	153	3,090	83	9,785	3,132.8
Chiapas	6,500	2,712	4,034	29,113	5,015	150	47,524	3,985.4
Chihuahua	27,550	1,479	14,103	2,324	13,061	46	58,563	11,482.3
Distrito Federal	46,205	25,176	4,712	170	30,870	2,424	109,557	36,231.5
Durango	7,115	2,119	2,878	1,579	5,429	25	19,145	3,890.9
Guanajuato	21,325	2,967	4,933	10,200	12,467	242	52,134	11,575.6
Guerrero	5,640	4,289	2,188	17,357	5,005	169	34,648	4,634.5
Hidalgo	6,515	3,260	3,825	8,186	11,421	320	33,527	6,580.7
Jalisco	44,995	3,954	6,662	3,161	16,459	96	75,327	20,458.9
México	50,385	12,689	7,738	16,760	15,421	304	103,297	23,936.7
Michoacán	9,590	4,010	4,570	9,408	11,952	89	39,619	7,885.1
Morelos	7,340	2,650	2,246	1,637	5,036	31	18,940	4,705.7
Nayarit	4,860	1,720	2,139	1,165	6,169	19	16,072	4,407.1
Nuevo León	53,030	2,500	7,699	938	15,413	255	79,835	19,611.1
Oaxaca	6,125	3,464	3,664	22,619	3,693	118	39,683	4,062.4
Puebla	16,180	3,341	2,617	23,340	6,283	240	52,001	8,291.6
Querétaro	12,845	1,358	6,488	3,533	9,274	25	33,523	6,323.1
Quintana Roo	9,225	1,979	2,531	1,785	6,426	35	21,981	6,003.9
San Luis Potosí	10,795	2,717	3,110	8,474	7,816	169	33,081	7,006.8
Sinaloa	13,745	2,426	6,273	2,866	6,584	108	32,002	5,803.6
Sonora	18,250	2,190	5,420	1,781	6,583	75	34,299	7,759.8
Tabasco	5,060	1,567	1,457	5,456	2,595	531	16,666	3,180.6
Tamaulipas	22,260	3,142	3,389	1,558	10,154	482	40,985	11,516.0
Tlaxcala	2,850	1,211	1,834	1,174	2,133	118	9,320	1,680.7
Veracruz	17,710	5,911	6,418	30,402	11,743	1,541	73,725	11,102.8
Yucatán	9,395	1,779	4,457	6,775	3,299	82	25,787	4,028.4
Zacatecas	2,675	1,608	1,565	1,677	3,006	8	10,539	2,519.1
No distribuido	40,000					47,800	87,800	11,333.0
Total Nacional	540,000	113,700	134,000	217,760	263,000	56,000	1,324,460	281,542.3

Fuente:CONAVI, 2008

Figura 3.
Programa nacional de
financiamientos hipotecarios



conavi

PROGRAMA ESPECÍFICO
PARA EL DESARROLLO
HABITACIONAL
SUSTENTABLE
ANTE EL CAMBIO
CLIMÁTICO



IV. EL MERCADO DE CARBONO

El mercado de carbono forma parte de un binomio funcional integrado por un “tope” (restricción regulatoria cuantitativa o *cap* como se le conoce popularmente) y por un sistema de transacciones o de intercambio económico de derechos de emisión (*trade*). Adquiere vida a partir de una regulación gubernamental —multilateral establecida en el propio Protocolo de Kyoto— que impone una restricción a las emisiones de CO₂ de los países desarrollados (*cap*), hasta ahora eximiendo a los países en vías de desarrollo, en virtud de la mayor responsabilidad histórica de los primeros. Para que esta regulación se cumpla eficientemente, es decir, minimizando los costos netos, se complementa con un mercado (*trade*). Los gobiernos de países desarrollados asumen la restricción de Kyoto (reducción promedio de emisiones de CO₂ de 5,5% entre 2008 y 2012 con respecto a 1990), y la hacen extensiva a sus empresas más relevantes, las cuales son autorizadas a emitir sólo un volumen determinado de gases de efecto invernadero, principalmente bióxido de carbono. Tales autorizaciones se traducen en títulos denominados *permisos de emisión*, que a su vez pueden ser objeto de transacción en el mercado, lo que asegura su asignación eficiente de acuerdo con las condiciones y expectativas de cada empresa.

Dado que la atmósfera es un sistema global, las reducciones de emisiones de CO₂ tienen el mismo efecto indistintamente de dónde ocurran (pero, los costos marginales de reducción son distintos en cada sector y región, lo que abre grandes posibilidades de eficiencia para un mercado global). Por ello, y para hacer más eficiente el esquema, ofrecer flexibilidad a gobiernos y empresas sujetas a las restricciones de Kyoto, e inducir la participación de países en vías de desarrollo, el Protocolo de Kyoto contempla los mercados de derechos de emisión. Primero, sobresale el Sistema Europeo de Comercio de Emisiones, en el cual se realizan transacciones sobre los permisos de emisión entregados por los gobiernos a las empresas llamados (Derechos de Emisión Europeos) (European Union Allowances) y concedidos hasta ahora, gratuitamente, lo que acarrea importantes distorsiones. En segundo lugar, Kyoto contempla el denominado Mecanismo de Desarrollo Limpio. Éste permite emprender proyectos en países no sujetos a una regulación o *cap* (naciones en vías de desarrollo) que mitiguen emisiones de CO₂, por ejemplo: energía renovable, captura y destrucción de metano y otros gases, reforestación, etc. A partir de ciertos procedimientos analíticos, administrativos, de monitoreo y verificación (por lo demás complejos), tales proyectos, como es el caso de un programa de vivienda sustentable, pueden ser acreedores a Certificados de Reducción de Emisiones o *bonos de carbono* otorgados por las Naciones Unidas.

Los bonos de carbono así producidos se importan al mercado europeo y son adquiridos por gobiernos y empresas de países desarrollados; además, se incorporan a la oferta que ya existe en forma de permisos gubernamentales. Con ello se facilita y hace más eficiente el cumplimiento de las regulaciones derivadas de Kyoto. En conjunto, se trata de una arquitectura institucional sin duda complicada, donde la regulación y el mercado se conjugan con la intención de lograr objetivos ambientales de manera eficiente.

V. EMISIONES DE GASES DE EFECTO INVERNADERO DE LA VIVIENDA EN MÉXICO

Las emisiones de gases de efecto invernadero asociadas a la vivienda se originan en actividades y servicios domésticos como el consumo de electricidad en iluminación y electrodomésticos (emisiones de CO₂ indirectas) y calentamiento de agua para aseo personal y cocción de alimentos. Tales emisiones de CO₂ se distribuyen de la manera como se muestra en la gráfica siguiente.

(Figura 4)

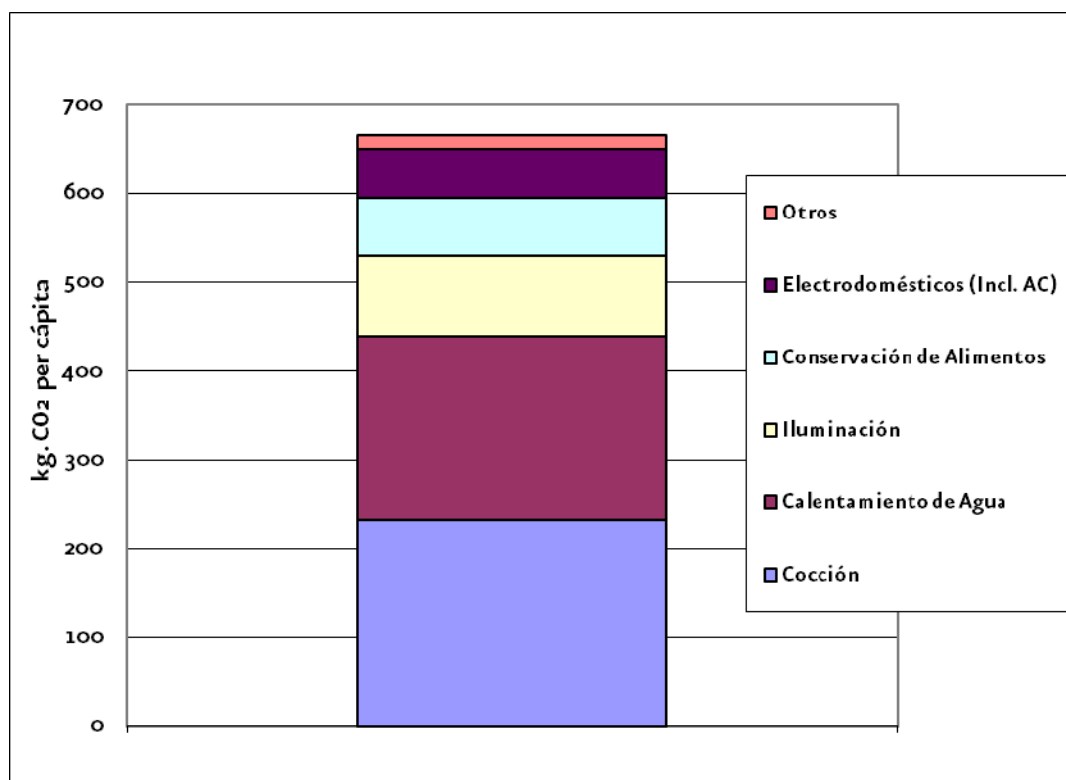


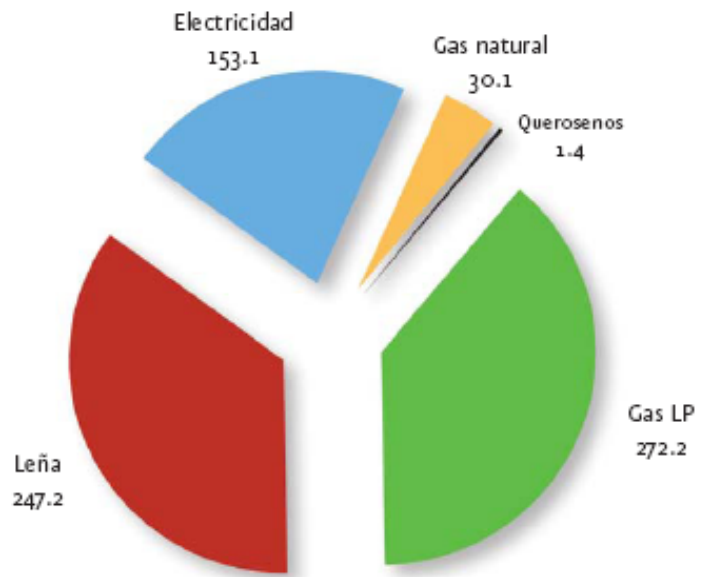
Figura 4. EMISIONES DE BIÓXIDO DE CARBONO EN LAS VIVIENDAS MEXICANA
(FUENTE: Estimaciones de ENTE, S.C.)

Hasta ahora, y salvo la excepción de algunos proyectos aislados, los contenidos tecnológicos de la vivienda de interés social en México corresponden a opciones convencionales seleccionadas por su costo relativamente bajo y su amplia disponibilidad en el mercado. En consecuencia, las emisiones de gases de efecto invernadero y el consumo de agua en la vivienda tienden a alcanzar niveles significativamente más elevados que aquellos que podrían obtenerse con tecnologías de mayor eficiencia.

- ☀ En materia de calentamiento de agua, predominan de manera casi absoluta calentadores de gas integrados con un quemador y una cámara de combustión típicos, más un intercambiador de calor, el piloto y un tanque aislado. Son generalmente calentadores de almacenamiento o de operación instantánea los menos. Su eficiencia de diseño es cercana al 70%, y su vida útil depende mucho de la dureza del agua de suministro y de condiciones ambientales.
- ☀ En lo que respecta a iluminación, se utilizan mayoritariamente lámparas incandescentes de filamento que funcionan al vacío, en las que cerca del 90% de la energía se disipa como calor. Su vida útil es de 1,000 horas en promedio, y su precio es relativamente bajo con respecto a otras alternativas con menor consumo de energía (lámparas fluorescentes compactas).
- ☀ La envolvente de la vivienda es por lo general de tabique o block, que observan una conductividad térmica mucho menos que óptima, lo que obliga a un consumo excesivo de energía en los equipos de aire acondicionado.
- ☀ En refrigeración se han observado avances significativos en los últimos años, gracias a la normatividad en vigor desde 1996, la cual ha sido revisada en dos ocasiones, hasta plantear una reducción en el consumo de electricidad por refrigerador promedio hasta en un 70% durante un período de 10 años. Los refrigeradores nuevos representan ahorros muy significativos en relación a aquellos disponibles durante la década anterior.
- ☀ Los equipos de aire acondicionado prevalecientes funcionan por lo general a través de compresión o de absorción. En el primer caso se fuerza mecánicamente la circulación de un fluido refrigerante dentro de un circuito cerrado en donde existen zonas de alta y baja presión; esto hace que el fluido absorba calor en un sitio y lo disipe en otro. En el segundo, el fluido absorbe calor al cambiar de estado líquido a gaseoso. La mayor parte de los equipos de aire acondicionado instalados en vivienda tienen una eficiencia baja.
- ☀ El consumo de agua es otra fuente de gasto energético, en la medida en que regularmente se requiere de sistemas de bombeo para extraer y conducir el agua, así como para potabilizarla y tratarla. Se estima, por ejemplo, que elevar un volumen diario de un metro cúbico de agua una altura de 10 m requiere de 27 Wh por día.

Actualmente, el sector de la vivienda en México representa un consumo de energía superior a los 700 PJoules al año, que se distribuyen de la manera siguiente de acuerdo al tipo de energético utilizado.

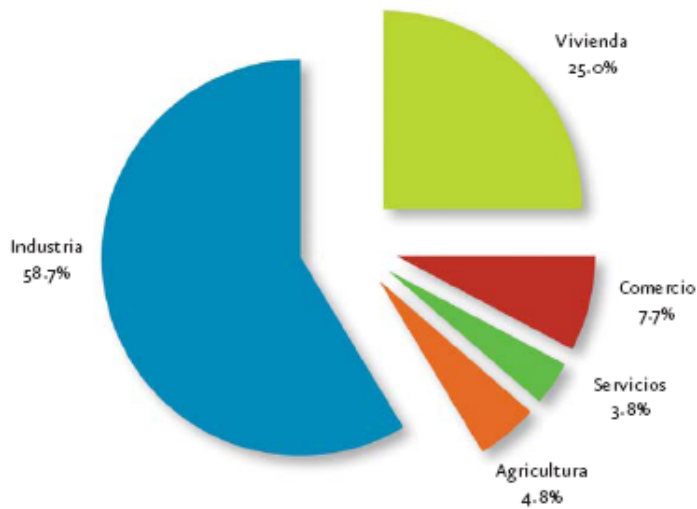
El consumo de electricidad en la vivienda es considerable, y significa alrededor de la cuarta parte del total nacional, que la ubica como el segundo usuario más importante de este energético, después de la industria.



Consumo de energía en el sector residencial

Fuente: SENER. 2006. Balance Nacional de Energía 2005, México.

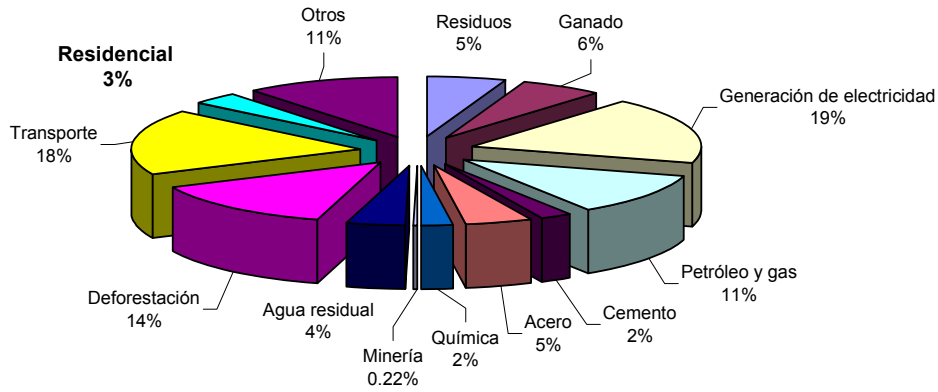
Dado el consumo de energéticos de manera en la vivienda, y su consumo de electricidad generada en el sistema nacional interconectado, las emisiones de GEI en el sector residencial alcanzan de manera directa un 3% del total, y un 8% considerando las emisiones de CO₂ indirectas del sistema eléctrico.



Fuente: SENER. 2006. Balance Nacional de Energía 2005, México.

Consumo de energía por sector en México

Emisiones GEI por uso final/actividad



Emisiones totales 643,183,000 ton CO₂

Fuente: 2006. INE. Semarnat. Inventario Nacional de Emisiones de Gases de Efecto Invernadero

Es relevante precisar las emisiones de GEI por vivienda en México en función de su localización geográfica, ya que el clima determina de manera significativa el consumo de energéticos. En el cuadro siguiente se ilustra lo anterior, y puede hacerse notar cómo las emisiones de GEI son considerablemente mayores en las regiones áridas caracterizadas por temperaturas extremas en el verano, lo que se relaciona con el uso intensivo de aire acondicionado. (Tabla 1)

Ciudad **CO₂ por consumo eléctrico por ciudad (ton/año)**

Tulancingo, Hgo.	0,61
Zacatecas, Zac.	0,73
Ciudad de México, D.F.	0,80
Morelia, Mich.	0,65
Tlaxcala, Tlax.	0,69
Puebla, Pue.	0,75
Pachuca, Hgo.	0,63
Toluca, Mex.	0,65
Xalapa, Ver.	0,69
Aguascalientes, Ags.	0,85
Durango, Dgo.	0,75
León, Gto.	0,80
Oaxaca, Oax.	0,55
Querétaro, Qro.	0,83
Saltillo, Coah.	0,93
San Luis Potosí, SLP.	0,85
Tijuana, BC.	1,09
Chilpancingo, Gro.	0,71
Guadalajara, Jal.	0,84
Guanajuato, Gto.	0,80
Cuernavaca, Mor.	0,91
Tepic, Nay.	0,91
Culiacán, Sin.	1,87
Gómez Palacio, Dgo.	1,23
La Paz, BCS.	2,87
Monterrey, NL.	1,75
Torreón, Coah.	1,35
Mexicali, BC.	4,07
Hermosillo, Son.	2,91
Ciudad Obregón, Son.	2,48
Chihuahua, Chih.	1,53
Ciudad Juárez, Chih.	1,53
Mérida, Yuc.	1,48
Colima, Col.	1,07
Ciudad Victoria, Tmps.	1,59
Mazatlán, Sin.	1,87
Tuxtla Gutiérrez, Chis.	0,88
Acapulco, Gro.	0,95
Campeche, Camp.	1,29
Ciudad Madero, Tmps.	1,78
Cancún, Q. Roo.	1,52
Cozumel, Q. Roo.	1,16
Chetumal, Q. Roo.	1,16
Manzanillo, Col.	1,07
Tampico, Tmps.	1,78
Tapachula, Chis.	1,01

Fuente: PUE, Conavi

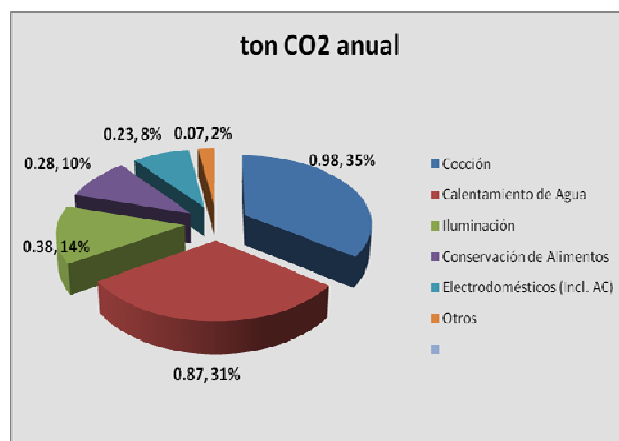


Tabla 1.
CO₂ generado por consumo eléctrico por vivienda por ciudad



conavi

PROGRAMA ESPECÍFICO
PARA EL DESARROLLO
HABITACIONAL
SUSTENTABLE
ANTE EL CAMBIO
CLIMÁTICO



VI. ELEMENTOS TECNOLÓGICOS

En esta sección se plantean las opciones más relevantes en materia de componentes tecnológicos para un programa de vivienda sustentable, orientado a la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero (GEI). Se abordan aquellos relacionados con el calentamiento del agua, iluminación, envolvente, refrigeración y aire acondicionado: En cada caso, se tratan las opciones convencionales y las tecnologías más accesibles tendientes a la reducción de GEI.

1. Calentamiento de agua

Los calentadores de agua que funcionan con gas (ya sea LP o natural) cuentan, básicamente, con un quemador, una cámara de combustión, un intercambiador de calor, un piloto y, según sea el caso, de un tanque aislado. Para transferir la energía del gas al agua, el primero se quema en la cámara de combustión y el calor que de allí resulta es transferido por radiación infrarroja y por convección de los gases calientes al intercambiador de calor (y, en su caso, al tanque). Para regular su funcionamiento, los calentadores de gas tienen integrado un control de temperatura, el cual puede ser automático (termostato), semiautomático (válvula) o de presión.

Los calentadores de agua que funcionan con gas pueden ser de tres tipos: (a) de almacenamiento, (b) instantáneo, y (3) de rápida recuperación. Los de almacenamiento calientan el agua contenida en un depósito de almacenamiento; los de agua instantáneos lo hacen de manera continua a una temperatura uniforme al paso del agua por un serpentín; y los de rápida recuperación calientan el agua de manera continua a una temperatura uniforme, al pasar el agua por uno o más intercambiadores de calor.

1.1 *Tecnología convencional (equipos que operan con gas)*

1.2 Tecnología reductora de GEI (calentadores solares)

Un calentador solar es un dispositivo que capta la radiación solar, la transforma en energía térmica y la transfiere a un fluido de trabajo, generalmente agua. A su vez, los calentadores solares pueden clasificarse en dos tipos distintos:



Colectores solares planos. Estos equipos funcionan captando la energía solar en aletas o placas captadoras conectadas térmicamente a tubos por donde circula el fluido a calentar. Los tubos generalmente corren en paralelo y comienzan y terminan en un cabezal común. Las aletas y los tubos pueden ser de una variedad de materiales, predominando el cobre, el plástico y el aluminio. Los colectores solares planos pueden ser utilizados como placas o dentro de cajas aisladas térmicamente. En este segundo caso la cara expuesta al sol tiene una cubierta transparente, la cual puede ser de vidrio o de un material plástico. Los colectores solares que se utilizan sin caja sirven para aplicaciones donde se requiere subir la temperatura del agua a temperaturas relativamente bajas, como es el caso de las albercas.



Calentadores solares de tubos evacuados. Estos equipos están integrados por elementos compuestos de dos tubos de 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 con una capa especial que absorbe la energía solar; al interior de este tubo pasa el fluido a calentar. El espacio entre los dos tubos es evacuado para dar lugar al vacío y sirve como aislante térmico.

Estos equipos pueden venir acompañados de un tanque aislado térmicamente, que es donde se acumula el agua caliente para ser usada posteriormente. Igualmente, los sistemas pueden ser de circulación forzada por una bomba o de tipo termosifónico, que quiere decir que el agua circula empujada por las diferencias de presión que se dan por los diferenciales de temperatura entre la parte baja del colector y la superficie del agua en el tanque.

2. Iluminación

2.1. Tecnología convencional (sistemas incandescentes)

En una lámpara incandescente la luz es producida por medio del 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 son las que funcionan al vacío. Existen también las lámparas de tungsteno-halógeno, las cuales son más eficientes porque se ha adicionado gas halógeno.

Las lámparas fluorescentes son más eficientes que las incandescentes y 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. Para funcionar, estas lámparas requieren de un balastro que provee de 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 (ground state) y producen fotones de radiación ultravioleta. Estos fotones de radiación ultravioleta 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. Las lámparas fluorescentes se encuentran en el mercado con presentaciones para uso principalmente comercial (separadas de los balastros) y en presentaciones de tipo compacto (que integran balastros) y que se usan en aplicaciones diversas en todo tipo de instalaciones (incluyendo los hogares).

2.2 Tecnología reductora de GEI (sistemas fluorescentes)

Una comparación de la potencia eléctrica necesaria para iluminar el equivalente a 600 lúmenes permite comparar la potencia (que refleja directamente la eficiencia) con la que operan las lámparas arriba referidas (Tabla 2).

Tipo de lámpara	Potencia (Watts)	Vida útil (horas)	Índice de Rendición de Color (CRI)
Incandescente	60-35	750 a 2,500	Excelente
Lámpara fluorescente compacta	12-9	8,000 a 10,000	Bueno

Tabla 2. Estimación, por tipo de lámpara, de la potencia en watts necesaria para 600 lúmenes⁶

Para aproximarnos al potencial de ahorro de energía en la iluminación de hogares es útil establecer la rentabilidad de cambios de lámparas incandescentes por fluorescentes compactas. En este sentido son cuatro las variables que determinan la rentabilidad de una medida de ahorro de energía (en este caso relativa a la iluminación):

- ☀ La energía que se puede ahorrar, lo cual se establece en función de los parámetros energéticos de la tecnología utilizada y de la que la puede sustituir, y del patrón de uso de la misma.
- ☀ La tarifa o precio de la energía que utiliza, lo cual permite establecer el valor monetario de lo que se puede ahorrar.
- ☀ El costo de la modificación o de la sustitución del equipo o sistema; y
- ☀ La tasa de retorno que espera quien hace la inversión para ahorrar energía.

En lo que se refiere a lámparas éstas tienen precios y características como se indican en la Tabla 3.

⁶ El Lumen (símbolo: lm) es la unidad para medir el flujo luminoso. La relación entre vatios y lúmenes se llama equivalente luminoso de la energía (1 wattluz a 555 nm = 683 lm, donde 555 nm representan 555 nanómetros, valor que corresponde a la longitud de onda del verde en la luz visible).

Tipo	Vida útil horas (h)	Watts (W)	Precio (\$)
Incandescente	1 000	60	5
Fluorescente compacta	6 000	15	60

Tabla 3.
Precios y características de lámparas de uso doméstico

La cantidad de energía que se puede ahorrar por cambio de lámparas puede ser significativa, en particular para lámparas que operan varias horas por día (Tabla 4).

Tabla 4.
Estimado de ahorro anual de energía por horas de uso al día (para la sustitución de una lámpara incandescente de 60w por una fluorescente compacta de 15w).

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

Esto significa que, aún para tarifas eléctricas con subsidio que representan cerca de 0,5 pesos/kWh, una lámpara que se utiliza 8 h por día puede estar ahorrando en un año un monto mayor al de su costo de compra, lo que hace evidente la rentabilidad de la sustitución de lámparas incandescentes por lámparas fluorescentes compactas. Por supuesto, para aquellos que pagan el costo real de la electricidad (que es cuatro veces mayor), la rentabilidad de la inversión en una lámpara fluorescente compacta es sumamente alta (Figura 3).

3. Envoltente

3.1 Tecnologías convencionales (Conductividad térmica)

La conductividad térmica de los materiales convencionales es con frecuencia considerable, lo que favorece el intercambio de calor entre el interior de la vivienda y el medio ambiente. (Tabla 5)

Tabla 5.
Conductividad térmica de algunos materiales

Material	CONDUCTIVIDAD (BTU-in)/h-ft ² -F
Aire (sin mover)	0,2
Aluminio	1400,0
Ladrillo	5,0
Mármol	20,6
Lana mineral	0,33
Vidrio	

3.2 Tecnología reductora de GEI (materiales aislantes)

Una forma de representar la conductividad de un material es por medio del coeficiente de transferencia de calor (K), el cual, a diferencia de la conductividad térmica, no depende del espesor de material.⁶ Para propósitos de simplificación de cálculo de flujo de calor a través de una superficie se ha establecido un “Valor R”. El valor R es inversamente proporcional a la conductividad (k) y directamente proporcional al espesor del material (t). En términos unitarios, el valor R se mide por unidad de área (ft² o m²), por unidad de temperatura absoluta (grados Kelvin o Celsius) entre flujo de calor (BTU/h o Watts).

Con este parámetro se puede establecer, por unidad de área de una componente dada de envolvente de una construcción (pared, ventana o techo), el efecto de aislamiento térmico como directamente proporcional al diferencial de temperatura (ΔT). En el cuadro siguiente se ilustran opciones tecnológicas de aislamiento térmico.

Tipo de aislamiento	Densidad Aparente kg/m ³	Conductividad Térmica a 25° C de temperatura media		Resistencia Térmica a 1" (2,5 cm) de espesor	
		W/ m °C	k BTU in / ft ² h °F	RSI °C m ² / W	R ft ² h°F / BTU
Espuma Elastomérica	60	0,039	0,270 5	0,65	3,7
Fibra de vidrio	19 a 30	0,040	0,277 0	0,64	3,6
Fibra Mineral	30 a 50	0,037	0,257 0	0,69	3,9
Poliestireno expandido	15	0,037	0,257 0	0,69	3,9
Poliestireno extruido	33	0,029	0,201 0	0,88	5,0
Poliuretano conformado	32	0,026	0,180 0	0,98	5,5

Tabla 6.
Características de diversos materiales aislantes

3.2.1 Los requerimientos de Valor R.

Una vez establecida a qué zona climática pertenece la localidad donde se ubica el espacio construido que se está analizando se puede definir el Valor R sugerido. Para la International Energy Conservation Code se definen valores diferenciados para edificios comerciales y casas habitación. Se puede calcular el valor R para los componentes de una edificación (Tabla 7).

⁶ Esta es la forma en la cual está definido en la NOM-008 (y en unidades del Sistema Métrico Decimal).

Tabla 7.
Requerimientos de aislamiento mínimo (Valor R) por componente (tomado de la Tabla 402.1 del International Energy Conservation Code 2004)

Zona Climática	Techos	Pared con marco de madera	Muro Masivo	Piso	Pared en Sótano
1	30	13	3	13	0
2	30	13	4	13	0
3	30	15	5	19	0
4 excepto Marina	38	15	5	19	10/13
5 y Marina 4	38	21 o 15 + 5	13	30	10/13
6	49	21 o 15 + 5	15	30	10/13
7 y 8	49	21	19	30	10/13

Tabla 8.
Requerimientos de aislamiento mínimo (Valor R) para edificios no residenciales – elementos opacos (tomado de la Tabla 402.1 del International Energy Conservation Code 2004)

Zona climática	1	2	3	4	5 y 6	7	8	
	excepto Marina							
	Marina				4			
Techos								
Aislamiento completamente encima de cubierta	R-15 ci	R-15 ci	R-15 ci	R-15 ci	R-20ci	R-20ci	R-25ci	R-25ci
Edificios de metal (con ladrillo térmico R-5)	R-19+ R-10	R-19	R-19	R-19	R-19	R-19	R-19 + R-10	R-19 + R-10
Atico y otros	R-30	R-30	R-30	R-30	R-30	R-30	R-38	R-38
Paredes								
Masivas	NR	NR	R-5.7 ci	R-5.7 ci	R-7.6ci	R-9.5ci	R-11.4ci	R-13.3ci
Edificios de Metal	R-13	R-13	R-13	R-13	R-13 + R-13	R-13 + R-13	R-13 + R-13	R-13 + R-13
Enmarcado de metal	R-13	R-13	R-13	R-13	R-13 + R-3.8ci	R-13 + R-3.8ci	R-13 + R-3.8ci	R-13 + R-7.5ci
Enmarcado de madera y otro	R-13	R-13	R-13	R-13	R-13	R-13	R-13	R-13 +

Tabla 9.
Pulgadas equivalentes de
aislamiento para R=5,7 y R=15,0

Material del aislamiento	Espesor de los elementos de la envolvente (en pulgadas)	
	Pared (R-5)	Techo (R-30)
Espuma Elastomérica	1,3	8,2
Fibra de vidrio	1,4	8,4
Fibra Mineral	1,3	7,6
Poliestireno expandido	1,3	7,6
Poliestireno extruido	1,0	6,0
Poliuretano conformado	0,9	5,4

Cabe comentar la existencia de la Norma Oficial Mexicana 018 ENER 1997, que tiene por objeto establecer las características y métodos de prueba que deben cumplir los materiales, productos, componentes y elementos termoaislantes, para techos, plafones y muros de las edificaciones. La NOM es aplicable a los materiales, productos, componentes y elementos termoaislantes, de fabricación nacional o de importación con propiedades de aislante térmico para techos, plafones y muros de las edificaciones, producidos y comercializados con ese fin.

La experiencia que se ha tenido en Mexicali, Baja California para varias decenas de miles de hogares demuestra que una vivienda con aislamiento puede reducir 30% o más en su consumo de energía. Esto, por supuesto, depende de las características de la vivienda y de las condiciones climáticas de la localidad y puede ser evaluado con relativa precisión con simulaciones en computadora.

4. Aire Acondicionado

El acondicionamiento de aire consiste en regular las condiciones en cuanto a la temperatura, humedad y limpieza (renovación, filtrado).

Las máquinas de aire acondicionado funcionan por compresión o por absorción. La refrigeración por compresión 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 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.

4.1 Tecnologías convencionales

El sistema de refrigeración por absorción es un medio de producir frío que aprovecha que ciertas sustancias absorben calor al cambiar de estado líquido a gaseoso. Así como en el sistema de compresión el ciclo se hace mediante un compresor, en el caso de la absorción, el ciclo se basa físicamente en la capacidad que tienen algunas sustancias, como el bromuro de litio, de absorber otra sustancia, tal como el agua, en fase de vapor. Otra posibilidad es emplear el agua como sustancia absorbente (disolvente) y la absorbida (soluto) es el amoníaco.

Los elementos mínimos de un equipo de aire acondicionado incluyen a 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 calor en un lugar y disiparlo en otro, principalmente mediante un cambio de líquido a gas y viceversa. Igualmente, incorporan un compresor como dispositivo mecánico que bombea y comprime el fluido refrigerante, creando una zona de alta presión y generando el movimiento del refrigerante en el sistema. También cuentan con un condensador que es un serpentín de cobre con laminillas de aluminio a modo de disipadores de calor. Es un intercambiador y su función consiste en liberar o disipar el calor del refrigerante al ambiente. Adicionalmente, integran un evaporador, que también es un serpentín de presentación variable. En los equipos de acondicionamiento de aire es muy similar al condensador, pero en los refrigeradores domésticos suele ir oculto en las paredes del congelador. Es otro intercambiador y su función es que el refrigerante absorba calor del área refrigerada. Por último, se destaca el dispositivo regulador de presión, que según el caso puede ser una válvula de expansión, un tubo capilar o un restrictor. Su función consiste en controlar el paso del refrigerante desde al área de alta presión a la de baja presión. Mediante este dispositivo el refrigerante se expande reduciendo su presión y temperatura, además regula el caudal de fluido refrigerante. Como elementos anexos se presentan un termostato y un ventilador.

Una medida de la capacidad de refrigeración es la Tonelada de Refrigeración (TR), la cual equivale a la extraer 12,000 BTU en una hora (BTU/h). Los equipos de para uso residencial vienen en tamaños que van, fundamentalmente, de media a dos y media toneladas. Estos equipos salen al mercado una variedad de EER, con valores que van de 8,5 hasta 12,0, aunque en México existe un amplio mercado de equipos de segunda mano que con EER menores a los de los equipos nuevos de baja eficiencia.

4.1 Tecnologías convencionales

Existen equipos de aire acondicionado con alto rendimiento EER (Energy Efficiency Ratio), que es 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 6,000 BTU/h (media TR) con una EER de 10, entrega 6,000 BTU por hora y utiliza 600 W. En este contexto existen equipos de aire acondicionado para uso residencial de alto rendimiento, y que utilizan mayormente dos tipos de sistemas: de ventana (o unitarios) y los de tipo split.

- ☀ **Tipo ventana.** Son aquellos que vienen en una sola pieza y son colocados en una ventana o en una apertura en la pared con la parte que contiene el condensador afuera y la que contiene el evaporador adentro.
- ☀ **Tipo split.** Estos equipos se integran de una o varias unidades para colocar o fijar en el interior de la vivienda. Cada unidad interior se conecta a través de un tubo, que contiene varios tubos y cables, con la unidad exterior.

Los equipos de alto rendimiento para uso residencial disponibles en el mercado vienen en tamaños que van, fundamentalmente, de media a dos y media toneladas y con valores que igualan y/o superan el EER igual a 12,0.

5. Energía fotovoltaica

La energía generada por un módulo, panel ó arreglo FV depende de la potencia del módulo individual y de la cantidad de radiación solar disponible en el sitio así como de factores geográficos y de orientación.

En un día despejado y en latitudes como las de México, el Sol irradia al mediodía solar alrededor de $1,000 \text{ W/m}^2$ a un plano normal a su incidencia en la superficie de la Tierra. Asumiendo que los paneles fotovoltaicos actuales tienen una eficiencia promedio del 12%, esto supondría una potencia de 120 W/m^2 . Asimismo, y considerando la energía que esto representa a lo largo de varias horas, esto significa que, con dos metros cuadrados de un sistema de este tipo, en diez horas de operación se pueden disponer de cerca de $0,6 \text{ kWh/día}$, que es suficiente para alimentar a un refrigerador pequeño.

6. Ahorro de agua

6.1. Ciclo institucional del agua

Los sistemas e infraestructuras de agua, y el agua misma presentan condiciones institucionales que determinan posibilidades de uso eficiente y sustentable.⁷ (Figura 8)

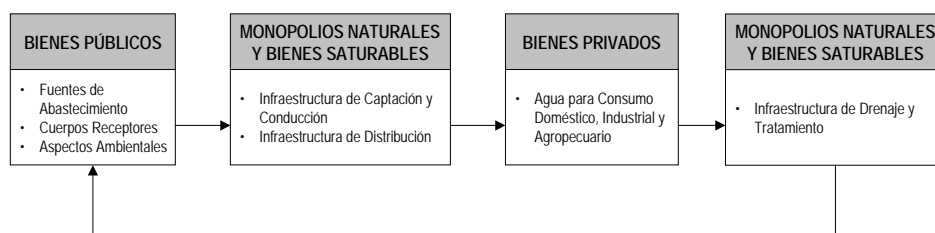


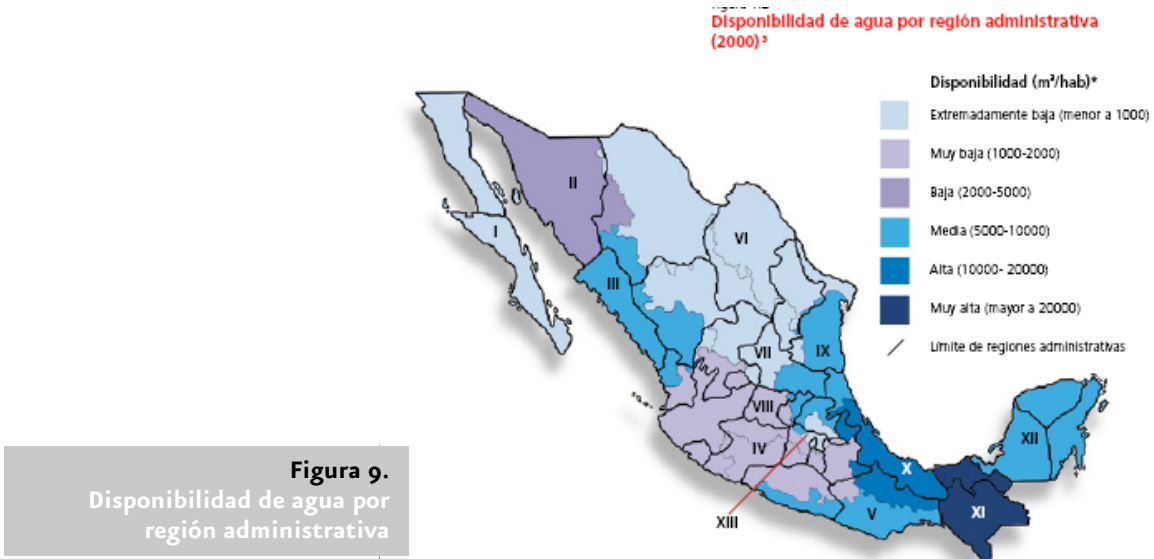
Figura 8.
Ciclo institucional del agua

Es obvio que de la observación del ciclo anterior pueden deducirse distintas necesidades de política y opciones institucionales. En los bienes públicos asociados a fuentes de abastecimiento, cuerpos receptores y valores ambientales, por un lado, es indispensable la regulación del Estado. Aquí también aparecen opciones de propiedad estatal o nacional que a su vez pueden ser objeto de concesión o de privatización, y por tanto, de intercambio económico por medio de transacciones o mercados. En los monopolios naturales – referidos fundamentalmente a infraestructuras de distinto tipo, se requiere de entidades únicas que las operen, sean públicas o privadas, bajo regulación y supervisión del Estado o de organizaciones de usuarios. A su vez, cuando el agua ha sido puesta en disponibilidad para individuos y familias en las viviendas a través de tomas domiciliarias, se convierte en un bien

⁷ Quadri. G. 2006. *Análisis comparativo de políticas relacionadas con el sector agua*. Banco Mundial México.

privado exclusivo y rival, que puede ser objeto de cobro como cualquier otro bien privado. El cobro correspondiente a niveles adecuados debe ser suficiente para financiar todo el ciclo, sin embargo, por lo general, es factible utilizar normas y programas gubernamentales para llegar a niveles altos de eficiencia en su uso. Por último, una vez utilizada el agua, debe ser desalojada de alguna forma, y muy frecuentemente tratada o descontaminada por medio de infraestructuras que, nuevamente, son monopolios naturales y bienes saturables que deben operar bajo regulación y supervisión.

En este contexto, debe recordarse que el territorio nacional observa una gran diversidad de climas y disponibilidades 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. En cualquier caso, el promedio en México es relativamente bajo, menor a cinco mil metros cúbicos anuales por habitante.⁸ (Figura 9)



⁸ CNA. 2007. *Estadísticas del Agua en México*. SEMARNAT.

Además de la 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 las pérdidas en las ciudades alcanzan en promedio un 40% del agua suministrada a las redes de distribución. Esto es relevante en la medida en que el uso de agua para abastecimiento público representa el 14% del total nacional. (Figura 10)

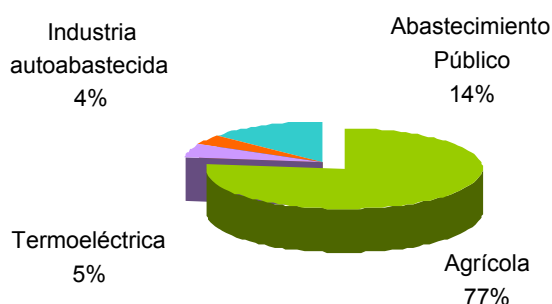
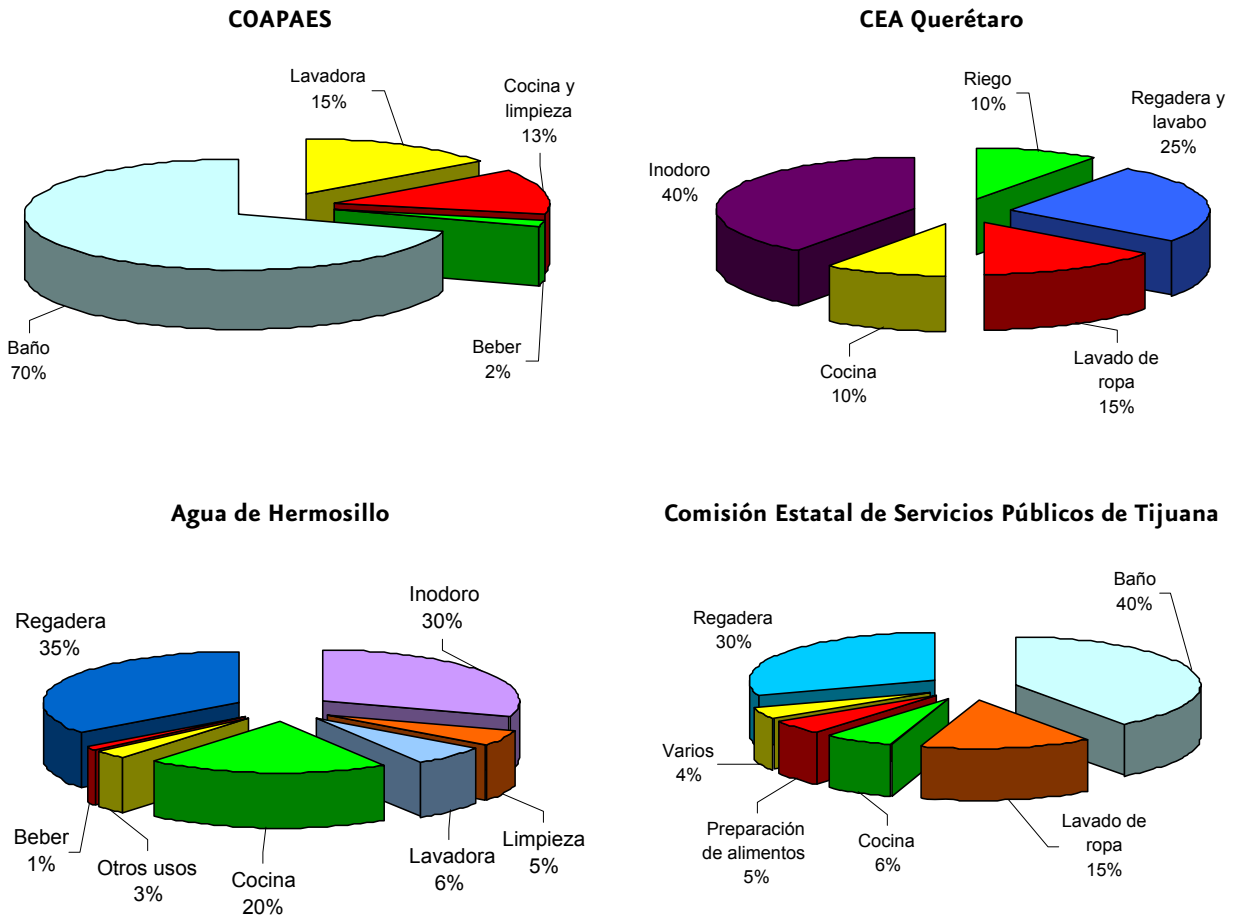


Figura 10.
Distribución porcentual de los volúmenes concesionados para usos consuntivos, 2006

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

Los problemas de disponibilidad se agravan por la contaminación tanto de fuentes superficiales como subterráneas. Se estima que una vivienda con cinco habitantes con un consumo promedio de 200 L 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 para su utilización en la vivienda 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 dentro de la vivienda está notablemente concentrado en la regadera y en el sanitario (alrededor de un 70% del consumo total), lo que hace imperativo promover ahí dispositivos de ahorro, de manera prioritaria. (Figura 11)



Fuente: Guía CONAVI. *Uso eficiente del agua en desarrollos habitacionales.*

Figura 11. DISTRIBUCIÓN DEL USO DEL AGUA EN LA VIVIENDA

Por otro lado, cabe resaltar también que casi el 75% de las fugas de agua asociadas a la vivienda se presentan en las tuberías de la toma domiciliaria, el 10% en la inserción a los ramales secundarios de la red, y el resto a las válvulas, codos y coples.

Es obvia la contribución que la vivienda puede hacer al uso eficiente del agua en México. Además, desde luego, con organismos operadores capaces y con tarifas realistas en los sistemas de agua en las ciudades de nuestro 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:

- ☀️ Regaderas de bajo consumo con el sistema de “teléfono” y cebolletas que permiten una reducción en el consumo de hasta un 50% sin reducir la presión.
- ☀️ Inodoros que cumplan con la NOM-009-CNA, vigente, que utilicen eliminadores de fugas y que cuenten con un sistema de doble descarga para líquidos y sólidos. En el primer caso la descarga es de 3 litros, mientras que en el segundo es de 6.
- ☀️ Mezcladoras monomando en lavamanos y cocinas
- ☀️ Plantas de tratamiento de aguas residuales en los desarrollos de vivienda que permitan cumplir con la NOM-003-SEMARNAT, vigente, para el uso de las aguas tratadas en el riego de jardines. Esto implica todo el proceso, que consiste en: 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 re utilización de aguas negras en riego de jardines.
- ☀️ Captación de agua pluvial en techos, con el diseño adecuado para facilitar los escurrimientos, canaletas adosadas en los bordes más bajos del techo, mallas, interceptores de primeras aguas de lavado y tanques de almacenamiento.

6.2. Consumo de energía en el bombeo de agua

Elevar un volumen de un metro cúbico de agua por día (que es lo que, más o menos, consume diariamente una familia promedio de cuatro personas en México) a una altura de diez metros (equivalente a la altura de un tinaco en un segundo piso) requiere de 27 Wh.

Esto, multiplicado por los 365 días del año, da casi 10 kWh al año. Ahora bien, si consideramos que el sistema de bombeo tiene, una eficiencia de 50%, nos da el doble de energía, es decir 20 kWh. Ahora bien si se tiene que extraer el agua de pozos o subirla a varios cientos de metros (como es el caso del Sistema Cutzamala, que se ubica a más de un kilómetro de distancia vertical de la Ciudad de México) resulta que la distancia que sube el agua no es de 10 m sino que varios cientos de metros. Así, lo que eran 20 kWh por vivienda terminan siendo hasta 2,000 kWh, el cual es un valor superior a la energía que se consume directamente en la vivienda.

VII. LÍNEAS BASE DE EMISIONES DE CO₂ EN EL SECTOR VIVIENDA

1. Calentamiento de Agua

De manera simple, la energía necesaria para elevar la temperatura de una cantidad de agua (m) en un gradiente de temperatura (ΔT) se define por la fórmula:

$$E = m \cdot C_p \cdot \Delta T$$

Donde C_p es el calor específico del agua (4,186 kJ/kg °C), m está expresado en peso y ΔT en grados centígrados.

Considerando que una masa de un kilogramo de agua es equivalente a un litro, por cada grado centígrado que sube la temperatura de un litro de agua se necesita la energía que se anota en la Tabla 9.

Tabla 9.
Energía necesaria para elevar un litro de agua un 1 grado centígrado

Unidades	Cantidad de energía
kj	4,186
BTU	3,97
kWh	0,33 x 10e-3

Considerando:

- ☀ Consumo de agua caliente por habitante 60 (litros/día)
- ☀ Un incremento de temperatura de 35 °C
 - Temperatura de salida del calentador doméstico 50 °C
 - Temperatura de entrada al calentador doméstico (ambiente) 15 °C
 - 4 habitantes por vivienda

Se estima que el consumo promedio mensual de energía por vivienda para calentamiento de agua es de 1,055 MJ.

Para estimar la cantidad de gas consumido por vivienda se considera la siguiente relación:

$$C_{gas} = (E/PC) / Eff$$

Donde:

- ☀️ C_{gas} = consumo de gas por mes
- ☀️ E = consumo promedio mensual de energía por vivienda (1,055 MJ)
- ☀️ PC = poder calorífico del combustible
 - Gas LP = 44 MJ/kg
 - Gas Natural = 35,4 MJ/m³
- ☀️ Eff = Eficiencia del calentador
 - Calentador nuevo → 74% (NOM-003-SENER)
 - Calentador promedio → 50%⁹

Así, el consumo mensual estimado de gas para calentamiento de agua varía de 32,4 kg a 48 kg de gas LP y 40,1 m³ a 59,6 m³ de gas natural por mes por vivienda. (Tabla 10)

Condición del calentador de agua	Consumo mensual		Emisiones de CO ₂ anuales (TonCO ₂)	
	Gas LP (kg)	Gas natural (m ³)	Gas LP	Gas natural
Nuevo	32,4	40,1	1,18	0,90
En uso	48,0	59,6	1,76	1,34

En este caso se supone que la utilización de los calentadores solares reduce a cero las emisiones de CO₂.

⁹ Se considera que en la vida útil de un calentador hay una disminución significativa de la eficiencia por falta de mantenimiento (quemadores y acumulación de sarro en tanques).

2. Iluminación

Se supone que la sustitución sea de cinco lámparas incandescentes de 60 W para tres condiciones uso, por lo que las emisiones de CO₂ se estiman en 0,23 Ton CO₂/año. Tabla 11

Tabla 11.
Estimado de emisiones de CO₂ por vivienda por uso de lámparas incandescentes de 60W

No de lámparas	Horas de uso por día	Consumo anual (kWh)	Emisiones de CO ₂ (TonCO ₂ / año)
1	10	219,0	0,140
2	4	87,6	0,057
2	2	43,8	0,029
TOTAL		350,4	0,228

Suponiendo que la sustitución sea de cinco lámparas incandescentes de 60 W por fluorescentes compactas de 15 W para tres condiciones uso, que las emisiones de CO₂ se estiman en 0,057 Ton CO₂/año. Tabla 12

Tabla 12.
Estimado de emisiones de CO₂ por vivienda por uso de lámparas fluorescentes compactas de 15W

No de lámparas	Horas de uso por día	Consumo anual (kWh)	Emisiones de CO ₂ (TonCO ₂ / año)
1	10	54,8	0,036
2	4	21,9	0,014
2	2	11,0	0,007
TOTAL		87,6	0,057

3. Envoltente

Un conjunto de simulaciones del comportamiento térmico, de las necesidades de aire acondicionado y del consumo de energía de una vivienda de interés social en cuatro ciudades de la República Mexicana muestran un potencial de reducción del consumo de energía para aire acondicionado por el uso de aislantes en alrededor de 30%. (Tabla 13)

Tabla 13.
Estimados de consumo de electricidad para viviendas con y sin aislante térmico

Ciudad	Consumo anual de energía eléctrica para AC		% Diferencia
	Sin aislante	Con aislante	
Acapulco	6,749	5,004	26%
Hermosillo	4,879	3,396	30%
Mexicali	4,077	2,683	34%
Monterrey	3,588	2,422	32%

Utilizando los valores de las simulaciones de una vivienda de interés social en cuatro ciudades de la República Mexicana se establecen las emisiones de CO₂ por consumo de energía para aire acondicionado en las viviendas sin aislamiento térmico, las cuales varían de 2,33 TonCO₂/año a 4,39 TonCO₂/año. (Tabla 14)

Ciudad	Consumo anual (kWh)	Emisiones de CO ₂ (TonCO ₂ /año)
Acapulco	6,749	4,39
Hermosillo	4,879	3,17
Mexicali	4,077	2,65
Monterrey	3,588	2,33

Tabla 14.

Estimado de emisiones de CO₂ por vivienda por uso de aire acondicionado (sin aislamiento)

Se considera la instalación de aislante térmico con una resistencia térmica (R-15) sobre la losa y un (R-6) en los muros. (Tabla 15)

Ciudad	Consumo anual (kWh)	Emisiones de CO ₂ (TonCO ₂ /año)
Acapulco	5,004	3,25
Hermosillo	3,396	2,21
Mexicali	2,683	1,74
Monterrey	2,422	1,57

Tabla 15.

Estimado de emisiones de CO₂ por vivienda por uso de aire acondicionado (con aislamiento)

4. Aire acondicionado

Haciendo un ejercicio simple de cálculo de ahorro de energía en equipos nuevos por uso de equipo de alta eficiencia versus baja eficiencia de media tonelada (6,000 BTU/h) y para un estimado de 4,000 h de operación al año, se estima una diferencia de consumo de energía de 1,647 kWh . Esto equivale a 1,1 TonCO₂ por año por cada tonelada de refrigeración (que es lo que se estima estaría instalado en una vivienda del tamaño de una de interés social). (Tabla 16)

Equipo	Capacidad (Ton)	EER	Demanda eléctrica (kW)	Horas de operación (h/año)	Consumo (kWh)	Emisiones (Ton CO ₂ /año)
Unidad de baja eficiencia	1	8,5	1,41	4,000	5,647	3,67
Unidad de alta eficiencia	1	14	1,00	4,000	4,000	2,60
Diferencia	-	-	0,41	-	1,647	1,07

Tabla 16.

Comparación entre equipos nuevos de una tonelada de capacidad de refrigeración¹

5. Energía fotovoltaica

Se considera que la línea base corresponde a la energía que sustituye el sistema fotovoltaico; y puede suponerse que las emisiones de CO₂ con la aplicación del sistema fotovoltaico son nulas.

6. Agua, ahorro de energía y reducción de emisiones de CO₂

Ahorrar agua en una vivienda puede representar un ahorro significativo de energía. En términos simples, por cada cien litros diarios que se ahorren en una vivienda representará 20 kWh por cada 100 m de distancia vertical entre el nivel de la vivienda y el nivel de la superficie de la fuente del agua potable.

Este ahorro, sin embargo, no se refleja en las facturas eléctricas de la vivienda sino en el sistema de bombeo municipal.



conavi

**PROGRAMA ESPECÍFICO
PARA EL DESARROLLO
HABITACIONAL
SUSTENTABLE
ANTE EL CAMBIO
CLIMÁTICO**



VIII. PROGRAMA MDL DE VIVIENDA SUSTENTABLE

1. Desarrollo económico, proyectos y programas de GEI

Compatibilizar expectativas de desarrollo económico con la disminución absoluta o relativa en las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) requiere de políticas sectoriales diseñadas ex profeso para ello. La implicación técnica es la *descarbonización* del crecimiento económico y la difusión masiva de nuevas tecnologías y conductas por parte de usuarios, entidades de gobierno, consumidores, empresas o inversionistas. Las políticas sectoriales necesarias pueden confeccionarse por medio de diversos instrumentos de regulación, fiscales y de mercado, y en el contexto de acuerdos multilaterales (Protocolo de Kyoto) y regionales (TLCAN). La mayor parte de las tecnologías necesarias están disponibles, al igual que mecanismos de financiamiento, algunos de ellos, derivados del mercado de carbono.

Hasta ahora el financiamiento derivado de los mercados internacionales de carbono y de la generación de Certificados de Reducción de Emisiones (CER's) sólo se ha canalizado a proyectos individuales a través del Mecanismo de Desarrollo Limpio del Protocolo de Kyoto (MDL). A pesar de que los proyectos individuales representan oportunidades en ocasiones significativas de reducción de emisiones de CO₂, carecen de relevancia a mediano y largo plazo en materia de patrones de desarrollo, e intensidad energética o de carbono de la economía de cada país, o de ramas o sectores específicos. Sólo con políticas sectoriales ejecutadas con instrumentos de efecto predecible, los países en vías de desarrollo podrán hacer una contribución apreciable a la estabilización de GEI en la atmósfera, minimizar costos, y alcanzar sinergias con el desarrollo económico.

Por un lado, es valiosa la experiencia ganada hasta ahora con el MDL por parte de la comunidad internacional, gobiernos y empresas, así como la entrada creciente a circuitos comerciales de numerosas tecnologías de vanguardia. Por otro lado, está siempre abierta la posibilidad de influir en los patrones tecnológicos y de consumo a través de instrumentos eficientes y probados de política pública. Son reconocibles también, márgenes más o menos amplios en distintos sectores para reducir las emisiones de GEI, que sin afectar necesariamente al bienestar social, permitan ser explotados creando nuevos mercados y oportunidades de empleo, mayores niveles de eficiencia y competitividad, y de desarrollo económico. En cualquier caso, los mecanismos de flexibilidad del Protocolo de Kyoto (y del régimen que lo suceda a partir del 2012) ofrecen nuevas oportunidades de financiamiento a políticas sectoriales formuladas a través de *programas* elegibles para ser registrados ante el MDL. En efecto, la COP/MOP de la Convención de Naciones Unidas en materia de cambio climático ha dado luz verde a Programas de Actividades (PoA's) capaces de incluir numerosas acciones y proyectos desplegados a los largo del tiempo y a través de distintas regiones geográficas, y de ser registrados ante el MDL para generar *Certificados de Reducción de Emisiones* (CER's).

2 . Obstáculos

Existen obstáculos importantes en los países en México para emprender políticas sectoriales comprensivas o integradas cuyo objeto sea la eficiencia energética o la reducción de emisiones de GEI. Entre los obstáculos más conspicuos destacan la falta de información y de incentivos a participar por parte de actores económicos; financiamiento escaso; inercias prácticas y operativas en empresas, administraciones públicas y consumidores; ausencia de marcos de política conducentes; y la escisión en capacidades decisorias entre proveedores o suministradores de energéticos y otros bienes y servicios, y los usuarios o consumidores finales. Otras barreras de consideración pueden radicar en fallas de mercado, monopolios u oligopolios en ciertos sectores, externalidades, economías de escala, altos costos fijos y rendimientos crecientes, información asimétrica, problemas graves de acción colectiva, y altos costos de transacción, además de oposición política, fallas institucionales o de gobierno o simple escasez de recursos financieros. En diferente medida, un PoA desarrollado en el MDL del Protocolo de Kyoto puede ayudar a remover estas barreras u obstáculos, además de ofrecer una estructura a largo plazo a las políticas públicas, certidumbre en los resultados, nuevos esquemas de gobernanación ambiental, aceptación pública y viabilidad política, y capacidad para movilizar nuevas fuentes locales e internacionales de financiamiento.

En el rezago que han observado los PoA's dentro del MDL destaca un cierto incentivo perverso para los países en vías de desarrollo que ha inhibido el diseño y la aplicación de políticas y regulaciones sectoriales de reducción de GEI. Es el temor de cerrar las puertas a proyectos con apoyo financiero MDL por la anticipación de presuntos problemas de *adicionalidad*.

Sobre estos incentivos *perversos*, cabe reconocer que la Junta Ejecutiva del MDL ha definido dos criterios. El primero es que las políticas nacionales o sectoriales que promuevan una mayor intensidad energética o de emisiones de CO₂ sólo pueden fundamentar un escenario de *línea base* si fueron promulgadas o instrumentadas de manera previa a la adopción del Protocolo de Kyoto en 1997. El segundo, de manera consecuente, establece que las políticas y regulaciones que promuevan una menor intensidad energética o de emisiones de CO₂ adoptadas después de noviembre de 2001 (cuando se determinaron las modalidades y procedimientos del MDL), no serán tomadas en cuenta en la construcción de líneas base. La lógica es clara, y de esta manera, tales políticas se consideran como un esfuerzo inspirado u originado en el Protocolo de Kyoto (sería perverso castigar por ello a los países).

3. Programas de actividades en el MDL

En general, pueden ser elegibles al MDL proyectos: a) centralizados a gran escala en grandes instalaciones con un solo propietario o promovente, b) conglomerados de instalaciones con varios propietarios o promoventes de pequeña o mediana escala, y c) grandes conglomerados de instalaciones o actividades a cargo de un número elevado de usuarios, consumidores o propietarios, generalmente dispersos en un territorio nacional. Son estos últimos los que se prestan mejor a un PoA.

Los PoA's en una perspectiva del MDL pueden surgir de políticas gubernamentales – en donde la propia política pública es en sí misma un *proyecto* MDL, o bien, de iniciativas privadas que se conducen en un sector determinado de la economía. En ambos, casos, a partir de noviembre de 2005, la COP/MOP considera la posibilidad de *proyectos programáticos* (pMDL) en forma de PoA's que incluyen diversas acciones o actividades (*project activities*). Cabe precisar que una cierta política o regulación en sí misma no puede ser considerada como un proyecto MDL capaz de generar

CER's, debido a la incertidumbre inherente a su aplicación, y a problemas tal vez insalvables para la determinación de *adicionalidad*, al igual que para llevar a cabo el *monitoreo* y la *verificación* necesarios. Sin embargo, si las políticas o las regulaciones referidas son instrumentadas a través de un programa específico y concreto (PoA) que pueda ser objeto de monitoreo y verificación, este PoA sería elegible para el MDL y ser sometido a la Junta Ejecutiva como un único proyecto MDL (que sería un MDL programático o pMDL)¹⁰

En todo caso, es de gran importancia clarificar la relación entre las *políticas* y los *programas*, y entre los conjuntos de proyectos (*bundles*) y los programas. Un PoA – MDL o pMDL es considerado como un conjunto de actividades (*actividades de programa* – CPA – por sus siglas en inglés) *adicionales* llevadas a cabo o promovidas por una entidad coordinadora pública o privada a cargo de instrumentar una política o regulación que conduce a la reducción de emisiones de CO₂ o a la remoción de GEI de la atmósfera. La *adicionalidad* se establece demostrando que las actividades no se llevarían a cabo en ausencia del PoA, o que las regulaciones – aunque existentes – no serían fiscalizadas de manera suficiente. La distribución de los CER's generados y la comunicación con la Junta Ejecutiva del MDL quedan a cargo de la entidad coordinadora.

Por su parte, las actividades de programa (una sola o un conjunto interrelacionado) deben de referirse a una única metodología aprobada y desplegarse durante diez años o tres periodos consecutivos de siete años. En contraste, el PoA mismo tiene un periodo de vida máximo de 28 años, o de 60 en el caso del sector forestal, ya que es posible incorporar nuevas CPA's al PoA a lo largo de su vigencia. En estas condiciones, de manera obvia, el volumen total de emisiones de CO₂ reducidas gracias al PoA no puede ser determinado con anticipación en el momento del registro. Cada CPA debe ser monitoreada de acuerdo a la metodología aprobada, y en el caso de que se trate de numerosas reducciones en pequeña escala, es factible recurrir a técnicas de muestreo estadístico para el monitoreo y la verificación.

De esta forma, un PoA se somete a registro a través de un documento de diseño del programa de actividades (PoA – DD), mientras que una nueva CPA se somete a registro por medio de un CPA – DD.

Es claro entonces cómo un PoA se distingue de un proyecto típico MDL; también se observan diferencias significativas con respecto a un conjunto de proyectos (*bundle*). En un *bundle* cada actividad se registra de manera separada, con el objeto de reducir los costos de transacción, además de contar cada una con *participantes* propios, aunque los proyectos involucrados sean similares o equivalentes.

4. Programas y compromisos post 2012

Es obvio que conforme se desenvuelvan los rasgos del régimen internacional post-Kyoto a partir del 2012, las políticas sectoriales formuladas como programa adquirirán un gran significado, especialmente para países en vías de desarrollo que deban asumir compromisos (entre ellos, México). Diversas políticas sectoriales podrían calificar como compromisos sectoriales que para ser creíbles, deberán de ajustarse en alguna medida a los procedimientos actuales del MDL. En este sentido, ganar experiencia en los pMDL en el corto plazo ofrecerá ventajas apreciables de diseño e instrumentación, y sobre todo, eficiencia. Recordemos que los compromisos sectoriales o de intensidad energética y de carbono despuntan desde ahora como las opciones más viables de participación de los países en vías de desarrollo en el régimen post 2012.

¹⁰ Hinojosa, Miriam et al. 2007. Potentials and barriers for end use energy efficiency under programmatic CDM. UNEP, Riso Centre.

5. Perfiles sectoriales

En primera instancia, cabe observar que cada sector de la economía tendrá una función de distribución de consumo de energéticos y de emisiones de CO₂ de acuerdo al número de unidades (o instalaciones o equipos). De ella dependerá no sólo la selección del mejor enfoque MDL (proyectos individuales, *bundle* o PoA), sino el diseño de políticas sectoriales climáticas.

Es importante por un lado, no sólo la estructura actual de distribución de emisiones de CO₂, sino las tendencias de concentración y dispersión a mediano y largo plazos. Por el otro lado, sobresalen las oportunidades para una regulación eficiente a la medida en el caso de alta concentración de emisiones de CO₂, y de sistemas de mercado en circunstancias de gran dispersión. La naturaleza tecnológica de cada sector, igualmente, definirá las posibilidades de usar metodologías de pequeña escala (SSM) o de gran escala, una sola metodología para una única tecnología, varias metodologías, o una sola metodología aplicable a varias tecnologías (como por ejemplo, en el sector vivienda).

6. Metodología programática MDL

Con la finalidad de inscribir el Programa Específico Para el Desarrollo Habitacional Sustentable ante el Cambio Climático, dentro del Mecanismo de Desarrollo Limpio del Protocolo de Kyoto, es preciso desarrollar una nueva metodología. Esta debe contemplar el cálculo de la línea base de emisiones de CO₂, y el plan de monitoreo de las reducciones obtenidas. CONAVI ha desarrollado una versión preliminar de metodología para un Programa MDL de vivienda sustentable, misma que en breve será sometida a consideración de la Junta Ejecutiva del Mecanismo de Desarrollo Limpio del Protocolo de Kyoto. Algunos de los rasgos más relevantes de la nueva metodología son los siguientes:


- ✿ Aplica a conjuntos de varios cientos de viviendas con aspectos en común como tamaño, materiales, costo, nivel socioeconómico de los ocupantes.
- ✿ Las variaciones de consumo de energía de vivienda a vivienda no son mayores y pueden ser descritas en una curva de distribución que, seguramente, está muy concentrada alrededor de la media.
- ✿ Esta lógica se lleva a nivel de cada componente tecnológico, es decir, que los consumos de energía para cada equipo individual tienen un comportamiento muy similar dentro de un margen (para familias en viviendas similares) y que, al igual que el consumo total de la vivienda, tiene una distribución de frecuencia determinada.
- ✿ Mientras que para la mayoría de las tecnologías no hay variaciones en consumo de energía por región climática (que es el caso de iluminación) para algunas tecnologías, su consumo o efecto en el consumo es función del clima de la localidad (como el aire acondicionado y envolvente de la vivienda) y de la profundidad ponderada a la que se extrae el agua.
- ✿ Las emisiones de CO₂ de cada proyecto o desarrollo habitacional se definen por la suma de los efectos promedio (con una cierta distribución de frecuencia) de cada uno de los componentes y paquetes tecnológicos incluidos.

- ✿ Para hacer estimaciones de reducciones de emisiones de CO₂ para conjuntos o desarrollos de vivienda y para el programa en su totalidad, se contará con un sistema de información construido a partir de arreglos matriciales en los que se incluyen las emisiones de CO₂ asociadas a las tecnologías convencionales y las emisiones de CO₂ asociadas a los componentes tecnológicos sustentables, en las distintas zonas climáticas genéricas definidas para este programa, y que corresponden a la propia metodología.
- ✿ El monitoreo de las reducciones de emisiones de CO₂ se llevará a cabo en desarrollos de vivienda seleccionados como *muestra*, tanto *sustentables* (que incluyen componentes tecnológicos de reducción de emisiones de CO₂) como representativos de los desarrollos convencionales o de *línea base*, para distintos paquetes tecnológicos y las diferentes zonas climáticas identificadas. El monitoreo se llevará a cabo con una periodicidad anual o semestral.
- ✿ Una vez definidas las distribuciones estadísticas de las reducciones de emisiones de CO₂ en cada uno de los desarrollos de vivienda seleccionados como muestra, así como su media y desviación estándar, se podrán calcular las reducciones totales generadas por el programa.



conavi

PROGRAMA ESPECÍFICO
PARA EL DESARROLLO
HABITACIONAL
SUSTENTABLE
ANTE EL CAMBIO
CLIMÁTICO



IX. HORIZONTE Y ALCANCE DEL PROGRAMA ESPECÍFICO PARA EL DESARROLLO HABITACIONAL SUSTENTABLE ANTE EL CAMBIO CLIMÁTICO

La demanda de vivienda en México tiene una clara diferenciación regional y por entidad federativa. Esto tiene al menos tres implicaciones fundamentales para el programa.

La primera se refiere a la previsión y planeación de los esfuerzos necesarios en cada estado en lo que toca a la aplicación de los instrumentos de política correspondientes, y a los mecanismos de monitoreo previstos en la metodología programática aplicable en el contexto del Mecanismo de Desarrollo Limpio del Protocolo de Kyoto.

La segunda, se refiere a los componentes tecnológicos de la vivienda sustentable considerados para cada región específica de acuerdo a condiciones climáticas, y a su desempeño relativo en materia de consumo de energía y reducción de emisiones de gases de efecto invernadero.

La tercera corresponde al alcance del programa en materia de reducción de emisiones de CO₂, y va a depender tanto de la distribución regional de las viviendas sustentables por construirse como de los componentes tecnológicos utilizados.

1. Escenarios regionales y zonas climáticas

Es necesario definir los componentes tecnológicos disponibles para ser usados en la vivienda sustentable a partir de un enfoque regional, estructurado con base en condiciones o zonas climáticas genéricas pero representativas del territorio nacional. (Figura 12)



Figura 12. ZONAS CLIMÁTICAS GENÉRICAS

1.1. *Cálida todo el año*

Incluye dos zonas representativas. La primera se caracteriza por vegetación originalmente de selvas húmedas, altas y medianas perennifolias y sub-perennifolias, o de ecosistemas costeros asociados (aunque grandes áreas han sido deforestadas y destruidas). Observa una temporada sin lluvias muy corta o inexistente, por lo que el agua no es un factor limitante. La altitud en la que se le puede encontrar varía entre los 0 msnm a 1,000 msnm ó 1,500 msnm, su temperatura varía entre 20° C a 26°C, y su precipitación mínima es de 1,500 a 4,000 mm al año. En nuestro país su distribución comprende desde la región de la Huasteca, en el sur de Tamaulipas y sureste de San Luis Potosí, norte de Hidalgo y de Veracruz, hasta Campeche y Quintana Roo, abarcando porciones de Oaxaca, de Chiapas y de Tabasco.

En la segunda zona representativa predomina o predominaba la selva baja conocida también como bosque tropical caducifolio. Se ubica entre los 0 msnm a 1,900 msnm, con una temperatura media anual de 20 °C a 29 °C, que presenta en relación a su grado de humedad, una estación de secas y otra de lluvias muy marcadas a lo largo de año, por lo que su precipitación media varía de 300 mm a 1,800 mm. Estas regiones son típicas de la vertiente pacífica del país, cubriendo grandes extensiones casi continuas desde el sur de Sonora y el suroeste de Chihuahua hasta Chiapas, así como parte de baja California Sur.

1.2. *Muy cálida en verano*

Son las regiones con mayor extensión en el territorio nacional, ya que abarcan buena parte de los estados de Baja California y Baja California Sur, Sonora, Chihuahua, Coahuila, y Nuevo León, y porciones de Tamaulipas, Durango, Zacatecas y San Luis Potosí. Ocurren entre el nivel del mar en Sonora y Baja California, y altitudes menores a los 1,000 msnm. Se caracterizan por tener una precipitación anual de menos 400 mm, y una época de secas de 8 meses a 10 meses, con temperaturas que registran una fuerte oscilación, entre los cero grados centígrados en invierno, hasta más de 40 °C en verano. Los principales tipos de vegetación en estas regiones incluyen matorrales xerófilos, pastizales y vegetación halófila.

Es representativa de la mayor parte del altiplano central y del centro-norte de México, así como en partes medias y medias altas de cadenas montañosas, en altitudes que van de los 1 500 msnm a los 2 800 msnm. La precipitación es estacional concentrada en el verano y puede oscilar entre 700 mm y 1 500 mm anuales. La temperatura es relativamente estable a lo largo del año con promedio alrededor de 18 °C. La vegetación original corresponde a bosques de coníferas, bosques mixtos de pino – encino, bosques mesófilos, y matorrales con características xerófilas en algunos sitios. Ocupan gran parte del Distrito Federal, el estado de México, Michoacán, Jalisco, Querétaro, Hidalgo, Guanajuato, Aguascalientes y Puebla, al igual que sierras y valles intermontanos en Chiapas y Oaxaca.

1.3. *Templada*

2. Prospectiva de vivienda nueva y mejoramientos de 2007 a 2012

En términos de la Política Nacional de Vivienda, y de acuerdo a las tendencias demográficas en México, se estima que en el próximo cuarto de siglo se requerirá construir 650 mil viviendas por año, en promedio. Específicamente, la demanda en el período 2007 a 2012 sería de 4 millones. Si a la cifra anterior se agrega la demanda de vivienda propia que corresponde a familias que hoy en día carecen de ella (2,1 millones), podría anticiparse una demanda total de 6 millones de nuevos espacios habitacionales para los próximos seis años. (Figura 13)

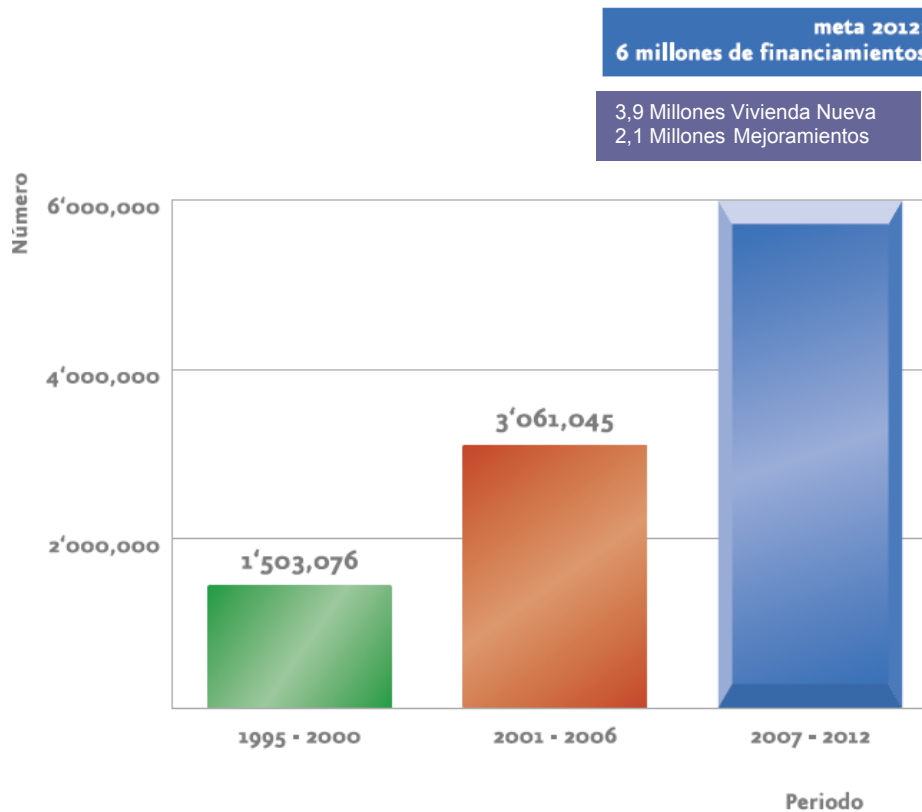


Figura 13. DEMANDA DE VIVIENDA

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

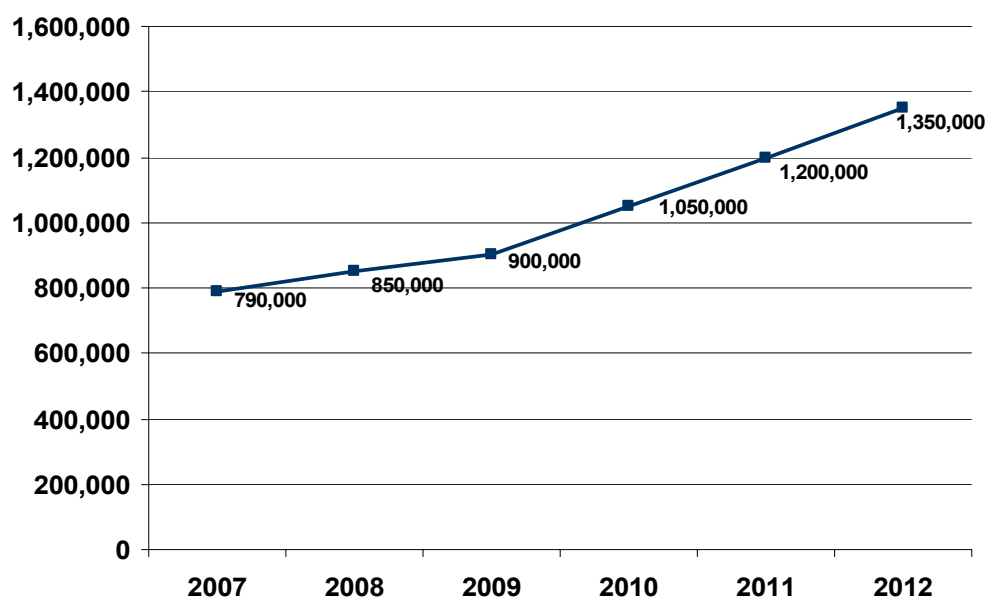


Figura 14. FINANCIAMIENTOS PARA VIVIENDA A OTORGAR DEL 2007 A 2012

3. Desarrollo Habitacional Sustentable 2008 – 2012

De acuerdo con las metas establecidas al 2012, se otorgarán 6 millones de créditos de vivienda, de los cuales aproximadamente el 20% deberán aplicarse a viviendas sustentables.


Las viviendas sustentables, formarían parte de los distintos desarrollos de vivienda, identificados y documentados de manera objetiva de acuerdo a los términos de la metodología programática que en su momento sea aprobada por la Junta Ejecutiva del Mecanismo de Desarrollo Limpio del Protocolo de Kyoto.

Es muy difícil predecir regionalmente la localización del 20% de las viviendas, sin embargo, ya que se pretende promover el desarrollo habitacional sustentable en toda la República Mexicana.



conavi

PROGRAMA ESPECÍFICO
PARA EL DESARROLLO
HABITACIONAL
SUSTENTABLE
ANTE EL CAMBIO
CLIMÁTICO



X. INSTRUMENTOS PARA LA IMPLEMENTACIÓN DEL PROGRAMA. Esquemas Financieros, Fiscales y de Normalización.

Uno de los ejes importantes del desarrollo sustentable es el impacto económico, por lo que éste es uno de los aspectos esenciales en la planeación que permiten la implementación de programas y proyectos que promuevan la productividad y la movilidad en el mercado inmobiliario, mismos que contribuyan al logro de las metas de dichos programas.

En este sentido, un aspecto importante es el diseño de esquemas financieros que promuevan que los actores que interviene en cada uno de los procesos del desarrollo habitacional, se beneficien con una serie de mecanismos financieros, fiscales y normativos, que combinados entre sí, estimulen el desarrollo habitacional sustentable. Ya que la incorporación de tecnologías novedosas, productos e insumos específicos permitirán en su tiempo lograr que los costos en el mercado de las innovaciones tecnológicas entren en un mercado competitivo.

En este sentido, será necesario el diseño de esquemas tales como las hipotecas verdes, los préstamos verdes, las facilidades administrativas, programas de subsidios, entre otros programas que en forma gradual permitan estimular este mercado. Para ello también deberá considerarse la participación y concertación con los gobiernos locales.

1. Mecanismos financieros existentes a la fecha

1.1. Programa de Subsidios

En México, desde el 2007, fue publicado en el Diario Oficial de la Federación el Acuerdo por el que se dan a conocer las “Reglas de Operación del Programa de Esquemas de Financiamiento y subsidio Federal para Vivienda” (Esta es tu Casa), cuyo objetivo general es.

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 monto del subsidio federal se podrá ampliar hasta en un veinte por ciento (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.

Valor de la vivienda	Subsidio federal para la adquisición de vivienda nueva
Hasta 118	33
De 118.1 a 125.0	29
De 125.1 a 137.0	23
De 137 en adelante hasta 148.0	20

Tabla 17.
Esquema de subsidios federales vigentes a la vivienda nueva (expresados en SMGV)

Actualmente existen iniciativas sobre préstamos verdes que estimulen la incorporación de tecnologías innovadoras que mediante la ampliación de la capacidad de pago de los adquirentes, permitan en corto plazo aceptar las tecnologías incorporadas que permitirán en el corto y mediano plazo reducir el consumo de energía y ésta se vea reflejada en el pago de los recibos de luz.

1.2. Préstamos verdes

Con base al esquema de subsidios que se muestra en la figura 15 se puede prever la aplicación de las mismas de los siguientes escenarios:

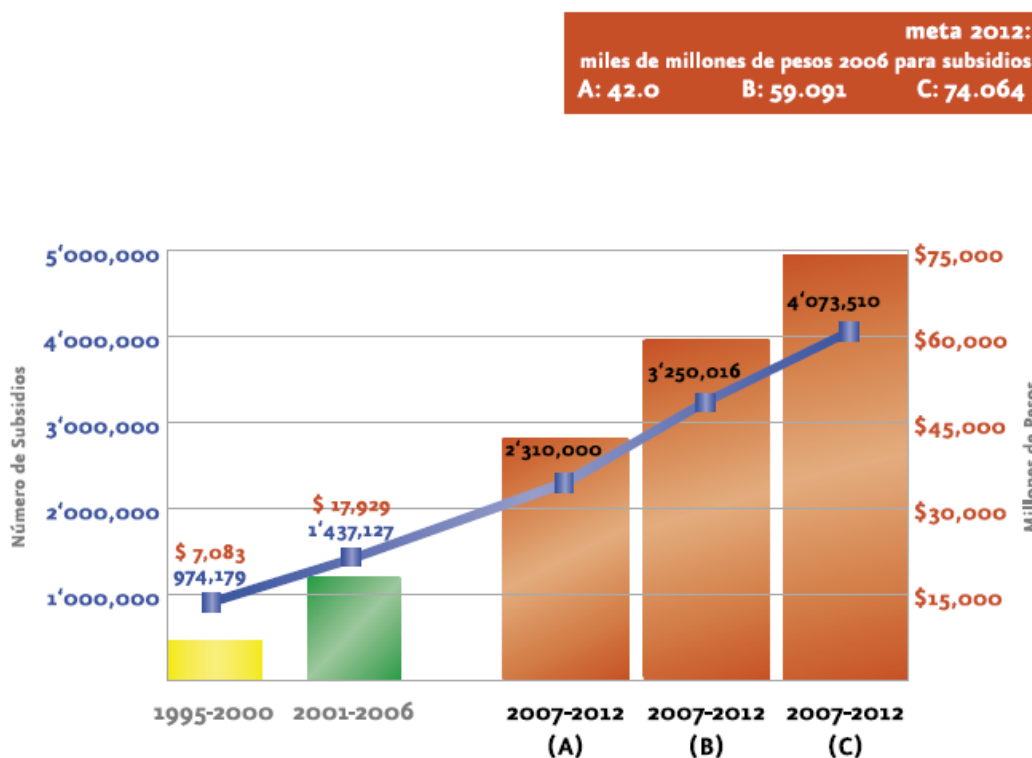


Figura 15. Esquema de subsidios

Tabla 18.
Subsidio adicional por sustentabilidad 2007-2012

Escenario 1 2'320,000 subsidijs	Escenario 2 3'250,016 subsidijs	Escenario 3 4'073,510 subsidijs
20 %	30%	50%
464,000	975,005	2'036,755

2. Mecanismos financieros propuestos

Casi la totalidad de la vivienda de interés social que se produce en México a través de ejecutores formales es objeto de financiamiento por medio de crédito hipotecario. Por tanto, se promoverá la participación en este programa de los organismos financieros de vivienda:

- ☀ Intermediario Financiero; (Sofoles, Sofomes, Banca,...)
- ☀ Sociedad Hipotecaria Federal
- ☀ FONHAPO
- ☀ FOVISSSTE
- ☀ INFONAVIT

Estas entidades operan créditos hipotecarios en condiciones que varían de acuerdo a la naturaleza de la institución, su misión, y el tipo de acreditados a quienes sirven. Enseguida se resumen aquellas condiciones de mayor relevancia para un esfuerzo de identificación de instrumentos financieros para este programa.

Valor de la vivienda / Incrementar el valor de la vivienda beneficiaria si es sustentable
Plazo máximo / Ampliar los plazos de amortización para la vivienda sustentable
Monto financiable / Aumentar el porcentaje financiable en vivienda sustentable
Tasa anual / Establecer tasas reales preferenciales a la vivienda sustentable
Comisiones de apertura / Eliminar las comisiones de apertura para vivienda sustentable
Subsidio directo / Incrementar el monto de subsidio directo otorgado a la vivienda sustentable

3. Otros mecanismos

Durante el proceso que implica el desarrollo habitacional, es importante involucrar a los diferentes actores que permitirán que dichos desarrollos permitan reflejar los beneficios que aporta el desarrollo sustentable. Es por ello que la participación de las autoridades locales en los procesos de supervisión, tramitología y pagos por derechos para la construcción y la dotación de infraestructura y servicios, entre otros es muy importante.

En este sentido, 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 son de gran importancia y apoyo para que en conjunto con la normatividad y los esquemas financieros permitan consolidar los objetivos del Programa Específico.

- **Concertación con autoridades Locales**
- **Participación de la comunidad**
- **Facilidades Administrativas**

4. Normas de vivienda sustentable, y sistemas de verificación y certificación, Códigos y Certificados de Indicadores.

Ubicamos debajo de esta denominación a todas aquellas condiciones tecnológicas o restricciones explícitas y predeterminadas sobre las conductas de individuos y empresas que actúan como consumidores, usuarios, propietarios, productores, constructores o inversionistas. Las normas oficiales son obviamente coercitivas u obligatorias y su incumplimiento conlleva (al menos en teoría) una sanción por parte del Estado. Las *normas voluntarias*, basan su vigencia y aplicación en programas gubernamentales y pueden ser consideradas como instrumentos de planeación.¹¹ Este tipo de normas ejercen su influencia por la vía de abrir o cerrar oportunidades de mercado a los productores de ciertos bienes de consumo o fabricantes de equipamientos.

Las *normas* se imponen habitualmente sobre cosas, actores, actividades y procesos que por un lado son relativamente numerosos, equivalentes y extendidos, y se refieren por lo general a tecnologías o procedimientos que deben observarse. La expedición de normas o estándares técnicos ha sido probablemente el pilar de las políticas

¹¹ Quadri. G. 2006. *Políticas públicas, sustentabilidad y medio ambiente*. Miguel Ángel Porrúa. México.

ambientales en el mundo en distintos sectores económicos, desde la industria y vehículos automotores, hasta el uso de energéticos y el manejo de recursos naturales.

En el caso de este Programa Específico para el Desarrollo Habitacional Sustentable ante el Cambio Climático, las normas consisten en disposiciones técnicas para ciertos bienes aplicables a la edificación y equipamiento de vivienda. La norma es un documento técnico, que parte de ciertas definiciones precisas de equipos, actividades y procesos y de variables o factores tecnológicos, así como de los elementos relevantes del medio ambiente que se busca proteger.

Aunque su diseño y procedimiento de consenso, consulta y expedición puede ser administrativamente costoso, las normas son capaces de plantear algunas ventajas importantes. En primer lugar ofrecen certidumbre tanto a las autoridades y a la sociedad, como a los propios actores que son objeto de regulación. En efecto, es fácil anticipar los resultados de un esquema normativo. Por otro lado, una vez que son promulgadas, las normas transmiten certidumbre a las empresas constructoras y de tecnología ya que señalan una determinada ruta tecnológica a seguir. De hecho, en numerosas circunstancias las empresas prefieren una atmósfera de política basada en normas claras y estables, a otra en que predomine la discrecionalidad de los funcionarios o la volatilidad del mercado.

Cada vez menos, hacer y expedir normas es una facultad unilateral de los gobiernos, y cada vez más, un ejercicio de análisis técnico, información y experiencias compartidas, balance de intereses y de participación de numerosos actores involucrados. En México, a raíz de la publicación de la Ley Federal sobre Metrología y Normalización en 1992, se modernizó y perfeccionó el esquema normativo, en la medida en que el diseño y expedición de normas oficiales ha quedado sujeto necesariamente a la realización de estudios técnicos de análisis de costo/beneficio, y de una *manifestación de impacto regulatorio*, que trata de evaluar los costos y beneficios de las nuevas normas. El procedimiento incluye la participación de diferentes interesados y representantes de sectores de actividad económica, a través de comités y subcomités consultivos especializados. Cada subcomité cuenta con uno o varios grupos de trabajo enfocados a temas específicos. Tanto en los comités como en los subcomités y grupos participan representantes empresariales, de varias dependencias gubernamentales, de universidades y centros de investigación.

1.1. Mecanismos de normalización

Las normas por lo general se ciñen a ciertas restricciones razonables de costo para las empresas y para las entidades de gobierno encargadas de cumplirlas, y buscan guardar congruencia con las condiciones y perspectivas económicas de los sectores involucrados y con las necesidades de inversión, con las tendencias internacionales y con las posibilidades tecnológicas. También, es preciso asegurar que sean consistentes con el marco jurídico y con otras normas relevantes, y, que no sean discriminatorias ni violen acuerdos comerciales o de inversión.

En este caso, las normas pueden fungir como verdaderos eslabones de coordinación entre las políticas ambientales y las políticas del sector vivienda. No es aventurado decir que una norma es capaz de constituirse en un esfuerzo

explícito de política sectorial. En otra perspectiva, debe advertirse que las normas abren mercados y promueven inversiones. En efecto, su cumplimiento conlleva emprender inversiones, desarrollar y tecnologías, diseñar y construir equipamientos. Esto es el *mercado ambiental*, crece y se desarrolla de manera sinérgica con las políticas de vivienda, para generar nuevos mercados, empleos e ingresos que estimulan el crecimiento económico. Por ello, los mercados de equipamientos ambientales son la prueba más evidente de las sinergias entre la sustentabilidad y el desarrollo. De hecho, una de las medidas más objetivas del avance de un país, de un estado o de un municipio en cuestiones de protección ambiental y sustentabilidad, es el tamaño de sus mercados ambientales.¹²

La observancia de las normas requiere siempre de sistemas de fiscalización o de verificación y certificación, llevadas a cabo por entidades de gobierno facultadas para ello, o por unidades de verificación y certificación o laboratorios de prueba acreditados por la Entidad Mexicana de Acreditación.

En este contexto, y como instrumento fundamental en el Programa Específico para el Desarrollo Habitacional Sustentable ante el Cambio Climático, se plantea la necesidad de desarrollar y/o actualizar como normas oficiales o como normas voluntarias:

- ✿ Parámetros de evaluación térmica y eficiencia de sistemas solares para calentamiento de agua, y método de prueba.
- ✿ Eficiencia energética en acondicionadores de aire de tipo central, paquete o dividido; límites, métodos de prueba y etiquetado.
- ✿ Consumo de energía en lámparas de iluminación doméstica, métodos de prueba y etiquetado
- ✿ Eficiencia, métodos de prueba y etiquetado de sistemas solares fotovoltaicos para uso doméstico.
- ✿ Medidores reversibles de flujo eléctrico y especificaciones de intercambio de electricidad entre usuarios domésticos y empresas de abastecimiento público.
- ✿ Eficiencia, métodos de prueba y etiquetado de materiales de aislamiento térmico para ser usados en la envolvente en la edificación de vivienda.
- ✿ Especificaciones, métodos de prueba y etiquetado para regaderas de baño de bajo consumo de agua.
- ✿ Especificaciones, métodos de prueba y etiquetado para inodoros de alta eficiencia con eliminadores de fugas y sistema de doble descarga.
- ✿ Especificaciones, métodos de prueba y etiquetado para mezcladores domésticas de agua.
- ✿ Plantas de tratamiento de aguas residuales en desarrollos habitacionales de interés social, y sistemas de reuso en riego de jardines.
- ✿ Especificaciones para sistemas de captación y aprovechamiento de agua pluvial en viviendas ubicadas en desarrollos habitacionales de interés social.

¹² Quadri, Gabriel. 2002. *Infraestructura Ambiental*. CESPEDS. México.

5. Mecanismo de Desarrollo Limpio del Protocolo de Kyoto y Bonos de carbono (en vivienda)

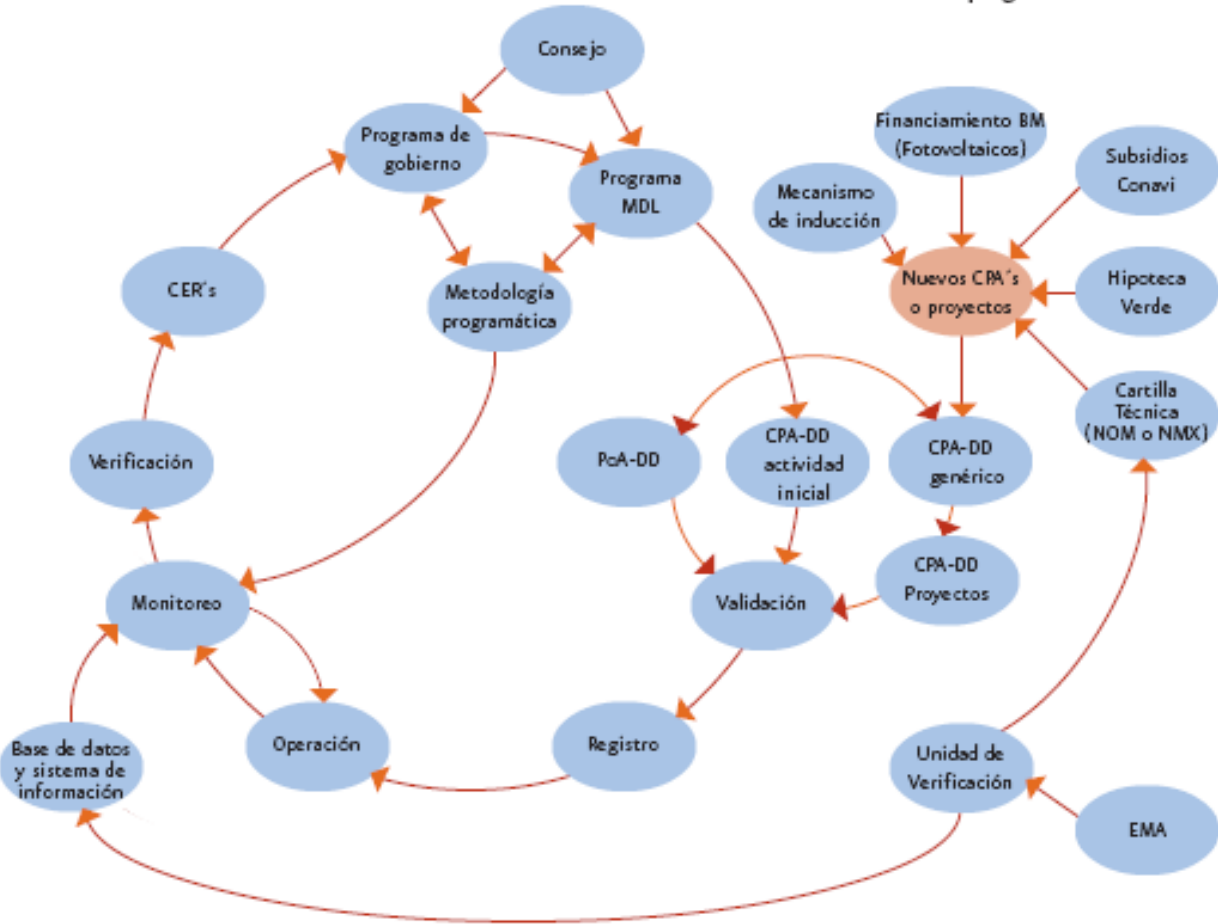
Los *bonos de carbono* (formalmente llamados Certificados de Reducción de Emisiones) son un elemento crucial en los mecanismos de flexibilidad del Protocolo de Kyoto. Las empresas de países desarrollados (Anexo I del Protocolo) que tienen obligación de reducir sus emisiones de CO₂, acreditan su cumplimiento con los permisos otorgados por sus propios gobiernos de acuerdo a las asignaciones nacionales y a las metas de reducción de cada gobierno. Sin embargo, también pueden hacerlo por medio de *Certificados de Reducción de Emisiones* (CER's – mejor conocidos como bonos de carbono), producidos a través de proyectos (y ahora también de programas) llevados a cabo en países en vías de desarrollo, lo cual, en principio, les resulta menos costoso.

Entre los tipos de proyectos y programas posibles y capaces de generar bonos de carbono o CER's, se cuentan aquellos relacionados con la eficiencia energética y el uso de energía renovable en la vivienda, siempre y cuando satisfagan una serie de procedimientos que corresponden al ciclo de un programa MDL.

En primer lugar es preciso que exista una *metodología* aprobada por la Junta Ejecutiva (EB por sus siglas en inglés) del MDL para ese programa en particular; de no existir una previamente, será necesario desarrollarla y presentarla a consideración del MDL, lo que se hará con la nueva metodología de vivienda sustentable. Cubierto este requisito, se procede a la elaboración de un *documento de diseño de programa* (PoA - DD) de acuerdo a lo estipulado en la propia metodología, y se consigue la *aprobación* de la autoridad nacional designada del país, en el caso de México es la Comisión Intersecretaria de Cambio Climático. Con estos elementos, un fedatario acreditado por la Junta Ejecutiva del MDL procede a la *validación* del programa, y si este cumple con todos los requisitos, se pide su *registro* ante el propio EB. El PoA – DD debe ir acompañado de un documento de diseño del primer proyecto o proyecto inicial integrante del programa o actividad de programa (CPA-DD), así como del CPA-DD genérico para el resto de las actividades o proyectos participantes en el programa.

Una vez registrado y en operación, se lleva a cabo el *monitoreo* de las reducciones de emisiones de CO₂ planteadas en el PoA - DD, y su *verificación* y *certificación* por parte del fedatario público acreditado, quien entonces solicita la expedición de los CER's o bonos de carbono al EB. Éstos son depositados en la cuenta de uno de los participantes en el proyecto, y pueden ser utilizados como prueba directa de cumplimiento, o ser vendidos a terceros o en mercados secundarios.

Ciclo de un programa MDL





conavi

PROGRAMA ESPECÍFICO
PARA EL DESARROLLO
HABITACIONAL
SUSTENTABLE
ANTE EL CAMBIO
CLIMÁTICO

Anexo 1

FÓRMULAS Y VARIABLES PARA EL CÁLCULO DE REDUCCIÓN DE EMISIONES DE CO₂

1. Fórmulas

Sustitución de equipo estándar de calentamiento de agua por eficiente. Se considera que se utiliza un calentador de gas con mayor eficiencia a la de uno estándar (eficiencia mínima). De acuerdo a la NOM-003-ENER-2000 las eficiencias mínimas de los calentadores de gas que salen al mercado son de 74% para los equipos de uso. Se considera que los calentadores de gas tienen una vida útil de 10 años.

Para estimar las emisiones de CO₂ evitadas por vivienda se considera la siguiente relación:

$$E_{ev_{calentador}} = Fe_{gas} * (E_{cog}/PC) / (Eff_2 - Eff_1)$$

Donde:

- ☀ Fe_{gas} = Factor de emisión del gas utilizado (gas natural o gas LP) (Kg CO₂/litro)
- ☀ E_{cag} = Consumo anual de energía para calentamiento de agua (MJ)
- ☀ PC = Poder calorífico del combustible (MJ/litro)
- ☀ Eff_1 = Eficiencia del calentador estándar = 74% (NOM-003-SENER)
- ☀ Eff_2 = Eficiencia del calentador de alta eficiencia (Establecido con método de prueba de (NOM-003-SENER))

Calentadores solares. Los calentadores solares sustituyen parcial o totalmente el uso de gas para calentamiento de agua. Se considera que tienen una vida útil de 15 años.

Para estimar las emisiones de CO₂ evitadas por vivienda se considera la siguiente relación:

$$E_{ev_{calentador solar}} = Fe_{gas} * (E_{cog}/PC) * [(1/ Eff_1) - (1-FS)/(Eff_2 - Eff_1)]$$

Donde:

- ☀ Fe_{gas} = Factor de emisión del gas sustituido (gas natural o gas LP) (kg CO₂/L)
- ☀ E_{cag} = Consumo promedio anual de energía por vivienda para calentamiento de agua (MJ)
- ☀ PC = Poder calorífico del gas sustituido

- ☀ FS = Fracción del consumo promedio anual de energía por vivienda para calentamiento de agua que se cubren con el calentador solar (%)
- ☀ Eff₁ = Eficiencia del calentador estándar= 74% (NOM-003-SENER)
- ☀ Eff₂ = Eficiencia del calentador utilizado como respaldo (Establecido con método de prueba de (NOM-003-SENER)

Sustitución de lámparas incandescentes por fluorescentes compactas. Las lámparas fluorescentes compactas tienen una eficacia que llega a 50 W/Lumen mientras que las incandescentes llegan a tener una de 17 W/Lumen. Se considera que las lámparas tienen una vida útil de 10,000 h.

$$E_{\text{iluminación}} = Fe_{\text{el}} * NL * Hr_{\text{il}} * 365 * (Pil_2 - Pil_1)$$

Donde:

- ☀ Fe_{el} = Factor de emisión de la electricidad utilizada (kg CO₂/kWh)
- ☀ NL = Número de lámparas utilizadas
- ☀ Hr_{il} = Horas de uso por día (horas/día)
- ☀ Pil₁ = Potencia de la lámpara fluorescente compacta (kW)
- ☀ Pil₂ = Potencia de la lámpara incandescente (kW)

Sustitución de refrigerador estándar por eficiente. Se supone la utilización de un refrigerador con mayor eficiencia a la de uno estándar (eficiencia mínima), con una vida útil de 10 años.

Para estimar las emisiones de CO₂ evitadas por vivienda se considera la siguiente relación:

$$E_{\text{refrigerador}} = Fe_{\text{el}} * (Ren_1 - Ren_2)$$

Donde:

- ☀ Fe_{el} = Factor de emisión de la electricidad utilizada (kg CO₂/kWh)
- ☀ Ren₁ = Consumo unitario anual del refrigerador estándar (Basado en NOM-015-ENER-2000) (kWh/año)
- ☀ Ren₂ = Consumo unitario anual del refrigerador de alta eficiencia (Basado en NOM-015-ENER-2000) (kWh/año).

Sustitución de equipo de aire acondicionado estándar por eficiente. Se considera que se utiliza un equipo de aire acondicionado con rendimiento mayor al de uno estándar (eficiencia mínima), y con una vida útil de 10 años.

Para estimar las emisiones de CO₂ evitadas por vivienda se plantea la siguiente relación:

$$Eev_{AC} = Fe_{el} * CE * Hr_{AC} * 1/(REE_2 - REE_1)$$

Donde:

- ☀ Fe_{el} = Factor de emisión de la electricidad utilizada (kg CO₂/kWh)
- ☀ CE = Capacidad de enfriamiento del equipo (Watts térmicos)
- ☀ Hr_{AC} = Horas de uso al año (horas)
- ☀ REE_1 = Relación de Eficiencia Energética del equipo de eficiencia estándar (Watts térmicos/Watts eléctricos) (Basado en NOM-021-ENER/SCFI/ECOL-2000)
- ☀ REE_2 = Relación de Eficiencia Energética del equipo de alta eficiencia (Watts térmicos/Watts eléctricos) (Basado en NOM-021-ENER/SCFI/ECOL-2000)

Uso de aislamiento térmico. Se considera que se utilizan materiales aislantes que reducen las ganancias térmicas que inciden en la necesidad de aislamiento térmico, y cuya vida media es de 30 años.

Para estimar las emisiones de CO₂ evitadas por vivienda se establece la siguiente relación:

$$Eev_{aislamiento} = Fe_{el} * (Cac_{sa} - Cac_{ca})$$

Donde:

- ☀ Fe_{el} = Factor de emisión de la electricidad utilizada (kg CO₂/kWh)
- ☀ Cac_{sa} = Consumo anual del la vivienda para aire acondicionado sin aislamiento (kWh/año)
- ☀ Cac_{ca} = Consumo anual del la vivienda para aire acondicionado con aislamiento (kWh/año).

Bombeo de agua. Se considera que se utilizan equipos que reducen el consumo de agua, el cual se refleja en menor uso de energía para su bombeo.

Para estimar las emisiones de CO₂ evitadas por vivienda se considera la siguiente relación:

$$Eev_{agua} = Fe_{el} * Cea * 365 * (CAV_1 - CAV_2)$$

Donde:

- ☀ Fe_{el} = Factor de emisión de la electricidad utilizada (kg CO₂/kWh)
- ☀ C_{ea} = Consumo unitario de energía por unidad de agua suministrada (kWh/ m³)
- ☀ C_{ag_1} = Consumo anual agua para equipo estándar (m³/día)
- ☀ C_{ag_2} = Consumo anual de agua para el equipo de bajo consumo (m³/día).

Sistema fotovoltaico. Los sistemas fotovoltaicos reducen el consumo de energía eléctrica suministrada por la red.

Para estimar las emisiones de CO₂ evitadas por vivienda se considera la siguiente relación:

$$E_{ev_{fv}} = Fe_{el} * A_{fv} * Id * Eff_{fv} * 365$$

Donde:

- ☀ Fe_{el} = Factor de emisión de la electricidad utilizada (kg CO₂/kWh)
- ☀ A_{fv} = Area efectiva de captación del sistema fotovoltaico (m²)
- ☀ Id = Irradiación promedio diaria (kWh/m²-día)
- ☀ Eff_{fv} = Eficiencia del sistema fotovoltaico (%)

2. Variables

Nom.	Variable	Unidades	Ubicación/origen	Comentarios
Fe_{gas}	Factor de emisión del gas utilizado (gas natural o gas LP)	kgCO ₂ /litro	De tablas del IPCC	-
E_{cag}	Consumo anual de energía para calentamiento de agua	MJ	Estimado o establecido por mediciones	Se puede estimar
PC	Poder calorífico del combustible	MJ/litro	Tomado de tablas de la SENER	-
Eff_1	Eficiencia del calentador estándar	%	Tomado de NOM-003-SENER	-
Eff_2	Eficiencia del calentador de alta eficiencia	%	Establecido con método de prueba de NOM-003-SENER	-

2.1

Sustitución de equipo estándar de calentamiento de agua por eficiente

Nom.	Variable	Unidades	Ubicación/origen	Comentarios
Fe_{gas}	Factor de emisión del gas utilizado (gas natural o gas LP)	kgCO ₂ /litro	De tablas del IPCC	-
E_{cag}	Consumo anual de energía para calentamiento de agua	MJ	Estimado o establecido por mediciones	Se puede estimar
PC	Poder calorífico del combustible	MJ/litro	Tomado de tablas de la SENER	-
FS	Fracción del consumo promedio mensual de energía por vivienda para calentamiento de agua que se cubren con el calentador solar	%	Tomado de bases de diseño de los sistemas de calentamiento solar	Puede establecerse a partir de un tamaño de colector
Eff_1	Eficiencia del calentador estándar	%	Tomado de NOM-003-SENER	-
Eff_2	Eficiencia del calentador de alta eficiencia	%	Establecido con método de prueba de NOM-003-SENER	-

2.2

Calentadores solares

2.3
Sustitución de lámparas incandescentes por fluorescentes compactas.

Nom.	Variable	Unidades	Ubicación/ origen	Comentarios
Fe _{el}	Factor de emisión de la electricidad utilizada	kgCO ₂ /kWh	De tablas del IPCC	-
NL	Número de lámparas utilizadas	-	A ser establecido por el Programa	Se recomienda sustituir cinco
Hr _{il}	Horas de uso por día	Horas/día	Estimado o establecido por mediciones	-
Pil ₁	Potencia de la lámpara fluorescente compacta	kW	A ser establecido por el Programa	Se recomiendan las de 15 W
Pil ₂	Potencia de la lámpara incandescente	KW	Equivalente en lúmenes a la establecida por el Programa	(Las de 15 W ahorradoras sustituirán a las de 60 W incandescentes)

2.4
Sustitución de refrigerador estándar por eficiente.

Nom.	Variable	Unidades	Ubicación/ origen	Comentarios
Fe _{el}	Factor de emisión de la electricidad utilizada	kgCO ₂ /kWh	De tablas del IPCC	-
Ren ₁	Consumo unitario anual del refrigerador estándar	kWh/año	Dependiendo del tamaño del refrigerador a ser establecido por el Programa. Basado en NOM-015-ENER	Se recomienda considerar refrigeradores de 15 ft ³
Ren ₂	Consumo unitario anual del refrigerador de alta eficiencia	kWh/año	Dependiendo del tamaño del refrigerador a ser establecido por el Programa. Basado en NOM-015-ENER	Se recomienda utilizar los certificados

2.5
Sustitución de equipo de aire acondicionado estándar por eficiente.

Nom.	Variable	Unidades	Ubicación/ origen	Comentarios
Fe _{el}	Factor de emisión de la electricidad utilizada	kgCO ₂ /kWh	De tablas del IPCC	-
CE	Capacidad de enfriamiento del equipo	Watts térmicos	A ser establecido por el Programa	Se puede considerar un equipo de 1 Tonelada de enfriamiento
Hr _{AC}	Horas de uso al año	Horas/año	Estimado o establecido por mediciones	Depende de la localidad
REE ₁	Relación de Eficiencia Energética del equipo de eficiencia estándar	Wt/We	Tamaño a ser establecido por el Programa. Basado en NOM-021-ENER/SCFI/ECOL	-
REE ₂	Relación de Eficiencia Energética del equipo de alta eficiencia	Wt/We	Equivalente en capacidad de enfriamiento del tamaño a ser establecido por el Programa. Basado en NOM-021-ENER/SCFI/ECOL	Se recomienda utilizar los equipos certificados

2.6
Uso de aislamiento térmico

Nom.	Variable	Unidades	Ubicación/ origen	Comentarios
Fe _{el}	Factor de emisión de la electricidad utilizada	kgCO ₂ /kWh	De tablas del IPCC	-
Ca _{c_{sa}}	Consumo anual del la vivienda para aire acondicionado sin aislamiento	kWh/año	Establecido por simulaciones de vivienda tipo	Dependiendo de la localidad, se recomienda el uso del simulador Energy-Plus
Ca _{c_{ca}}	Consumo anual del la vivienda para aire acondicionado con aislamiento	kWh/año	Establecido por simulaciones de vivienda tipo aplicando aislamiento en techo y/o paredes de acuerdo a lo establecido en el programa	-

Nom	Variable	Unidades	Ubicación/ origen	Comentarios
Fe _{el}	Factor de emisión de la electricidad utilizada	kgCO ₂ /kWh	De tablas del IPCC	-
Cea	Consumo unitario de energía por unidad de agua suministrada	kWh/ m ³	Determinado por la localización de la fuente de suministro respecto de la ubicación de la vivienda	Se refiere a la distancia vertical del nivel del tinaco y la fuente de donde se extrae el agua
Cag ₁	Consumo anual agua para equipo estándar	m ³ /día	Estimado o establecido por mediciones	Se recomienda basarse en datos medidos
Cag ₂	Consumo anual de agua para el equipo de bajo consumo	m ³ /día	Tamaño a ser establecido por el Programa. Basado en NOM-021-ENER/SCFI/ECOL	-

2.7
Bombeo de agua

Nom	Variable	Unidades	Ubicación/ origen	Comentarios
Fe _{el}	Factor de emisión de la electricidad utilizada	kgCO ₂ /kWh	De tablas del IPCC	-
A _{fv}	Area efectiva de captación del sistema fotovoltaico	m ²	Tamaño a ser establecido por el Programa	-
I _d	Irradiación promedio diaria	kWh/m ² -día	Dependiendo de las características de la disponibilidad solar en la localidad	-
Eff _{fv}	Eficiencia del sistema fotovoltaico		Depende del fabricante (a ser establecido por el Programa)	-

2.8
Sistema fotovoltaico

ACRÓNIMOS

CO ₂	Bióxido de Carbono	kJ	kilo Joules
°	Grados	MJ	Mega Joules
PEDHSCC	Programa Específico para el Desarrollo Habitacional Sustentable ante el Cambio Climático	Cgas	Consumo de gas por mes
		E	Consumo promedio mensual de energía por vivienda (1,055 MJ)
MDL	Mecanismo de Desarrollo Limpio	PC	Poder calorífico del combustible
kWh	kilowatt hora	Eff	Eficiencia del calentador
Wh	watt hora	Kg	kilogramo
CRI	Índice de rendición de color	TonCO ₂	Toneladas Bióxido de Carbono
Lumen lm	Unidad para medir el flujo luminoso	Ton	Toneladas
GEI	Gas Efecto Invernadero	CER's	Certificados de reducción de emisiones
h	horas	MDL	Mecanismos de desarrollo limpio
K	Coefficiente de transferencia de calor	PoA's	Programa de actividades
ft ²	Pies cuadrados	pMDL	Proyectos programáticos
m ²	metros Cuadrados	PoA – DD	Documento de diseño del programa de actividades
NOM	Norma Oficial Mexicana	CPA	Actividades del programa (por sus siglas en inglés)
EER	Energy Efficiency Ratio	Bundle	Proyectos individuales o PoA
TR	Tonelada de Refrigeración	SSM	Metodologías de pequeña escala
FV	Fotovoltaico	Msnm	Metros sobre el nivel del mar
W/m ²	Watts metro cuadrado	°C	Grados Centígrados
m ³	Metros Cuadrados	mm	milímetros
ΔT	Gradiente de Temperatura	PUE	Programa Universitario de Energía
E	Energía		
Cp	Calor Específico del Agua		
m	Peso		

BIBLIOGRAFÍA

1. IPCC. 2007. Climate Change 2007. The Physical Science Basis, Summary for Policemakers. Geneva
2. Censo de población y vivienda 2005. INEGI
3. Presidencia de la República. 2006. Ley de Vivienda. México
4. Presidencia de la República. 2007. Plan Nacional de Desarrollo. México.
5. Comisión Intersecretarial de Cambio Climático. 2007. Estrategia Nacional de Cambio Climático. México.
6. CNA. 2007. *Estadísticas del Agua en México*. SEMARNAT.
7. Quadri. G. 2006. *Análisis comparativo de políticas relacionadas con el sector agua*. Banco Mundial México.
8. Hinostroza, Miriam et al. 2007. Potentials and barriers for end use energy efficiency under programmatic CDM. UNEP, Riso Centre
9. Quadri. G. 2006. *Políticas públicas, sustentabilidad y medio ambiente*. Miguel Ángel Porrúa. México
10. Quadri, Gabriel. 2002. *Infraestructura Ambiental*. CESPEDS. México.

M.C. Juan Rafael Elvira Quezada
Titular de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales

Act. Ariel Cano Cuevas
Titular de la Comisión Nacional de Vivienda

Dr. Adrián Fernández Bremauntz
Titular del Instituto Nacional de Ecología

COORDINACIÓN

Arq. Evangelina Hirata Nagasako
Subdirectora General de Fomento al Crecimiento del Sector Vivienda de la CONAVI

ASESORES

Dr. Gabriel Quadri de la Torre
Ing. Odón de Buen
Eco Securities, S.A. de C.V.

EDICIÓN

Arq. Adriana Vicente González
Subdirectora de Tecnologías y Sistemas Constructivos de la CONAVI



Ésta es **tu casa**