



**Diagnóstico de Reglamentos de
Construcción en México**

Julio de 2010

**PROGRAMA DE ENERGÍA
SUSTENTABLE EN MÉXICO**
COMPONENTE ENERGÍA
SUSTENTABLE EN LA EDIFICACIÓN
CONUEE-GTZ

www.gtz.de
www.conuee.gob.mx




**Vivir Mejor**

CONUEE
COMISIÓN NACIONAL PARA EL
USO EFICIENTE DE LA ENERGÍA

gtz

**GOBIERNO
FEDERAL**

SENER



ESTADOS UNIDOS MEXICANOS

Diagnóstico de Reglamentos de Construcción en México

Julio 2010

Autores:

Salvador Rodríguez Kuri

Rolf Sielfeld

México

Programa Energía Sustentable

Componente: Edificación,

CONUEE-GTZ

GOPA Consultants

Hindenburgring 18

61348 Bad Homburg

Teléfono: +49-6172-930 215

Fax: +49-6172-930 200

E-mail: gopa-en@gopa.de

INTEGRATION

Bahnhofstraße 9

91322 Gräfenberg

Teléfono: +49-9192-9959-0

Fax: +49-9192-9959-10

E-mail: int-ee@integration.org

Contenido

Introducción y antecedentes del estudio	1
1. Antecedentes	1
1.1 Contexto Normativo.....	2
1.2 Programas de Vivienda Sustentable	4
1.2.1 El Código de Edificación de Vivienda – CONAVI	4
1.2.2 Hipoteca Verde, INFONAVIT	6
2. Objetivos	8
2.1 Objetivos generales.....	8
2.2 Objetivos específicos	8
3. El Proceso de Edificación.....	8
3.1 Del diseño a la construcción	9
3.2 Los reglamentos de construcción y su significancia	11
3.3 Cadena de profesionales involucrados	12
3.4 Cumplimiento y verificación	14
4. Metodología de Análisis y Evaluación de Reglamentos de Construcción.....	15
4.1 Zonas bioclimáticas de México	15
4.2 Matriz comparativa	18
5. Propuesta Estratégica de Avance.....	23
6. Conclusiones.....	25
Bibliografía.....	27

Índice de Figuras

Figura 1:	Diagrama de procedimientos, actores e instituciones involucradas en el proceso de la edificación en México	9
Figura 2:	Regiones ecológicas, regiones bioclimáticas y ciudades correspondientes.	15
Figura 3:	Mapa de las regiones ecológicas de la República Mexicana.....	16
Figura 4:	Vistas aéreas de las 10 ciudades pertenecientes a las distintas zonas bioclimáticas del país	17
Figura 5:	Matriz comparativa de reglamentos de construcción.....	18

Abreviaturas

AMMAC	Asociación de Municipios de México
CAM	Colegio de Arquitectos de México
CEV	Código de Edificación de la Vivienda
CFE	Comisión Federal de Electricidad
CMIC	Cámara Mexicana de la Industria de la Construcción
CNA	Comisión Nacional del Agua
CNIC	Cámara Nacional de la Industria de la Construcción
CONACYT	Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología
CONAGO	Comisión Nacional de Gobernadores
CONAVI	Comisión Nacional de Vivienda
CONUEE	Comisión Nacional para el Uso Eficiente de la Energía
DOP	Dirección de Obras Públicas
DRO	Director Responsable de Obra
EMA	Entidad Mexicana de Acreditación
FCAM	Federación de Colegios de Arquitectos de México
GDF	Gobierno del Distrito Federal
ICC	International Code Council

INAFED	Instituto Nacional para el Federalismo y el Desarrollo Municipal
INAH	Instituto Nacional de Antropología e Historia
INFONAVIT	Instituto del Fondo Nacional de la Vivienda para los Trabajadores
LC	Licencia de Construcción
LFC	Lámparas Fluorescentes Compactas
NMX	Norma Mexicana
NOM	Norma Oficial Mexicana
NTC	Normas Técnicas Complementarias
ONNCCE	Organismo Nacional de Normalización y Certificación de la Construcción y la Edificación
PAT	Plan Anual de Trabajo
PE	Proyecto ejecutivo
PRONASE	Programa Nacional para el Aprovechamiento Sustentable de la Energía
RENACE	Red Nacional de Comisiones de Energía
SHF	Sociedad Hipotecaria Federal
UV	Unidad Verificadora

Introducción y antecedentes del estudio

La Deutsche Gesellschaft für Technische Zusammenarbeit (GTZ) GmbH contrató en Septiembre 2009 al Consorcio GOPA-INTEGRATION con el objetivo de asesorar la Componente “Energía Sustentable en la Edificación”. La contraparte o socio principal es la Comisión Nacional para el Uso Eficiente de la Energía (CONUEE). Otros socios importantes son CONAVI, FIDE e INFONAVIT.

La Componente forma parte del programa conjunto de cooperación bilateral “Energía Sustentable en México”. Este programa está siendo ejecutado por la GTZ desde abril del 2009, con mandato del Ministerio Alemán de Cooperación Económica y Desarrollo (BMZ).

El objetivo de la Componente es: Las condiciones marco para el aumento de la EE (Eficiencia Energética) y del aprovechamiento de las ER (Energía Renovable) en la edificación han mejorado. Los tres indicadores de impacto siguientes concretizan el objetivo:

- Por lo menos en el sector de la vivienda existe un sistema de verificación y certificación del uso de la energía
- Existe por lo menos un programa de fomento/promoción de eficiencia energética y energías renovables en la edificación
- Existe por lo menos una nueva oferta de capacitación/formación profesional en eficiencia energética y/o energías renovables en la edificación

En el marco de este convenio de cooperación entre CONUEE y GTZ, en enero del presente año se realizó, conjuntamente con instituciones y actores relevantes del sector energía y construcción, un taller de planeamiento, que como resultado elaboró el plan operacional anual de la componente. La línea de trabajo 1 tiene que ver con el marco legal, regulatorio y normativo; una de sus subactividades es el desarrollo de un diagnóstico y análisis de reglamentos de construcción en México.

1. Antecedentes

En México existen 2,438 Municipios en los 32 Estados de la República. De acuerdo al artículo 115 de la Constitución Política, los Municipios tendrán facultades para expedir leyes y reglamentos en materia municipal.

Debido a la configuración política del país, existe una gran cantidad de reglamentos de construcción. El objeto de este estudio es un análisis, bajo la mirada del uso eficiente de la energía en las edificaciones, en encontrar qué aspectos se contemplan (directa o indirectamente) dentro de algunos reglamentos de construcción.

El ámbito de aplicación de los Reglamentos de Construcción en algunos casos es a nivel Estatal y en otros a nivel Municipal. Por lo menos cada Estado de la República cuenta con un Reglamento

Estatal de Construcción, el cual es aplicable en todos los municipios de dicho Estado, a excepción de aquellos que cuenten con su propio Reglamento.

Gran parte de los reglamentos de construcción han sido reformados a partir de la década de los noventas, debido a la necesidad de hacer una revisión en materia de seguridad estructural, salud y seguridad de las edificaciones. No obstante, no ha habido una coordinación a nivel nacional para atender la necesidad de incorporar medidas de Eficiencia Energética en las edificaciones. De ello, deriva la necesidad de tener un Sistema Nacional, en donde pueda haber un diálogo entre sí de los reglamentos de construcción y que además puedan ser evaluados y que se le den seguimiento a fin de ser mejorados e ir avanzando hacia una sustentabilidad energética en las edificaciones. Dicho Sistema permitirá que las edificaciones que se construyan o sean rehabilitadas, reduzcan el consumo y la dependencia de los combustibles fósiles, así como la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero.

El Programa Nacional para el Aprovechamiento Sustentable de la Energía (PRONASE) 2009-2012, establece las estrategias, objetivos, acciones y metas que permitan alcanzar el uso más óptimo de la energía, concentrándose en las estrategias de una reducción del uso final de la energía. Este Programa identifica que las edificaciones se encuentran dentro de las áreas de oportunidad costo-efectivas en el mediano y largo plazo y establece en las estrategias 5.1 y 5.2 la necesidad de mejorar el aislamiento en construcciones nuevas, fomentando estándares en los reglamentos de construcción y promocionar mejores prácticas en edificaciones respectivamente.

Siguiendo en línea con el PRONASE, La Comisión Nacional para el Uso eficiente de la Energía (CONUEE), establece en su Plan Anual de Trabajo 2010, a través de la estrategia 5.5.1 el mejoramiento del aislamiento térmico en construcciones nuevas; para ello establece la línea de acción del fomento a la incorporación de estándares de aislamiento en reglamentos de construcción y el **cumplimiento de las normas aplicables para la obtención de licencias de construcción** tanto para edificaciones no residenciales, como edificaciones residenciales nuevas **en zonas climáticas relevantes**.

Asimismo la estrategia 5.5.2 establece la línea de acción para la promoción de mejores prácticas en edificaciones, a través de un **certificado del consumo energético en nuevas edificaciones**, entre otras medidas.

1.1 Contexto Normativo

Otros avances relevantes en el sector de la eficiencia energética en las edificaciones, están en función de las normas (obligatorias y voluntarias) que se han publicado al respecto.

La aplicación de las Normas Oficiales Mexicanas (NOM) de eficiencia energética es obligatoria (aunque aparentemente no se cumplen algunas de ellas), y regulan los consumos de energía de productos, procesos y servicios que aporten un mayor potencial de ahorro, cuyo costo-beneficio

resulta favorable para el país. En la actualidad existen las siguientes NOM's relacionadas a la eficiencia energética de la envolvente en las edificaciones:

- NOM-008-ENER-2001 “Envolvente de edificios no residenciales”
- NOM-018-ENER-1997 “Aislantes térmicos para edificaciones”

Adicionalmente se encuentra en discusión el anteproyecto de Norma “Proy-NOM-020-ENER” Eficiencia Energética en Edificaciones - Envolvente de edificios residenciales, la cual se encuentra en revisión desde el 2004 y que hasta la fecha no se ha aprobado.

Asimismo existen las Normas Mexicanas (NMX) de carácter voluntario aplicables a elementos, componentes, tecnologías, ensayos, procesos y servicios, las cuales son hechas acordes a las condiciones del país y armonizadas internacionalmente. En ciertas ocasiones, las NMX pueden tener un carácter obligatorio si se incluyen en las regulaciones de ciertas instituciones.

De reciente creación es la NMX-C-460-ONNCCE-2009 “Industria de la Construcción – Aislamiento Térmico – Valor “R” para las envolventes de vivienda por zona térmica para la República Mexicana – Especificaciones y Verificación”. El objetivo de esta norma es establecer las especificaciones de resistencia total térmica (Valor “R”) que aplican a las envolventes de las viviendas para mejorar las condiciones de habitabilidad y para disminuir la demanda de energía utilizada para acondicionar térmicamente su interior, de acuerdo a la zona térmica del estado en que se ubique.

La NMX-C-460-ONNCCE-2009 es de cobertura general en todo el territorio de México, siendo aplicable tanto para viviendas nuevas como para ampliaciones de las mismas.

El grado de aplicación de las normas existentes en el contexto de los Reglamentos de Construcción es disparate. Las Unidades de Verificación (persona física o moral) son la figura contratada para realizar la verificación del cumplimiento de las normas (NOM, NMX) ya sea mediante la constatación ocular o comprobación mediante muestreo, medición, pruebas de laboratorio, o examen de documentos para evaluar la conformidad de su cumplimiento. En el país existen unas **185 unidades verificadoras vigentes** a Febrero 2010, habiendo algunos Estados que no cuentan con ninguna UV. En el DF se encuentran vigentes 16 unidades de verificación en eficiencia energética¹.

La poca capacidad de cobertura de las UV, así como la falta de vigilancia para su cumplimiento hacen que haya poca efectividad relacionado al proceso de cumplimiento de las normas en el amplio sector de la edificación.

Las administraciones municipales se encargan de verificar en obra el cumplimiento de lo manifestado en la documentación entregada para la licencia de construcción, que para otorgarla necesita apegarse a los requerimientos técnicos especificados en los reglamentos de construcción (incluyendo algunas NOM's). La verificación en sitio, por parte del personal de Obras Públicas, se revisa que se haya apegado al proyecto, más no el cumplimiento de las normas. Para vigilar el cumplimiento de normas (NOM y NMX), son las unidades de verificación (contratadas por

¹ Fuente: GTZ. Esquemas de certificación. 2010.

particulares), para acreditar que dicha edificación cumpla con las normas relacionadas a la edificación.

En este contexto, es evidente que existen múltiples instancias involucradas en el cumplimiento de las regulaciones en los procesos de construcción y por lo mismo, el cumplimiento de las normas de eficiencia energética en edificación se complica.

1.2 Programas de Vivienda Sustentable

1.2.1 El Código de Edificación de Vivienda – CONAVI

También existen esfuerzos muy importantes en materia de sustentabilidad de la vivienda con programas e instrumentos como el **Programa Transversal de Vivienda Sustentable**, con subsidio de CONAVI y la Hipoteca Verde de INFONAVIT.

La CONAVI desarrolló desde el 2008 los criterios e Indicadores para Desarrollos Habitacionales Sustentables, mismo que derivaron en el 2009 en las Características del Paquete Básico para el Programa de Subsidios “Ésta es tu Casa” tanto para vivienda horizontal unifamiliar como para vivienda vertical multifamiliar.

A través de estas características se determinan los parámetros básicos de sustentabilidad que se deben cumplir para el otorgamiento del Subsidio Federal para Vivienda.

Las características para vivienda unifamiliar incluyen: análisis de sitio, uso eficiente de la energía (energía eléctrica, sistema de calentamiento solar-gas de agua, calentador de gas, envolvente térmica), uso eficiente del agua, manejo adecuado de residuos sólidos y mantenimiento.

Las características para vivienda vertical multifamiliar incluyen: aspectos urbanos, uso eficiente de la energía (energía eléctrica y gas), uso eficiente del agua, manejo adecuado de residuos sólidos y aspectos sociales.

En el 2009 estos subsidios fueron un total de 87,557 de los cuales 67,468 (77%) se combinaron con la Hipoteca Verde, 12,001 (14%) se destinaron a la vivienda usada y 8,088 (9%) a **vivienda gris**².

Asimismo, la CONAVI ha realizado el **Código de Edificación de Vivienda (CEV)**, cuyo propósito es regular el proceso de edificación de la vivienda, en el contexto urbano, con una adecuada infraestructura en su conjunto, con el fin de salvaguardar la seguridad de los usuarios, la salud y el bienestar en general, a través de la accesibilidad económica, resistencia estructural, facilidades de medios de salida, estabilidad, higiene, iluminación y ventilación, uso eficiente de la energía,

² Fuente: INFONAVIT, Seguimiento a Cumplimiento de Metas, Coordinación de Vivienda Sustentable. Diciembre 2009.

seguridad para las personas y los bienes contra el fuego y otros elementos atribuidos al medio ambiente³.

El CEV pretende ser un modelo aplicable en todo el país y que se pueda adaptar a las características locales; así cada Municipio en el marco de sus atribuciones y respetando su autonomía para la toma de decisiones puede contar con un instrumento normativo obligatorio y actualizable, para normar y hacer más eficientes los procesos de edificación.

De acuerdo a la sección 101.2 las disposiciones del CEV son de orden público y de observación en el ámbito de la autoridad que lo administra (ayuntamientos locales) y tiene por objeto aplicarse a la construcción, modificación, ampliación, conservación, reconstrucción y mejoramiento de viviendas de hasta 5 niveles de altura, en su carácter unifamiliar o multifamiliar y de unidades habitacionales.

El CEV cuenta con un Capítulo de Sustentabilidad, el cual da ciertos lineamientos en los temas que a continuación se mencionan:

- Normas

EL CEV hace referencia a las NOM's sobre eficiencia energética de equipos utilizados en las viviendas, tales como Lámparas Fluorescentes Compactas (LFC), aire acondicionado, lavadora y refrigerador. No obstante no menciona la NOM-018-ENER-1997 sobre los métodos de prueba y propiedades de aislantes térmicos, o la NMX-C-460-ONNCCE-2009 de reciente creación. Sin embargo, la CONAVI hace promoción de dicha norma en los eventos de difusión del mismo⁴.

- Envoltente Térmica

Este capítulo establece los valores de Resistencia Térmica (R) para la envoltente de diversas ciudades del país y su método de cálculo para sistemas constructivos en techos y muros.

- Diseño Bioclimático

Asimismo cuenta con una serie de tablas con especificaciones de diseño bioclimático por tipo de bioclima para: diseño urbano, proyecto arquitectónico, control solar, ventilación, ventanas, materiales y acabados, uso de la vegetación y sistemas complementarios de climatización.

- Energías Renovables

En cuanto a energías renovables establece el derecho al sol y al viento en la vivienda, el calentamiento de agua con energía solar y la generación de electricidad con energía solar (hasta 10 kW).

- Agua

Referente al ahorro y captación de agua, establece especificaciones en cuanto a: inodoros de bajo consumo y recarga artificial de agua residual tratada.

³ CONAVI, Código de Edificación de Vivienda, 2007.

⁴ Para conocer la lista completa de las NOM's y NMX recomendadas por el CEV, consultar el anexo del mismo.

- Áreas Verdes

Establece requisitos, criterios, lineamientos y especificaciones técnicas para el fomento, mejoramiento y mantenimiento de áreas verdes públicas. En el anexo enlista las especies preferentes.

- Mapas Climáticos

El CEV menciona la definición de las características climáticas del país por regiones y la relación de ciudades por bioclimas; asimismo presenta mapas mensuales de bioclimas promedio de México.

Por el momento, el desarrollo del Capítulo de Sustentabilidad es limitado en cuanto a eficiencia energética y energía renovable, en comparación a la extensividad y las especificaciones técnicas de otros capítulos. Sin embargo, el CEV es un documento vivo el cual se encuentra en continuo desarrollo y es asesorado por un grupo coordinador conformado por instituciones del sector público y privado, desarrolladores de vivienda, académicos, autoridades locales, así como el International Code Council (ICC).

En una prospección de la situación de la vivienda en México (CONAVI, 2008), debido a la tendencia en el crecimiento del mercado de vivienda hasta el 2030, se deberían construir alrededor de 10 millones de viviendas (unifamiliar y vertical) en los próximos 20 años. Ya sea considerando este u otros escenarios de crecimiento, la CONAVI estima que se deben construir cada año entre 700,000 y un millón de viviendas.

1.2.2 Hipoteca Verde, INFONAVIT

La Hipoteca Verde de Infonavit ha sido un instrumento eficaz para introducir ecotecnologías en las viviendas de interés social, a través del subsidio de CONAVI y del propio financiamiento del Infonavit - otorgando un monto adicional para la compra de ecotecnologías (LFC, llaves ahorradoras, regaderas con obturador, wc de bajo consumo, aislamiento térmico, calentador solar, entre otros).

La Hipoteca Verde se implementó en el 2007 y sólo en el 2009 se otorgaron 105,398 hipotecas de las cuales 67,468 fueron con subsidio CONAVI⁵. Del total de hipotecas, unas 67,314 corresponden a clima cálido, 30,411 a clima templado y 7,673 a clima semifrío.⁶

Se prevé establecer durante el 2010, paquetes de ecotecnologías obligatorias para toda la vivienda financiada por Infonavit, diferenciada por segmento de vivienda y región climática, considerando el menor impacto al valor de la vivienda y buscando menores costos de generación y mantenimiento de los recursos.

⁵ Fuente: INFONAVIT, Seguimiento a Cumplimiento de Metas. Coordinación de Vivienda Sustentable. Diciembre 2009.

⁶ Fuente: INFONAVIT, Data Mart a 31 de diciembre de 2009.

En cuanto a la aplicación de los reglamentos de construcción en materia de vivienda social, aplican los correspondientes al estado o municipio en donde se construyan los desarrollos habitacionales. Sin embargo, un porcentaje de las casas financiadas por Infonavit cuentan con una superficie menor a 50 m². Solamente el 20.81% de las viviendas nuevas construidas en el 2008 cuentan con una superficie mayor a los 50 m², mientras que en el 2009 el porcentaje fue de 21.63%⁷.

Si se considera que varios reglamentos de construcción exentan de su cumplimiento a las viviendas de superficie menor a 50 m² (y en algunos casos de 30 m²) entonces hay un gran porcentaje de vivienda nueva que queda fuera de la aplicación de los reglamentos de construcción.

En cuanto a la aplicación de normas, para el Infonavit, el cumplimiento de especificaciones en los procesos constructivos de los desarrollos de viviendas nuevas, es a través de las Unidades Verificadoras que vigilan el cumplimiento de las especificaciones y características arquitectónicas, urbanas y de infraestructura especificadas en el proyecto ejecutivo aprobado y autorizado por las autoridades competentes.

El Infonavit, no solicita el cumplimiento de normas para validar procesos constructivos, solo es a través de las Unidades Verificadoras que se solicita que se apegue al proyecto ejecutivo aprobado. Los desarrolladores y constructores, son responsables de que los proyectos autorizados cumplan con las normas especificadas de vivienda y urbanización⁸.

Algunas de las NOM's que se utilizan para el proceso de construcción de la vivienda son:

- NOM-001-CNA-1995 “Sistemas de alcantarillado Sanitario”
- NOM-002-CNA-1995 “Toma Domiciliaria para abastecimiento de Agua potable”
- NOM-008-CNA-1998 “Regaderas empleadas en el aseo corporal”
- NOM-013-CNA-2000 “Redes de distribución de agua potable”
- NOM-003-ENER-2000 “Eficiencia Térmica de calentadores de agua, para uso doméstico”
- NOM-013-ENER-2004 “Eficiencia Energética para sistemas de alumbrado, en vialidades y áreas exteriores públicas”
- NOM-018-ENER-1997 “Aislantes térmicos para edificaciones”
- NOM-017-ENER/SCFI-2008 “Eficiencia energética y requisitos de seguridad, de lámparas fluorescentes compactas autobalastadas, límites y métodos”
- NOM-012-SCFI-1994 “Medición de flujo de agua, en conductos cerrados de sistemas hidráulicos – medidores para agua fría

Algunas de las NMX que se utilizan para el proceso de construcción de la vivienda son:

- NMX-C-111 “Agregados para concreto hidráulico”
- NMX-C-158 “Determinación del contenido de aire del concreto fresco, por el método volumétrico”
- NMX-C-415 “Válvulas para agua de uso doméstico”

⁷ Fuente: INFONAVIT. Estudios y análisis cuantitativos. Vivienda Sustentable, 2010.

⁸ Fuente: INFONAVIT. Aseguramiento de calidad. Sustentabilidad y Rentabilidad Social. 2010

- NMX-C-255 “Aditivos químicos para concreto”

Para la construcción de vivienda con financiamiento de Hipoteca Verde, se solicita el cumplimiento de normas relacionadas con las ecotecnias. Por ejemplo, para el caso de la NMX-C-460 (en zonas climáticas relevantes), las Unidades Verificadoras validan el cálculo del cumplimiento del valor R mínimo y verifican la correcta aplicación del aislante térmico, así como el cumplimiento del material con la NOM-018-ENER.

Todas las Unidades Verificadoras contratadas por Infonavit deben estar acreditadas bajo la NMX-442 “Servicios de supervisión y verificación de la construcción de vivienda”.

2. Objetivos

2.1 Objetivos generales

El objetivo general de estudio es desarrollar un documento de consulta sobre el estado actual de la incorporación de la eficiencia energética en viviendas dentro del marco de reglamentos de construcción de México e identificar las principales barreras impuestas por éstos para la posible integración de criterios de EE en el diseño y construcción de viviendas.

2.2 Objetivos específicos

- Diagnosticar el estado actual de los reglamentos de construcción en México por lo menos uno de cada zona bioclimática.
- Generación de la estrategia de avance para la implementación de estándares de EE en los reglamentos de construcción.
- Contribuir como fuente de información al PAT 2010 de la CONUEE, Estrategia 5.5.1 y 5.5.2

3. El Proceso de Edificación

El proceso de edificación en México, como en otros países, sigue una serie de **pasos** en los cuales intervienen distintas etapas y recursos humanos técnicos y profesionales, que permiten la construcción de edificaciones. Es este proceso (Figura 1), el que es importante poder **identificar en**

qué pasos y/o actores clave están las funciones o tareas que se deben de implementar a fin de impulsar una mayor eficiencia energética en las edificaciones que se construyan.

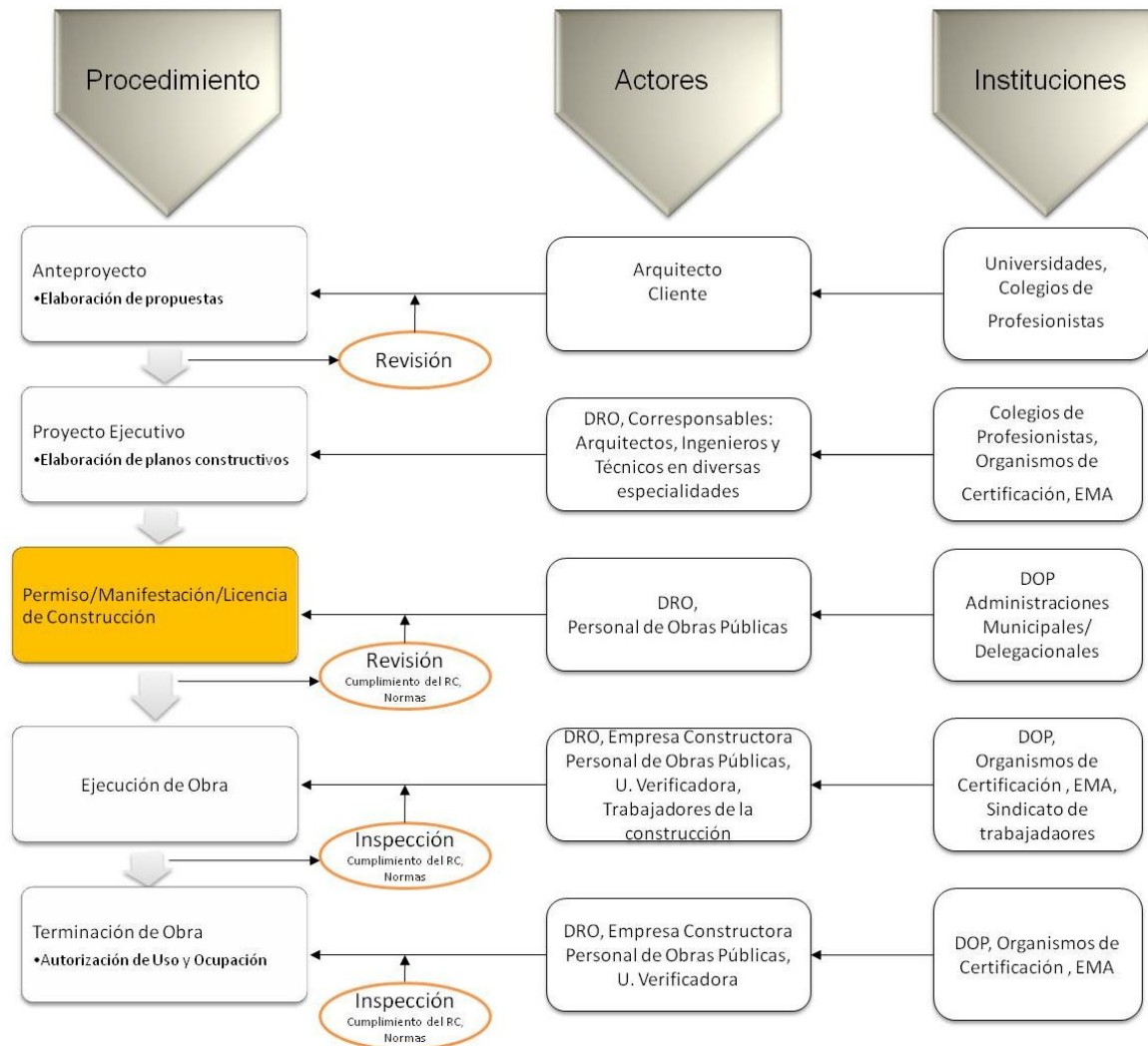


Figura 1: Diagrama de procedimientos, actores e instituciones involucradas en el proceso de la edificación en México⁹

3.1 Del diseño a la construcción

Uno de los primeros pasos consiste en la elaboración de un anteproyecto arquitectónico, ante la petición de un cliente, derivado de necesidades específicas de habitabilidad. Es importante tomar en cuenta que en México existe una gran cantidad de autoconstrucción - CONAVI estima que 60% de las casas son autoconstruidas¹⁰, lo cual significa que las personas que construyen de esta manera no siguen el proceso profesionalizado que se describe a continuación.

⁹ Fuente: elaboración propia.

¹⁰ Fuente: CONAVI, CONACYT. Producción social de Vivienda en México. Primer encuentro académico. Resultados de los Proyectos de los Fondos CONAVI-CONACYT. Febrero 2010.

Durante el proceso de elaboración de un anteproyecto, el cliente especifica al arquitecto o ingeniero civil las necesidades de espacios que se requieren para la edificación objeto. Es necesaria información proporcionada por el cliente como: ubicación del predio, superficie, actividades a realizarse en dicha edificación (programa de actividades), número de habitantes/usuarios, elementos de diseño deseados, tipo de materiales y acabados, así como un presupuesto inicial disponible.

A partir de esta información el diseñador elabora una primera propuesta para el cliente, cubriendo los aspectos requeridos y tomando en cuenta el marco regulatorio aplicable a las edificaciones. Tras una primera revisión en conjunto con el cliente, se hacen las revisiones o modificaciones necesarias, seguidas por otras en caso de ser necesario, hasta la aprobación por parte del cliente.

Una vez aprobado el “anteproyecto”, el profesionista procede a la elaboración del “proyecto ejecutivo” (PE). El PE consiste en la elaboración de los planos técnicos necesarios para la construcción de un diseño. Deberán ser dibujos precisos, a escala, con toda la información necesaria para que otros lo puedan leer y entender a nivel técnico de detalle la edificación a construirse así como sus materiales, su entorno, sus instalaciones y su diseño estructural. Asimismo, para el PE se deberán elaborar planos detallados de la estructura del edificio, desde sus cimentaciones hasta su envolvente.

Los planos que se deberán elaborar para el PE son: estructurales, arquitectónicos, de instalaciones (hidráulica, sanitaria, eléctrica), acabados, herrerías, carpinterías, entre otros. Dependiendo el tipo de edificación y el nivel de detalle que se quiera lograr, el número de planos y especificaciones irá especializándose aún más.

Los planos estructurales deberán provenir de un cálculo y diseño estructural realizado por un profesional en la materia y se podrá subcontratar este u otros servicios a distintos especialistas.

Una vez que se tenga el PE, se somete a revisión y autorización por parte de las autoridades municipales o delegacionales en el caso del DF. Es generalmente a través de las Direcciones de Obras Públicas (DOP) o las áreas competentes en las delegaciones del DF. La DOP es la entidad encargada de expedir la **Licencia de Construcción(LC)**, la cual es el instrumento regulatorio de carácter obligatorio para la autorización de la ejecución de una obra. Una vez que se cuenta con ésta, la empresa constructora puede comenzar con los trabajos de obra.

El Director Responsable de Obra (DRO), es el profesional acreditado, encargado de la dirección de la obra y responsable legal de la ejecución. El DRO deberá llevar una bitácora de obra y deberá supervisar la obra en construcción. **Las autoridades locales harán eventuales inspecciones de obra a fin de constatar el cumplimiento del reglamento de construcción correspondiente.** Si por algún motivo no se cumple con lo establecido en el reglamento, podrán clausurar temporalmente la obra, y proceder a sanciones o hasta que se modifique o se haga cumplir cualquier discrepancia.

Una vez concluida la construcción, el DRO deberá notificar la terminación de la obra a la autoridad municipal y en algunos casos, dependiendo del tipo de edificación, se otorgará la autorización de uso y ocupación - cuando la construcción se haya apegado a lo manifestado o autorizado.

Otras atribuciones del DRO son: entregar al propietario los planos actualizados y registrados del proyecto, bitácoras y memorias de cálculo una vez concluida la obra, elaborar y entregar los manuales de operación y mantenimiento, entre otras.

3.2 Los reglamentos de construcción y su significancia

Los reglamentos de construcción son el ordenamiento que regula la calidad de las edificaciones con respecto a parámetros de diseño, seguridad estructural y que regula el proceso de construcción de las edificaciones.

Los reglamentos afectan directamente a los individuos y es responsabilidad de los mismos el observar su cumplimiento. Mediante este instrumento se pueden establecer cambios tangibles en el tipo de edificaciones y los procesos constructivos.

Los reglamentos de construcción establecen los lineamientos que se deberán cumplir de manera general en todo el país, los siguientes aspectos:

- Proyecto Arquitectónico: habitabilidad, higiene, servicios de acondicionamiento ambiental, circulaciones, prevención de emergencias e incendios, imagen urbana, instalaciones (hidráulicas, sanitarias, eléctricas, entre otras).
- Seguridad Estructural: criterios de diseño estructural, cargas muertas, cargas vivas, diseño por sismo y viento, diseño de cimentaciones, obras, construcciones dañadas, pruebas de carga.
- Construcción: seguridad e higiene en las obras, materiales y procedimientos de construcción, mediciones y trazos, excavaciones y cimentaciones, instalaciones, fachadas, medidas de seguridad, ampliaciones, demoliciones.
- Uso, Operación y Mantenimiento: uso y conservación de predios y edificaciones.
- Visitas de Verificación, Sanciones y Recursos.

Los Reglamentos de Construcción se han ido modernizando paulatinamente en todo el país; muchas de las reformas que se incluyeron fueron a raíz del terremoto de 1985 y que puso énfasis en la revisión de la seguridad estructural. Sin embargo nunca se ha hecho una revisión de los mismos en términos de “eficiencia energética” dados los avances tecnológicos y tecnologías constructivas.

La revisión de los reglamentos de construcción es de carácter Municipal y está sujeto a la aprobación de una Comisión cuyos miembros son designados por el Presidente Municipal. La Comisión debe estar integrada por representantes de Colegio de Ingenieros Civiles, Colegio de Arquitectos, Colegio de Ingenieros Mecánicos, representantes de asociaciones profesionales y otros organismos e instituciones públicas o privadas que se consideren pertinentes. El Ayuntamiento debe de contar con igual número de representantes.

La aprobación de los reglamentos está sujeta al acuerdo de personajes clave de las administraciones locales como: Presidente Municipal (o Jefe de Gobierno del DF), la Secretaría de Desarrollo Urbano, Obras Públicas, Síndicos y Regidores Municipales. Dada la corta duración de las Administraciones Municipales (3 años), la aprobación en Cabildo de reformas a los reglamentos de construcción es complicada ya que los tiempos y condiciones políticas interfieren mucho en estos procesos.

En el caso del DF se requiere la “Manifestación de Construcción”. Ésta manifestación es para construir, ampliar, reparar o modificar una obra o instalación. Existen manifestaciones tipo A, B y C las cuales varían en la superficie de la obra a ejecutar. Una vivienda de hasta 200 m² necesita de Manifestación A. Sin embargo, los requisitos varían para cada tipo de manifestación, debiendo presentarse en los tipos B y C el proyecto arquitectónico, proyecto estructural, libro de bitácora de obra y responsiva del DRO.

En el DF existen también las “Licencias de Construcción Especial”, las cuales se requieren en los siguientes casos: edificaciones en suelos de conservación, instalaciones subterráneas, demoliciones, excavaciones, tapiales, instalaciones temporales, etc.

No requieren manifestación de construcción ni licencia de construcción las viviendas de interés social y popular del GDF.

En el caso de Monterrey se requiere de un “Permiso de Construcción”, el cual se requiere para construcciones nuevas, ampliaciones, modificaciones, demoliciones, excavaciones, bardas y uso de la vía pública. Asimismo, existen permisos: simple, normal y especial. El permiso simple no requiere de la responsiva del Director Técnico (DRO) y aplica, entre otras obras, a la vivienda unifamiliar o dúplex de dos niveles máximo (no especifica área de construcción).

La “Licencia de Construcción” se define como el documento expedido por el Ayuntamiento mediante el cual se autoriza a los propietarios para construir, ampliar, modificar, cambiar de uso, cambiar de régimen de propiedad a condominio, reparar o remodelar una edificación o instalación en sus predios¹¹.

La diferencia entre una Licencia, un Permiso o una Manifestación reside en la necesidad de presentar una responsiva del DRO, así como los planos que deberán entregarse para su revisión y aprobación. Los permisos y manifestaciones, en algunas de sus categorías, no requieren de la responsiva de un DRO; no obstante, **las licencias de construcción también tienen algunas excepciones para este caso, por ejemplo para viviendas de superficies menores a 30 -50 m².**

3.3 Cadena de profesionales involucrados

Los profesionales involucrados en el proceso de edificación abarcan una gama de profesionistas involucrados con el sector de la edificación.

¹¹ H. Ayuntamiento de Xalapa-Enríquez, Reglamento de Desarrollo Urbano, 2004.

En el proceso de **Diseño Arquitectónico** intervienen: Arquitectos, Urbanistas, Arquitectura de Interiores, Arquitectura de Paisaje.

En el proceso de **Diseño Estructural** interviene: Ingenieros Civiles, Arquitectos (para construcciones menores), Ingeniero-Arquitectos, así como especialistas en sistemas avanzados de fachadas.

Para el proceso de **Diseño de Instalaciones**: Ingenieros Civiles, Arquitectos, Ingenieros Mecánicos, Ingenieros Eléctricos y técnicos especialistas en instalaciones.

En el proceso de **revisión y aprobación de proyecto** ejecutivo para la solicitud y **otorgamiento de licencias de construcción** interviene: el personal de Obras Públicas de las administraciones municipales - en cuyo caso pueden ser arquitectos, ingenieros de varias especialidades, urbanistas.

En el proceso de la **construcción** intervienen: los Directores Responsables de Obra, Corresponsables, Supervisores de Obra, Maestro Albañil, Oficiales, Albañiles, Peones.

Los DRO podrán ser Ingeniero, Arquitecto, Ingeniero-Arquitecto, Ingeniero Constructor Militar, Ingeniero Municipal.

Los Corresponsables podrán ser: Ingeniero Civil, Ingeniero-Arquitecto, Ingeniero Constructor Militar, Ingeniero Municipal, Arquitecto, Ingeniero Mecánico Electricista, Ingeniero Mecánico, Ingeniero Electricista, entre otros.

Los corresponsables son en las áreas de diseño arquitectónico, diseño urbano, diseño estructural e instalaciones (hidráulicas, sanitarias, eléctricas, instalaciones combustibles, teléfono, voz y datos, acondicionamiento de aire).

Se requiere de los corresponsables en Diseño Urbano y Arquitectónico también en los casos de edificaciones en zonas del Patrimonio Histórico, Artístico y Arqueológico, cuyas edificaciones son protegidas por el Instituto Nacional de Antropología e Historia (INAH); por lo que se deberá contar con un especialista en conservación del patrimonio histórico.

Los supervisores de obra generalmente son Ingenieros, Arquitectos o pasantes.

Los Maestros Albañiles, Oficiales, Albañiles y Peones son los trabajadores de la construcción los cuales no cuentan con una formación académica y son los que físicamente ejecutan la construcción.

Finalmente intervienen en el proceso de la construcción los subcontratistas, los cuales son los proveedores e instaladores de materiales de construcción, acabados, instalaciones, jardinerías, limpieza, etc.

3.4 Cumplimiento y verificación

La figura responsable de vigilar el cumplimiento de los artículos del reglamento y quien somete la documentación necesaria para la aprobación y obtención de licencia de construcción es el **Director Responsable de Obra (DRO)**.

El DRO es quien suscribe las solicitudes de licencia de construcción y el proyecto ejecutivo; es responsable de la operación y mantenimiento de una obra; manda a ejecutar los estudios de mecánica de suelos necesarios; emite el dictamen de estabilidad o seguridad de una edificación; autoriza un proyecto de obra para aprobación de las autoridades competentes; suscribe la solicitud de terminación de obra, entre otras responsabilidades.

Cabe mencionar que un DRO puede subcontratar a los corresponsables que considere necesarios.

En los reglamentos de construcción no se hace ninguna referencia a la capacitación del DRO con respecto a conocimiento de las Normas relacionadas con la eficiencia energética, materiales relacionados, cálculo ni entendimiento del consumo energético de una edificación, criterios de diseño bioclimático, conocimiento de tecnologías de energía renovable y en general ningún conocimiento previo con respecto a criterios de eficiencia energética.

En cuanto a verificación, durante el proceso de ejecución de una obra, los inspectores de obra podrán hacer visitas sorpresa al sitio a fin de verificar el cumplimiento del reglamento y que lo que se esté ejecutando corresponda a lo manifestado en la solicitud de licencia. El personal de Obras Públicas del Ayuntamiento es el encargado de realizar ésta tarea.

Al término de una obra, es necesario manifestar la Terminación de Obra, en cuyo caso el Ayuntamiento realiza una inspección para verificar el cumplimiento de los requisitos establecidos en la licencia de construcción y se otorgará la autorización de uso y ocupación.

Asimismo, existe un documento paralelo a los reglamentos de construcción que son las “**Normas Técnicas Complementarias**” (NTC). Las NTC son expedidas por la Dirección de Obras Públicas de las administraciones Municipales (generalmente las capitales de los Estados).

Las NTC del DF son el instrumento normativo que establece las especificaciones técnicas en materia de anteproyectos, proyectos ejecutivos de edificaciones, instalaciones de aire acondicionado y refrigeración, instalaciones hidráulicas, sanitarias, obras viales, obra pública, obra de urbanización, ejecución de obras, etc.

En otros Estados de la República, las NTC se enfocan solamente en materia de seguridad estructural.

Las NTC incluyen las NOM's, Leyes, Reglamentos, Manuales y otros documentos regulatorios y de carácter técnico cuyos lineamientos deben observarse para el capítulo correspondiente.

En algunos Reglamentos de Construcción se hace una diferenciación entre las Normas Oficiales Mexicanas y las Normas Técnicas Complementarias. Así pues, cada Municipio establece los lineamientos normativos y técnicos complementarios que se deberán cumplir en dicho Estado o

Municipio. Algunos Municipios, al no contar con sus propias NTC, toman como base las del DF a pesar de contar con clima y tipo de suelo muy diferentes.

4. Metodología de Análisis y Evaluación de Reglamentos de Construcción

4.1 Zonas bioclimáticas de México

Las regiones bioclimáticas que se tomaron como referencia para este estudio corresponden a la clasificación que la CONAVI utiliza como referencia¹². Las regiones ecológicas de México (Figura 3) son: templada, árida, trópico seco y trópico húmedo. De éstas regiones se derivan las zonas bioclimáticas, las cuales consideran los elementos meteorológicos de un lugar que influyen en la sensación de bienestar higrotérmico del ser humano. Los elementos que considera el bioclima (Morillón, 2004) son la temperatura del aire (bulbo seco), humedad (relativa, específica, absoluta o presión de vapor), radiación solar (duración, cantidad de flujo o irradiancia y calidad), viento (dirección, velocidad y frecuencia) y temperatura de radiación (entorno físico interior).

Es así que la clasificación de los bioclimas en base a las regiones ecológicas, está dada en la siguiente figura:

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

Figura 2: Regiones ecológicas, regiones bioclimáticas y ciudades correspondientes¹³.

¹² Tanto para el CEV como para los Criterios e indicadores para Desarrollos Habitacionales Sustentables 2008.

¹³ Fuente: elaboración propia, datos tomados de CONAVI, Criterios e Indicadores para Desarrollos Habitacionales Sustentables, 2008.

La metodología de análisis utilizada para este estudio, consistió en escoger **un reglamento de construcción de cada una de las 10 zonas bioclimáticas de México** (selección de ciudad representativa). A partir de este criterio se elaboró una matriz comparativa de las 10 zonas bioclimáticas. Posteriormente se analizaron los reglamentos en función de aquellos capítulos o artículos en los que se incluyan aspectos de:

- diseño bioclimático,
- criterios de confort,
- criterios de eficiencia energética,
- criterios de energías renovables,
- cuidado del agua,
- calidad del aire,
- criterios potencialmente contradictorios o negativos, y
- referencia a las NOM's de la Secretaría de Energía.

Esta matriz permite identificar fácilmente aquellos criterios actualmente regulados por cada ciudad y relacionarlos en función del bioclima correspondiente para concluir, en su caso, si atienden las necesidades de eficiencia energética y confort de la respectiva región climática.



Figura 3: Mapa de las regiones ecológicas de la República Mexicana¹⁴.

Posterior a la comparación y análisis de las categorías relevantes al uso sustentable de la energía en las edificaciones, se propondrá una estrategia de avance y recomendaciones para la elaboración de una actualización en materia de eficiencia energética relacionando los reglamentos de construcción en función del bioclima correspondiente.

La Figura 4 muestra las vistas aéreas¹⁵ de las 10 ciudades seleccionadas a fin de visualizar sus características geográficas y por ende, la región climática a las que pertenecen.

¹⁴ Fuente: CONAVI, Criterios e Indicadores para Desarrollos Habitacionales Sustentables, 2008.

¹⁵ Fuente: Google maps. <http://maps.google.com/>



Figura 4: Vistas aéreas de las 10 ciudades pertenecientes a las distintas zonas bioclimáticas del país

4.2 Matriz comparativa

Región	Zona Bioclimática	Entidad	Criterios de Diseño Bioclimático	Criterios de Confort	Criterios EE	Criterios ER	Agua	Calidad del Aire	Criterios Contradictorios o Negativos	Ref. NOMs -ENER	Año
1	Semifrío seco	Tulancingo	<ul style="list-style-type: none"> Acceso al sol en invierno (conjuntos habitacionales). Ventilación natural (tamaño de vanos). Iluminación natural (tamaño de vanos). Patios de iluminación/ ventilación. Separación entre edificaciones en función de orientaciones. 	<ul style="list-style-type: none"> Aislamiento acústico en cuartos de máquinas. Dimensiones mínimas de espacios habitables. Iluminación natural en función de orientaciones. 	<ul style="list-style-type: none"> Se prohíbe uso de vidrios o materiales reflejantes que aumenten la carga térmica a edificaciones vecinas. No contempla lámparas ahorradoras. No contempla aislamiento térmico ni calefacción. 	<ul style="list-style-type: none"> No contempla ninguna medida de ER. 	<ul style="list-style-type: none"> Filtración al subsuelo. Aditamentos economizadores de agua. Reciclaje de agua opcional. 	<ul style="list-style-type: none"> Cambios de volumen de aire para locales no habitables 	<ul style="list-style-type: none"> Cambios de volumen de aire. Separación entre edificios. 	No	2005
2	Semifrío	DF	<ul style="list-style-type: none"> Para edificaciones ecológicas, estrategias de diseño y control bioclimático a través de las NTC; entre otros, uso de Invernaderos para calentamiento ambiental en edificaciones. 	<ul style="list-style-type: none"> Acústicos solo para áreas jardinadas. De temperatura y HR solo para espacios acondicionados ambientalmente. 	<ul style="list-style-type: none"> Se prohíbe uso de vidrios o materiales reflejantes que aumenten la carga térmica a edificaciones vecinas. Criterios de cálculo para sistemas de aire acondicionado a través de las NTC. Estudio inicial justificación de aire acondicionado. Estudio de cargas térmicas e impactos de uso de 	<ul style="list-style-type: none"> A través de las NTC: Sistemas Fotovoltaicos para generación de energía eléctrica. Calentamiento solar de agua para uso en edificaciones. Calentamiento solar de agua para uso en albercas. Colectores solares para calefacción ambiental. 	<ul style="list-style-type: none"> Sistemas ahorradores de agua. Reciclaje de agua pluvial. Reciclamiento de aguas grises. 	<ul style="list-style-type: none"> Ventilación mínima requerida. Concentración de polvo. 	<ul style="list-style-type: none"> Criterios de temperatura y HR para diferentes locales en sistemas de aire acondicionado. 	NOM 008	2004
3	Semifrío húmedo	Xalapa	<ul style="list-style-type: none"> Ventilación natural (tamaño de vanos). Iluminación natural (tamaño de vanos). Patios de iluminación/ ventilación. 	<ul style="list-style-type: none"> Dimensiones mínimas de espacios habitables. 	<ul style="list-style-type: none"> No contempla ninguna medida de EE. 	<ul style="list-style-type: none"> No contempla ninguna medida de ER. 	<ul style="list-style-type: none"> No contempla dispositivos ahorradores. No contempla separación de aguas pluviales. No contempla reciclamiento de aguas. 	<ul style="list-style-type: none"> Criterios de temperatura, HR y concentración de CO2 para algunos tipo de edificaciones. 	<ul style="list-style-type: none"> Criterios de temperatura y HR para diferentes locales en sistemas de aire acondicionado. 	No	2004
4	Templado seco	SLP	<ul style="list-style-type: none"> Ventilación natural (tamaño de vanos). Iluminación natural (tamaño de vanos). Patios de iluminación/ ventilación. 	<ul style="list-style-type: none"> Aislamiento acústico en centros de reunión. Dimensiones mínimas de espacios habitables. Niveles de iluminación por tipo de edificación. 	<ul style="list-style-type: none"> No contempla ninguna medida de EE. 	<ul style="list-style-type: none"> No contempla ninguna medida de ER. 	<ul style="list-style-type: none"> No contempla dispositivos ahorradores. No contempla separación de aguas pluviales. No contempla reciclamiento de aguas. 	<ul style="list-style-type: none"> No hay criterios 	<ul style="list-style-type: none"> No hay criterios de diferenciación para cambios de volumen de aire 	No	1994
5	Templado	Guadalajara	<ul style="list-style-type: none"> Ventilación natural (tamaño de vanos). Iluminación natural (tamaño de vanos). Patios de iluminación/ ventilación. 	<ul style="list-style-type: none"> Dimensiones mínimas de espacios habitables. Niveles de iluminación por tipo de edificación. 	<ul style="list-style-type: none"> No contempla ninguna medida de EE. 	<ul style="list-style-type: none"> No contempla ninguna medida de ER. 	<ul style="list-style-type: none"> No contempla dispositivos ahorradores. No contempla separación de aguas pluviales. No contempla reciclamiento de aguas. 	<ul style="list-style-type: none"> Cambios de volumen de aire para locales no habitables 	<ul style="list-style-type: none"> No hay referencias a NTC. 	No	2009
6	Templado húmedo	Tepic	<ul style="list-style-type: none"> Ventilación natural (tamaño de vanos). Iluminación natural (tamaño de vanos). Patios de iluminación/ ventilación. 	<ul style="list-style-type: none"> Dimensiones mínimas de espacios habitables. De temperatura y HR solo para salas de espectáculos. 	<ul style="list-style-type: none"> No contempla ninguna medida de EE. 	<ul style="list-style-type: none"> No contempla ninguna medida de ER. 	<ul style="list-style-type: none"> No contempla dispositivos ahorradores. No contempla separación de aguas pluviales. No contempla reciclamiento de aguas. 	<ul style="list-style-type: none"> Criterios de temperatura, HR y concentración de CO2 para salas de espectáculos. 	<ul style="list-style-type: none"> Se exigen como mínimo circuitos de 1.5 kW para alumbrado y de 3 kW para calefacción. 	No	1995
7	Cálido seco	Monterrey	<ul style="list-style-type: none"> No establece ningún parámetro de ventilación ni iluminación natural. 	<ul style="list-style-type: none"> No establece ningún parámetro de confort térmico, lumínico ni acústico. 	<ul style="list-style-type: none"> No contempla ninguna medida de EE. 	<ul style="list-style-type: none"> No contempla ninguna medida de ER. 	<ul style="list-style-type: none"> No contempla captación de aguas pluviales. No contempla dispositivos ahorradores. Sí contempla separación y reciclamiento de aguas. 	<ul style="list-style-type: none"> No hay criterios 	<ul style="list-style-type: none"> Hace referencias a NOMs, ASTM, IMCYC, FOVI, NEUFERT, PLAZOLA. 	No	1995
8	Cálido seco extremo	Mexicali	<ul style="list-style-type: none"> Ventilación natural (tamaño de vanos). Iluminación natural (tamaño de vanos y reducción en fachada poniente). Patios de iluminación/ ventilación. 	<ul style="list-style-type: none"> Dimensiones mínimas de espacios habitables. 	<ul style="list-style-type: none"> No contempla ninguna medida de EE. 	<ul style="list-style-type: none"> No contempla ninguna medida de ER. 	<ul style="list-style-type: none"> No contempla captación de aguas pluviales ni reciclaje. No contempla dispositivos ahorradores. Sí contempla separación de aguas. 	<ul style="list-style-type: none"> No hay criterios 	<ul style="list-style-type: none"> No hace referencia a NOMs 	No	1998
9	Cálido semihúmedo	Tuxtla Gutierrez	<ul style="list-style-type: none"> Ventilación natural (tamaño de vanos). Iluminación natural (tamaño de vanos). Patios de iluminación/ ventilación. Separación entre edificaciones en el lado norte. Estudio de proyección de sombras requerido para edificios de más de 5 niveles. 	<ul style="list-style-type: none"> Dimensiones mínimas de espacios habitables, altura en función del clima. 	<ul style="list-style-type: none"> Se prohíbe uso de vidrios o materiales reflejantes que aumenten la carga térmica a edificaciones vecinas. No contempla lámparas ahorradoras. No contempla aislamiento térmico. 	<ul style="list-style-type: none"> No contempla ninguna medida de ER. 	<ul style="list-style-type: none"> Sí contempla reciclamiento de aguas. Sí contempla dispositivos ahorradores. 	<ul style="list-style-type: none"> No hay criterios 	<ul style="list-style-type: none"> Separación entre edificios en el lado norte. Se exigen como mínimo circuitos de 1.5 kW para alumbrado y de 3 kW para calefacción. 	No	---
10	Cálido húmedo	Acapulco	<ul style="list-style-type: none"> Acceso al sol en invierno (conjuntos habitacionales). Ventilación e iluminación natural (tamaño de vanos en función de las orientaciones). Patios de iluminación/ ventilación. Establece acceso al sol y ventilación de edificaciones menores colindantes con edificaciones mayores. Separación entre edificaciones en función de orientaciones. 	<ul style="list-style-type: none"> Dimensiones mínimas de espacios habitables. De temperatura y HR solo para espacios acondicionados ambientalmente. Aislamiento acústico en centros de entretenimiento. 	<ul style="list-style-type: none"> Se prohíbe uso de vidrios o materiales reflejantes que aumenten la carga térmica a edificaciones vecinas. No contempla lámparas ahorradoras. Se exige el cumplimiento de las NOMs aplicables para instalaciones eléctricas, sanitarias e hidráulicas. 	<ul style="list-style-type: none"> No contempla ninguna medida de ER. 	<ul style="list-style-type: none"> Sí contempla captación de aguas pluviales. Sí contempla reciclamiento de aguas. Sí contempla dispositivos ahorradores. Sí contempla separación de aguas. 	<ul style="list-style-type: none"> Criterios de temperatura y HR para sistemas de aire acondicionado. 	<ul style="list-style-type: none"> Separación entre edificios. 	NOM 008	2002

Figura 5: Matriz comparativa de reglamentos de construcción

De la Figura 5 se hacen las siguientes observaciones:

- **Criterios de Diseño Bioclimático**

La mayoría de los reglamentos cuentan con lineamientos que exigen la ventilación e iluminación natural de los espacios habitables, regulando las dimensiones mínimas de los **vanos** para el acceso de luz solar y ventilación. Asimismo, en todos los reglamentos analizados se regula las dimensiones de los patios de iluminación y ventilación; no obstante no se encontró ningún parámetro que indique las dimensiones de los patios en función de la región climática en la que se encuentre.

Cabe resaltar que los reglamentos de Tulancingo y Acapulco se requiere el acceso al sol durante invierno en piezas habitables **por lo menos durante una hora al día**. Contrastantemente dicha previsión es la misma para la zona Semifría seca (Tulancingo) que para Cálida húmeda (Acapulco).

Asimismo es importante resaltar que el reglamento de Tuxtla Gutiérrez exige la presentación de un estudio de proyección de sombras para edificios de más de 5 niveles y la separación entre edificios en el lado norte a fin de garantizar el acceso al sol de las edificaciones colindantes. Los reglamentos de Acapulco y Tulancingo establecen la separación entre edificaciones en función de las orientaciones.

En el caso del DF, a través de las Normas Técnicas Complementarias (NTC), se dan estrategias de control y diseño bioclimático para edificaciones “ecológicas”.

- **Criterios de Confort**

Los criterios de confort deben ir relacionados a los de diseño bioclimático, ya que los mismos establecen las estrategias recomendadas. Indirectamente, se contemplan algunos criterios de confort para los usuarios en algunos reglamentos de construcción. En la mayoría de los reglamentos se establecen las dimensiones mínimas de los espacios habitables; en algunos de ellos se exige el aislamiento acústico en cuartos de máquinas o salas de espectáculos, pero en ninguno se hace mención al aislamiento térmico de la envolvente para garantizar el confort de los usuarios y la eficiencia energética de la edificación. Es de destacarse que solamente se exigen criterios de temperatura y humedad relativa para espacios acondicionados ambientalmente pero no en función del aislante térmico, ni de criterios de diseño “pasivos¹⁶” de la envolvente.

Es de destacarse el reglamento de Tulancingo que establece criterios de iluminación natural en función de las orientaciones.

¹⁶ Sin utilizar ningún aparato de acondicionamiento ambiental.

▪ Criterios de Eficiencia Energética

En general no se encontraron criterios que promuevan la eficiencia energética en ninguno de los reglamentos analizados, a excepción del DF en donde a través de las NTC se establece un estudio inicial que justifique el uso de un sistema de aire acondicionado, los criterios de cálculo para dichos sistemas y un estudio de cargas térmicas e impactos del uso de aislante térmico. Asimismo es interesante destacar que en los reglamentos del Acapulco, Tuxtla Gutiérrez, DF y Tulancingo, se prohíbe el uso de vidrios o materiales reflejantes en fachada que aumenten la carga térmica de las edificaciones vecinas, es decir se prohíbe esta situación que afecte a las edificaciones vecinas, pero no considera las ganancias térmicas de la edificación propia.

Ninguno de los reglamentos analizados contempla el uso de Lámparas Fluorescentes Compactas (LFC) ni de aparatos electrodomésticos eficientes ni el cumplimiento de las NOM's correspondientes.

Es importante mencionar que no se contempla el aislante térmico para las zonas cálidas, a excepción de Acapulco y para las zonas semi-frías solamente se exige en el DF, en ambos casos solamente para edificaciones no residenciales.

Los sistemas de calefacción no se contemplan para regiones semi-frías durante el periodo de invierno.

El reglamento de Acapulco exige el cumplimiento de las NOM's aplicables para instalaciones eléctricas, sanitarias e hidráulicas.

▪ Criterios de Energía Renovable

El uso de tecnologías de energía renovable no se incentiva en ninguno de los reglamentos analizados, a pesar de ser éstos un vehículo para la sustentabilidad energética de las edificaciones.

La única excepción encontrada es en las NTC del DF en donde se dan lineamientos para el uso de: sistemas fotovoltaicos, calentamiento solar de agua para edificaciones, calentamiento solar de agua para uso en albercas y el **uso de colectores solares para calefacción ambiental**. Es importante mencionar que dichos lineamientos se especifican solo para edificaciones "ecológicas". Estos lineamientos se publicaron en 1999 y son más bien de carácter técnico informativo, no se dan recomendaciones de dimensionamiento en función del tipo de edificación, necesidades del uso de la energía, etc.

▪ Cuidado del Agua

El uso eficiente del agua en las edificaciones también representa una oportunidad de ahorro de energía (bombeo, tratamiento, distribución, recolección). Los reglamentos en los que se encontraron algunos lineamientos para el cuidado del agua fueron: Tulancingo, DF, Monterrey, Mexicali, Tuxtla Gutiérrez y Acapulco. Sin embargo, cabe resaltar que el reglamento de Acapulco es el más completo ya que contempla la captación de aguas pluviales, reciclamiento, uso de dispositivos ahorradores y la separación de aguas.

Los reglamentos que contemplan el uso de dispositivos ahorradores son: Tulancingo, DF (a través de las NTC), Tuxtla Gutiérrez y Acapulco.

- **Calidad del Aire**

Los criterios de calidad del aire que se encontraron en algunos reglamentos son función de: cambios de volumen de aire por hora, concentración de polvo y CO₂, temperatura, humedad relativa. Los reglamentos que incluyen criterios de calidad de aire son (6/10): Tulancingo, DF, Xalapa, Guadalajara, Tepic y Acapulco.

- **Criterios Contradictorios o Negativos**

Algunos criterios que pudieran representar lo contrario a una medida de eficiencia energética son: el número de cambios de volumen de aire por tipo de edificación, la separación entre edificios, los criterios de temperatura y humedad relativa para sistemas de acondicionamiento ambiental, la falta de referenciar a la normatividad relacionada (NOM's, NMX, NTC), etc. Es de especial atención que en los reglamentos de Tepic y Tuxtla Gutiérrez se exigen circuitos eléctricos de 3kW para uso de calefacción eléctrica.

Por otra parte, el reglamento de Monterrey no hace referencia expresa a las NMX ni a las NTC.

- **Referencia a NOM's ENER**

De las Normas Oficiales Mexicanas relacionadas con la Eficiencia Energética, de especial atención es la **NOM-008-ENER-2001** Envoltente de Edificios no residenciales, publicada en 2001. Esta norma solamente se encontró en los reglamentos del **DF** y **Acapulco**.

Es importante mencionar que en el caso del DF ésta se incluye en el Libro 2, Servicios Técnicos, dentro de las **NTC**. En el caso de Acapulco, ésta se encuentra explícitamente mencionada en el **artículo 58** y como requisito indispensable el visto bueno de la Unidad Verificadora para la solicitud de la Licencia de Construcción.

- **Año de Publicación**

De los reglamentos analizados, cuatro de ellos fueron publicados entre 1994 – 1998, cinco de ellos entre 2002 – 2009 y el de Tuxtla Gutiérrez no se cuenta con la fecha de publicación; no obstante, varios de los reglamentos han tenido reformas y adiciones en fechas posteriores.

Otras observaciones a los reglamentos:

- En muchos reglamentos existe un capítulo específico sobre “Fachadas”, pero éste se enfoca a la seguridad estructural y no al funcionamiento de la fachada como la envoltente térmica. Aquí hay un potencial de introducir reformas para eficientar las ganancias y pérdidas térmicas de las edificaciones.

- El uso de balcones, marquesinas, volados, toldos y cortinas para protección solar están en función de la **no-invasión** de la vía pública o de la imagen urbana, mas no bajo criterios de **diseño bioclimático** para mejorar las condiciones de confort de los usuarios y disminuir la demanda energética de las edificaciones.
- Las dimensiones mínimas de espacios habitables no se referencian en todos los casos a condiciones climáticas específicas del lugar.
- Convendría tener Corresponsables en diseño bioclimático y eficiencia energética, así como Peritos /Directores especializados en temas de sustentabilidad energética.
- Contradicción en el reglamento de Tuxtla Gutiérrez, exigiendo circuitos de 3 kW para calefacción - no obstante de encontrarse en zona cálida. ¿Calefacción entendida como enfriamiento?
- Para el uso de materiales nuevos, de los cuales no existan Normas Técnicas Complementarias ni Normas Oficiales Mexicanas, el DRO deberá solicitar autorización de su uso y presentar resultados de pruebas de verificación de la calidad de dicho material.
- Cualquier modificación a los Reglamentos o las Normas Técnicas Complementarias implica refrendar el registro de los DRO acreditados en cada Municipio y/o Estado. Esto aplicaría también en el caso de capacitación en temas de EE y ER para las edificaciones.
- No se requiere de licencias ni permisos de construcción para edificaciones que van desde los 30 hasta los 50 m², dependiendo los criterios de los Municipios. Esto da pie a que la autoconstrucción no quede regulada en ningún aspecto y dificulta aplicar medidas de eficiencia energética en este sector (6 de cada 10 viviendas en México).
- El reglamento de Gestión del Desarrollo Urbano del Municipio de Guadalajara, contempla la **licencia de autoconstrucción** de vivienda por etapas.
- El reglamento de Tepic menciona **incentivos fiscales** para la construcción de **vivienda social** y edificaciones turísticas, industriales y agropecuarias. Se podría hacer lo mismo para edificaciones verdes.
- Los reglamentos prevén el registro de obras realizadas sin Licencia de Construcción, asimismo ¿porqué no se prevé el cumplimiento de las NOM's existentes?
- Los criterios de acceso al sol en conjuntos habitacionales son los mismos para Tulancingo (semifrío seco) que para Acapulco (cálido húmedo)¹⁷.

¹⁷ El criterio dicta que cuando menos el 75% de los locales habitables deberán recibir asoleamiento a través de vanos durante una hora como mínimo en el mes de enero.

- Se describen tolerancias muy detalladas para la modificación de las dimensiones mínimas de los patios de iluminación y ventilación; sin embargo, no existen líneas guía de diseño bioclimático (con excepción del DF) para optimizar el uso y consumo de la energía en las edificaciones.

5. Propuesta Estratégica de Avance

En base al análisis hecho se identificó:

- No existe ningún capítulo, sección o artículos que aborden explícitamente la eficiencia energética de las edificaciones ni el aprovechamiento de las fuentes de energía renovable para el uso sustentable de la energía en edificaciones.
- Existe la posibilidad mediante reformas a los reglamentos de construcción, específicamente a través de las Normas Técnicas Complementarias, de incluir una sección que introduzca dichos criterios.

Por lo tanto, se recomienda desarrollar unas NTC que den lineamientos sobre “Sustentabilidad Energética” en las edificaciones- a través de medidas de eficiencia energética y energía renovable. Dichos lineamientos serían un mecanismo de implementación de reglas técnicas a través del reglamento de construcción, sin tener que hacer reformas de la forma del reglamento y al mismo tiempo se introducirían cambios y actualizaciones de contenido. Dichas NTC se tendrían que desarrollar regionalmente – ya sea para cada una de las **4 regiones ecológicas** o de las 10 regiones bioclimáticas del país.

Para el diseño de las **NTC sobre Sustentabilidad Energética**(en las 4 regiones ecológicas del país), se deberá establecer un comité técnico, convocado por la CONUEE, el cual incluya a los actores principales del ramo de la construcción en México, la academia, colegios de profesionistas, entre otros, a fin de trabajar el documento técnico para cada región. En las NTC se deberán diferenciar las estrategias adecuadas para cada una de las 4 regiones ecológicas: templada, árida, trópico seco y trópico húmedo. Quizás sea más viable trabajar solamente las 4 regiones ecológicas, y dentro de éstas se haría el desglose de cada una de las regiones bioclimáticas pertenecientes a cada región ecológica.

Para el caso de estados en cuya geografía haya más de una región ecológica, se deberá hacer una clasificación de municipios pertenecientes a cada una de las regiones y adoptar las NTC correspondientes.

A fin de realizar un **esfuerzo transversal** entre instituciones, se recomienda impulsar la adopción del CEV de la CONAVI en lo que a vivienda se refiere. Este documento, el cual se encuentra en continuo desarrollo, da estrategias de diseño bioclimático para cada una de las regiones

bioclimáticas, así como lineamientos para uso eficiente de la energía y el aprovechamiento de la energía renovable.

Es por esto que las NTC que se trabajen en el comité técnico propuesto, deberían considerar como primer paso, las estrategias de diseño bioclimático del CEV, y se deberá procurar en base a esto, reducir el consumo energético de viviendas. Además se deberán desarrollar las estrategias de diseño bioclimático para edificaciones de servicios, comerciales, e industriales, así como los lineamientos sobre sustentabilidad energética.

Como parte importante del desarrollo de las NTC sobre “Sustentabilidad Energética” se deberán incluir todas las NOM’s relacionadas a la eficiencia energética y aquellas NMX que se consideren pertinentes. Estas NTC se deberán actualizar periódicamente, a fin de ir incorporando aquellas nuevas normas o lineamientos que permitan ir integrando paulatinamente en el tiempo las medidas que se consideren necesarias.

De acuerdo al documento de estrategia de fomento para la incorporación de los estándares de aislamiento en reglamentos de construcción y el cumplimiento de las NOMs aplicables para la obtención de licencias de construcción (CONUEE, 2010), la incorporación de dicha estrategia se deberá hacer durante el tercer trimestre de 2010, en los estados que son parte de RENACE como un primer paso. Posteriormente se plantea para el 2012, la incorporación de estándares de aislamiento y cumplimiento de NOM’s vigentes en todo el país.

De acuerdo a esta estrategia, la **RENACE** es uno de los actores clave, ya que es la red que incorpora a las Comisiones de Energía Estatales. Uno de los compromisos de la RENACE es lograr que los estados y municipios cuenten con un **Programa Local para el Aprovechamiento Sustentable de la Energía**, derivado del PRONASE.

Otro actor clave es el INAFED (Instituto Nacional para el Federalismo y Desarrollo Municipal). La CONUEE establecerá contacto con dicha institución a fin de generar mecanismos de colaboración que permitan la inducción en los gobiernos estatales y municipales a incorporar y aplicar medidas para el aprovechamiento sustentable de la energía en sus disposiciones regulatorias relevantes.

Con respecto a instituciones del gobierno federal, la CONUEE contempla continuar colaborando en la estrategia conjunta con el INFONAVIT, la CONAVI, y la SHF (específicamente incorporar los objetivos de la estrategia en la vivienda del Programa de Hipoteca Verde).

Asimismo la CONUEE plantea la participación de la Cámara Nacional de la Industria de la Construcción (CNIC), el Colegio de Arquitectos de México (CAM), la Cámara Mexicana de la Industria de la Construcción (CMIC), y la Federación de Colegios de Arquitectos de México (FCAM). El acercamiento con la industria se reconoce como otra acción necesaria.

Otros posibles actores serían: la Conferencia Nacional de Gobernadores (CONAGO) y la Asociación de Municipios de México (AMMAC) para lograr introducir las reformas propuestas y una implementación eficaz de las mismas en los estados y municipios.

La CONUEE desarrollará los Lineamientos para el Acercamiento con Estados y Municipios para lograr la participación de las autoridades locales a la estrategia de fomento. Así también tiene

planeado realizar talleres informativos para la difusión de estándares de aislamiento térmico y cumplimiento de las NOM's para la obtención de licencias y/o permisos de construcción.

Es importante aprovechar la actual estructura tanto de forma como de fondo de los reglamentos de construcción, ya que en todos ellos se hace referencia a las NTC como un anexo el cual se debe conocer y cumplir. Además es una estrategia menos complicada y por lo mismo más rápida de introducir cambios, ya que el hacer reformas a los reglamentos de todo el país sería un proceso muy largo debido a las implicaciones políticas.

Debido a que una de las barreras técnicas existentes en México, es la falta de personal capacitado, programas de capacitación y rezago en el conocimiento de tecnologías y materiales para la eficiencia energética en las edificaciones, todas las acciones de reformas del marco regulatorio deberán ir acompañadas por programas de capacitación (estrategia que se desarrollará dentro la Línea de Acción 3 del Componente Edificación del Programa Energía Sustentable de la GTZ en conjunto con los actores relevantes).

6. Conclusiones

De la muestra de reglamentos de construcción que se analizaron para este estudio, hay puntos buenos que retomar en distintos aspectos.

En cuestión de Diseño Bioclimático y Confort, hay elementos rescatables como la provisión de ventilación e iluminación natural, la separación de edificaciones en función de las orientaciones, estudio de proyección de sombras para edificios mayores a 5 niveles, el derecho al acceso al sol de invierno en espacios habitables y las recomendaciones de diseño bioclimático en las NTC del DF.

Es importante recordar que cualquier estrategia de diseño bioclimático debe ser en función de la región bioclimática a la que pertenecen, tal y como está especificado en el Código de Edificación de Vivienda. Dichas estrategias se deberán elaborar también para edificaciones no residenciales.

En este sentido hace falta ordenar lo que ya existe, organizarlo y complementarlo, pero hacerlo desde un enfoque integral a nivel nacional. Las NTC propuestas, pueden ser tan extensas o detalladas como se defina el alcance; podrán ser un compendio de especificaciones y recomendaciones de diseño para edificaciones residenciales y no residenciales. Quizás en los reglamentos de construcción se deban especificar las **medidas mínimas obligatorias** que se deberán cumplir y en las NTC se incluyan **recomendaciones para incrementar la eficiencia energética progresivamente**. Ambos documentos deberán hacer referencia mutua y eventualmente se podrá ir incrementando la lista de especificaciones mínimas.

Los rubros que se podrían desarrollaren las NTC sobre Sustentabilidad Energética son:

- diseño del entorno,
- diseño bioclimático,
- eficiencia energética,
- energía renovable,
- uso del agua,

- certificación energética, entre otros.

Para el diseño de los documentos técnicos, se deberá coordinar el nivel federal con los gobiernos de los estados y municipios, asociaciones de profesionales, cámaras y los demás actores señalados a fin de elaborarlos y acordar su implementación. Algunas posibles barreras que se identifican son:

- falta de acuerdos,
- resistencia por parte de sectores relacionados a la industria de la construcción,
- falta de capacidad institucional para la vigilancia en el cumplimiento de las medidas propuestas.

Finalmente, es importante identificar los **incentivos** que puedan ir relacionados con el nivel de cumplimiento, en una escala que deberá alcanzar el **grado de sustentabilidad energética certificado**.

Para ello, se deberá asegurar incorporar todas las NOM's relacionadas a la eficiencia energética en las edificaciones en todos los reglamentos del país, así como elaborarse aquellas que se requieran.

Bibliografía

- Ayuntamiento de Guadalajara. (2009). *Reglamento de Zonificación Urbana del Municipio de Guadalajara*.
- Ayuntamiento de Mexicali. (1998). *Reglamento de Edificaciones para el Municipio de Mexicali*.
- Ayuntamiento de Monterrey. (1995). *Reglamento para las Construcciones en el Municipio de Monterrey*.
- CONAVI. (2009). *Características de Paquete Básico para Programa de Subsidios*.
- CONAVI. (2007). *Código de edificación de Vivienda*.
- CONAVI. (2008). *Criterios e Indicadores para Desarrollos Habitacionales Sustentables*.
- CONAVI. (2009). *Paquete Básico Desarrollos Habitacionales con Vivienda Vertical No Unifamiliar*.
- CONAVI, C. N. (2008). *Programa Específico Desarrollo Habitacional sustentable ante el Cambio Climático*.
- CONAVI-CONACYT. (2010). *Producción social de Vivienda en México. Primer encuentro académico. Resultados de los proyectos de los Fondos CONAVI-CONACYT*.
- CONUEE. (2010). *Estrategia de fomento para la incorporación de los estándares de aislamiento en reglamentos de construcción y el cumplimiento de las NOMs aplicables para la obtención de licencias de construcción*. México DF.
- Gobierno del Distrito Federal. (2004). *Reglamento de Construcciones para el Distrito Federal*.
- GOOGLE. (s.f.). *Google Maps*. Recuperado el 25 de Mayo de 2010, de <http://maps.google.com/>
- GTZ México. (2010). *Esquemas de Certificación*.
- H. Ayuntamiento de Acapulco de Juárez. (2002). *Reglamento de Construcciones para el Municipio de Acapulco de Juárez, Guerrero*.
- H. Ayuntamiento de San Luis Potosí. (1995). *Reglamento de Construcciones del Municipio de San Luis Potosí*.
- H. Ayuntamiento de Tulancingo de Bravo, Hidalgo. (2005). *Reglamento de Construcción del Municipio de Tulancingo de Bravo*.
- H. Ayuntamiento de Tuxtla Gutiérrez. *Reglamento de Construcción para el Municipio de Tuxtla Gutiérrez*.
- H. Ayuntamiento de Xalapa-Enriquez. (2004). *Reglamento de Desarrollo Urbano*.

- H. Ayuntamiento del Municipio de Tepic, Nayarit. (1995). *Reglamento de Construcciones y Seguridad Estructural para el Municipio de Tepic*.
- INFONAVIT. (2010). *Aseguramiento de Calidad. Sustentabilidad y Rentabilidad Social*. .
- INFONAVIT. (2009). *Data Mart*.
- INFONAVIT. (2010). *Estudios y análisis Cuantitativos. Vivienda Sustentable*.
- INFONAVIT. (2009). *Seguimiento a Cumplimiento de Metas. Coordinación de Vivienda Sustentable*.
- Morillón, D. (2004). *Atlas del Bioclima de México*. Instituto de Ingeniería UNAM.
- SEGOB. (s.f.). *Orden Jurídico Nacional*. Recuperado el 2010, de <http://www.ordenjuridico.gob.mx/>